

УДК 683.3.....

Рецензенты:

1. Академик РАСХН, Заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин ДГТУ И.А.Долгов.

2. Заведующий кафедрой ремонта машин МГАУ, доктор технических наук, профессор Е.А.Пучин.

Г.И.Сирота, О.Н.Моисеев, Н.А.Хохрякова, Л.Ю.Шевырёв, А.П.Харитонюк  
Основы слесарной обработки. Руководство по практике. – зерноград: ФГОУ  
ВПО АЧГАА, 2006. – 90 с.

Настоящее учебное пособие предназначено для обучения студентов 1 курса по специальностям 050501.65, 110301.65, 110302.65, 110303.65, 110304.65, 140106.65, 140211.65, 190206.65, 190601.65, 190603.65, 190701.65 при прохождении ими учебной технологической практики в учебно-производственных мастерских. Пособие содержит 90 страницы, 51 рисунка и 24 таблицы. В пособии изложены основные методы и приемы слесарных операций. Приведено оборудование, инструменты и приспособления, применяемые при слесарных работах.

©ФГОУ ВПО АЧГАА, 2006

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Инструкция по безопасным условиям труда.....	5
Инструкция о мерах пожарной безопасности.....	6
Электробезопасность в слесарном цехе.....	7
Общая организация учебной практики на слесарном участке.....	10
Материальное обеспечение слесарного участка.....	10
Организация рабочего места слесаря.....	10
Научная организация труда (НОТ) .....	12
Основные виды слесарных работ.....	12
Организация проведения учебной практики на слесарном участке.....	13
Черные металлы и сплавы.....	16
Цветные металлы и сплавы.....	18
Основы измерений и измерительный инструмент.....	21
Разметка плоскостная.....	33
Разметка пространственная.....	38
Рубка.....	42
Резка, разводка и заточка зубьев полотна.....	48
Опиливание, распиливание.....	53
Притирка, доводка, полирование, шаржирование, шабрение.....	60
Пригонка, припасовка.....	64
Сверление, рассверливание, зенкование, зенкерование, развертывание.....	65
Резьбовые соединения.....	72
Клепка, чеканка.....	79
Правка, рихтовка, гибка.....	83
Гибка труб, развальцовка.....	86
Литература.....	89

## ВВЕДЕНИЕ

Слесарные работы — это обработка металлов, обычно дополняющая станочную механическую обработку или завершающая изготовление металлических изделий соединением деталей, сборкой машин и механизмов, а также их регулированием. Слесарные работы выполняются с помощью ручного или механизированного слесарного инструмента либо на станках.

Люди научились добывать и обрабатывать металлы в давние времена. Из металла изготавливались орудия труда (топоры, косы, серпы), средства защиты (щиты, мечи и другие), предметы домашнего обихода (котлы, чашки, тазы), украшения и другие изделия.

На протяжении многих лет металлические изделия изготавливались кузнецами-ремесленниками. Первоначально эта группа ремесленников изготавливала вручную разнообразные металлические изделия, в дальнейшем развитие кузнечного ремесла, появление различных приспособлений, совершенствование орудий производства, применение бронзы и железа привели к разделению труда между кузнецами-ремесленниками. Одни кузнецы выполняли более грубые и крупные работы, например орудия труда, предметы домашнего обихода, а другие — более мелкие и тонкие работы.

В XIV—XV вв. появляется новая отрасль кузнечного производства — холоднаяковка металла, то есть окончательная его обработка без нагрева, а вместе с ней — и слесарное ремесло. Наиболее типичными представителями этой отрасли были замочники — мастера по изготовлению замков. В начале XVIII в. замочников называли «шлоссерами». Со временем иностранное слово приобрело более широкий смысл. Так возникло название «слесарь».

Образцы оружия, орудий труда, различных механизмов (замков, часов, машин) и других изделий поражают нас сложностью обработки, тщательностью отделки, свидетельствуя о том, что холодная обработка металла, искусство резать металл вручную были широко распространены несколько столетий назад. Развитие техники многим обязано талантливым русским людям. Эти «умельцы», как их тогда называли в народе, были разносторонне развитыми людьми, которые самостоятельно решали сложные технологические задачи. Особенно своим мастерством славились московские, тульские и уральские мастера. Об искусстве русских мастеров - «умельцев» повествуется в рассказе русского писателя Н.С. Лескова «Левша», герой которого тульский мастер Левша на удивление английским мастерам подковал сделанную ими микроскопических размеров блоху.

В настоящее время ученые, инженеры, техники и рабочие многое сделали, чтобы заменить тяжелый, малопроизводительный ручной труд работой механизмов и машин. С появлением металлорежущих станков и их совершенствованием постепенно сокращалась роль и доля ручного труда, который стал заменяться трудом строгальщиков, токарей, фрезеровщиков, шлифовщиков и др. Но одной из ведущих остается профессия слесаря. По-прежнему ценится труд слесаря-мастера, от которого требуется умение выполнять все виды ручной обработки металлов.

## ИНСТРУКЦИЯ ПО БЕЗОПАСНЫМ УСЛОВИЯМ ТРУДА

### **До начала работы:**

- привести в порядок рабочую одежду, чтобы она плотно прилегала к телу; убрать волосы под плотно облегающий головной убор;
- работать в открытой обуви с высоким каблуком запрещается;
- осмотреть место работы, убрать все мешающие работе посторонние предметы;
- проверить слесарный верстак, который должен быть прочным и устойчивым, соответствовать росту рабочего;
- слесарные тиски должны быть исправными, прочно закреплены на верстаке, ходовой винт должен вращаться в гайке легко, губки тисков иметь хорошую насечку;
- инструмент и детали расположить так, чтобы избежать лишних движений;
- при работе применять только исправный инструмент и приспособления;
- слесарные молотки и кувалды должны иметь ровную слегка выпуклую поверхность, должны быть надежно насажены на ручки и закреплены специальными клиньями;
- напильники, ножовки, шаберы должны быть снабжены деревянными ручками с бандажными кольцами;
- рубящие инструменты не должны иметь косых и сбитых затылков, трещин и заусенцев; их боковые грани не должны иметь острых ребер;
- проверить, чтобы освещение рабочего места было достаточным и свет не слепил глаза;
- при работе около движущихся частей станков и механизмов требовать ограждения опасных мест;
- проверить исправность рабочего оборудования и ограждения.

### **Во время работы:**

- необходимо прочно зажимать в тисках деталь или заготовку, а во время установки или снятия ее соблюдать осторожность, так как при падении деталь может нанести травму;
- опилки с верстака или с обрабатываемой детали удалять только щеткой;
- при рубке металла зубилом учитывать, в какую сторону безопаснее для окружающих направить отлетающие частицы и установить с нужной стороны защитную сетку;
- работать только в защитных очках;
- если по условиям работы нельзя применять защитные сетки, то рубку выполнять так, чтобы отделяемые частицы отлетали в ту сторону, где нет людей;
- не пользоваться при работах случайными подставками или неисправными приспособлениями;

- не допускать загрязнения одежды бензином, керосином, маслом.

### **По окончании работы:**

- сложить инструмент, приспособления и материалы на соответствующие места;
- необходимо тщательно убрать рабочее место;
- во избежание самовозгорания промасленных тряпок и возникновения пожара убрать их в специальные металлические ящики, плотно закрыть крышкой.

Каждый обязан хорошо знать и строго выполнять все требования, изложенные в данной инструкции по технике безопасности, а администрация должна обеспечить рабочее место всем необходимым и создать нормальные условия труда для безопасного выполнения работы.

## **ИНСТРУКЦИЯ О МЕРАХ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

- Ответственность за пожарную безопасность аудитории несет мастер производственного обучения (согласно приказа ректора академии);
- К работе на оборудовании и установках допускаются только лица, прошедшие противопожарный инструктаж под роспись;
- Запрещается курение в аудитории;
- Запрещается загромождать предметами эвакуационные пути и выходы;
- Запрещается перепланировка помещения без согласования с органами государственной противопожарной службы;
- Запрещается хранение в помещении емкостей с горючими жидкостями;
- Обтирочный материал складывать в металлические ящики с крышками;
- Электроустановки эксплуатировать только в соответствии с правилами устройства электрооборудования, правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- В помещении все электроустановки и электроприборы должны быть обесточены после окончания занятий;
- Категорически запрещается эксплуатация неисправных электроприборов;
- Категорически запрещается использовать для целей обогрева нестандартные (самодельные) электронагревательные приборы;
- Для целей обогрева разрешается использование электрообогревателей, оборудованных терморегуляторами;
- Помещение должно быть обеспечено первичными средствами пожаротушения. Не допускается использование средств пожаротушения не по назначению;
- При обнаружении пожара каждый гражданин обязан:
  - обесточить цех, мастерскую;

- немедленно сообщить об этом по телефону 01 в пожарную часть (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, назвать свою фамилию);
- принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;
- организовать встречу подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу пожара;
- По прибытии пожарного подразделения мастер производственного обучения обязан проинформировать руководителя тушения пожара о наличии в помещении установок и оборудования, а также организовать привлечение сил и средств объекта по ликвидации пожара.

## **ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ В СЛЕСАРНОМ ЦЕХЕ**

Различают два вида поражения электрическим током: электрические удары и ожоги.

*Электрический удар* – это поражение, охватывающее весь организм. У человека конвульсивно сжимаются руки, стискиваются зубы, вообще прекращаются всякие мускульные движения, в частности дыхательные движения грудной клетки. Пораженный электрическим ударом нередко приходит в бессознательное состояние, иногда оканчивается смертью.

*Ожоги* – электрическим током получают при соприкосновении с токопроводящими частями в момент замыкания и размыкания цепи, при возникновении электрической дуги и при коротком замыкании. Ожогам чаще всего подвергаются руки, но наблюдаются повреждения и других частей тела, особенно глаз и лица, например брызгами раскаленного металла при выключении рубильников или при перегорании предохранителей.

Для защиты людей от поражения электрическим током на предприятиях осуществляются следующие основные меры:

1. все голые провода и токоведущие части электротехнических устройств ограждаются;
2. все провода и электроустройства, к которым приходится прикасаться при работе (осветительные устройства, электрические приборы), тщательно изолируются;
3. там, где требуется, рабочим предоставляются специальные изолирующие средства, например изолирующие подставки, резиновые коврики, резиновые калоши, специальная обувь, перчатки и т.д.;
4. рубильники и предохранители закрываются защитными кожухами;
5. в рабочих помещениях вывешиваются предостерегающие плакаты, знаки и надписи;
6. на время ремонта машин, станков и механизмов с электроприводом ток выключается;
7. электромонтажные и электроремонтные работы выполняются только специально обученным персоналом;

8. при работе электроинструментами их корпуса должны обязательно заземляться; с этой целью в местах, где производятся работы с электроинструментами, устанавливаются специальные штепсельные розетки, к которым подводятся заземляющие провода;
9. работать электроинструментами в сырых помещениях или внутри резервуаров следует в калошах, подстилая под ноги резиновые коврики или деревянные щитки;
10. при обнаружении неисправности в электроинструментах работу или следует немедленно прекратить, а электроинструмент сдать на проверку;
11. нельзя держать электроинструмент за провод или за рабочий инструмент (сверло, зенкер и т.д.);
12. рабочий инструмент можно вставлять в патрон электроинструмента и вынимать из него только после выключения электроинструмента, при полной остановке движения;
13. нельзя работать электроинструментом на приставных лестницах;
14. работающему электроинструментом на изолированной поверхности нельзя прикасаться к окружающим людям или предметам, находящимся на токопроводящей поверхности, например при передаче инструмента и других токопроводящих предметов.

При поражениях электрическим током следует немедленно отделить пострадавшего от проводника тока и затем начать приводить его в чувство.

Отделение пострадавшего от электропроводников осуществляется следующими приемами:

1. выключают рубильники, выключатели или предохранители; если по какой-либо причине этого сделать нельзя, а оторвать пострадавшего от проводов или токоведущих частей невозможно, перерезают провод специальными щипцами с изолированными рукоятками (такие щипцы должны быть в каждом цехе, где возможны несчастные случаи от электротока) или же перерубают топором;
2. если пострадавший повис на проводах на значительной высоте, то при освобождении его действия тока надо принять необходимые меры против его падения;
3. ни в коем случае нельзя брать за тело пострадавшего незащищенными руками; чтобы оторвать его от проводов, необходимо обязательно применять резиновые перчатки, калоши или резиновую подкладку, так как иначе сам спасающий может стать жертвой электроудара;
4. при отсутствии специальных средств пострадавшего можно отделить от проводов или токоведущих частей при помощи сухой деревянной палки или сухой веревки;
5. если пострадавший судорожно сжал провод или токоведущую часть и освободить его невозможно, необходимо его приподнять и изоли-

ровать от земли, подложив сухие доски или резиновый коврик; этим прерывают ток, проходящий через тело пострадавшего.

Освободив пострадавшего от токоведущих частей, необходимо тотчас же применить искусственное дыхание, предварительно проделав следующее:

1. снять с пострадавшего стесняющие его части одежды, развязать шарф (если он имеется), расстегнуть ворот и пояс;
2. открыть двери и окна;
3. очистить пострадавшего от крови, слизи и, если имеются искусственные зубы (съёмные протезы), вынуть их;
4. вытянуть язык с помощью специальных приспособлений, а при их отсутствии – пальцами, обернутыми чистой тряпочкой, марлей или платком.

*Основные задачи учебной практики:* ознакомиться с оборудованием, инструментом, приемами выполнения слесарных операций; получить практические навыки при выполнении основных слесарных работ.

## **МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЛЕСАРНОГО УЧАСТКА**

### **Оборудование:**

- верстаки с поворотными тисками;
- сверлильный станок;
- пресс;
- заточной станок;
- ножницы рычажные;
- разметочные плиты;
- притирочные плиты.

### **Приспособления:**

- для развальцовки труб;
- для листовой гибки;
- для притирки и полировки;
- струбины;
- для изготовления заклепок.

### **Инструмент:**

- режущий инструмент: напильники, ножовки, ножницы ручные (прямые, правые, левые), сверла, зенкеры, зенковки, развертки, шаберы, зубила, крейцмейсели, плашки, метчики;
- ударный инструмент: набор слесарных молотков с круглыми и квадратными бойками, киянки, кувалды;
- разметочный инструмент: чертилки, кернеры;
- измерительный инструмент: линейки, штангенциркули с точностью измерения 0,1 мм, 0,05 мм, транспортиры, угломеры, микрометры, штангенрейсмасы, штангенглубиномеры и др.;
- контролирующий инструмент: рейсмасы, кронциркули, нутромеры, угольники, щупы, калибры – скобы, калибры – пробки, шаблоны и др.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА СЛЕСАРЯ**

В слесарных мастерских располагается оборудование индивидуального и общего пользования.

К оборудованию индивидуального пользования относятся: верстаки с тисками и набором слесарного инструмента.

К оборудованию общего пользования относятся: сверлильные и заточные станки, притирочные и разметочные плиты, прессы, рычажные ножницы и т.д.

**Рабочим местом** называется определенный участок производственной площади цеха, участка мастерской, закрепленный за данным рабочим, предназначенный для выполнения определенной работы и оснащенный в соответствии с характером этой работы оборудованием, приспособлениями и материалами.

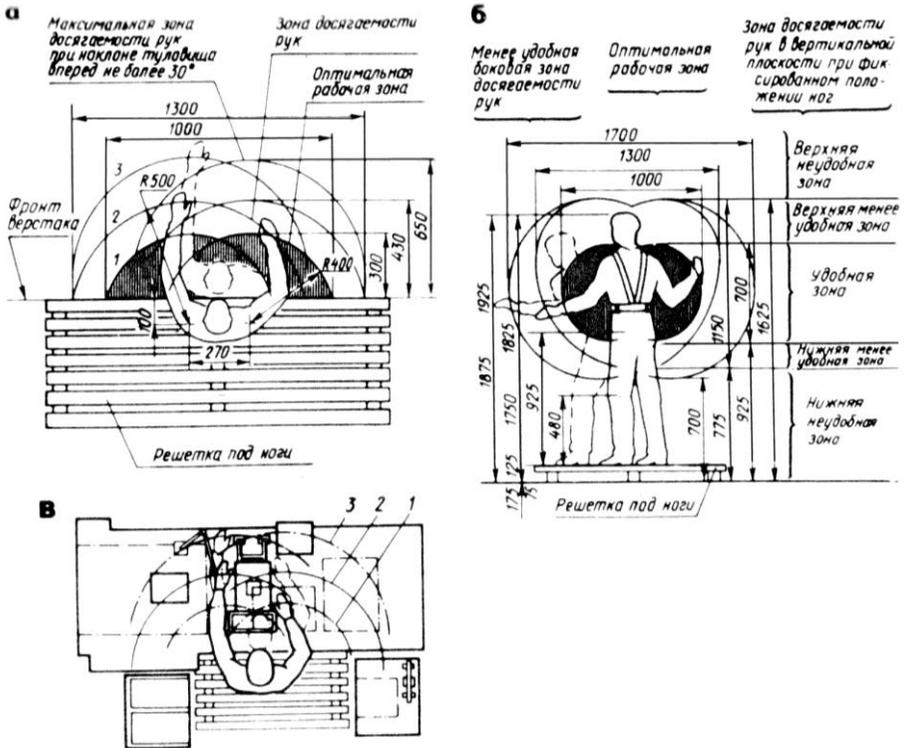


Рисунок 1 – Классификация рабочих зон в горизонтальной (а) и вертикальной (б); зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости при движении (в)

Одним из основных элементов организации рабочего места является его планировка.

Чертеж, эскиз детали должны находиться в удобном для пользования и гарантированном от загрязнения месте.

Предметы на рабочем месте делят на предметы постоянного и временного пользования, за которыми постоянно закреплены места хранения и расположения.

Все необходимое для работы должно находиться в зоне досягаемости рук человека (рисунок 1).

Инструменты и материалы, которые во время работы требуются чаще, размещаются ближе к работающему. Те, которые берутся правой рукой – справа, левой рукой – слева.

Нельзя класть один предмет на другой или на обработанную поверхность детали.

Рабочее место нельзя загромождать лишними инструментами, материалами, заготовками и т.д.

## НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА (НОТ) СЛЕСАРЯ

НОТ предусматривает соблюдение определенных условий:

1. Правильный выбор и размещение оборудования, инструментов, приспособлений и материалов.
2. Режим труда:
  - темп (степень быстроты);
  - ритм (равномерное чередование);
3. Санитарно-гигиенические условия труда:
  - воздушная среда (температура 14 – 20°С, в зависимости от тяжести работ);
  - влажность, запыленность, загазованность и т.п.;
  - шум и вибрации (75 – 85 дБ);
  - освещение (800 – 1000 лк.);
  - личная гигиена.
4. Эстетические условия:
  - спецодежда (удобная, легко стирающаяся, красивая, современная);
  - рациональная окраска стен и оборудования, позволяющая не только лучше различить детали, но и снизить утомляемость глаз.

## ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ

*Под слесарными работами* понимают обработку материалов в холодном состоянии, а также сборку узла или машины, выполняемые ручным и машинным способом и при помощи различных инструментов.

*Цель слесарных работ* – придать обрабатываемой детали заданные чертежом формы, размеры и необходимую шероховатость обрабатываемой поверхности.

Технология слесарной обработки включает в себя ряд операций, в которые входят:

- разметка плоскостная; |

- разметка пространственная;
  - рубка;
  - резка;
  - опилование;
  - шабрение;
  - притирка;
  - доводка;
  - шлифование;
  - полирование;
  - пригонка;
  - припасовка;
  - распиливание;
- сверление;
  - рассверливание;
  - зенкерование;
  - зенкование;
  - развертывание;
  - нарезание резьбы;
  - клепка;
  - чеканка;
  - правка;
  - рихтовка;
  - гибка;
  - развальцовка;
  - гибка труб;

## ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ НА СЛЕСАРНОМ УЧАСТКЕ

### *1 занятие*

Изучить технику безопасности при работе на слесарном участке.

Ознакомиться с видами слесарных работ.

Ознакомиться с организацией рабочего места слесаря.

Изучить классификацию черных и цветных металлов.

Выполнить практическую работу под руководством мастера.

### *2 занятие*

Изучить приемы плоскостной и пространственной разметки.

Изучить назначение, устройство и применение линеек и штангенциркуля.

Изучить технику, приемы опилования и распиливания.

Изучить инструмент для опилования и распиливания.

Ознакомиться с назначением и применением поверочных плит и линеек.

Под руководством мастера выполнить практическую работу.

### *3 занятие*

Ознакомиться с процессом рубки.

Изучить инструмент, который при этом применяется.

Произвести заточку зубила.

Ознакомиться с применением шаблонов.

### *4 занятие*

Изучить резку металла со снятием и без снятия стружки, инструмент при этом применяемый.

Ознакомиться с разводкой и заточкой зубьев ножовочного полотна.

Изучить устройство и применение угольников и угломера.  
Выполнить резку металла на заготовки под руководством мастера.

### **5 занятие**

Изучить процесс сверления и рассверливания, инструмент и приспособление применяемые при этом.

Под руководством мастера произвести заточку сверла и выполнить практическую работу.

### **6 занятие**

Изучить зенкерование и зенкование поверхностей, развертывание отверстий. Инструмент и приспособления.

Выполнить практическую работу под руководством мастера.

### **7 занятие**

Ознакомиться с классификацией резьбовых соединений.

Изучить инструмент для нарезания резьб, ознакомиться с техникой нарезания резьб, изучить приемы измерения микрометром.

Нарезать на заготовках наружную и внутреннюю резьбу, ознакомиться со способами удаления сломанных метчиков.

### **8 занятие**

Ознакомиться с назначением, применением слесарных операций; правка и рихтовка.

Изучить назначение, устройство и применение циркулей, кронциркулей.

Под руководством мастера произвести практическую работу.

### **9 занятие**

Изучить способы гибки листового металла, труб, ознакомиться с назначением развальцовки труб.

Произвести практические работы по обработке металлов давлением (гибка, развальцовка) под руководством мастера.

### **10 занятие**

Ознакомиться с применением заклепочных соединений, с различными видами заклепочных швов.

