

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

Кафедра «Технический сервис»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ В МАСТЕРСКИХ**

**Оренбург 2017**

Составители: ст. преподаватель И.М. Затин

ст. преподаватель П.Г. Учкин

**Методические указания к учебной практике в мастерских.** – Оренбург,  
2017

Методическое указание предназначено для студентов различных направлений подготовки, изучающих дисциплину «Материаловедение и ТКМ»

## СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИКЕ В СЛЕСАРНОЙ МАСТЕРСКОЙ	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИКЕ В СТАНОЧНОЙ МАСТЕРСКОЙ	57
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИКЕ В КУЗНЕЧНОЙ МАСТЕРСКОЙ	84
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИКЕ В СВАРОЧНОЙ МАСТЕРСКОЙ	114
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИКЕ В ЛИТЕЙНОЙ МАСТЕРСКОЙ	154

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИКЕ В СЛЕСАРНОЙ МАСТЕРСКОЙ

## Тема 1. Общие положения о слесарной обработке металла. Разметка

**Цель занятия.** Ознакомление с общими положениями по слесарной обработке и освоение основ измерения деталей.

**Задание.** Изучить вопросы организации рабочего места слесаря и охраны труда. Уяснить назначение и устройство измерительного инструмента, получить навыки работы с ним.

### 1.1. Охрана труда и противопожарные мероприятия

Студент должен не только хорошо знать, но и строго соблюдать все правила техники безопасности и меры предосторожности при всех слесарных работах; знать причины, которые могут вызвать несчастные случаи.

Несчастные случаи на производстве чаще всего происходит по двум причинам: вследствие недостаточного освоения работающими производственных навыков и отсутствия необходимого опыта в обращении с инструментом и оборудованием; из-за невыполнения правил техники безопасности и правил внутреннего распорядка.

Основными условиями безопасной работы при выполнении слесарных операций являются правильная организация рабочего места, пользование только исправными инструментами, строгое соблюдение производственной дисциплины и правил техники безопасности.

Все вращающиеся части станков и механизмов должны иметь защитные ограждения.

Электроинструменты должны присоединяться к электрической сети при помощи шлангового кабеля, имеющего специальную жилу, служащую для заземления и зануления через штепсельную розетку, одно гнездо которой

соединено с землей или с нулевым проводом. На штепсельной вилке контакт для соединения корпуса электроинструмента с землей делается более длинным, чем остальные токоведущие контакты. Благодаря такому устройству при включении электроинструмента сначала происходит заземление или зануление, а потом включаются токоведущие контакты.

Ниже приводятся краткие правила по технике безопасности.

**До начала работы необходимо:**

- надев спецодежду, проверить, чтобы у нее не было свисающих концов. Рукава надо застегнуть или закатать выше локтя;
- проверить слесарный верстак, который должен быть прочным и устойчивым, соответствовать росту рабочего. Слесарные тиски должны быть исправны, прочно закреплены на верстаке; ходовой винт должен вращаться в гайке легко, губки тисков - иметь хорошую насечку;
- подготовить рабочее место: освободить нужную для работы площадь, удалив все посторонние предметы; обеспечить достаточную освещенность. Заготовить и разложить в соответствующем порядке требуемые для работы инструмент, приспособления, материалы;
- проверить исправность инструмента, правильность его заточки и заправки;
- при проверке инструмента обратить внимание на то, чтобы молотки имели ровную, слегка выпуклую поверхность, были хорошо насажены на ручки и закреплены клином; зубила и крейцмейсели не должны иметь зазубрин на рабочей части и острых ребер на гранях; напильники и шаберы - прочно насажены на ручки;
- проверить исправность оборудования, на котором придется работать и его ограждение;

### **Во время работы:**

- прочно зажимать в тисках деталь или заготовку, а во время установки или снятия ее соблюдать осторожность, опасаясь получить травму при падении детали;
- 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 этой стороны защитную сетку. Если по условиям работы нельзя применить защитные сетки, то рубку выполняют так, чтобы отрубаемые частицы отлетали в ту сторону, где нет людей;
- не пользоваться ненадежными подставками или неисправными приспособлениями;
- не допускать загрязнения одежды керосином, бензином, маслом.

### **По окончании работы:**

- тщательно убрать рабочее место;
- уложить инструмент, приспособления и материалы на соответствующие места;
- во избежание самовозгорания промасленных тряпок и концов и возникновения пожара убрать их в специальные металлические ящики.