Изучить использование чеканки.

Под руководством мастера выполнить практическую работу.

### **11 занятие**

Ознакомиться с применением слесарных операций: шабрение и притирка, доводка и полирование.

Изучить инструмент и материалы, применяемые для выполнения этих операций.

Изучить назначение и применение калибров.

Под руководством мастера произвести практические работы.

### **Содержание отчета**

1. Краткие правила техники безопасности при выполнении слесарных работ.
2. Перечень и краткое описание слесарных операций.
3. Перечень и назначение оборудования, инструмента и приспособлений, используемых при выполнении слесарных работ.
4. Эскиз детали.
5. Маршрут изготовления детали.

### **ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ**

Все металлы и сплавы делятся на черные и цветные. К первым относят железо и сплавы на его основе (чугуны и стали), ко вторым - остальные.

Углеродистыми сталями называют железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода до 2,14%. В углеродистой стали, кроме углерода присутствуют кремний, марганец, сера, фосфор, азот, кислород, водород, которые попадают в сталь при ее выплавке. Их называют постоянными примесями, которые, оказывают различное влияние на свойства стали. Постоянные примеси делят на полезные (марганец, кремний) и вредные (сера, фосфор, азот, кислород, водород).

Углерод является основной примесью. В зависимости от его содержания сильно меняются механические свойства стали (твердость, предел прочности, предел упругости и т.д.). С увеличением его содержания улучшается обработка резанием, повышается закаливаемость, чувствительность к перегреву, свариваемость ухудшается.

Сера снижает пластичность и прочность стали, сопротивление истиранию и коррозионную стойкость. Фосфор вызывает хладноломкость (хрупкость при нормальной температуре), ухудшает пластичность и вязкость.

Марганец вводят в сталь для раскисления, то есть для устранения вредных примесей закиси железа; повышает прочность. Кремний при обычном содержании (не более 0,5%), так же как и марганец повышает прочность стали и раскисляет сталь.

Азот, кислород и водород присутствуют в стали в небольших количествах, их влияние на многие свойства сталей незаметно, однако они сильно уменьшают ударную вязкость и резко повышают порог хладноломкости.

Стали классифицируют по многим признакам:

- 1) по способу производства – мартеновская, кислородно-конверторная, бессемеровская, томасовская и электросталь;
- 2) по условиям и степени раскисления – спокойные, кипящие и полуспокойные;
- 3) по химическому составу – углеродистые стали делят на малоуглеродистые (до 0,3% углерода), среднеуглеродистые (0,3...0,6%) и высокоуглеродистые (более 0,6% углерода);
- 4) по назначению углеродистые стали делят на конструкционные и инструментальные; конструкционные подразделяются на строительные (до 0,3% углерода) и машиностроительные (до 0,5% углерода);
- 5) по качеству стали - обыкновенного качества ( $S \leq 0.06\%$ ;  $P \leq 0.04\%$ ), качественные ( $S \leq 0.04\%$ ;  $P \leq 0.04\%$ ), и стали повышенного качества ( $S \leq 0.03\%$ ;  $P \leq 0.03\%$ );
- 6) по структуре в отожженном состоянии углеродистые стали подразделяют на доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные.

Сталь обыкновенного качества в зависимости от назначения и гарантируемых характеристик подразделяют на три группы:

А – с гарантированными механическими свойствами;

Б – с гарантированным химическим составом;

В – с гарантированными механическими свойствами и химическим составом.

А – Ст.0, Ст.1, Ст.2, Ст.3, Ст.5, Ст.6;

Б – БСт.0, .....

В – ВСт.2, ВСт.3, ВСт.4, ВСт.5.

При обозначении марки стали, буква А не ставится, буквы Б и В ставятся; для обозначения степени раскисления после номера добавляют индексы: кп – кипящая, пс – полуспокойная, сп – спокойная (пример Ст.3пс, БСт.3сп, ВСт.3сп).

Качественная углеродистая сталь превосходит сталь обыкновенного качества по однородности, она более чистая по сере и фосфору, и имеет более узкие пределы содержания углерода. Цифры при маркировке стали (05, 08,....25-85), показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Углеродистые стали не обладают достаточно высокими механическими и физико-механическими свойствами и не отвечают требованиям, предъявляемым к металлам в современной промышленности. Для получения необходимых свойств в сталь вводят легирующие элементы. Процесс этот называют легированием, а получаемые стали – легированными. Марганец и кремний считаются легирующими элементами, если содержание каждого превышает 1%.

Каждый легирующий элемент обозначается прописной буквой: Г – марганец; С – кремний; Х – хром; Н – никель; М – молибден; Ф – ванадий; В – вольфрам; Т – титан; Ю – алюминий; Д – медь; Б – ниобий; К – кобальт; Р – бор; П – фосфор; Ц – церий; Ч – редкоземельные металлы.

При маркировке сталей двузначное число в начале марки означает содержание углерода в сотых долях процента (для конструкционных сталей), однозначное – содержание углерода в десятых долях процента (для инструментальных сталей). Цифры стоящие после буквы, указывают на примерное содержание легирующего элемента ( при содержании менее 1% цифра отсутствует).

Пример: 0,10...0,15%С и 1,3...1,7%Mn - обозначается 12Г2.

0,28...0,35%С, 0,8...1,1%Cr, 0,9...1,2%Mn и 0,8...1,2% Si – 30ХГСА.

Сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14% углерода, называют чугунами. Имеют высокие литейные свойства и низкую пластичность. В нем содержатся постоянные примеси: кремний (от 0,5 до 4,5%) желательный, марганец (0,4 до 1,3%) нежелательный, сера 0,08...0,12% нежелательный и фосфор 0,3...0,8% желательный.

По структуре чугуны подразделяют на графитосодержащие и не содержащие графит.

В зависимости от состояния углерода и свойств сплава различают: серые, высокопрочные, ковкие чугуны, белые чугуны и специальные.

Маркировка чугунов:

Серые чугуны – СЧ и цифрами: первые две – предел прочности при растяжении, последующие две – предел прочности при изгибе – СЧ 12-28.

Высокопрочные чугуны – ВЧ и цифрами: первые две – предел прочности при растяжении, последующие две – относительное удлинение ВЧ 42-12.

Ковкие чугуны – КЧ и цифрами: первые две – предел прочности при растяжении, последующие две – относительное удлинение КЧ 30-6.

## ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Все металлы, за исключением железа и его сплавов, называются цветными. Цветные металлы дороги и дефицитны, поэтому их применяют там, где железоуглеродистые сплавы не могут быть использованы. Цветным металлам и сплавам на их основе присущи особые физические, механические, химические и технологические свойства, благодаря чему они в ряде случаев являются незаменимыми. В сельхозмашиностроении наибольшее распространение среди цветных металлов получили медь, алюминий и их сплавы, подшипниковые сплавы на основе олова, свинца.

1) Медь – металл красновато-розового цвета, характеризующийся высокой тепло- и электропроводностью, пластичностью. Медь легко обрабатывается давлением, но плохо режется, и имеет не высокие литейные свойства из-за большой усадки. Широко применяется в электротехнике в качестве проводникового материала, кроме того из нее изготавливают прокладки, уплотнительные кольца, шайбы и т.д. В зависимости от чистоты медь выпускают следующих марок: М00 (99,99% Cu), М0 (99,95% Cu), М1 (99,9% Cu), М (99,7% Cu), М3 (99,5% Cu).

В машиностроении наибольшее распространение получили сплавы на основе меди – латуни и бронзы.

Латунь – это сплав меди с цинком. Различают латуни простые (двойные), состоящие только из меди и цинка, и сложные (легированные), которые, кроме меди и цинка, содержат один или несколько легирующих элементов. Для улучшения механических свойств добавляют – алюминий, никель, железо. Для повышения коррозионной стойкости – олово, марганец. Для улучшения резания – свинец.

Обыкновенные латуни обозначают буквой Л и двузначными цифрами, показывающими содержание меди в процентах, существует семь марок обыкновенных латуней Л99, Л90, Л85, Л80, Л70, Л68 и Л62. В специальных латунях за буквой Л следует (в порядке убывания) буквенное обозначение основных легирующих элементов и цифры, показывающие содержание меди и этих элементов. Например, обыкновенная латунь Л62 – 62%Cu и 38% цинка; ЛС59-1 – 59%Cu, 1% - свинца и 40% цинка. Приняты следующие буквенные обозначения легирующих элементов: А – алюминий, Б – бериллий, Ж – железо, К – кремний, Мц – марганец, Мг – магний, Н – никель, О – олово, С – свинец, Ц – цинк, Х – хром.

Бронзы – сплавы меди с алюминием, оловом, свинцом, кремнием, бериллием, хромом, сурьмой, марганцем. Бронзы маркируются следующим образом – в начале марки ставится буквы Бр. – бронза, затем следует буквенное обозначение элементов, входящих в ее состав (буквенное обозначение элементов аналогично обозначениям в маркировке латуней), и за ними цифры, указывающие среднее содержание элементов в процентах. В отличие от латуней у бронз содержание меди не указывают, а определяют вычитанием из 100% суммы всех

входящих в бронзу элементов. Например, Бр. ОФ 10-1 – содержит 10% олова, 1% фосфора и 89% меди.

В зависимости от входящего в состав бронзы легирующего элемента различают:

Оловянные бронзы – практический интерес представляют сплавы содержащие до 14% олова (однофазные бронзы), сплавы содержащие до 22% - двухфазные бронзы.

Алюминиевые бронзы – сплавы меди с 4-11,5% алюминия, в которые для улучшения свойств вводят железо, никель, марганец.

Бериллиевые бронзы – сплавы меди с бериллием, содержащие 1,6-2,2% бериллия.

Кремниевые бронзы – сплавы меди, содержащие 0,6-3,5% кремния и небольшое количество никеля и марганца.

Свинцовистые бронзы – сплавы меди со свинцом, содержащие 27-63% свинца.

2) Алюминий – металл серебристо-белого цвета. В зависимости от чистоты различают: алюминий особой чистоты А999 (99,999% Al); высокой чистоты А995 (99,995%), А99 (99,99%), А97 (99,97%), А95 (99,95%) и технической чистоты А85, А8, А7, А6, А5, А0 (99,0%).

Применяют алюминий для электропроводов, шин, конденсаторов, фольги и изготовления конструкций, не несущих нагрузки. Более широко используют сплавы алюминия – силумины и дюралюмины.

Силумины – сплавы алюминия с кремнием, они относятся к литейным сплавам и содержат 10-13% кремния. Маркировка силуминов: пример – АЛ2 – А – сплав алюминиевый, Л – литейный, 2 – порядковый номер по ГОСТ. Кроме нормального силумина марки АЛ2 в настоящее время получили широкое распространение сложные силумины с пониженным содержанием кремния и с небольшими добавками марганца, магния, меди, к ним относятся сплавы АЛ4, АЛ6, АЛ9, АЛ9В.

Дюралюмины – это сплавы системы алюминий-медь-магний-марганец (марка Д1-Д16). Нормальный дюралюмин Д1 содержит до 4,8% меди, 0,5% магния, 0,5% марганец, алюминий – остальное.

### 3) Антифрикционные (подшипниковые) сплавы

Подшипниковые сплавы применяют для изготовления вкладышей подшипников. Они должны отвечать следующим требованиям:

- иметь низкий коэффициент трения;
- хорошую прирабатываемость;
- выдерживать большие удельные давления;
- обеспечивать хорошую смазку;
- иметь более низкую твердость по сравнению с валом (т.е. не вызывать его износ).

В качестве антифрикционных сплавов широкое применение в машиностроении получили баббиты (легкоплавкие антифрикционные сплавы на основе олова или свинца), свинцовистая бронза, сплавы на алюминиевой основе, антифрикционные чугуны.

## **ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ**

Под измерением понимают сравнение одноимённой величины (длины с длиной, угла с углом, площади с площадью и т.д.) с величиной, принятой за единицу.

Все средства измерения и контроля, применяемые в слесарном деле, можно разделить на:

- контрольно – измерительные;
- измерительные.

### **Штангенциркули**

В слесарном деле применяют штангенциркули трёх типов:

- с пределом измерений 0 – 120мм и с величиной отсчёта по нониусу 0,1мм;
- с пределом измерений 0 – 160мм и с величиной отсчёта по нониусу 0,1и 0,05мм;
- с пределом измерений 0 – 400мм и с величиной отсчёта по нониусу 0,1и 0,05мм.

Штангенциркуль первого типа применяют для измерения наружных, внутренних размеров и глубин с величиной отсчёта по нониусу 0,1мм. Штангенциркуль имеет штангу, на которой нанесена шкала с основными миллиметровыми делениями. На одном конце этой штанги имеются измерительные губки, а на другом конце линейка для измерения глубин.

По штанге перемещается подвижная рамка. Рамку в процессе измерения закрепляют на штанге зажимом.

Нижние губки служат для измерения наружных размеров, а верхние – для измерения внутренних размеров.

На скошенной грани рамки нанесена шкала с дробными делениями – шкала нониуса. Нониус предназначен для определения доли миллиметра.

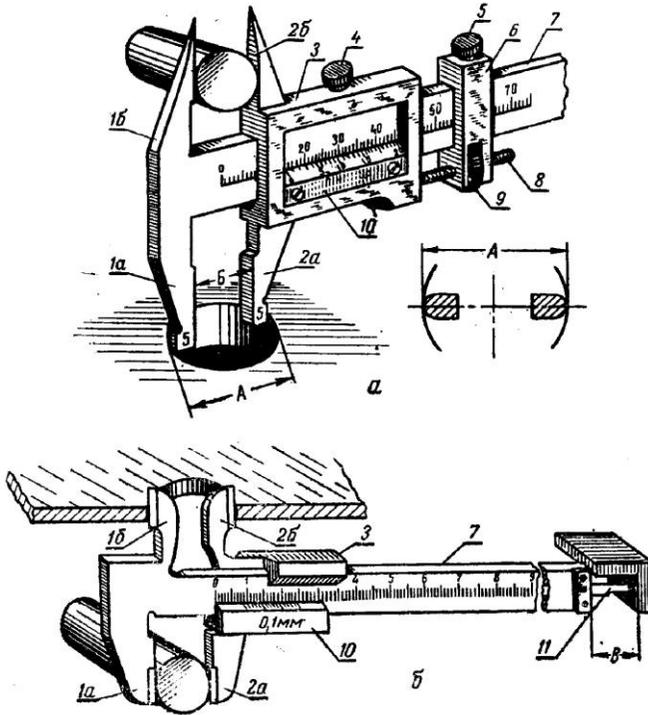
Шкала нониуса длиной 19 мм разделена на 10 равных частей, значит, каждое деление нониуса равно:

$$19 : 10 = 1,9 \text{ мм,}$$

то есть оно короче расстояния между двумя делениями штанги на 0,1мм

$$2,0 - 1,9 = 0,1 \text{ мм.}$$

При сомкнутых губках начальное деление нониуса совпадает с нулевым штрихом штанги, а последний 10-й штрих нониуса – с 19-м штрихом шкалы.



1а, 1б – неподвижные губки; 2а, 2б – подвижные губки; 3 – рама; 4, 5 – стопорные винты; 6 – хомут; 7 – штанга; 8 – винт микроподачи; 9 – гайка микровинта; 10 – нониусная пластина; 11 – линейка  
Рисунок 2 – Штангенциркуль

Величину отсчёта по нониусу можно определить следующим образом: цену деления на штанге (1мм) разделить на количество интервалов шкалы нониуса (10 или 20)

Пример:  $1:10=0,1\text{мм}$   
 $1:20=0,05\text{мм}$

При измерении деталь берут в левую руку, которая должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок. Правая рука придерживает штангу, перемещая большим пальцем этой руки рамку до соприкосновения с измеряемой поверхностью, не допуская перекоса губок.

Рамку закрепляют зажимом.

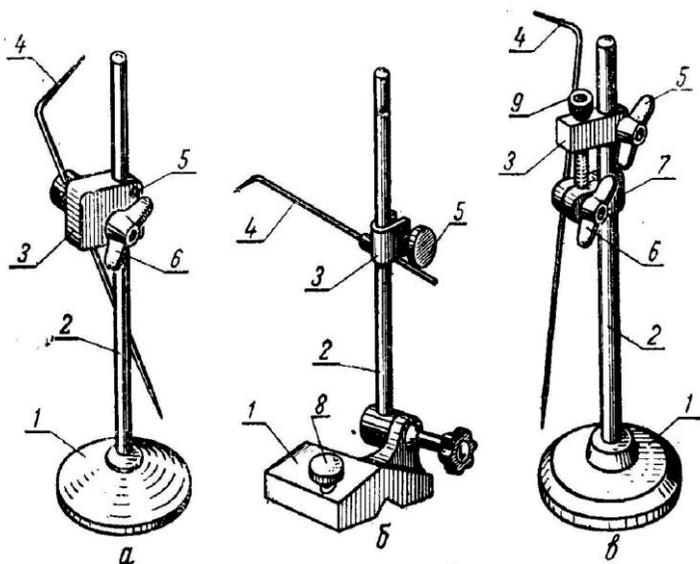
При чтении показаний штангенциркуль держим прямо перед глазами.

Целое число миллиметров отчитывают по шкале штанги слева направо до нулевого деления нониуса. Теперь определим количество десятых долей миллиметра, для этого отсчитываем порядковый номер штриха нониуса, не считая ну-

левого, совпадающего со штрихом штанги, и умножаем его на величину отсчёта нониуса (0,1мм.)

**Рейсмас** применяют для пространственной разметки (рисунок 3). Каждый из них имеет основание 1, в центре которого укреплена стойка 2, на стойку надета подвижная муфта 3, в которой закрепляется чертилка 4.

Расстановку и перенос размеров ведут по измерительной линейке, которую закрепляют в вертикальном положении в специальной стойке.



*а* — с подвижной муфтой; *б* — с микрометрическим винтом; *в* — универсальный с микрометрическим винтом; 1 — основание; 2 — стойка; 3 — подвижная муфта; 4 — чертилка; 5 — стопорный винт; 6 — барашковая гайка; 7 — дополнительная муфта; 8 и 9 — микровинты.

Рисунок 3 — Рейсмасы

**Штангенрейсмасы** предназначены для измерения высот от плоских поверхностей при точной разметке.

Их изготавливают с пределами измерения 0 — 200; 30 — 300; 40 — 500; 60 — 800; 60 — 1000мм и величиной отсчета по нониусу 0,1; 0,05 и 0,02мм.

**Штангенглубиномер** служит для измерения высот, глубины глухих отверстий канавок, пазов, выступов (рисунок 4)

Он отличается от штангенциркуля тем, что не имеет на штанге неподвижных губок, а подвижные губки на рамке конструктивно оформлены в виде опорного основания — траверсы с плоскостью, расположенной перпендикулярно к

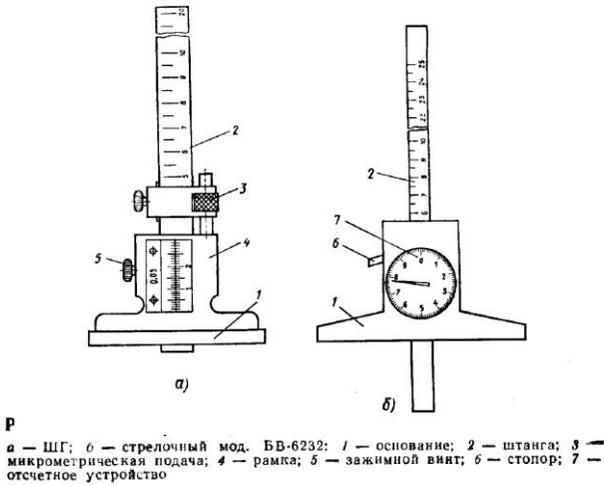


Рисунок 4 – Штангенглубиномеры

направлению штанги. Этой плоскостью штангенглубиномер устанавливают на измеряемый объект.

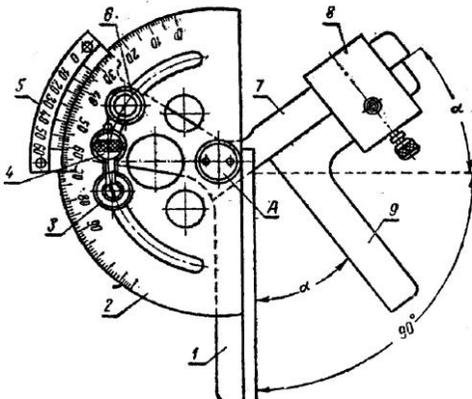
Штангенглубиномеры изготовляют с пределом измерений 0 – 250 (величина отчета по нониусу 0,05 мм) и 0 – 500 мм (величина отчета по нониусу 0,1 мм).

### Угольники

Наиболее распространенными угловыми мерами для проверки и разметки углов являются угольники. Они изготовляются с углом 45°, 60°, 90°, 120°. По конструктивным признакам делятся на пять типов, а по точности – на четыре класса.

### Угломеры

Угломер конструкции Кушника (рисунок 5) предназначен для измерения только наружных углов в пределах от 0° до 180°. Измерение углов от 90° до 180° производится накладыванием угломера на проверяемую деталь так, чтобы линейки 1 совместились с плоскостями измеряемого угла. Величина угла читается на шкале полуциркуля и нониуса так же, как читаются размеры на шкалах и



1 – линейка, 2 – сектор-основание, 3 – стопор микровинта, 4 – микровинт, 5 – нониусный сектор, 6 – стопорный винт, 7 – подвижная линейка, 8 – хомутик, 9 – угольник.

Рисунок 5 – Угломер конструкции

Кушника

нониусах штангенинструментов.

Основанием угломера является полудиск, на котором нанесена основная шкала на дуге в  $120^\circ$  диском жестко сцеплена линейка. Подвижная линейка вращается вместе с нониусным сектором вокруг оси. Установленную величину фиксируют стопорным винтом. На подвижной линейке можно закреплять хомутиком угольник. С установленным угольником измеряют углы от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ . При измерении углов больше  $90^\circ$  угольник снимают и к показаниям угломера прибавляют  $90^\circ$ . На рисунке 5 эта позиция показана углом  $90^\circ + \alpha$ .