### *Противопожарные мероприятия*

Вызвать пожар могут:

Случайная искра, попавшая на горючие производственные отходы (масляные концы, паклю, бумагу и другие воспламеняющиеся материалы), самовозгорание твердого минерального топлива, курение в запрещенных местах, короткое замыкание неисправных проводов и электроприборов, а также при небрежном обращении с ними и другие причины.

Для предупреждения пожаров необходимо постоянно содержать рабочее место в чистоте и порядке, осторожно обращаться с огнем, нагревательными приборами и легковоспламеняющимися материалами. Нельзя оставлять

такие материалы у рабочего места, их необходимо убирать в специальные ящики с крышками.

По окончании работы следует проверить выключены ли электрорубильники, электроприборы и осветительные точки.

При возникновении пожара необходимо немедленно вызвать учебного мастера и до его прибытия принять участие в тушении пожара имеющимися на производственном участке средствами — огнетушителями, песком и т. п. При пожаре нельзя выбивать стекла в окнах, так как от этого создаются сквозняки, увеличивающие очаг пожара. При угрожающей ситуации — вызвать пожарную команду.

### *Промышленная санитария и личная гигиена*

Задачами промышленной санитарии являются охрана здоровья рабочих и оздоровление условий труда. Это достигается устройством вентиляции, комнат отдыха, поддержанием чистоты и порядка, нормальной температуры (16-18 °C) в цехах и на участках, обеспечением хорошим естественным и искусственным освещением.

Большое значение для сохранения здоровья и повышения производительности труда имеет также личная гигиена рабочего, меры безопасности, предупреждение и устранение вредных условий. Утомление, в зависимости от условий труда, может наступать и быстрее и медленнее. Если в процессе рабочего дня приходится часто наклоняться или высоко поднимать руки (слишком высокий или низкий верстак, станок и т. д.), работать в неудобной позе, утомляемость наступает быстрее и производительность труда значительно снижается.

В результате продолжительной работы человек утомляется. Короткие перерывы и отдых во время работы предупреждают наступление утомляемости. Если рабочий работает стоя, необходимо отдыхать сидя; тот, кто работает сидя, должен отдыхать стоя. При работе рекомендуется также время от времени менять положение корпуса. Если этого не делать, то может

развиваться искривление позвоночника и сутулость, а иногда и сгорблленность.

Во время работы пыль, грязь и масло могут попадать на лицо и руки. Пот и грязь забивают поры, кожа грубеет и трескается, на ней появляются гнойнички, поэтому после работы необходимо водой с мылом тщательно вымыть лицо, шею и руки или принять душ. Перед приемом пищи следует тщательно мыть руки с мылом.

## **1.2. Основы измерений деталей и измерительный инструмент**

*Общие сведения.* Под измерением понимается сравнение одноименной величины (длины с длиной, угла с углом, площадей и т. д.) с величиной, принимаемой за единицу. Единицы измерения регламентируются Государственными общероссийскими стандартами (ГОСТ). В современном машиностроении технические измерения являются одной из важнейших основ производства, ни одна технологическая операция не выполняется без измерений размеров. Детали машин и механизмов изготавливаются в разных цехах, а иногда и на разных заводах, а в процессе сборки эти детали должны сопрягаться одна с другой без дополнительной обработки, что требует высокой точности изготовления, которую без правильного и точного измерения осуществить невозможно.

В большинстве случаев в машиностроении требуемая точность измерений колеблется от 0,1 до 0,001 мм. В соответствии с этим разработаны и конструкции измерительных инструментов и приборов.

Ни одно измерение не может быть проведено абсолютно точно. Между измеренным значением величины и ее действительным значением существует всегда некоторая разница, которая называется погрешностью измерения. Чем меньше погрешности измерения, тем, естественно, выше точность.

Точность измерения характеризует ту ошибку, которая неизбежна при работе самым точным измерительным инструментом или прибором определенного вида. На точность измерения оказывают влияние свойства материала измерительного инструмента и его конструкция. Точность измерения может быть достигнута только при условии строгого соблюдения соответствующих правил.

#### *Инструменты с непосредственным отсчетом измеряемого размера*

Этими измерительными инструментами определяют искомый размер в миллиметрах и долях миллиметра. Как правило, эти инструменты имеют шкалы (деления-штрихи), позволяющие определять искомую величину.