### Микрометрические инструменты

*Микрометр* – прибор для измерения линейных размеров контактным способом. Изготавливают следующие типы микрометров:

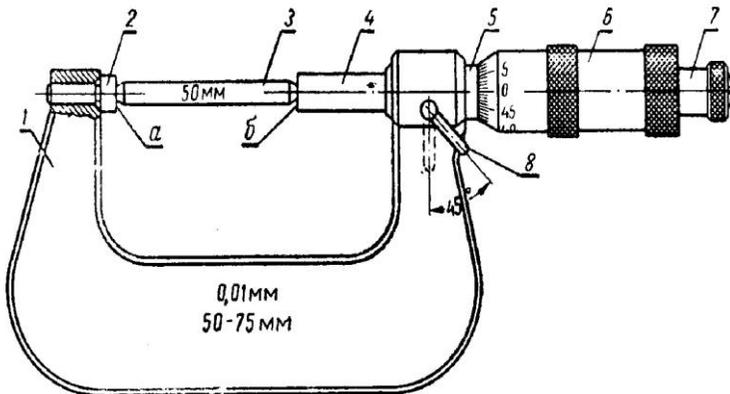
МК – микрометры гладкие для измерения наружных размеров;

МЛ – микрометры листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент;

МТ – микрометры трубные для измерения толщины стенок труб;

МЗ – микрометры зубомерные для измерения зубчатых колес.

Микрометры для наружных измерений мало чем отличаются друг от друга. Все состоят из скобы, на левом конце которой запрессована жесткая пятка, являющаяся измерительной поверхностью. На правом конце скобы смонтирована микрометрическая головка. С микрометрической головкой связаны микровинт, гладкая часть которого оканчивается измерительной поверхностью, и трещетное устройство, которое обеспечивает постоянство измерительного усилия (рисунок 6).



1 – скоба; 2 – жесткая пятка; 3 – калибр для установки микрометра на нуль; 4 – подвижная пятка (микровинт); 5 – стержень; 6 – микрометрическая головка; 7 – трещеточное устройство; 8 – тормозное приспособление;

Рисунок 6 – Микрометр

**Микрометрический глубиномер** с точностью измерения 0,01 мм применяют для измерения глубин пазов отверстий и высоты уступов до 100 мм.

**Микрометрический нутромер** с ценой деления 0,01 мм предназначен для измерения внутренних размеров от 50 до 10 000 мм.

### Шаблоны

Для проверки сложных профилей применяют шаблоны, изготавливаемые из листовой или полосовой стали толщиной 0,5 – 6 мм с содержанием углерода не менее 0,5%, иногда шаблоны изготавливают из высококачественных углеродистых инструментальных сталей У7А, У8, У8А.

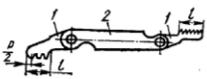
Шаблоны могут иметь самую разнообразную форму, которая зависит от формы и профиля проверяемой детали.

Проверяют детали шаблонами двумя способами:

1. Шаблон прикладывают к проверяемой поверхности, а по величине просвета судят о точности и правильности изготовления изделия. Точность такой проверки примерно 0,01 мм. При наличии опыта работы и выше;

2. Когда нет возможности проверить на просвет, прибегают к проверке на краску, например, при контроле выемок, глухих мест и т.д. При этом проверяемые места покрывают тонким слоем краски, затем накладывают шаблоны на проверяемую поверхность. По следам краски, остающимся на поверхности шаблона, определяют, правильно ли обработана деталь.

Таблица 1 – Набор резьбовых шаблонов

Наименование и эскиз	Параметр	Номер набора щупов			
		1	2	3	4
Резьбовые шаблоны по ГОСТ 519—77   1 — резьбовые шаблоны; 2 — обойма; l — рабочий участок	Число шаблонов	20		17	
	Угол профиля резьбы, °	60		55	
	Шаг резьбы <i>P</i>	0,4; 0,45; 0,5; 0,6; 0,7; 0,75; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6		—	
	Число ниток на 1°	—		28; 24; 20; 19; 18; 16; 14; 12; 11; 10; 9; 8; 7; 6; 5; 4 <sup>1/2</sup> ; 4	
	Масса, кг	0,022		0,018	
	Размеры	10×13×65,75		10×13×65,75	
	Предельные отклонения от номинального шага резьбы	±0,10 ÷ ±0,015			

**Резбовые шаблоны** являются сортирующим прикладным инструментом для определения шага и профиля резьбы.

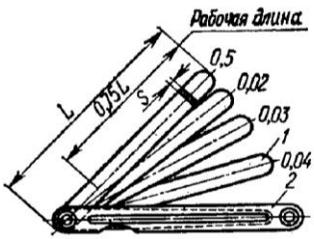
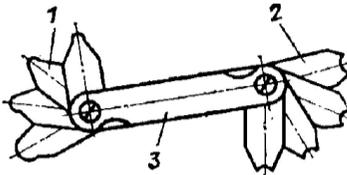
Они представляют собой закрепленные в обойме набора тонкие стальные пластины толщиной 1мм с точными зубьями резьбы.

Шаблоны комплектуются в два набора:

- для метрической резьбы с углом  $60^\circ$ ;
- для дюймовой резьбы с углом  $55^\circ$ .

На каждой пластине написана информация о резьбе (шаг).

Таблица 2 – Наборы щупов и радиусных шаблонов

Наименование и эскиз	Параметр	Номер набора щупов			
		1	2	3	4
<p>Щупы по ГОСТ 880-75</p>  <p>1 – щуп; 2 – обойма</p>	<p>Номинальная толщина щупа S, мм</p> <p>Число щупов</p> <p>Размеры, мм</p> <p>Масса, кг</p>	<p>0,02-0,1</p> <p>11</p> <p>6x12x112</p> <p>0,02</p>	<p>0,02-0,1</p> <p>17</p> <p>8,5x12x112</p> <p>0,04</p>	<p>0,55-1,0</p> <p>10</p> <p>13x12x112</p> <p>0,07</p>	<p>0,1-1,0</p> <p>10</p> <p>11x12x112</p> <p>0,05</p>
<p>Радиусные шаблоны по ГОСТ 4126-80</p> 	<p>Номинальный радиус, мм</p> <p>Число выпуклых и вогнутых шаблонов</p> <p>Размеры, мм</p> <p>Масса, кг</p>	<p>1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6</p> <p>По 9</p> <p>11x13x72</p> <p>0,048</p>	<p>8; 10; 12; 16; 20; 25</p> <p>По 6</p> <p>9x20x85</p> <p>0,058</p>	<p>7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25</p> <p>По 12</p> <p>12,5x20x85</p> <p>0,095</p>	

**Радиусные шаблоны** служат для проверки радиусов выпуклых и вогнутых поверхностей.

Стандартом предусмотрены три набора радиусомеров с радиусами: 1 – 6,5; 7 – 14,5 и 15 – 25мм. Каждый набор состоит из 32 шаблонов, в том числе 16 выпуклых и 16 вогнутых. Проверку такими шаблонами ведут на просвет.

**Щупы** – набор заклепанных в обойму мерных стальных обработанных пластинок.

Таблица 3 – Наборы щупов

Номер набора	Число пластинок в наборе	Номинальная толщина пластинок (в мм)	Градация (в мм)	Число мер данной градации
1	8	0,03—0,10	0,01	8
2	6	0,03—0,09	0,01	6
3	16	0,03—0,10	0,01	8
		0,15—0,50	0,05	8
4	11	0,03—0,07	0,01	5
		0,10—0,50	0,10	5
		0,15	0,15	1
5	14	0,05—0,10	0,01	6
		0,15—0,30	0,05	4
		0,40—0,50	0,10	2
		0,75—1,00	0,25	2
6	11	0,05—0,10	0,01	6
		0,15	0,15	1
		0,20—0,40	0,20	2
		0,75—1,00	0,25	2
7	11	0,50—1,00	0,05	11

Толщина каждой пластинки служит измерительным (рабочим) размером. Длина пластинок в зависимости от их назначения бывает 50, 100 и 200 мм.

Щупы применяют для определения малых расстояний между двумя близлежащими поверхностями (таблица 3).

**Калибры** используют для проверки изделий с размерами, не выходящими за пределы допускаемых.

В качестве калибров для контроля отверстий применяют пробки. Конструктивные формы их могут быть весьма разнообразными.

Пробки выпускают полного и неполного профиля, двухсторонние и одно-сторонние, цельные и насадные. В качестве калибров для контроля валов применяют скобы. Большое распространение получили односторонние скобы. Они более удобны в употреблении и при контроле деталей требуют меньше времени.

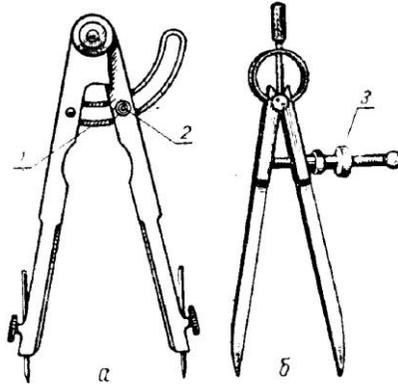
**Циркули** используют для снятия размеров на плоскости и вдоль образующих (рисунок 7).

Точность измерения циркулем зависит от размера угла, образуемого ножками (желательно чтобы он был не более 40°), от заточки конусов и от исправности шарнирной и пружинной головок.

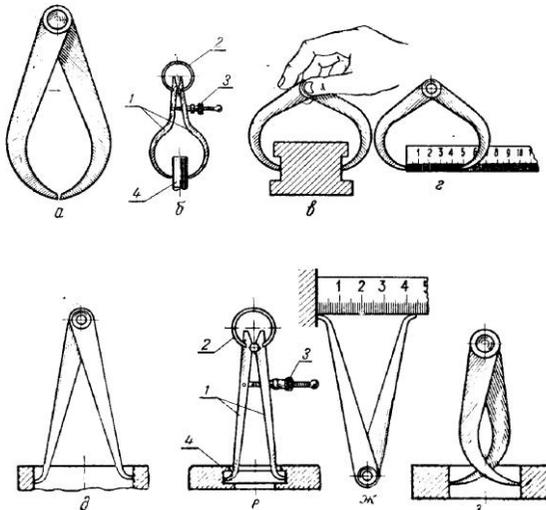
**Кронциркули** (рисунок 8) служат для внешних и внутренних измерений.

Отличаются от циркуля тем, что у первых свободные концы ножек загнуты навстречу друг другу (внутрь), а у вторых – во внешнюю сторону (наружу).

Кронциркулями можно измерять диаметры, длины, толщины буртиков и стенок, закрытые размеры и т. п.

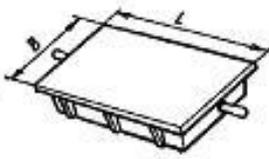
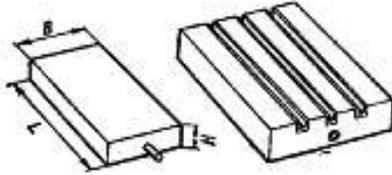
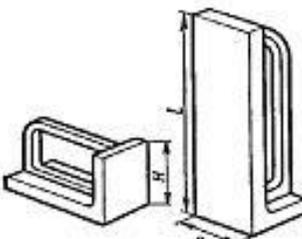


а – с шарнирной головкой; б – с пружинной головкой;  
1 – дуга с пазом; 2 – винт; 3 – установочная гайка  
Рисунок 7 – Циркули

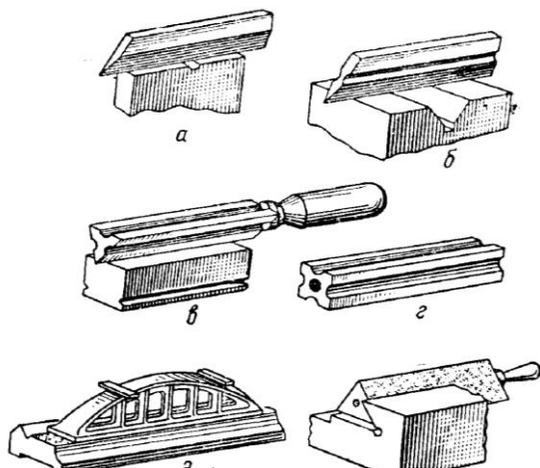


а, б, в и г – для внешних измерений, д, е, ж и з – для внутренних измерений; 1 – ножки, 2 – пружина, 3 – установочная гайка, 4 – деталь  
Рисунок 8 – Кронциркули

Таблица 4 – Типоразмеры поверочных и разметочных плит

Плиты	Размеры, мм	Класс точности
Поверочный и разметочные (чугунные) по ГОСТ 10905—86  	$L \times B$	
	160×160 250×250	00; 0; 1; 2
	400×250 400×400 630×400 630×630 1000×630 1000×1000 1600×1000	00; 0; 1; 2; 3
	2000×1000 2500×1600	1; 2; 3
Поверочные и разметочные из твердокаменных пород по ТУ 2-034-802—74  	$L \times B \times H$	
	250×250×90 400×250×110 400×400×110 630×400×110 630×630×110 1000×630×170 1600×1000×250 2000×1000×250	00; 0; 1
Поверочные угловые типа ПУ по ТУ 2-034-801—75  	$L \times B \times H$	
	250×160×100	0; 1; 2
	360×200×125 500×250×160	1; 2

**Поверочные линейки** с широкой рабочей поверхностью изготавливают четырех типов (сечений): прямоугольные, двутавровые, мостики, угловые трехгранные (рисунок 9).



а – с одним скосом; б – с двумя скосами; в – трехгранные; г – четырехгранные; д – чугунные мостовые; е – угловые  
Рисунок 9 – Поверочные линейки.

Проверка прямолинейности и плоскостности производится по линейным отклонениям и по краске (способ пятен).

При измерении линейных отклонений от прямолинейности линейку укладывают на проверяемую поверхность или на две концевые меры одинакового размера, просветы между линейкой и контролируемой поверхностью измеряют щупом или применяют полоски папиросной бумаги.

**Поверочные плиты** (таблица 4) применяют, главным образом, для проверки широких поверхностей на краску, а также используют в качестве вспомогательных приспособлений при различных контрольных работах. Плиты оберегают от ударов, царапин, загрязнения, после работы тщательно вытирают, смазывают минеральным маслом, скипидаром или вазелином и накрывают деревянным щитом.

### Вопросы для контроля

1. Штангенглубиномер. Назначение, устройство и приемы измерения.
2. Штангенциркуль. Назначение, устройство, и чтение показаний.
3. Штангенрейсмас. Назначение, устройство и приемы измерения.
4. Микрометры. Назначение, устройство и чтение показаний, приемы пользования.
5. Рейсмас. Назначение, устройство и приемы использования.

6. Калибры, щупы, шаблоны (профильные, радиусные, резьбовые). Назначение, приемы использования.
7. Угломеры. Назначение, устройство, чтение показаний, приемы использования.
8. Линейки. Назначение, диапазон и точность измерения.
9. Контрольно-измерительный инструмент, назначение, правило пользования одним из них.
10. Поверочные плиты и щупы. Способы использования.

## ПЛОСКОСТНАЯ РАЗМЕТКА

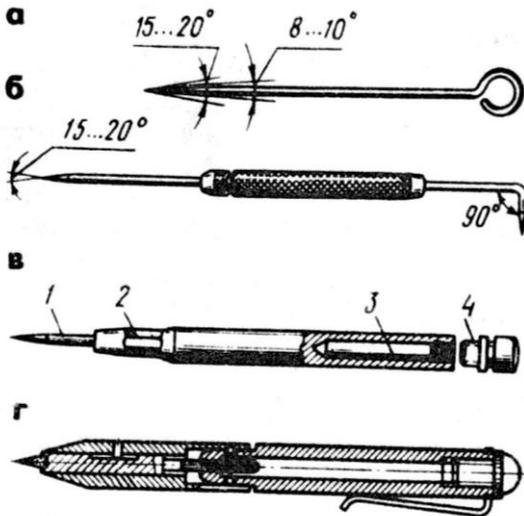
**Разметкой** называется операция нанесения на обрабатываемую заготовку разметочных линий (рисок), определяющих контуры будущей детали или места, подлежащие обработке.

**Плоскостная разметка** выполняется обычно на поверхностях плоских деталей, на полосовом и листовом материале, и заключается в нанесении на заготовку контурных параллельных и перпендикулярных линий (рисок), окружностей, дуг, углов, осевых линий разнообразных геометрических фигур.

Выполняют разметку на разметочных плитах, столах. Разметочные плиты отливают из серого мелкозернистого чугуна, нижняя часть плиты имеет ребра жесткости. Верхнюю рабочую поверхность и боковые стороны плиты точно обрабатывают на станках и шабруют. На рабочей поверхности больших плит иногда делают продольные и поперечные канавки, образующие ровные квадраты. Размеры плиты выбирают таким образом, чтобы ее ширина и длина были на 500 мм больше размечаемой заготовки.

### Инструмент для разметки

Для плоскостной разметки используют: линейки, чертилки, кернеры, штангенциркули, транспортиры, угломеры, рейсмасы, разметочные угольники.



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

Рисунок 10 – Чертилки

**Чертилки** служат для нанесения линий (рисок) на размечаемую поверхность при помощи линейки, угольника, шаблона (рисунок 10).

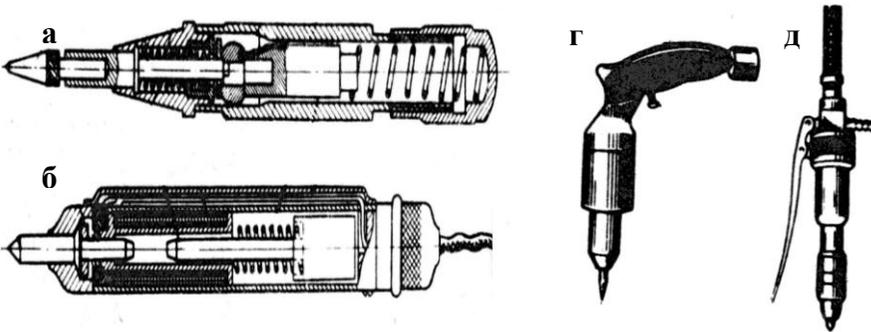
Изготавливают чертилки из инструментальной стали У10 или У12. Она имеет закаленные концы, из которых один прямой, а второй загнутый для прочерчивания рисок в отверстиях и других малодоступных местах. Чертилки бывают круглые, с отогнутым концом, со вставной иглой, карманные, с пластинкой из твердого сплава, из латуни и так далее.

**Кернер** применяется для нанесения углублений (кернов) на предварительно

размеченных линиях. Керны делают для того, чтобы риски были отчетливо видны и не стирались в процессе обработки детали. Изготавливают кернеры из инструментальной углеродистой стали У7А, У8А, 7ХФ, 8ХФ.

Таблица 5 – Кернеры (ГОСТ 7213—89). Размеры, мм

	d	D	L
		2,0	8
	3,2	10	
	4,0		125
	6,3	12	140
	8,0	15	160
	10,0	18	



а – пружинный; б – электрический; в – пневматический «пистолет»;  
г – пневматический портативный  
Рисунок 11 – Кернеры

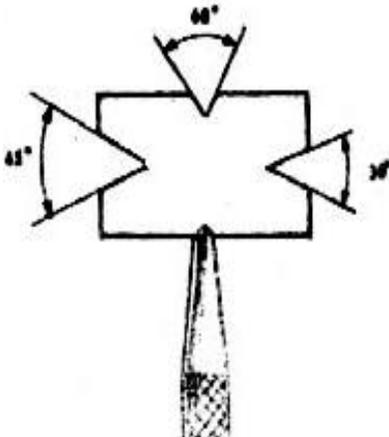


Рисунок 12 – Проверка угла

Рабочую часть кернера термически обрабатывают на длине 15 – 30 мм до твердости HRC 55 – 59, а ударную часть – на длине 15 – 25 мм до твердости HRC 40 – 45. Средняя часть кернера имеет рифления для удобства работы. Кернеры бывают обыкновенные, специальные, пружины (механические) и электрические (рисунок 11). Заточку кернеров производят на точном станке по шаблону (рисунок 12). При работе кернер берут тремя пальцами левой руки, ставят острым концом точно в

разметочную риску, отстраняют в сторону от себя, прижимают к нужной точке, затем быстро ставят в вертикальное положение и наносят легкий удар молотком (рисунок 13). Центры кернов должны располагаться точно на разметочных линиях, чтобы после обработки на поверхности деталей оставались половины кернов.

### Требования к разметке

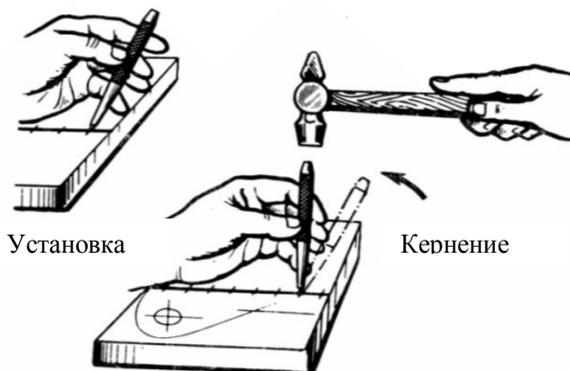


Рисунок 13 – Накернивание разметочных линий

1. Точно соответствовать размерам, указанным на чертеже.
2. Разметочные линии, риски должны быть хорошо видны, и не стираться в процессе обработки детали.
3. Не портить внешний вид детали.
4. Готовая деталь не должна иметь следов разметки.

### Перед разметкой необходимо

1. Очистить заготовку от пыли, грязи, окалины, следов коррозии стальной щеткой, шлифовальной шкуркой, напильником.
2. Изучить чертеж размечаемой детали, выяснить особенности, размеры, назначение.
3. Определить поверхности (базы) заготовки, от которых следует откладывать размеры в процессе разметки.

Базу при разметке выбирают, руководствуясь следующими правилами:

- если на заготовке имеется хотя бы одна обработанная поверхность, ее принимают за базу;
- если наружные и внутренние поверхности обработаны, то за базу принимают наружную поверхность;
- если на заготовке имеются отверстия, приливы и бобышки, то за базу принимают линии, проведенные от их центров;
- при разметке все размеры выдерживают от одной поверхности или от одной линии, выбранной за базу.

4. Выровнять, выправить, отрихтовать заготовку.

5. Подготовить поверхность к окрашиванию.

Таблица 6 – Окрашивание размечаемых поверхностей

Материал для окраски	Размечаемая поверхность	Способ нанесения	Примечание
Мел, разведенный в воде до молокообразного состояния, добавив (для быстрого высыхания), столярный клей (50г на 1л воды)	Необработанные поверхности отливок и поковок	Кисточкой	Развести клей, затем прокипятить вместе с мелом
Кусковой мел  Медный купорос (2 – 3 чайные ложки купороса на 1 стакан воды)	Необработанные поверхности в неотвешенных случаях. Обработанные поверхности (сталь, чугун)	Натирием кисточкой или натира-нием смо-ченной по-верхнос-ти куском купороса	В результате химического взаимодействия на поверхности детали откла-дывается слой меди <b><u>Раствор купороса ядовит!</u></b>
Быстросохнущие краски и лаки	Большие обработан-ные стальные и чу-гунные поверхности	Кисточкой	
Не окрашиваются	Цветные металлы		

### Приемы плоскостной разметки

Риски наносят в такой последовательности:

- проводят все горизонтальные линии;
- проводят вертикальные линии;
- проводят наклонные линии;
- проводят окружности, дуги и закругления;
- накернить.

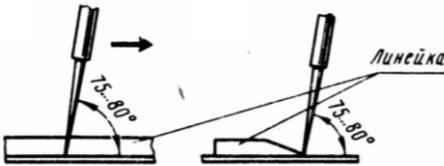


Рисунок 14 –Нанесение линий (риск)

Риски ведут только один раз. Если риска нанесена плохо, ее закраши-

вают, дают высохнуть, и проводят вновь.

Перпендикулярные и параллельные линии наносят при помощи угольника.

### Способы плоскостной разметки

Прямые риски наносят чертилкой, которую плотно прижимают к линейке или угольнику с небольшим наклоном в сторону от линейки ( $15^\circ$ ). Угол наклона по направлению движения составляет  $75^\circ - 80^\circ$  (рисунок 6).

Риски ведут только один раз. Если риска нанесена плохо, ее закраши-

- *Разметка по шаблону* – применяют при изготовлении больших партий одинаковых деталей. Разметочные шаблоны (M1:1) могут использоваться и для контроля детали после обработки, а также могут служить контуром для сверления без разметки.
- *Разметка по образцу* – применяют при ремонтных работах, когда размеры снимают непосредственно с детали вышедшей из строя, при этом учитывают износ.
- *Разметка по месту* – чаще всего применяют при сборке узлов. Одну деталь размечают по другой в таком положении, в каком они должны быть соединены.
- *Точная разметка*– выполняют по тем же правилам, что и обычную, но применяют более точные измерительные и разметочные инструменты.
- *Разметка карандашом* – производится на заготовках из алюминия и его сплавов, так как при нанесении рисок чертилкой, разрушается защитный слой, и создаются условия для появления коррозии.

Таблица 7 – Значения хорд для определения угла на штангенциркуле при разметке (мм)

Угол град	Длина хорды								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,75	19	33,01	37	63,45	55	92,35	73	118,96
2	3,49	20	34,73	38	65,11	56	93,89	74	120,35
3	5,24	21	36,45	39	66,75	57	95,43	77	124,50
4	6,98	22	38,16	40	68,40	58	96,95	78	125,83
5	8,73	23	30,81	41	70,04	59	98,48	79	127,22
6	10,47	24	41,58	42	71,57	60	100,00	80	128,56
7	12,2	25	43,29	43	73,30	61	101,51	81	129,89
8	13,95	26	44,59	44	74,92	62	103,01	82	131,21
9	15,69	27	46,69	45	76,54	63	104,50	83	132,52
10	17,43	28	48,38	46	78,15	64	105,98	84	133,83
11	19,17	29	50,08	47	79,75	65	107,46	85	135,18
12	20,91	30	51,78	48	81,35	66	108,93	86	136,40
13	22,84	31	53,45	49	82,94	67	110,39	87	137,67
14	24,31	32	55,12	50	84,52	68	111,84	88	138,93
15	26,11	33	56,20	51	86,10	69	113,28	89	140,18
16	27,25	34	58,41	52	87,87	70	114,72	90	141,42
17	29,58	35	60,14	53	89,24	71	116,14		
18	31,29	36	61,80	54	90,80	72	117,55		

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ РАЗМЕТКА

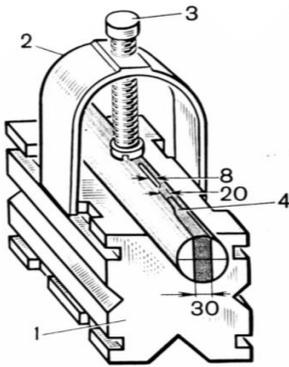


Рисунок 15 – Разметка на призме.

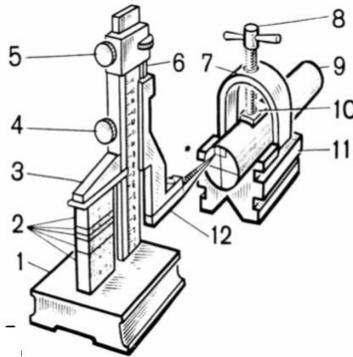


Рисунок 16 – Разметка штангенрейсмасом

*Пространственная разметка намного сложнее плоскостной, так как при ней разметочные линии наносят не в одной, а в разных плоскостях и под разными углами.*

Для пространственной разметки наиболее широко применяют рейсмас, штангенрейсмас и микрорейсмас с измерительными барабанами. В отличие от плоскостной разметки при объемной используют приспособления: призматические подкладки, приспособление с призмой, приспособление для разметки деталей под углом, угольники, разметочные кубики, контрольное приспособление, выдвижной центр (рисунок 15, 16, 17, 18, 19).

Для пространственной разметки наиболее широко применяют рейсмас, штангенрейсмас и микрорейсмас с измерительными барабанами.

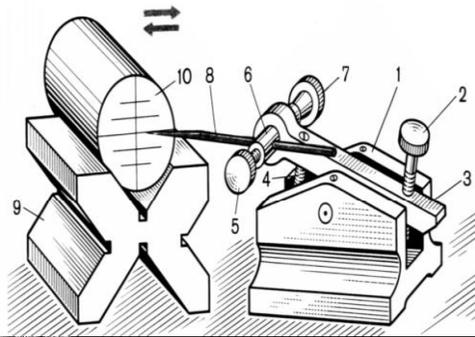


Рисунок 17 – Разметка с регулирующим устройством

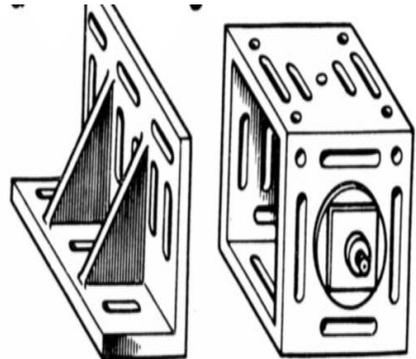


Рисунок 18 – Разметочные угольники и кубики

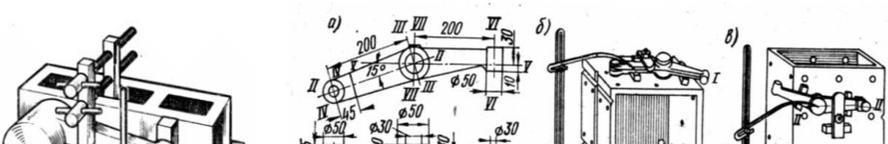


Рисунок 19 – Разметка с помощью разметочного ящика

Рисунок 20 – Разметка рычага с помощью установочного приспособления.

### Выбор положения детали, заготовки

Деталь устанавливают на разметочной плите таким образом, чтобы одна из главных ее осей была параллельна плоскости разметочной плиты. Этим осям на детали обычно три – это по длине, по ширине, по высоте. При этом следует помнить, что только первое положение детали является независимым, поэтому его нужно выбрать так, чтобы разметку удобно было начинать одновременно двумя рейсмасами и с двух сторон заготовки от центровых линий, принятых за базу.

Риски наносятся в той же последовательности, как и при плоскостной разметке.

### Способы пространственной разметки

1. Разметка деталей с применением установочных приспособлений.
2. Разметка деталей с одной установкой (рисунок 21).
3. Разметка с поворотом и установкой детали в нескольких положениях, плоскостях.

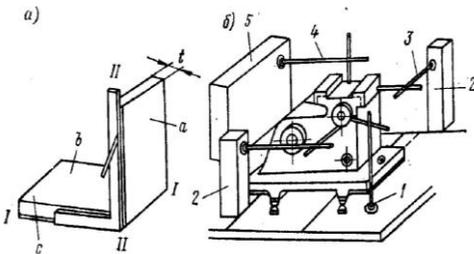


Рисунок 21 – Разметка деталей с одной установкой

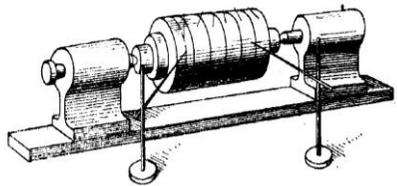


Рисунок 22 – Разметка партии одинаковых деталей

4. Разметка по образцу.
5. Разметка по месту.
6. Одновременная разметка партии одинаковых деталей (рисунок 22).
7. Разметка по шаблону – экран-шаблон (рисунок 23).

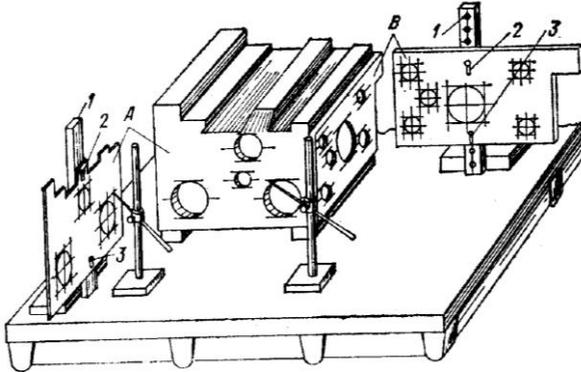


Рисунок 23 – Разметка с помощью экран - шаблона

### Дефекты разметки

*Наиболее частыми дефектами при разметке являются следующие:*

- несоответствие размеров размеченной заготовки данным чертежа вследствие невнимательности разметчика или неточности разметочного инструмента;
- неточность установки рейсмаса на нужный размер;
- вследствие неопытности разметчика или грязной поверхности плиты и заготовки;
- небрежная установка заготовки на плите в результате неточной выверки плиты.

*Наиболее частым дефектом при пространственной разметке является ее неточность, вызываемая:*

- неправильной и неточной установкой размечаемой детали;
- несоблюдением правил выбора разметочных баз;
- несоблюдением точности разметки в соответствии с размерами чертежа;
- неисправностью разметочного инструмента.

### Безопасность труда при разметке

При разметочных работах необходимо соблюдать следующие правила безопасности труда:

- установку заготовок (деталей) на плиту и снятие их с плиты необходимо выполнять только в рукавицах;
- заготовки (детали) и приспособления надежно устанавливать не на краю плиты, а ближе к середине;

- перед установкой заготовок (деталей) проверить плиту на устойчивость;
- во время работы на свободные (неиспользуемые) остро заточенные концы чертилок обязательно надевать предохранительные пробки или специальные колпачки;
- используемый для окрашивания медный купорос наносить только кисточкой, соблюдая меры предосторожности, так как он ядовит;
- следить за тем, чтобы проходы вокруг разметочной плиты были всегда свободными;
- проверять надежность крепления молотка на рукоятке;
- удалять пыль и окалину с разметочной плиты только щеткой, а с крупных плит – метлой ;
- промасленную ветошь и бумагу складывать только в специальные металлические ящики с плотно закрывающейся крышкой.

### **Вопросы для контроля.**

1. Какой инструмент применяют при разметке?
2. Что необходимо сделать перед разметкой?
3. Способы обработки поверхностей перед разметкой.
4. Опишите приемы плоскостной разметки.
5. Перечислите и опишите способы плоскостной разметки.
6. Перечислите способы пространственной разметки.

## РУБКА

**Рубкой** называется слесарная операция, при которой с помощью режущего инструмента с поверхности заготовки или детали удаляются лишние слои металла или заготовка рубается на части.

Заготовку перед рубкой закрепляют в тиски. Крупные заготовки рубят на плите или на наковальне, а особо крупные – на том месте, где они находятся.

В зависимости от назначения обрабатываемой детали рубка может быть чистовой и черновой. В первом случае зубилом за один проход снимают слой металла толщиной от 0,5 до 1 мм, во втором – от 1,5 до 2 мм. Точность обработки, достигаемая при рубке, составляет 0,4 – 1 мм.

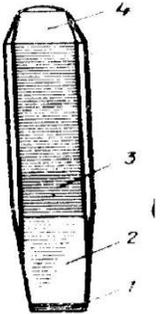


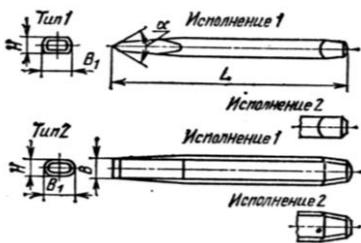
Рисунок 24 –  
Зубило

### Инструмент для рубки

**Слесарное зубило** представляет собой простейший режущий инструмент, в котором форма клина выражена особенно четко, изготовлено из инструментальной углеродистой стали У7А, У8А, 7ХФ, 8ХФ со специальной термической обработкой. Зубило состоит из четырех частей: лезвия 1, рабочей части 2, средней части 3 и ударной части 4 (рисунок 24).

Клиновидная режущая часть зубила на конце заточена под определенным углом. Угол заострения (заточки) выбирается в зависимости от твердости обрабатываемого материала. Для обработки чугунов, твердых сталей, бронзы делают двойную заточку зубила.

Таблица 8 – Зубила слесарные

	Угол заточки, $\alpha^\circ$	L, мм	B, мм	B <sub>1</sub> , мм	H, мм
	35; 45; 60; 70	100	5	12	8
125		10			
160		16	20	12	
200		20	25	18	

**Крейцмейсель** предназначен:

- для вырубания узких канавок, шпоночных пазов и т.п.;
- для снятия широких слоев металла: сначала прорубают канавки крейцмейселем, благодаря обратному клину, а оставшиеся выступы срубуют широким зубилом.

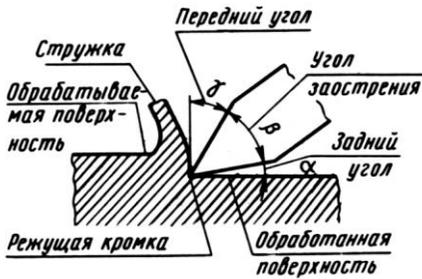
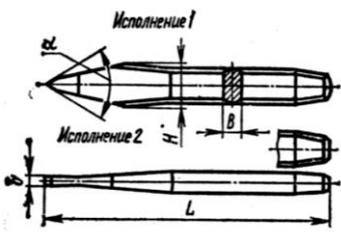


Рисунок 25 – Обработанная поверхность.

### Отличия крестцового зубила:

- более узкая режущая кромка;
- лезвия зубила и крестцового в плане развернуты под углом 90° относительно друг друга;
- крестцовый имеет на рабочей части обратный клин.

Таблица 9 – Крестцовые слесарные

	Угол заточки, α°	B, мм	L, мм	B, мм	H, мм
	45; 60; 70		2	125	8
		5 8	160	10	20
		10 12	200	16	35

**Канавочники** – специальные крестцовые для вырубания профильных канавок (полукруглых, двугранных и др.)

Термообработку зубила, крестцового и канавочника производят таким образом, чтобы рабочая часть имела твердость HRC 52 – 57, ударная часть имела твердость HRC 32 – 35, а средняя часть была сырой.

Заточку производят на заточном станке. Для этого инструмент устанавливают на подручник, выдерживая угол заточки, который регулируется величиной вылета инструмента над подручником, с умеренным нажимом медленно передвигают по всей ширине шлифовального круга.

Заточку (рисунок 26) производят до тех пор, пока по всей длине лезвия зубила не будет появляться равномерная искра более темного цвета.

Не следует сильно нажимать на затачиваемый инструмент, так как это приводит к перегреву (цвет побежалости – голубой), в результате чего лезвие теряет первоначальную твердость.

При длительной заточке инструмент охлаждают на воздухе, положив его на массивную металлическую поверхность. Так же затачивается вторая сторона.

Грани после заточки должны быть плоскими, одинаковыми по ширине, с равными углами наклона.

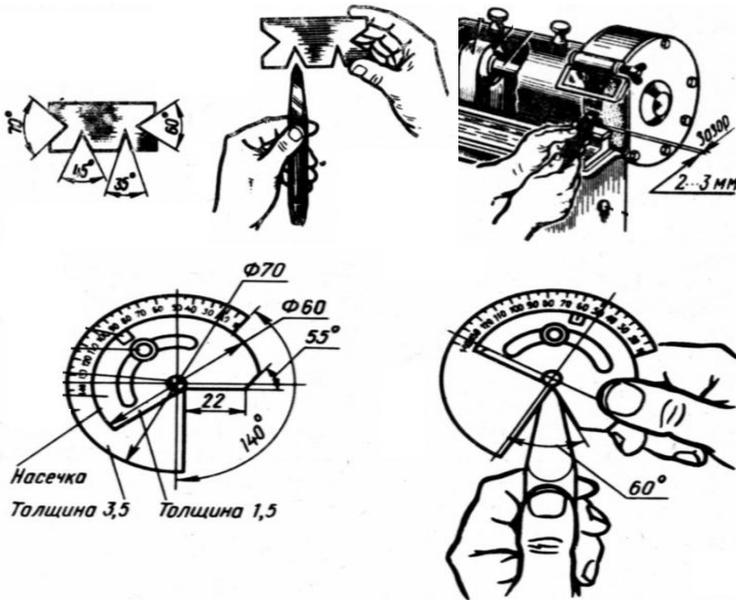


Рисунок 26 – Заточка зубила

**Слесарные молотки** – инструмент для ударных работ.

В слесарном цехе применяют молотки обычные и мягкие.

*Обычные молотки:*

- с квадратным бойком;
- с круглым бойком;

*Мягкие молотки:*

- незакаленные;
- бронзовые, медные;
- со вставками из мягкого металла;
- с резиновым наконечником;
- с набором сменных колпачков

Изготавливают молотки из стали 50, 40Х, У7 и У8. Рабочие части молотка термически обрабатывают до твердости HRC 49 – 56.

Рукоятку молотка делают из твердых пород дерева, она имеет овальное сечение, отношение малого сечения к большему 1:1,5. Длину рукоятки молотка берут в зависимости от его массы.

Таблица 10 – Молотки

		Тип 1				Тип 2			Тип 3			
Масса молотка (без рукоятки), кг	Номинальная длина рукоятки	Тип 1 (с круглым бойком), мм				Тип 2 (с квадратным бойком), мм			Тип 3 (с круглым бойком и сферическим носком), мм			
		H	L	D	R	H	B	R	H	D	D <sub>1</sub>	R
0,05	200					75	11	145				
0,10	250					82	15	160				
0,20		80	21	20	190	95	19	190	78	20	20	190
0,40	320	100	26	26	225	112	25	225	98	26	24	225
0,50		105	30	28	240	118	27	250	102	28	26	240
0,60	110	30		250	122	29	108		30	28	250	
0,80	360	120	33	32	265	130	33	265	115	32	30	265
1,00	400	130	34	34	280	135	36	280	125	34	34	280

Основная характеристика молотка – его масса.

Классификация молотков с круглым бойком:

№1 – 200г; №2 – 400г; №3 – 500г; №4 – 600г; №5 – 800г; №6 – 1000г

Классификация молотков с квадратным бойком:

- для слесарно-инструментальных работ:  
№1 – 50г; №2 – 100г; №3 – 200г
- для слесарных работ:  
№4 – 400г; №5 – 500г; №6 – 600г
- для ремонтных работ:  
№7 – 800г; №8 – 1000г;

**Кувалда** – тяжелый молоток массой 4 – 16кг.

**Киянка** – деревянный молоток любой формы и разной массы. Изготавливают из твердых пород дерева.

Масса молотка выбирается по следующим признакам:

По физическим данным и возрасту:

- для учеников 13 – 14 лет до 400г;
- для учеников 15 – 17 лет до 500г;
- для взрослых рабочих до 600г;
- для физически развитых до 1000г.

При рубке зубилом – 40г массы молотка на каждый 1мм длины лезвия зубила.

При рубке крейцмейселем – 80г массы молотка на каждый 1мм длины лезвия крейцмейселя.

### Техника рубки

Для рубки используют наиболее прочные и тяжелые тиски. Молоток берут правой рукой за рукоятку на расстоянии 15 – 30 мм от конца (рисунок 27).

Зубило берется в левую руку на расстоянии 20 – 25 мм от конца ударной части (рисунок 27). Угол установки зубила при рубке в тисках регулируют так, чтобы лезвие находилось на линии снятия стружки, а продольная ось стержня зубила находилась под углом 30...35° к обрабатываемой поверхности заготовки под углом 45° к продольной оси губок тисков (рисунок 28).

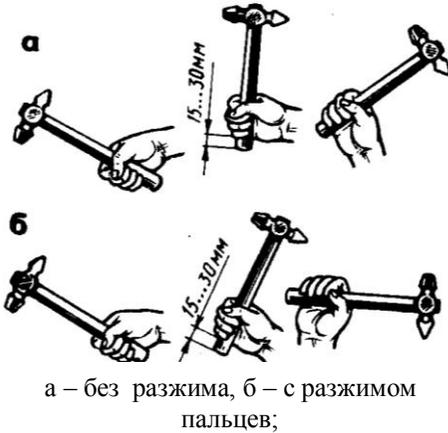
Существует три вида удара: кистевой, локтевой и плечевой. Применяются они в зависимости от массы молотка

и рода выполняемой работы.

При рубке хрупких материалов (чугунных, бронзовых и т.д.) следует предупредить возможность откалывания края деталей, когда рубка подходит к этому краю. Для этого рубку нужно вести от краев к середине, без смазки.

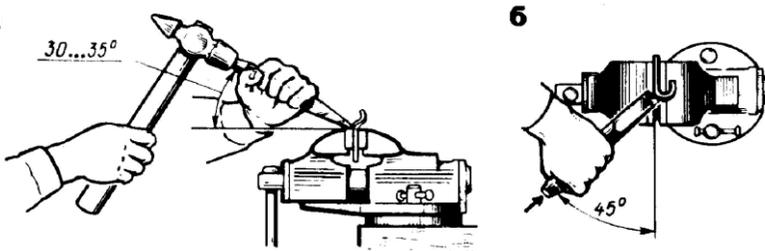
При рубке вязких металлов (медь, мягкая сталь и т.п.) рекомендуется зубило время от времени смазывать машинным маслом, а при рубке алюминия – скипидаром. Это способствует увеличению стойкости режущей части зубила до очередной переточки.

Перед концом рубки силу удара необходимо ослабить, чтобы стружка не отлетала далеко.



а – без разжима, б – с разжимом пальцев;

Рисунок 27 – Держание (хватка) молотка



а – наклон зубила к обрабатываемой поверхности,

б – наклон зубила к продольной оси губок тисков

Рисунок 28 – Правильная установка зубила при рубке в тисках

## Безопасность труда

При ручной рубке металлов следует выполнять следующие правила безопасности:

- рукоятка ручного слесарного молотка должна быть хорошо закреплена, и не иметь трещин;
- при рубке зубилом и крейцмейселем необходимо пользоваться защитными очками;
- при рубке твердого и хрупкого металла следует обязательно использовать ограждение: сетку, щиток;
- для предохранения рук от повреждений (при неудобных работах, а также в период обучения) на кисть руки следует надевать предохранительный козырек, а на зубило – предохранительную резиновую шайбу.

## Вопросы для контроля

1. Какая слесарная операция называется рубкой?
2. Перечислите инструмент для рубки металла.
3. Назначение, правила пользования зубилом, крейцмейселем, канавочником.
4. Классификация молотков по форме, массе, материалу.
5. Перечислите три вида ударов молотком.

## РЕЗКА

**Резкой** называют отделение частей от сортового или листового металла.

Резка выполняется:

- со снятием стружки;
- без снятия стружки.

Резка отличается от рубки тем, что в этой операции ударные усилия заменяются нажимными. При рубке отделение частей металла производится одной режущей кромкой, а при резке двумя (ножницы) и более (ножовка).

*Резка без снятия стружки* – заключается в разделении проволоки, листового или полосового металла на части под давлением двух движущихся навстречу друг другу режущих ножей.

Эта резка осуществляется сильными короткими движениями. Для прямолинейной резки металла небольшой толщины применяют ручные ножницы, одну рукоятку которых зажимают в тисках.

Для получения чистого среза необходимо правильно выбрать зазор между верхним и нижним ножами. При малом зазоре направление трещин скалывания не совпадает с направлением среза и его поверхность будет шероховатой и рваной. При большом зазоре поверхность среза будет иметь большие заусеницы, но величина зазора зависит от толщины разрезаемого металла, но не должна быть более 0,5 мм. У ручных ножниц - не превышает 0,1 – 0,2 мм.

### Инструмент для резки без снятия стружки

**Ручные ножницы** – применяют для разрезания стальных листов толщиной 0,5 – 1,0 мм и из цветных металлов – до 1,5 мм. Различают три типа ручных ножниц:

- пряморежущие;
- для вырезки отверстий;
- для фигурной резки.

Ножницы всех типов могут быть изготовлены в леворежущем исполнении и в праворежущем исполнении.

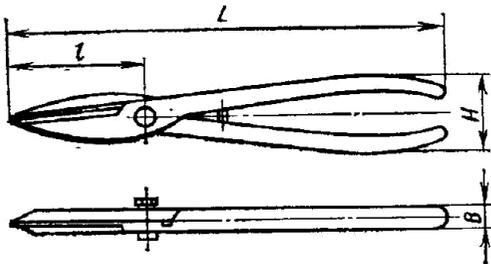


Рисунок 29 – Ручные рычажные ножницы

Рычаги ножниц изготавливают из стали У7 или У7А. Режущие элементы ножниц имеют твердость 56 – 60 HRC.

**Стуловые ножницы** – отличаются от ручных большими размерами и применяются при разрезании листового металла толщиной до 2 мм.

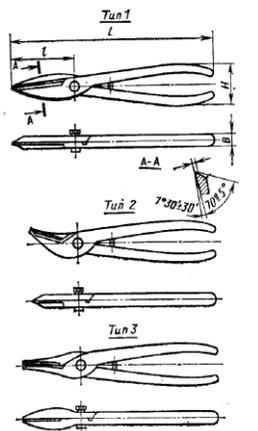
Нижняя ручка жестко зажимается в слесарных тисках или крепится на столе, или на другом

жестком основании.

**Ручные рычажные ножницы** широко используются для разрезки листового металла толщиной 1,5 – 2,5 мм. Этими ножницами режут металл значительной длины (рисунок 29).

**Ножницы с накладными ножами** позволяют разрезать листовой металл толщиной до 32 мм.

Таблица 11 – Типоразмеры ручных ножниц

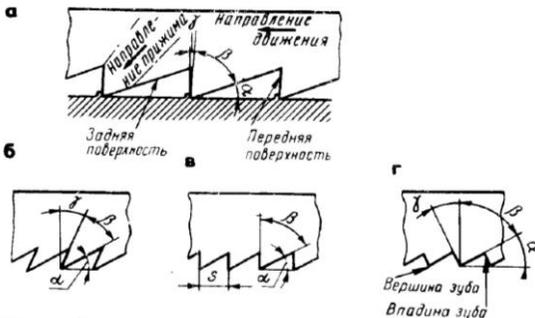
	Обозначение ножниц		Тип	L,	l,	H,	B,
	праворежущих	леворежущих					
	2809-0001	2809-0002	1	200	63	40	10
	2809-0003	2809-0004		250	71		11
	2809-0005	2809-0006		320	90	50	13
	2809-0007	2809-0008		400	110		16
	2809-0011	2809-0012	2	250	63	40	11
	2809-0013	2809-0014		320	71	50	13
	2809-0015	2809-0016	3	250	71	40	11
	2809-0017	2809-0018		320	80	50	13

### Инструмент для резки со снятием стружки

**Ручная ножовка** состоит из станка и ножовочного полотна.

Ножовочные ручные рамки изготовляют двух типов:

- для работы с ножовочными полотнами длиной 300мм;
- для работы с ножовочными полотнами длиной 250 и 300мм, то есть раздвижными.



- а – элементы зуба ножовочного полотна;  
 б – передний угол зуба положительный;  
 в – равный нулю; г – отрицательный;

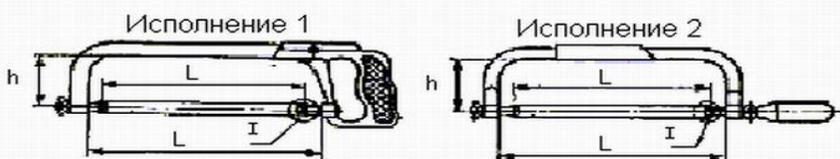
Рисунок 30 – Элементы зуба ножовочного полотна

Полотна изготовляют из стали марок: У10А, Р9, Х6ВФ твердостью HRC 61 – 64. В зависимости от назначения ножовочные полотна разделяют на ручные и машинные. Полотно вставляют в рамку зубьями вперед.

Процесс резки состоит из двух ходов: рабочего, когда ножовка переме-

щается вперед от работающего и холостого, когда ножовка перемещается назад по направлению к работающему. В работе должно участвовать все ножовочное полотно.

Таблица 12 – Типоразмеры ножовок



Обозначение	Тип	Исполнение	l	h	L
6020 – 0001	I	1	300	90	340
С920 – 0010		2		70	
6920 – 0011				85	
6920 – 0002	2	1	250	90	290
			300		340
6920 – 0020		2	250	70	290
			300		340
6920 – 0021		2	250	85	290
			300		340

Работают ножовкой неспеша, плавно, без рывков, делая не более 30 – 60 двойных ходов в минуту.

Полотна с шагом 0,8 – 1 мм используют для резки листового материала и тонких труб: с шагом 1,25 мм – для резки профильного проката; с шагом 1,6 мм – во всех остальных случаях резки.

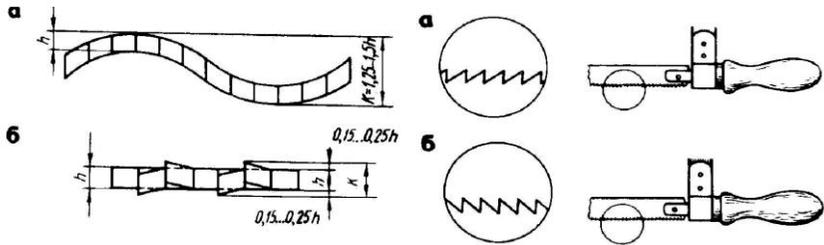
Геометрические параметры ( $\gamma$  – передний угол,  $\alpha$  – задний угол) зубьев ножовочных полотен следующие (рисунок 30):

- для алюминиевых и медных сплавов  
 $\gamma = 12^\circ$  и  $\alpha = 35^\circ$
- для стали и чугуна  
 $\gamma = 0^\circ$  и  $\alpha = 30^\circ$

### РАЗВОДКА И ЗАТОЧКА ЗУБЬЕВ НОЖОВОЧНОГО ПОЛОТНА

Для уменьшения трения и предотвращения заклинивания полотна, а также облегчения работы зубья ножовочного полотна разводят.

В зависимости от значения шага S разводку выполняют по полотну и по зубу (рисунок 31).



а – по полотну, б – по зубу

Рисунок 31 – Схема разводки зубьев ножовочного полотна

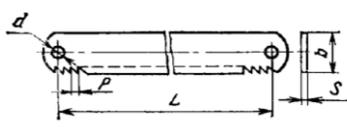
Разводка зубьев по полотну (волнистая) выполняется следующим образом: два смежных зуба отгибают в противоположные стороны на  $0,25 \dots 0,6$  мм вместе с полотном. Разводка выполняется на высоте не более удвоенной высоты зуба.

Разводка по зубу (гофрированная) выполняется:

- при малом шаге: 2-3 зуба вправо, 2-3 зуба влево;
- при среднем шаге: 1зуб вправо, 2 зуб влево, 3зуб не отводят и т.д.;
- при крупном шаге: 1зуб вправо, 2зуб влево, четный в одну, нечетный в другую сторону.

Заточка зубьев ножовочного полотна производится после разводки, так как затачивают только внутреннюю сторону зуба. В зависимости от шага заточку производят ножовочным, трехгранным или ромбическим напильником, а также на пилозаточных станках.

Таблица 13 – Ножовочные полотна

	Обозначение	L, мм	b, мм	s, мм	d, мм	Шаг зубьев, P, мм
	2800-0001	250				
2800-0002	1					
2800-0003	1,25					
2800-0004	300		13	0,65	4	0,8
2800-0005						1,0
2800-0006						1,25
2800-0007						1,6

Способы установки ножовочных полотен:

- обычная – для неглубоких резов;
- с поворотом полотна на  $90^0$  – для узких и длинных резов;

- два полотна вместе – для получения широкого реза. Подбирают полотна по длине, по направлению зуба, по ширине полотна и по степени его износа.
- по принципу лобзика – для резки в замкнутом контуре.

**Вопросы для контроля.**

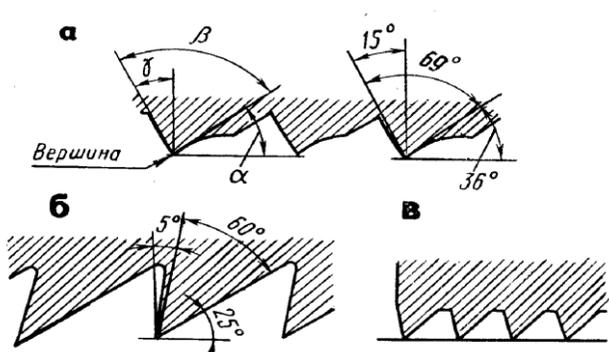
1. Перечислите и опишите виды резки металла.
2. Какой инструмент используют для резки металлов?
3. Какие существуют виды разводки зубьев ножовочного полотна?
4. Как затачивают зубья ножовочного полотна?

## ОПИЛИВАНИЕ

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

Напильник представляет собой стальной брусок определенного профиля и длины, на поверхности которого имеются насечки, образующие впадины и острозаточенные зубья (рисунок 32).

Напильники изготавливают из стали У13 или У13А, ШХ15или 13Х с последующей термической обработкой.



а – насеченные; б – полученные фрезерованием; в – полученные протягиванием

Рисунок 32 – Зубья напильника

### Классификация напильников

По назначению:

- напильники общего назначения;
- надфили;
- рашпили;
- специальные напильники.

По способу изготовления профиля зуба:

- насечением;
- фрезерованием;
- шлифованием;
- протягиванием;
- накатыванием.

При каждом способе изготовления напильника получают определенный угол и профиль зуба насечки.

По форме сечения:

- ножовочные;
- ромбические;
- полукруглые;
- круглые; квадратные;
- трехгранные;
- плоские.

По форме насечек:

- с одинарной (простой) насечкой;
- с двойной (перекрестной) насечкой;
- с точечной (рашпильной) насечкой;
- с дуговой насечкой.

Обычно на напильниках делают перекрестную насечку (рисунок 33): основную насечку под углом  $25^\circ$  и вспомогательную – под углом  $45^\circ$  к продольной оси напильника. Узкие стороны плоских и ножовочных напильников имеют лишь основную насечку. Чем меньше насечек на 1см длины напильника, тем крупнее зуб.

По числу насечек, приходящихся на 10 мм длины, напильники делятся на 6 номеров (0, 1, 2, 3, 4, 5) и 3 класса:

- драчевые №0, 1 (4...12 насечек);
- личные №2, 3 (13...24 насечки);
- бархатные №4,5 (от 28 насечек и выше).

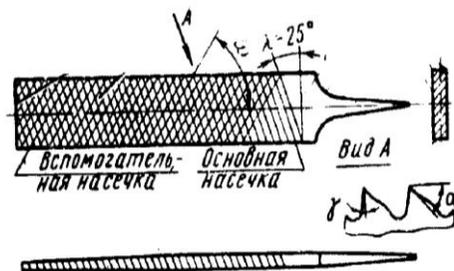


Рисунок 33 – Слесарный напильник

Таблица 14 – Припуски и точность обработки напильниками

№ п/п	Вид обработки	Вид напильника	Номер насечки	Припуск на обработку, мм	Слой, снимаемый за 1 проход, мм	Точность обработки, мм
1	Черновое опилование	драчевый	0 и 1	0,5 – 0,1	0,05 – 0,10	0,1 – 0,2
2	Чистовое опилование	личной	2 и 3	0,15 – 0,30	0,02 – 0,06	0,02 – 0,05
3	Отделочная обработка	бархатный	4 и 5	0,05 – 0,10	0,01 – 0,03	0,01 – 0,005

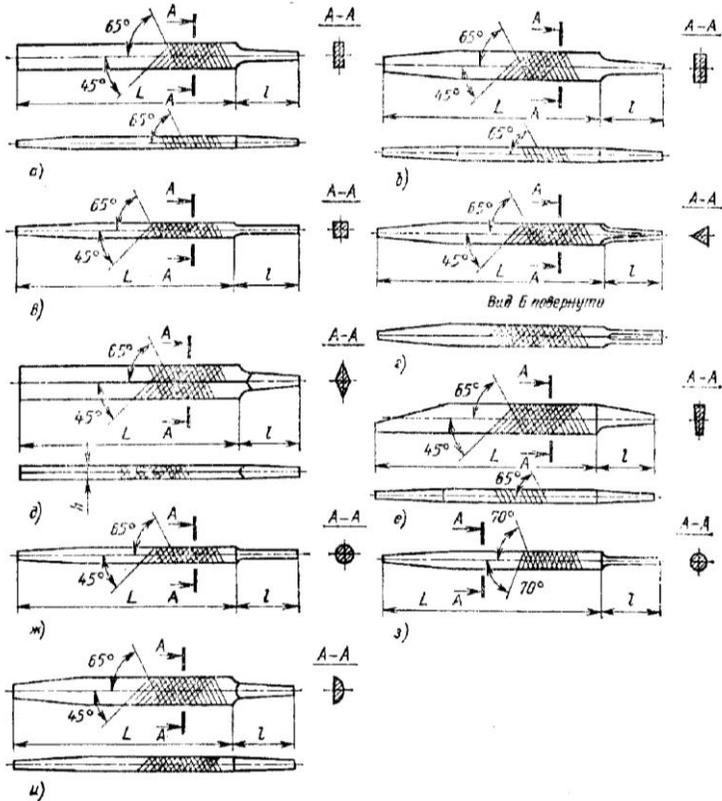
Напильники выпускают длиной 100 – 400мм.

#### Выбор напильника

Для выполнения определенной работы выбирают форму сечения напильника, его длину и номер насечки.

Выбор формы сечения напильника определяется формой обрабатываемой поверхности детали, а длина напильника – ее размерами. По длине напильник должен превышать длину обрабатываемой поверхности на 10...200 мм.

Номер насечки напильника выбирают в зависимости от вида обработки, размера припуска и точности (таблица 14).



а – плоские тупоносые; б – плоские остроносые; в – квадратные;  
г – трехгранные; д – ромбические; е – ножовочные; ж – круглые;  
з – круглые с насеченным зубом; и – полукруглые

Рисунок 34 – Напильники общего назначения

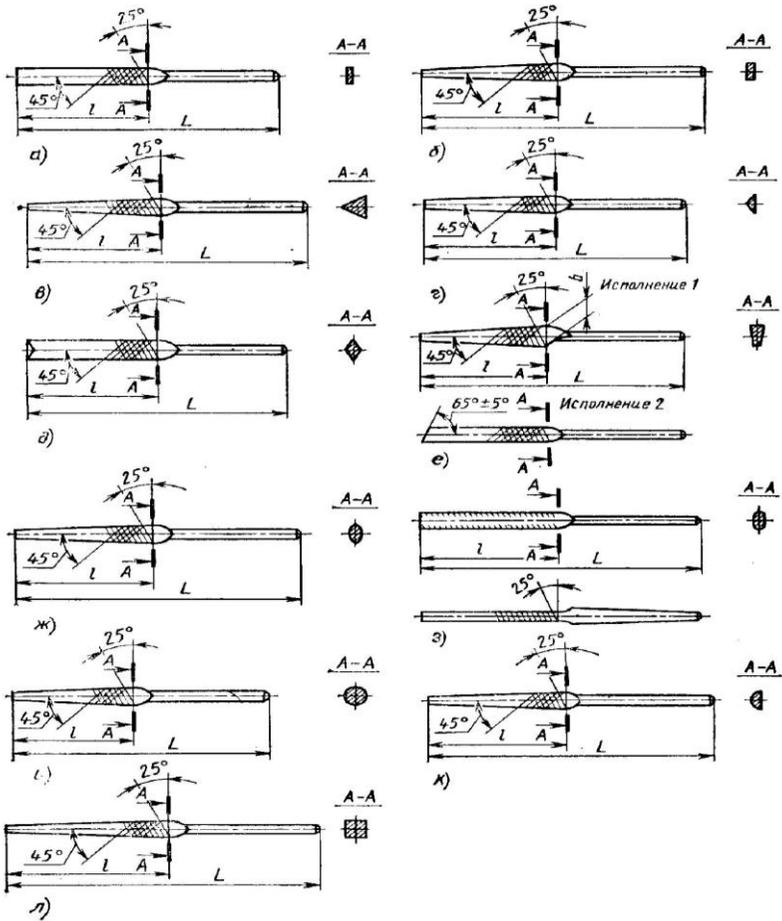
### Надфили

Надфили - это небольшие напильники, которые используют для лекальных, граверных, ювелирных работ, для зачистки в труднодоступных местах.

Надфили имеют такую же форму, как и слесарные напильники (рисунок 35). Изготавливают из стали У13или У13А; допускается У12 или У12А.

Длина надфилей установлена 80, 120 и 160мм.

На рабочей части надфиля на длине 50, 60, 80 мм наносят насечки зубьев.



а – плоские тупоносые; б – плоские остроносые; в – трехгранные;  
 г – трехгранные односторонние; д – ромбические; е – ножовочные;  
 ж – овальные; з – пазовые; и – круглые; к – полукруглые; л – квадратные.

Рисунок 35 – Надфили

На рукоятке каждого надфиля наносится номер насечки:

- №1 – 20 – 40 насечек на 10мм длины;
- №2 – 28 – 56 насечек на 10мм длины;
- №3, №4 и №5 – 40 – 112 насечек на 10мм длины.

Алмазные надфили применяют для обработки твердых материалов (рисунок 37).

## **Рашипили**

Рашипили предназначены для обработки мягких металлов (свинец, олово, медь и т.д.) и неметаллических материалов (кожа, резина, дерево, пластические массы), когда обычные напильники непригодны, так как насечка их быстро забивается стружкой и они перестают резать.

### **Специальные напильники**

- Напильники для механической обработки на опилочных станках - машинные (стержневые, дисковые, борт-напильники);
- Напильники для обработки цветных металлов и их сплавов;
- Алмазные напильники для обработки твердых материалов;
- Тарированные напильники для определения твердости материалов.

### **Техника опиливания**

Вначале заготовку опиливают драчевым напильником, оставляя на следующие операции припуск (0,3 – 0,4мм). Затем заготовку обрабатывают личным и бархатным напильником, если в этом есть необходимость.

Опиливание плоскостей обычно производят вдоль короткой стороны заготовки, однако наибольшая производительность и качество обработанной поверхности получается при опиливании перекрестным способом.

При опиливании выгнутых и вогнутых поверхностей необходимо держать напильник под некоторым углом к торцу заготовки.

### **Способы опиливания**

1. Продольное. Участвует вся длина напильника, стружка снимается при ходе напильника вперед.
2. Поперечное. Участвует небольшая часть напильника, самое легкое и относительно точное опиливание.
3. Перекрестное. Самое точное опиливание, так как поверхность обрабатывается дважды в перпендикулярных направлениях.
4. Круговое. Самое сложное продолжительное опиливание и, вместе с тем, точное.
5. Радиусное. Применяют для получения радиусов обработки шаровых, криволинейных поверхностей.

Очень часто при опиливании применяют варианты комбинирования способов, такие как продольно-поперечное, поперечно-перекрестное и круговое перекрестное.

### **Распиливание**

Распиливанием называют обработку отверстий напильником, надфилем или рашипилем с целью придания им нужной формы.

Для распиливания различных отверстий в заготовках сверлят одно отверстие при небольших размерах и несколько отверстий для получения больших или сложных форм так, чтобы был минимальный припуск на последующую обработку.

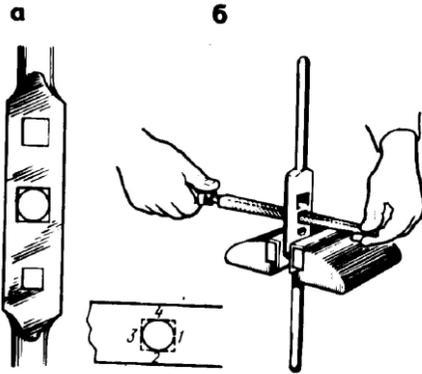


Рисунок 36 - Распиливание квадратного отверстия.

Обработка круглых отверстий производится круглым и полукруглым напильником. Диаметр обрабатываемого отверстия сверла должен быть меньше необходимого на 0,5 мм.

Трехгранные отверстия обрабатывают трехгранным напильником, четырехгранные – четырехгранным напильником.

На примере обработки квадратного отверстия рассмотрим получение многогранных отверстий. Для этого выбираем по таблице 16 диаметр описанной окружности. Делим ее на 4 равные части, для этого из таблицы № 15 выбираем коэффициент, находящийся напротив числа обрабатываемых граней, в нашем случае 4, коэффициент- 0,7071, умножаем его на диаметр описанной окружности и получаем длину хорды. В вершинах квадратов делаем керны. Точка пересечения диагоналей является центром вписанной окружности. Диаметр сверла выбираем на 0,5 мм меньше диаметра вписанной окружности. Сверлим отверстие. Обрабатываем две противоположные грани квадрата, после этого вторую пару противоположных граней квадрата, выдерживая размер стороны квадрата (рисунок 36).

Таблица 15. Значения коэффициентов для определения длин хорд при делении на Р равные частей.

Р	Коэффициент	Р	Коэффициент	Р	Коэффициент	Р	Коэффициент
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,0000	10	0,3090	19	0,1646	28	0,1119
2	1,0000	11	0,2817	20	0,1564	29	0,1081
3	0,8660	12	0,2588	21	0,1490	30	0,1045
4	0,7071	13	0,2393	22	0,1423	31	0,1011
5	0,5877	14	0,2225	23	0,1361	32	0,0980
6	0,5000	15	0,2079	24	0,1305	33	0,0950
7	0,4338	16	0,1950	25	0,1253	34	0,0922
8	0,3826	17	0,1837	26	0,1205	35	0,0896
9	0,3420	18	0,1736	27	0,1160	36	0,0871

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8
37	0,0848	53	0,0592	69	0,0455	85	0,0369
38	0,0825	54	0,0581	70	0,0448	86	0,0365
39	0,0804	55	0,0570	71	0,0442	87	0,0361
40	0,0784	56	0,0560	72	0,0436	88	0,0356
41	0,0765	57	0,0550	73	0,0430	89	0,0352
42	0,0747	58	0,0541	74	0,0424	90	0,0349
43	0,0730	59	0,0532	75	0,0418	91	0,0345
44	0,0713	60	0,0523	76	0,0413	92	0,0341
45	0,0697	61	0,0514	77	0,0407	93	0,0337
46	0,0682	62	0,0506	78	0,0402	94	0,0334
47	0,0667	63	0,0498	79	0,0397	95	0,0330
48	0,0854	64	0,0490	80	0,0392	96	0,0327
49	0,0640	65	0,0463	81	0,0387	97	0,0323
50	0,0627	66	0,0475	82	0,0383	98	0,0320
51	0,0615	67	0,0468	83	0,0378	99	0,0317
52	0,0603	68	0,0461	84	0,0373	100	0,0314

Таблица 16 – Диаметр цилиндрических заготовок под фрезерование квадратов  $D_1$  и шестигранников  $D_2$  для размера под ключ  $S$ 

d или $S$ , мм	$D_1$ , мм	$D_2$ , мм	d или $S$ , мм	$D_1$ , мм	$D_2$ , мм	d или $S$ , мм	$D_1$ , мм	$D_2$ , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,414	1,155	18	25,46	20,79	35	49,50	40,42
2	2,828	2,310	19	26,87	21,95	36	50,91	41,58
3	4,242	3,465	20	28,28	23,10	37	52,32	42,74
4	5,656	4,62	21	29,70	24,26	38	53,74	43,89
5	7,071	5,78	22	31,11	25,41	39	55,15	45,05
6	8,48	6,93	23	32,53	26,57	40	56,57	46,20
7	9,90	8,09	24	33,94	27,72	41	57,97	47,36
8	11,39	9,24	25	35,36	28,88	42	59,40	48,51
9	12,73	10,40	26	36,77	30,09	43	60,80	49,57
10	14,14	11,55	27	38,18	31,19	44	62,22	50,82
11	15,56	12,71	28	39,40	32,34	45	63,64	51,96
12	16,97	13,86	29	41,01	33,50	46	65,05	53,13
13	18,38	15,02	30	42,48	34,65	47	66,49	54,09
14	19,80	16,17	31	43,84	35,81	48	67,88	55,44
15	21,21	17,32	32	45,25	36,96	49	69,29	56,60
16	22,63	18,48	33	46,66	38,12	50	70,71	57,80
17	24,04	19,64	34	48,08	39,27			

## ШАБРЕНИЕ

**Шабрением** называется операция по снятию (соскабливанию) с поверхностей деталей очень тонких частиц металла специальным режущим инструментом – шабером.

Целью шабрения является обеспечение плотного прилегания сопрягаемых поверхностей и герметичности соединений.

Шабрением обрабатывают прямолинейные и криволинейные поверхности вручную или на станках. За один поход при шабрении соскабливают 0,005 – 0,007 мм.

Таблица 17 – Припуски на шабрение плоскостей

Ширина плоскости в мм	Длина плоскости в мм				
	100 – 500	500 – 1000	1000 – 2000	2000 – 4000	4000 – 6000
	Припуски на сторону в мм				
До 100	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30
От 101 до 500	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
От 500 до 1000	0,18	0,25	0,35	0,45	0,50

Таблица 18 – Припуски на шабрение внутренних поверхностей

Диаметр внутренней поверхности в мм	Длина поверхности в мм		
	До 100	100 – 200	200 – 300 и выше
	Припуски на сторону в мм		
до 80	0,03 – 0,05	0,05 – 0,08	0,10 – 0,12
от 80 до 180	0,05 – 0,10	0,10 – 0,15	0,15 – 0,25
от 180 до 300	0,10 – 0,15	0,15 – 0,20	0,20 – 0,30
свыше 300	0,20	0,25	0,30

**Шаберы** – металлические стержни различной формы с режущими кромками (рисунок 37). Шаберы изготавливают из инструментальной углеродистой стали У10 и У12А.

Режущий конец шабера закаливают без отпуска до твердости HRC 56...64.

### Классификация шаберов

*По форме режущей части:*

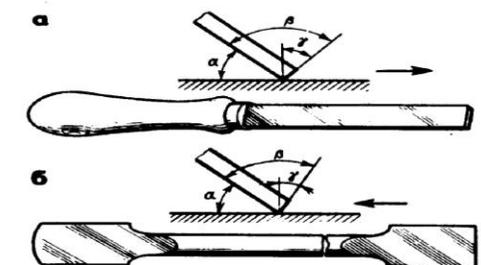
- плоские;
- трехгранные;
- фасонные.

*По конструкции:*

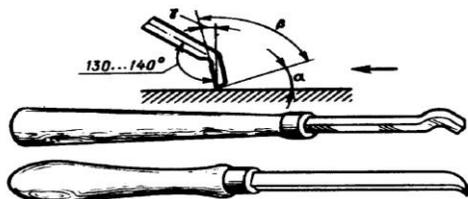
- цельные;
- со вставными пластинками;
- насадные.

*По числу режущих концов:*

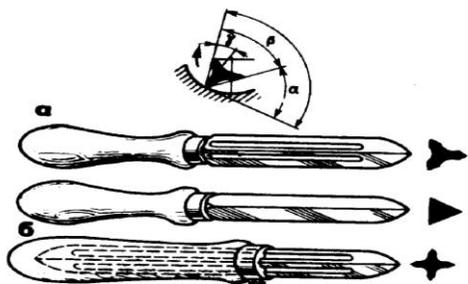
- односторонние;
- двухсторонние.



Плоские односторонний (а) и двусторонний (б) шаберы и углы их заточки



Шаберы с изогнутыми концами и углы их заточки



а – трехгранные; б – четырехгранные шаберы и углы их заточки.

Рисунок 37 – Шаберы

Шабрение выполняют за три перехода.

За первый (черновой) переход производят грубую обработку шаберами шириной 20 – 30 мм при длине рабочего хода 10 – 15 мм. При этом на шабруемой поверхности будет до четырех пятен на площади  $25 \times 25 \text{ мм}^2$ .

За второй (первый чистовой) переход поверхность обрабатывается шаберами шириной не более 12 – 15 мм при длине рабочего хода 5 – 10 мм. Пятен должно быть после этого перехода 8 – 16 на площади  $25 \times 25 \text{ мм}^2$ . Третий переход применяется при обработке очень точных поверхностей; ширина шабера при этом 5 – 12 мм при мелком штрихе. После третьего перехода поверхность должна иметь 20 – 25 пятен на площади  $20 \times 25 \text{ мм}^2$ .

Перед шабрением поверхности очищают, промывают, протирают, затем наносят на поверочную плиту краски, после этого заготовку с небольшим усилием перемещают по плите в различных направлениях. Выступающие места поверхности заготовки при этом окрашиваются. При шабрении эти окрашенные места снимают шабером.

Шабер держат правой рукой за ручку, а левой нажимают на конец шабера. По отношению к обрабатываемой поверхности шабер устанавливают под углом 25 – 30°, а режущая кромка должна находиться на окрашенной поверхности.

Металл снимают скоблением:

- от себя;
- на себя;

По чистоте обрабатываемой поверхности шабрение может быть:

- черновое;
- получистовое (точечное);
- чистовое (отделочное).

Качество шабрения определяется по числу точек соприкосновения сопрягаемых поверхностей на квадрате со стороной 25×25 мм.

Для проверки количества точек на шабруемой поверхности пользуются специальной проверочной рамкой.

Шабрение является одной из наиболее трудоёмких операций слесарной обработки. Вместе с тем эта операция является крайне необходимой при ремонте станков и многих других машин. Для повышения производительности шабрения применяют пневматические, электромеханические шаберы и шабровочные головки.

### Вопросы для контроля.

1. Способы и виды опилования.
2. Как классифицируются напильники по способу изготовления, по форме, по форме и числу насечек?
3. Для чего применяются специальные напильники?
4. Классификация, назначение, правило пользования надфилями.
5. Классификация, назначение, правило пользования рашпилями
6. Что такое шабрение?
7. По каким признакам классифицируются шаберы?
8. Чем определяется качество шабрения?
9. Когда применяется распиливание?
10. В какой последовательности производят распиливание квадратного отверстия?

### Притирка, доводка, полирование

*Притиркой* называется обработка деталей, работающих в паре, для обеспечения наилучшего контакта рабочих поверхностей.

Притирка применяется главным образом для обеспечения плотных герметичных разъемных и подвижных соединений. Припуск на притирку составляет 0,01...0,002 мм. Точность притирки – 0,001...0,002 мм.

*Доводка* – это чистовая обработка с целью получения точных размеров и малой шероховатости поверхности. Припуск на доводку – 0,001...0,0025 мм. Точность по 5...6-му качеству и шероховатость  $R_a$  0,008.

*Полирование* – обработка материалов до получения зеркального блеска и красного вида поверхности без соблюдения точности и размеров.

Полирование выполняют на полировальных станках быстровращающимися мягкими кругами из фетра или сукна, или быстро вращающимися лентами, на поверхности которых нанесена полировальная паста или мелкие абразивные зерна. Притирка и доводка осуществляется абразивными порошками или пастами, наносимыми на обрабатываемые поверхности, или на специальный инструмент – притир.

### Притирочные материалы.

*Твердые абразивные материалы*

- естественные (корунд, кварц, кремень, алмаз).
- искусственные (электрокорунд нормальный, белый и хромистый; карбид кремния; карбид бора; монокорунд, алмаз синтетический и т. д.).

*Мягкие абразивные материалы*

Пасты ГОИ (государственный оптический институт):

- а) грубая – светло-зеленого цвета №50, №40, №35, №30, №25, №20;
- б) средняя – зеленого цвета №7, №10;
- в) тонкая – черного цвета с зеленым оттенком №1, №4, №5;

*Алмазные пасты:*

- а) крупная – красного цвета АП-100; АП-80; АП-60;
- б) средняя – зеленого цвета АП-40; АП-28; АП-20;
- в) мелкая – голубого цвета АП-14; АП-10; АП-7;
- г) тонкая – желтого цвета АП-5; АП-3; АП-1.

Притирку выполняют специальным инструментом – притиром, форма которого должна соответствовать форме притираемой поверхности.

*Притиры бывают:*

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• подвижные;</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• неподвижные.</li> </ul>  |
| <i>По форме притиры бывают:</i>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• плоские;</li> <li>• цилиндрические;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• конические;</li> <li>• специальные (сложной формы).</li> </ul> |

*Материалы для изготовления притиров:*

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• чугун;</li> <li>• бронза;</li> <li>• красная медь;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свинец;</li> <li>• стекло;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• твердые породы дерева;</li> <li>• фибра.</li> </ul> |
|--|--|--|

Для изготовления притиров используют материалы, которые мягче обрабатываемого материала.

При притирке деталей твердыми абразивами следует производить принудительное шаржирование притира.

**Шаржирование** – это изготовление притиров путем вдавливания абразивного порошка в притир закаленной стальной скалкой или бруском.

*Способы шаржирования*

- прямой способ – порошок вдавливают в притир до работы;
- косвенный способ – слой смазки и абразивный порошок вдавливают в притир во время работы.

**Вопросы для контроля**

1. Для чего нужна притирка, доводка, полирование?
2. Как классифицируются притирочные материалы?
3. Какие материалы применяют для изготовления притиров?
4. Что такое шаржирование?

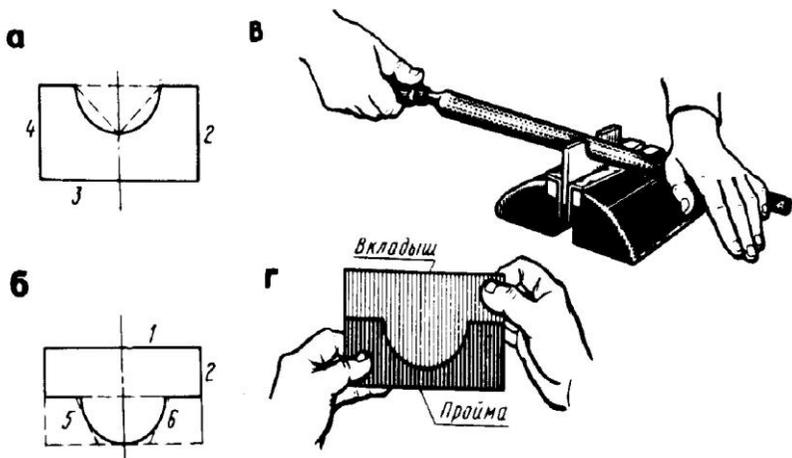
**ПРИГОНКА И ПРИПАСОВКА**

**Пригонкой** называется обработка одной детали по другой с тем, чтобы выполнить соединение.

Для пригонки необходимо, чтобы одна из деталей была совершенно готовой, по ней ведут пригонку.

**Припасовкой** называется точная взаимная пригонка деталей, соединяющихся без зазоров.

Припасовка отличается высокой точностью обработки, что необходимо для беззазорного сопряжения деталей.



а – пройма; б – вкладыш; в – опиливание; г – проверка вкладыша  
Рисунок 38 – Припасовка

Припасовывают как замкнутые, так и незамкнутые контуры. Из двух припасовываемых деталей отверстия принято называть проимой, а деталь, входящую в пройму, – вкладышем (рисунок 38).

Припасовка выполняется напильником с мелкой и очень мелкой насечкой №2, №3, №4 и №5, а также абразивными порошками и пастами.

### Вопросы для контроля

1. Для чего применяется пригонка?
2. Для чего применяется припасовка?

## СВЕРЛЕНИЕ

**Сверление** – процесс получения сквозных или глухих отверстий в сплошном материале.

Сверление осуществляется с помощью режущего инструмента – сверла.

*Увеличение диаметра имеющегося отверстия с помощью сверла называется **рассверливанием**.*

Сверление отверстий в слесарном деле широко распространено и применяется в следующих случаях:

- при соединении двух или нескольких деталей с помощью болта, заклепки и другие;
- при увеличении диаметра имеющегося отверстия;
- при выполнении ремонтно–сборочных работ;
- под нарезку внутренней резьбы.

Для сверления обрабатываемую заготовку (деталь) неподвижно закрепляют в приспособлении, а сверлу сообщают два одновременных движения:

- вращательное – главное движение;
- поступательное – вдоль оси сверла, движение подачи.

Сверление можно производить по разметке, по шаблону, в кондукторе, а также по другой детали.

Для сверления отверстий применяют различные типы сверл:

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• спиральные;</li> <li>• перовые;</li> <li>• специальные;</li> <li>• центровочные;</li> <li>• для глубокого сверления;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• оснащенные пластинками из твердых сплавов;</li> <li>• комбинированные;</li> <li>• разметные;</li> <li>• пушечные;</li> <li>• для кольцевого сверления.</li> </ul> |
|--|--|

Спиральные сверла, получившие самое большое распространение, изготавливаются из прутков круглого сечения углеродистой инструментальной стали У10А, У11А, У12А, из быстрорежущей стали Р9, Р9Ф2, из легированных инструментальных сталей марок 9ХС, ХВГ, а также оснащаются пластинками из твердых сплавов.

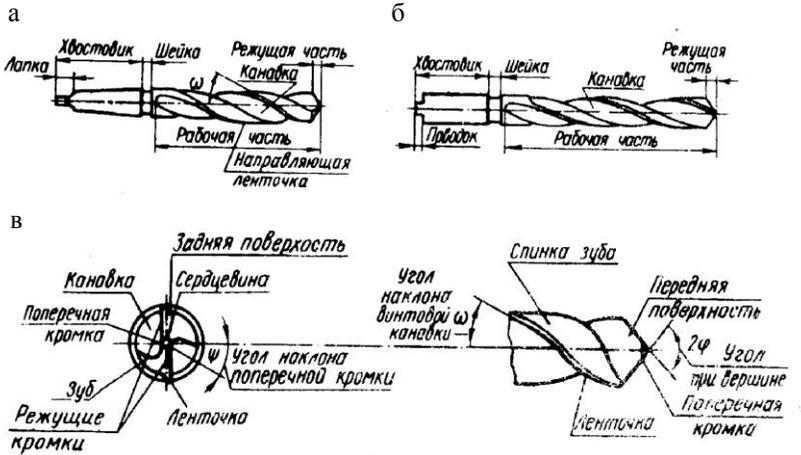
Спиральное сверло состоит из следующих частей (рисунок 39).

Хвостовик (конический или цилиндрический), лапка или поводок; у сверла имеется два зуба, у каждого зуба есть передняя и задняя поверхности, спинка, главная и вспомогательная режущие кромки; на пересечении двух главных задних поверхностей – поперечная режущая кромка.

Крепление сверл, разверток, зенкеров и зенковок на сверлильных станках в зависимости от формы хвостовика осуществляют тремя способами: непосредственно в конической отверстии шпинделя, в переходных конических втулках, в сверлильном патроне.

Конические хвостовики сверл, разверток и зенкеров, а также конические отверстия в шпинделях сверлильных и других станков изготавливают по системе Морзе. Конусы Морзе имеют номера: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Каждому номеру соответствуют определенные размеры конуса (рисунок 32). Втулки с №1-0; №2-0; №3-0;

№4-0; №5-0; №6-0; №2-1; №3-1; №4-1; №5-1; №6-1; №3-2; №4-2; №5-2; №6-2; №4-3; №5-3; №6-3; №5-4; №6-4; №6-5.



а, б – спиральные сверла; в – элементы сверла.

Рисунок 39 – Спиральные сверла

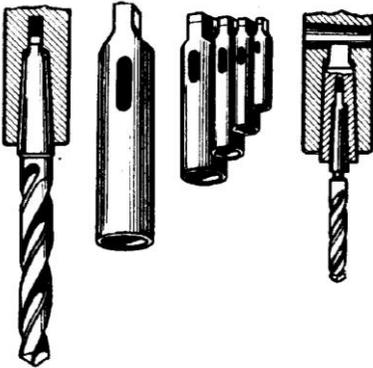


Рисунок 40– Переходные конические втулки

Крепление инструмента через переходные конические втулки производится в тех случаях, когда конус хвостовика инструмента меньше конуса отверстия шпинделя.

Удаление инструмента из конического отверстия шпинделя станка осуществляют при помощи клина (рисунок 41) через прорезь.

Сверла с цилиндрическим хвостовиком крепят в сверлильных патронах: двух-кулачковых, трех-кулачковых и цанговых.

В зависимости от обрабатываемого материала угол при вершине сверла (рисунок 39) затачивают со

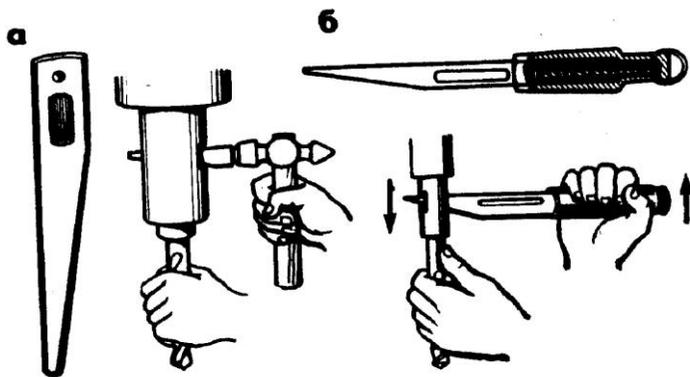
следующими значениями:

- |                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Латунь, бронза, алюминий           | $2\phi = 130^\circ \dots 140^\circ$ |
| 2. Закаленная сталь, стальные поковки | $2\phi = 125^\circ$                 |
| 3. Чугун, сталь                       | $2\phi = 116^\circ \dots 118^\circ$ |
| 4. Текстолит, эбонит                  | $2\phi = 80^\circ \dots 90^\circ$   |
| 5. Оргстекло, пластические массы      | $2\phi = 50^\circ \dots 60^\circ$   |

## 6. Магниевые сплавы

 $2\varphi = 45^\circ$ 

Основной причиной брака при сверлении является увод сверла от требуемого направления, что чаще всего наблюдается при сверлении отверстий большой длины.



а – удаление инструмента из шпинделя клином;

б – безопасным клином

Рисунок 41 – Удаление инструмента из шпинделя клином

*Увод сверла происходит в следующих случаях:*

- 1) при сверлении заготовок, у которых поверхности не перпендикулярны к оси сверла;
- 2) при работе неправильно заточенными сверлами, у которых одна режущая кромка длиннее другой;
- 3) при сверлении заготовки, которая имеет раковины или содержит твердые включения;
- 4) при работе длинными сверлами.

По этим же причинам в основном происходит и поломка сверл. Для увеличения стойкости сверла используют различные виды заточки: двойная заточка, подточка перемычки, подточка ленточки, канавки для ломки стружки и т.д.

Чтобы уменьшить трение сверла об обработанную поверхность и снизить величину разбивки отверстия, делают обратный конус, который составляет 0,03 – 0,12 мм на каждые 100 мм длины сверла.

### Заточка спиральных сверл

Износ сверла в первой стадии может быть обнаружен по резко скрипящему звуку. При работе изношенным сверлом температура резко возрастает и сверло еще больше изнашивается, разбивая отверстия.

Как правило, заточка сверл выполняется централизованно в специальных мастерских заточниками, однако и слесарь обязан хорошо знать правила заточки

и при необходимости уметь заточить (довести) сверло вручную на простом заточном станке.

Заточку выполняют в защитных очках (если на станке нет прозрачного экрана) вручную следующим образом.левой рукой удерживают сверло за рабочую часть как можно ближе к режущей части (конусу), правой охватывают хвостовик слегка прижимая режущую кромку сверла к боковой поверхности шлифовального круга. Затем плавным движением правой руки не отжимая сверло от круга, поворачивая его вокруг своей оси и выдерживая правильный наклон, и слегка нажимая на сверло, затачивают заднюю поверхность.

Заточку ведут с охлаждением, периодически погружая конец инструмента в водно-содовый раствор. Заточенное сверло доводят на оселке или бруске, при этом следят за тем, чтобы режущие кромки были прямолинейными, имели одинаковую длину и были заточены под одинаковыми углами.

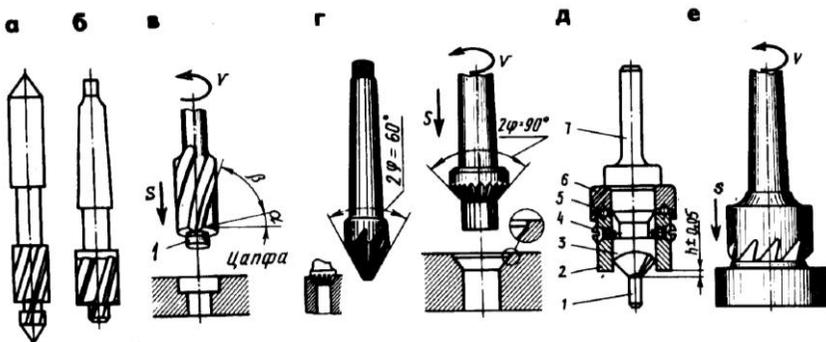
### Вопросы для контроля

1. Сверление, рассверливание, особенности заточки сверл.
2. Формула нахождения диаметра сверла под нарезание метрической резьбы.
3. Сверла. Классификация, способы применения, углы заточки для сверления.
4. Специальные сверла. Назначение, углы заточки.

### Зенкование

*Зенкование* – процесс обработки зенковками цилиндрических или конических углублений и фасок просверленных отверстий под головки болтов, винтов, заклепок.

Основной особенностью зенковок по сравнению с зенкерами является наличие



а – зенковки цилиндрические с постоянной направляющей и цилиндрическим хвостовиком; б – со сменной направляющей и коническим хвостовиком; в – углы зенковки; г – конические зенковки; д – державка с зенковкой и вращающемся ограничителем; е – цековка

Рисунок 42 – Зенковки

зубьев на торце и направляющих цапф, которыми зенковки вводятся в просверленное отверстие.

По форме режущей части зенковки условно подразделяются на цилиндрические, конические и торцовые (рисунок 42).

## Зенкерование

*Зенкерование* – процесс обработки зенкером цилиндрических и конических отверстий в деталях, полученных литьем, ковкой, штамповкой или предварительно просверленных.

Зенкерование обеспечивает точность обработки отверстий в пределах 8...13-го квалитетов, шероховатость обработанной поверхности Ra 10...2,5.



Рисунок – 43 Зенкер

По конструкции и форме режущей части зенкер напоминает спиральное сверло, но в отличие от сверла он имеет не две, а три или четыре режущих кромки, кроме того зенкер не имеет поперечной кромки (рисунок 43, рисунок 44). Зенкеры изготавливают из быстрорежущей стали.

По конструкции и форме режущей части зенкер напоминает спиральное сверло, но в отличие от сверла он имеет не две, а три или четыре режущих кромки, кроме того зенкер не имеет поперечной кромки (рисунок 43, рисунок 44). Зенкеры изготавливают из быстрорежущей стали.

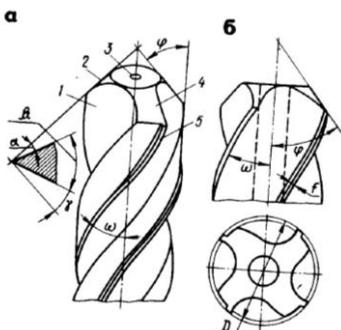
### Классификация зенкеров:

*По способу крепления:*

- хвостовые (коническим хвостовиком);
- насадные;

*По форме обрабатываемой поверхности:*

- цилиндрические;
- конические;



а – трехперого; б – четырехперого  
Рисунок 44 – Геометрия зуба зенкера

*По конструкции:*

- цельные;
- с припаянными твердосплавными пластинами;
- со вставными ножами из быстрорежущей стали.

Зенкерование применяют для получистовой обработки перед развертыванием, но оно может быть также и окончательной операцией.

Припуск на зенкерование (на сторону) равен 0,5...3 мм. Обычно принимается, что зенкеры диаметром до 20 мм снимают при-

пуск до 1 мм, диаметром до 35 мм – 1,5 мм, диаметром до 50 мм – 2 мм..

Скорость резания для зенкера устанавливается примерно в 1,5 раза меньше, чем для сверл.

### Вопросы для контроля

1. Зенкование. Зенкерование, сущность обработки, припуски.
2. Зенкеры. Классификация, назначение.
3. Отличие зенкера от сверла.
4. Назначение зенковок.
5. Классификация зенковок.

### Развертывание

**Развертывание** – процесс чистовой обработки отверстий, обеспечивающий точность 7 – 9 квалитетов и шероховатость  $R_1 1,25 \dots 0,63$ .

#### Классификация разверток:

1. По приводу:

- машинные;
- ручные;

2. По форме обрабатываемого отверстия:

- цилиндрические;
- конические;

3. По расположению зубьев относительно оси развертки:

- с прямыми канавками;
- с винтовыми канавками;

4. По способу крепления:

- хвостовые;
- насадные;

5. По конструкции:

- цельные;
- со вставными зубьями;
- регулируемые: разжимные и раздвижные.
- с припаянными твердосплавными пластинами;
- со вставными зубьями с припаянными твердосплавными пластинами

6. По чистоте обрабатываемой поверхности:

- черновые;
- чистовые.

Шаг у машинных разверток постоянный, у ручных – переменный.

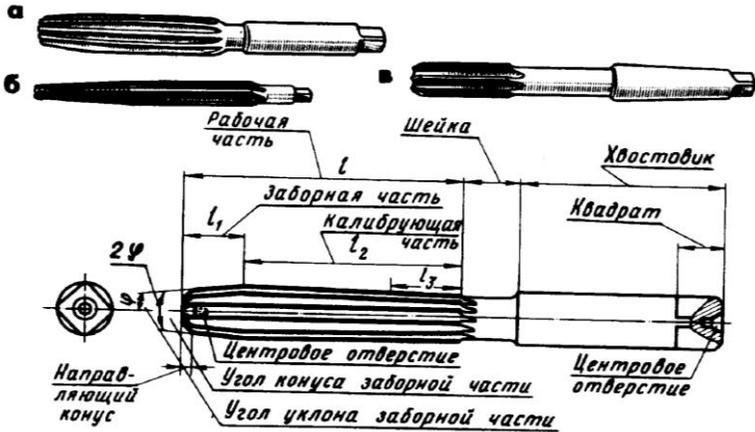
При черновом развертывании удаляется припуск в пределах 0,1...0,4 мм на диаметр, а при чистовом – 0,05...0,2 мм.

Для развертывания деталь надежно закрепляют в тисках, крупные детали не закрепляют.

При отсутствии охлаждения и смазки происходит разбивка отверстия.

В отличие от зенкера развертка имеет 6-16 зубьев (рисунок 45).

Скорости резания при развертывании принимаются значительно меньше, чем при сверлении и колеблются в пределах 5-10 м/мин. Подача от 0,3 до 1,5 мм/об.



а, б – ручные цилиндрические и конические; в – машинная цилиндрическая; Основные элементы развертки

Рисунок 45– Развертки

### Вопросы для контроля

1. Развертывание.
2. Сущность процесса обработки, припуск.
3. Развертки. Назначение.
4. Развертки. Классификация.

## РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Наиболее распространенными соединениями деталей машин являются резьбовые.

*Резьбу на деталях можно получать следующими методами:*

- нарезанием со снятием стружки;
- накатыванием без снятия стружки;
- методом пластической деформации.

*Резьба бывает двух видов:*

- наружная;
- внутренняя.

Нарезают резьбы, как на станках, так и вручную.

### ***Классификация резьб***

*1. В зависимости от направления подъема витков резьба бывает:*

- *правая* – если винтовая линия, удаляясь от основания, постепенно поднимается слева направо (против часовой стрелки);
- *левая* – если винтовая линия, удаляясь постепенно поднимается справа налево (по часовой стрелке).

*2. Резьбы по числу ниток заходов могут быть:*

- однозаходные;
- многозаходные.

*3. По виду профиля резьба бывает:*

- цилиндрическая треугольная (её обычно называют крепежной);
- коническая треугольная (нарезается на конических пробках, в арматуре);
- прямоугольная резьба (она нестандартная, применяется редко);
- трапецидальная резьба (применяется для передачи движения или больших усилий);
- упорная резьба (применяется в тех случаях, когда винт должен передавать большое одностороннее усилие);
- круглая резьба (применяется в соединениях, подвергающихся сильному износу, в загрязненной среде; она нестандартная).

### ***Основные элементы резьбы***

*Профиль резьбы* – рассматривается в сечении, проходящем через ось болта или гайки.

*Шаг резьбы  $P$*  – расстояние между параллельными сторонами или вершинами двух рядом лежащих витков.

*Высота профиля  $H_1$*  – расстояние от вершины резьбы до основания профиля.

*Наружный диаметр резьбы  $d$*  – диаметр цилиндра, описанного около резьбовой поверхности.

*Внутренний диаметр  $d_1$*  – диаметр цилиндра, вписанного в резьбовую поверхность.

*Средний диаметр  $d_2$*  – диаметр цилиндра, соосного с резьбой, образующие которого делятся боковыми сторонами профиля на равные отрезки.

Таблица 19 – Основные виды резьб

Резьбы	Номинальный диаметр, мм	Шаг резьбы, мм	Угол профиля, град.
Крепежная:			
- метрическая с крупным шагом (ГОСТ 8724-81);	0,25 – 68	0,057 – 6	60
- метрическая с мелким шагом (ГОСТ 8724-81);	1 – 600	0,2 – 6	60
- дюймовая (ОСТ КНТП 1260)	3/16 – 4 <sup>1/2</sup>	3 – 24 нитки на дюйм	55
- метрическая коническая (ГОСТ – 25229-82);	6 – 60	1 – 2	60
- круглая	8 – 200	2,54 – 6, 35	30
Для передачи движения:			
- трапецидальная однозаходная (ГОСТ 24738-81, 24737-81);	8 – 640	1,5 – 48	30
- трапецидальная многозаходная (ГОСТ 24739-81);	10 – 320	1,5 – 48	30
- упорная (ГОСТ 10177-82);	10 – 640	2 – 48	передний – 3 задний – 30
Крепежно-уплотняющая:			
- трубная цилиндрическая (ГОСТ 6357-81);	1/16 – 6 <sup>1/2</sup>	11 – 28 нитки на дюйм	55
- трубная коническая (ГОСТ – 6211-81);	1/16 – 6 <sup>1/2</sup>	11 – 28 нитки на дюйм	55
- дюймовая коническая (ГОСТ 6111-52)	1/16 – 2 <sup>1/2</sup>	11,5 – 28 нитки на дюйм	60

### ***Основные типы резьб и их обозначение***

*Метрическая резьба* имеет треугольный профиль с углом 60°, шаг выражается в мм.

*Метрические резьбы делятся на резьбы:*

- с крупным шагом;
- с мелким шагом.

Таблица 20 – Диаметры стержней для нарезания наружной метрической резьбы (размеры в мм)

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы p	Диаметр стержня под резьбу с полем допуска			Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы p	Диаметр стержня под резьбу с полем допуска		
		6h	6g	6h; 6g			6h	6g	6h; 6g
		Пред. откл.					Пред. откл.		
6	0,5	5,03	5,94		30	0,75	29,94	29,92	-0,09
	0,75	5,94	5,92	-0,09		1,0	29,92	29,89	-0,10
	1,0	5,92	5,89	-0,10		1,5	29,88	29,85	-0,12
8	0,5	7,94	7,92	-0,06		2,0	29,84	29,80	-0,13
	0,75	7,94	7,92	-0,09		3,0	29,84	29,79	-0,22
	1,0	7,92	7,89	-0,10		3,5	29,84	29,79	-0,27
	1,25	7,90	7,87	-0,11					
10	0,5	9,94	9,92	-0,06	36	1,0	35,92	35,89	-0,10
	0,75	9,94	9,92	-0,09		1,5	35,88	35,85	-0,12
	1,0	9,92	9,89	-0,10		2,0	35,84	35,80	-0,13
	1,25	9,90	9,87	-0,11		3,0	35,84	35,79	-0,22
1,5	9,88	9,85	-0,12	4,0		35,84	35,78	-0,32	
12	0,5	11,94	11,92	-0,06	42	1,0	41,92	41,89	-0,10
	0,75	11,94	11,92	-0,09		1,5	41,88	41,85	-0,12
	1,0	11,92	11,89	-0,10		2,0	41,84	41,80	-0,13
	1,25	11,90	11,87	-0,11		3,0	41,84	41,79	-0,22
	1,5	11,88	11,85	-0,12		4,0	41,84	41,78	-0,32
1,75	11,86	1,83	-0,13	4,5		41,84	41,78	-0,34	
16	0,5	15,94	15,92	-0,06	48	1,0	47,92	47,89	-0,10
	0,75	15,94	15,92	-0,09		1,5	47,88	47,85	-0,12
	1,0	15,92	15,89	-0,10		2,0	47,80	47,77	-0,13
	1,5	15,88	15,85	-0,12		3,0	47,79	47,75	-0,22
	2,0	15,84	15,80	-0,13		4,0	47,78	47,74	-0,32
20	0,5	19,94	19,92	-0,06		5,0	47,84	47,77	-0,37
	0,75	19,94	19,92	-0,09	52	1,0	51,92	51,89	-0,10
	1,0	19,92	19,89	-0,10		1,5	51,88	51,85	-0,12
	1,5	19,88	19,85	-0,12		2,0	51,84	51,80	-0,13
	2,0	19,84	19,80	-0,13		3,0	51,84	51,79	-0,22
	2,5	19,84	19,80	-0,18		4,0	51,84	51,78	-0,32
3,0	23,84	23,79	-0,22	5,0		51,84	51,77	-0,37	
24	0,75	23,94	23,92	-0,09					
	1,0	23,92	23,89	-0,10					
	1,5	23,88	23,55	-0,12					
	2,0	23,84	23,80	-0,13					
	2,5	23,84	23,79	-0,22					
	3,0	23,84	23,79	-0,22					

Таблица 21 – Диаметры стержней и сверл под нарезание трубной цилиндрической резьбы (размеры в мм)

Номинальный размер резьбы	Число витков на 1"	Шаг резьбы Р	Диаметр стержня под резьбу			Диаметр сверла			
			Номин.	Пред. откл. для классов точности		для классов точности резьбы			
				А	В	А	В		
1/8"	28	0,907	9,67	—0,21	—0,32	—	8,7		
1/4" 3/8"	19	1,337	13,10 16,61	—0,23	—0,35	11,5 15,0	11,5 15,0		
1/2" 5/8" 3/4" 7/8"	14	1,814	20,90 22,86 26,39 30,15	—0,24	—0,38	- - - -	18,75 20,75 24,25 28		
1" 1 1/8" 1 1/4" 1 3/8" 1 1/2" 1 3/4" 2"	11	2,309	33,19 37,84 41,86 44,27 47,75 53,69 59,56	—0,28	—0,46	35,0 39,0 — —	30,5 35,0 39,0 41,5 45,0 51,0		
2 1/4" 2 1/2" 2 3/4" 3" 3 1/4" 3 1/2" 3 3/4" 4" 4 1/2" 5" 5 1/2" 6"			—0,32			—0,53	65,66 75,13 81,48 87,83 93,93 100,28 106,63 112,98 125,68 138,38 151,08 163,78	— —	— —

Метрические резьбы с крупным шагом обозначают М20, с мелким шагом М20×1,5 (первое число – наружный диаметр, а второе - шаг).

Применяются метрические резьбы в основном как крепёжные:

- с крупным шагом – при значительных нагрузках и для крепежа (болтов, гаек, винтов);
- с мелким шагом – при малых нагрузках и мелких регулировках.

*Дюймовая резьба* – имеет треугольный профиль с углом 55° (резьба Витворта) или 60° (резьба Селлерса). Все размеры этой резьбы даются в дюймах (1"=25,4 мм), шаг выражается числом ниток (витков) на длине одного дюйма.

Стандартизованы дюймовые резьбы диаметром от 3/16" до 4" и числом ниток на 1" – 24 – 3. Её наружный диаметр обозначается в дюймах. От метрической резьбы отличается большим шагом.

*Трубная цилиндрическая резьба* стандартизована, представляет собой мелкую дюймовую резьбу, которая сопрягается без зазоров и имеет закругленные вершины.

*Инструмент для нарезания резьбы:* внутреннюю резьбу нарезают метчиками, наружную – плашками, прогонками и др. инструментами.

### Классификация метчиков:

*по назначению:*

- ручные;
- машинно-ручные;
- машинные;

*по профилю нарезаемой резьбы:*

- метрическая;
- дюймовая;
- трубная;

*по конструкции:*

- цельные;

- сборные (регулируемые и само-выключающиеся);
- специальные;

*по комплектности:*

- из двух метчиков;
- из трёх метчиков;

*по конструкции режущей части:*

- цилиндрические;
- конические.

Метчики изготавливают из инструментальной стали У8, У12 и Р9.

Метчики при нарезании резьбы вручную вращают при помощи воротков, устанавливаемых на квадраты хвостовиков.

### Техника нарезания внутренних резьб

Просверленное отверстие, в котором нарезают резьбу метчиком, должно быть обработано зенкером или же расточено.

При нарезании резьбы материал частично «выдавливается», поэтому диаметр сверла должен быть больше, чем внутренний диаметр резьбы! В этом случае диаметр сверла под нарезание метрической и трубной резьб определяют по справочным таблицам или рассчитывают по формуле

$$D = d - 1,1P,$$

где: D – диаметр отверстия, мм;  
d – диаметр нарезаемой резьбы, мм;  
P – шаг резьбы, мм.

Размеры воротка выбирают в зависимости от диаметра метчика по формулам

$$L = 20D + 100;$$

$$d = 0,5D + 5,$$

где:  $L$  – длина воротка, мм;  
 $D$  – диаметр метчика, мм;  
 $d$  – диаметр рукоятки воротка, мм.

После подготовки отверстия под резьбу и выбора воротка, заготовку закрепляют в тисках и в её отверстие вставляют вертикально метчик по угольнику.

Прижимая левой рукой вороток к метчику, правой поворачивают его вправо до тех пор, пока метчик не врежется на несколько ниток в металл и не займет устойчивое положение, после чего вороток берут за рукоятку двумя руками и вращают не всё время по направлению часовой стрелки, а один – два оборота вправо и пол-оборота влево. При этом стружка ломается, а процесс резания значительно облегчается.

Закончив нарезание, вращением воротка в обратную сторону вывертывают метчик из отверстия, затем прогоняют его насквозь. Для получения качественной резьбы с наименьшими затратами труда применяют смазку.

## НАРЕЗАНИЕ НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ

### Классификация плашек:

*по конструкции:*

- круглые;
- квадратные;
- раздвижные (призматические);
- плоские;

*круглые плашки (лерки):*

- целые;
- разрезные.

Диаметры целых круглых плашек предусмотрены стандартом:

- для основной метрической резьбы от 1 до 7мм;
- для дюймовой резьбы от 1/4 дюйма до 2 дюймов;
- для трубной резьбы от 1/8 до 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>".

Круглые плашки при нарезании резьбы вручную закрепляют в специальном воротке (плашкодержатель или леркодержатель).

### Техника нарезания наружных резьб

При нарезании резьбы плашкой надо иметь в виду, что в процессе образования профиля резьбы металл изделия, особенно медь, сталь и др. «тянется», диаметр стержня увеличивается.

При выборе диаметра стержня под наружную резьбу следует руководствоваться теми же соображениями, что при выборе отверстий под внутреннюю резьбу. Хорошее качество резьбы можно получить в случае, если диаметр стержня на 0,3 – 0,4мм меньше наружного диаметра нарезанной резьбы.

При нарезании резьб вручную стержень закрепляют в тисках так, чтобы выступающий над уровнем губок конец его был на 20 – 25мм больше длины нарезаемой части. Для обеспечения врезания на верхнем конце стержня снимают фаску. Затем на стержень накладывают закрепленную в вороток плашку и с не-

большим нажимом вращают вороток так, чтобы плашка врезалась примерно на 1 – 2 нитки.

После этого нарезаемую часть стержня смазывают маслом и вращают вороток с равномерным давлением на обе рукоятки так, как при нарезании метчиком, то есть один – два оборота вправо и пол оборота влево. Плашка должна врезаться в стержень без перекоса. Нарезанную внутреннюю резьбу проверяют резьбовыми калибрами- пробками, а наружную – резьбовыми шаблонами.

### **Способы удаления сломанных метчиков**

При поломке метчик удаляют из отверстия следующими способами:

- при отсутствии выступающей части в канавки метчика продевают концы согнутой вдвое проволоки и вывертывают метчик с её помощью;
- когда сломан метчик из быстрорежущей стали, деталь с обломком метчика нагревают в муфельной печи и дают ей остыть вместе с печью. Отожженные этим способом метчики высверливают;
- если сломан метчик из углеродистой стали, деталь вместе с застрявшим обломком нагревают докрасна и после медленного охлаждения высверливают застрявшую часть метчика;
- специальной оправкой, имеющей на торце три выступа (рожки), которыми он входит в канавки метчика;
- с помощью специального зенкера;
- путем приварки электродом планки на обломок метчика;
- с помощью ключа, надеваемого на квадратный конец специальной оправки, приваренной к поломанному метчику;
- путем травления метчика раствором азотной кислоты.

### **Вопросы для контроля**

1. Классификация резьб по профилю и назначению.
2. Характеристика метрической резьбы.
3. Определение метрической резьбы.
4. Характеристика дюймовых резьб.
5. Определение параметров дюймовой резьбы.
6. Способы удаления сломанных метчиков.

## **КЛЕПКА**

*Клепкой* – называется процесс соединения двух или нескольких деталей при помощи заклепок.

Процесс клепки состоит из следующих основных операций:

- образование отверстий под заклепку в соединяемых деталях;
- зенкование гнезда под закладную головку заклепки (при потайной клепке);
- вставка заклепки в отверстие;
- образование замыкающей головки заклепки, т.е. собственно клепка.

*Клепка разделяется на:*

- холодную;
- горячую;
- смешанную.

*В зависимости от диаметра заклепок клепка бывает:*

- при  $d < 8$  мм – только холодная;
- при  $d = 8 - 12$  мм – смешанная;
- при  $d > 12$  мм – только горячая.

*В зависимости от способа нанесения ударов или давления на заклепку различают клепку трех видов:*

- ударную ручными инструментами;
- ударную при помощи клепальных пневмомолотков;
- прессовую при помощи клепальных прессов или скоб, она может быть одиночная или групповая.

*Заклепки изготовляют из материалов, обладающих хорошей пластичностью:*

- сталей Ст2, Ст3;
- меди МЗ, МТ;
- латуни Л63;
- алюминиевых сплавов АМг 5П, Д18; АД1.

*Виды заклепок:*

- простые;
- трубчатые;
- с сердечником;
- взрывные.

Место соединения деталей заклепками называется заклепочным швом.

*Заклепочные швы делятся на три вида:*

- прочные;
- прочноплотные;
- плотные.

Прочный шов применяется при соединении балок, колонн, мостов, опор линий электропередач и он может быть изготовлен следующих типов (рисунки 46):

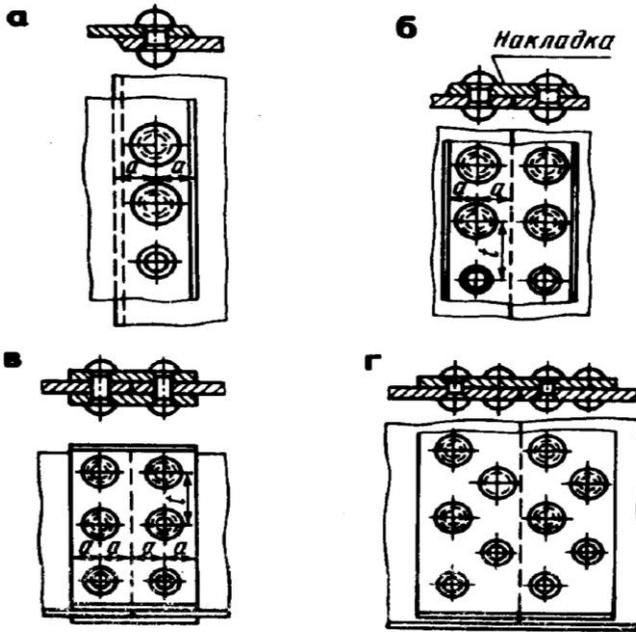
- многорядный;
- внахлест;
- встык с одной прокладкой;
- встык с двумя прокладками.

Плотный шов применяется для изготовления емкостей для хранения жидких продуктов, нефтепродуктов и т.д. При его изготовлении используют уплотнительный материал: картон, поранит, керпаль и др.

Прочно-смазочный шов применяется для изготовления емкостей для хранения жидких продуктов при большой температуре и под давлением, газа, пара.

Плотно-горячий шов изготовляют по принципу плотного шва с подчеканкой.

В каждом заклепочном соединении заклепки располагают в один, два и более рядов.



а – однорядный в нахлесточном соединении; б – однорядный в стыковом соединении с одной накладкой; в – однорядный в стыковом соединении с двумя накладками; г – двухрядные с шахматным расположением заклепок в стыковом соединении с одной накладкой

Рисунок 46 – Заклепочные швы

Различают два вида клепки:

- с двухсторонним проходом, когда имеется свободный доступ, как замыкающим, так и закладной головкой;
- с односторонним проходом, когда доступ к замыкающей головке не возможен.

В связи с этим, различают два метода клепки:

- открытый или прямой;
- закрытый или обратный.

При ручной клепке применяют слесарные молотки с квадратным бойком, поддержки, обжимки, натяжки, чеканки.

Массу молотка выбирают в зависимости от диаметра заклепки по таблице 22.

Таблица 22 – Выбор массы молотка

Диаметр заклепки, мм	2	2,5	3	3,5	4	5	6-8
Масса молотка, Г	100	100	200	200	400	400	500

Таблица 23 – Соотношение диаметра заклепки и отверстия

Диаметр заклепки, мм	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Диаметр отверстия, мм	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2	8,3

#### *Преимущества заклепочных соединений:*

- прочность, надежность, герметичность, долговечность;
- устойчивость к вибрации и перепадам температур;
- наглядность разрушения.

#### *Недостатки заклепочных соединений:*

- процесс трудоемкий и длительный;
- нарушение цельности материалов;
- большой расход материалов;
- утяжеление конструкции.

## **Чеканка**

Заклепочные швы не могут быть абсолютно непроницаемыми, что объясняется наличием шероховатостей и неровностей на поверхности склепанных листов, вследствие чего в швах остаются воздушные прослойки и каналы, через которые может проходить жидкость или газ. Поэтому для абсолютной плотности и непроницаемости стыки заклепочных швов и головок зачеканивают.

*Чеканкой* называется способ повышения плотности и непроницаемости заклепочных швов с помощью рабочего инструмента – чекана, выполненного в виде тупого зубила.

Процесс чеканки состоит в осаживании кромок листов для достижения абсолютно плотного прилегания их друг к другу. При чеканке на кромку листа устанавливается чекан и по его бойку наносятся частые и сильные удары ручным или пневматическим молотком. Металл под этими ударами осажива-

ется и слегка вдавливается в нижний лист, чем и достигается большая плотность заклепочных швов и заклепок.

Кромки толщиной менее 5мм не зачеканивают, так как такая тонкая кромка не уплотняется, а выпучивается.

*Способы зачеканивания кромки:*

- одним остроконечным чеканом;
- двумя тупокромочными чеканами.

Малейшая неточность удара чеканом сильно снижает надежность и прочность соединений.

### **Вопросы для контроля**

1. Какая слесарная операция называется клепкой.
2. Перечислите виды заклепочных швов.
3. Укажите недостатки заклепочных соединений.
4. Опишите процесс клепки.
5. Какая операция называется чеканкой.

## **ПРАВКА**

Металл подвергают правке как в холодном, так и в нагретом состоянии.

Выбор способа зависит от величины прогиба, размеров изделия и вида материала, из которого изготовлено изделие.

Правку в нагретом состоянии производят в интервале температур 800 – 1000°С.

Правка с нагревом детали до 140 – 150°С называется правка с подогревом.

Правка может выполняться:

- ручным способом – на стальной или чугунной плите или на наковальне;
  - машинным способом – на правильных вальцах, прессах.
- Правильную плиту изготовляют достаточно массивной, ее масса не менее чем в 80 – 150 раз больше массы молотка.

Молотки для правки применяют с круглым гладким полированным бойком. Также применяют молотки с вставными бойками из мягких металлов.

При правке тонколистового или полосового металла применяют металлические или деревянные гладилки.

### **Приемы правки**

Кривизну детали проверяют на глаз или по зазору между плитой и уложенной на нее деталью. Края изогнутых мест отмечают мелом.

При правке важно правильно выбирать места, по которым следует наносить удары. Сила ударов должна быть соразмерна с величиной кривизны.

Два раза в одно место бить нельзя. Это приводит к изменению длины и толщины заготовки, а также вызывает наклеп.

При правке металлов вручную, деталь кладут выпуклой частью вверх и наносят удары молотком. Правку профильного листа (уголки, швеллеры и тому подобное) производят с подогревом изогнутого места паяльной лампой или сварочной горелкой.

### **Рихтовка**

***Рихтовка** – это правка искривленных после закалки деталей. Точность рихтовки может составлять 0,01-0,05мм.*

В зависимости от характера рихтовки применяют молотки с закаленным бойком или специальные рихтовальные молотки с закругленной стороной бойка.

Деталь при этом лучше располагать не на плоской плите, а на рихтовальной бабке.

Удары наносить не по выпуклой, а по вогнутой стороне.

### **Вопросы для контроля**

1. Сущность правки и рихтовки.

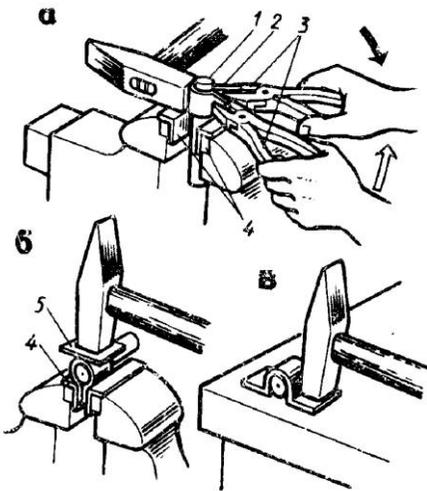
## 2. Основные правила правки.

**Гибка**

**Гибка** – способ обработки металла давлением, при котором заготовке или ее части придается изогнутая форма.

Слесарная гибка выполняется молотками (лучше с мягкими бойками) в тисках, на плите или с помощью специальных приспособлений (рисунок 47).

Тонкий листовый металл гнут киянками. Изделия из проволоки диаметром до 3 мм – плоскогубцами. Гибке подвергают только пластичный материал.



а – изгибом плоскогубцами на оправке; б, в – формование  
Рисунок 47 – Гибка хомутика

*Гибку выполняют:*

- вручную на остром инструменте и оправках;
- Механически на гибочных машинах (прессах).

Однако при гибке необходимо добиться, чтобы заготовка после снятия нагрузки сохранила приданную ей форму, поэтому напряжение изгиба должно превышать предел упругости, и деформация в этом случае будет пластической.

Для того чтобы определить длину заготовки  $L$  необходимо деталь разбить на участки и определить длину каждого участка, а затем суммировать:  
а) уголок с прямым внутренним углом (рисунок 48 а.)

$$L = a + b + (0,5...0,8)t, \text{ мм},$$

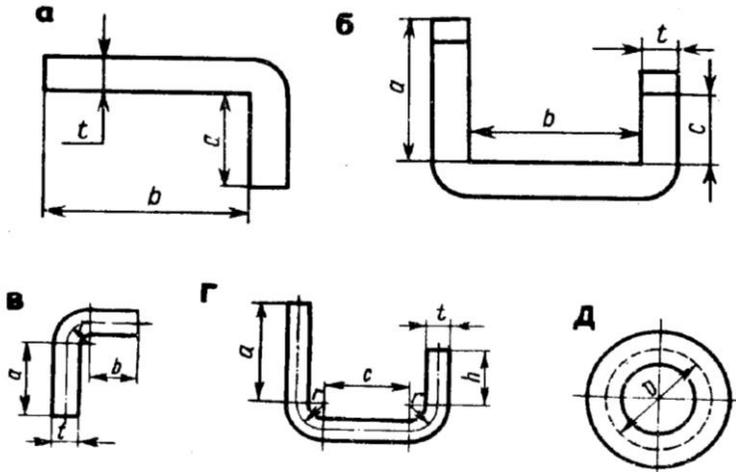
б) уголок с внутренним закруглением (рисунок 48 в.)

$$L = a + b + \frac{\pi}{2} \left( r + \frac{t}{2} \right), \text{ мм},$$

в) сгибая в окружность (рис. 48 д.)

$$L = \pi D_{ср}, \text{ мм}.$$

Длину криволинейного участка можно так же определять по таблицам из справочников.



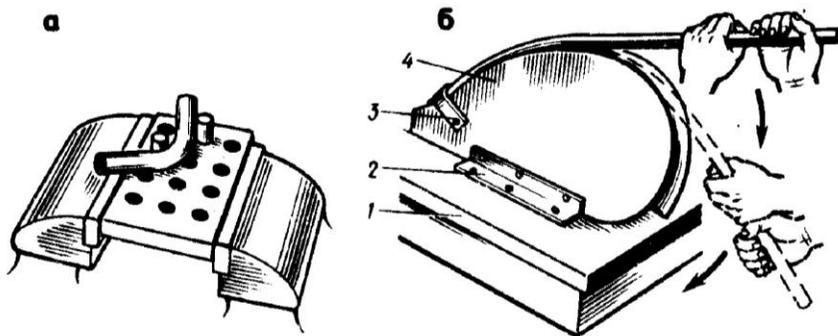
а, б – угольника и скобы с прямыми внутренними углами;  
 в, г – угольника и скобы с внутренними закруглениями;  
 д – кольца

Рисунок 48 – Определение длины заготовки

## ГИБКА ТРУБ

*Существует три способа гибки труб:*

- холодная гибка труб (рисунок 49);
- горячая гибка труб (рисунок 50);
- с подогревом.



а – на штырях; б – в неподвижной оправке  
Рисунок 49 – Гибка трубы в холодном состоянии

*В зависимости от материала, радиуса изгиба и диаметра гибку труб осуществляют:*

- с наполнителем (песок, парафин, воск и т.п.);
- без наполнителя.

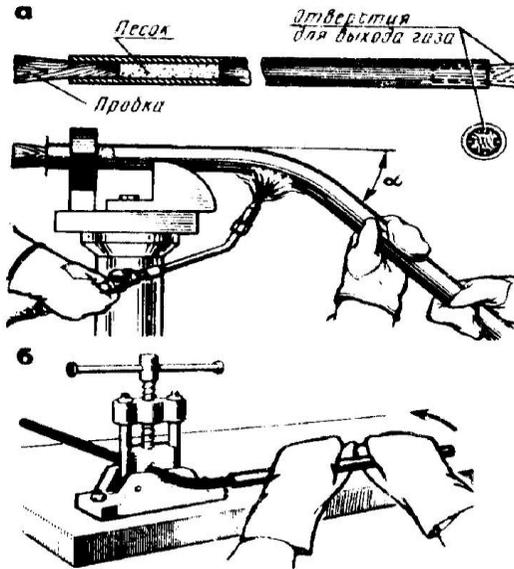
Выбор способа гибки труб зависит от следующих параметров: материал, из которого они изготовлены (стальные, медные, алюминиевые, из нержавеющей стали, оцинкованные), диаметр, толщина стенок (тонкостенные, толстостенные, нормальные), способ получения (одношовные, двухшовные, цельнотянутые).

Холодным способом можно гнуть стальные и дюралюминиевые трубы диаметром до 22 мм, радиус изгиба принимается равным трем наружным диаметрам ( $R_{\min}=3D$ ). Толстостенные трубы гнут обычно при холодном способе без наполнителя, тонкостенные – с наполнителем. Гибка труб в нагретом состоянии, как правило, производится с наполнителем.

Длина нагреваемого участка трубы определяется в зависимости от угла изгиба и наружного диаметра трубы по формуле

$$L = \frac{\alpha \cdot d}{15}, \text{ мм,}$$

где  $L$  – длина нагреваемого участка, мм;  
 $\alpha$  – угол изгиба трубы, град;  
 $d$  – наружный диаметр трубы, мм.



а – по шаблону; б – в трубном прижиме  
Рисунок 50 – Гибка трубы в горячем состоянии

Обычно длину нагреваемого участка при гибке труб принимают:

- при изгибе под углом  $90^\circ$  – равной  $6d$ ;
- при изгибе под углом  $60^\circ$  – равной  $4d$ ;
- при изгибе под углом  $45^\circ$  – равной  $3d$ .

Для облегчения процесса гибки труб в слесарных мастерских используют различные приспособления.

Таблица 24 – Максимально допустимые радиусы гибки (в мм) заготовок из листового материала

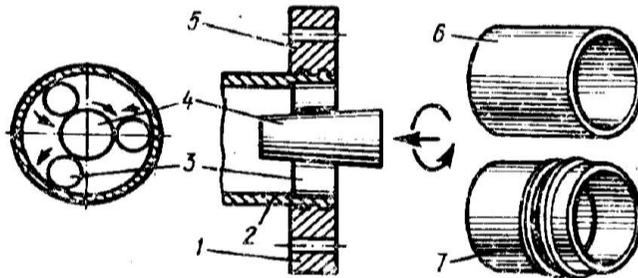
Толщина заготовки, мм	Материал заготовки				
	Сталь	Дуралюмин	Алюминий	Медь	Латунь
0,4	0,5	1,5	0,5	0,4	0,5
0,5	0,6	1,5	0,5	0,5	0,5
0,6	0,8	1,8	0,6	0,6	0,6
0,8	1,0	2,4	1,0	0,8	0,8
1,0	1,2	3,0	1,0	1,0	1,0
1,2	1,5	3,6	1,2	1,0	1,2
1,5	1,8	4,5	1,5	1,5	1,5

Продолжение таблицы 24

1	2	3	4	5	6
2,0	2,5	6,5	2,0	1,5	1,8
2,5	3,5	9,0	2,5	2,0	2,5
3,0	5,5	11,0	3,0	2,5	3,5
4,0	9,0	16,0	4,0	3,5	4,5
5,0	13	19,5	5,5	4,0	5,5
6,0	15,5	22,0	6,5	5,0	6,5

### Развальцовка

*Развальцовка (вальцевание) это увеличение диаметра концов трубы методом прокатывания изнутри специальным инструментом.*



1 – фланец; 2 – конец трубы; 3, 4 – ролики;  
5 – канавки; 6, 7 – труба до и после вальцевания

Рисунок 51 – Схема вальцевания

Развальцовка производится с целью получения герметичного соединения труб.

### Вопросы для контроля

1. Гибка металла холодным способом.
2. Развальцовка труб.
3. Как определить длину заготовки при гибке?
4. Способы выполнения гибки.
5. Способы гибки труб.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко П.П. Справочник слесаря-монтажника технического оборудования / Алексеенко П.П. - М. Машиностроение, 2001.
2. Белкин И.М. Средства линейно-угловых измерений / Белкин И.М. - Справочник. М. Машиностроение, 1987.
3. Иванов А.И. Технические измерения. / Иванов А.И. - М. Колос, 1994.
4. Крылов Ю.В. Слесарные и слесарно-сборочные работы / Крылов Ю.В. - Л. Лениздат, 1987.
5. Макиенко Н.И. Общий курс слесарного дела / Макиенко Н.И. - М. Высшая школа, 1999.
6. Павлють Э.И. Практика механизации слесарных работ / Павлють Э.И. - М. Машиностроение, 1998.
7. Яковлев В.Н. Справочник слесаря-монтажника / Яковлев В.Н. - М. Машиностроение, 1983.

Редактор Проскурина И.А.

ЛР 65-13 от 15.02.99. Подписано в печать \_\_\_\_\_

Формат 60×84/16. Уч.изд.л. 4,8 Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ № 205

РИО ФГОУ ВПО АЧГАА

347740, Зерноград, Ростовской области, ул. Советская, 15.