Для грубых измерений применяются:

линейки измерительные (масштабные) с пределами измерений (длиной) 150, 300, 500 и 1000 мм. Цена деления линейки обычно 1 или 0,5 мм. На глаз можно оценивать и доли миллиметра (до 1/4 деления шкалы);

метры складные металлические, состоящие из десяти частей (линеек) по 100 мм каждая, соединенных между собой шарнирами. Точность измерения не более 1 мм;

ленточные метры (рулетки), представляющие собой стальную ленту, на которой нанесены деления через 1 мм (реже через 0,5 мм). Лента заведена в футляр, из которого вручную выдвигается и затем вновь вводится. Длина их 1- 2 м. Точность измерения 0,5 мм.

#### *Штангенинструменты*

Штангенинструменты являются распространенными в машиностроении видами измерительного инструмента. Их применяют для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин, глубин и т. д. Все штангенинструменты основаны на применении нониусов, по которым отсчитывают дробные доли делений основных шкал.

Штангенциркули применяются трех типов: ШЦ-1, ШЦ-2 и ШЦ-3. (рис. П 1 приложения).

Штангенциркули изготавляются с пределами измерений 0 — 125 мм (ШЦ-І); 0 — 200 и 0 — 320 мм (ШЦ-ІІ), 0 — 500; 250 — 710; 320 — 1000; 500 — 1400; 800 — 2000 (ШЦ-ІІІ) и с ценой деления 0,1 мм (ШЦ-І и ШЦ-ІІІ), 0,05 — 0,1 мм (ШЦ-ІІ).

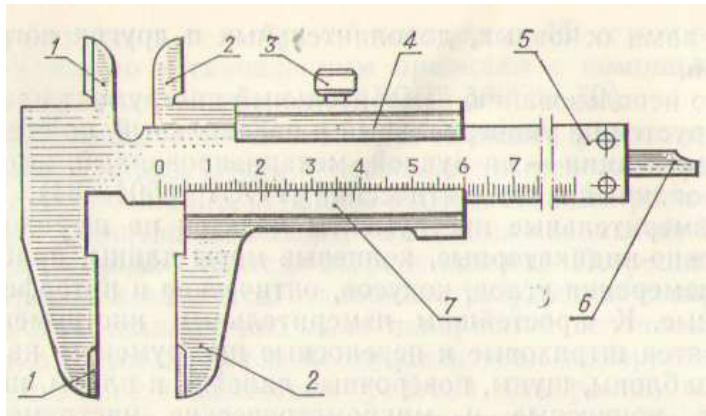


Рис. 1 Штангенциркуль-ШЦ-1:

1 — губки неподвижные; 3 — винт стопорный; 4 — рамка с губками 2 и глубиномером 6; 5 — штанга; 7 — нониус.

Штангенциркуль ШЦ-1 применяется для измерения наружных и внутренних размеров, глубин и выступов с точностью отсчета по нониусу 0,1 мм. Штангенциркуль (рис. 1) имеет штангу (линейку) 5, на которой нанесена шкала с миллиметровыми делениями. На конце этой штанги имеются неподвижные измерительные губки 1.

По штанге перемещается подвижная рамка 4 с губками 2 и глубиномером 6.

Рамка в процессе измерения закрепляется на штанге зажимом 3. Нижние губки служат для измерения наружных размеров, а верхние — для внутренних размеров. На скошенной грани рамки 7 нанесена шкала 5, называемая нониусом. Нониус предназначен для определения дробных значений цены деления штанги, т. е. для определения доли миллиметра. Шкала нониуса длиной 19 мм разделена на 10 равных частей; следовательно, каждое деление нониуса равна  $19:10 = 1,9$  мм т. е. оно короче расстояния между каждыми делениями, нанесенными на шкалу штанги, на 0,1 мм.

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

Перед измерением при сомкнутых губках нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать

При измерении деталь берут в левую руку (захватывать деталь недалеко от губок). Правая рука должна поддерживать штангу, при этом большим пальцем этой руки перемещают рамку до соприкосновения с проверяемой поверхностью, не допуская перекоса губок и добиваясь умеренного усилия (см. приложение, рис. П 2).

Рамку закрепляют большим и указательным пальцами правой руки, поддерживая штангу остальными пальцами этой руки; левая рука при этом должна поддерживать губку штанги. При чтении показаний штангенциркуль держат прямо перед глазами. Целое число миллиметров отсчитывается по шкале штанги нулевым штрихом нониуса. Дробное значение (количество десятых долей миллиметра) определяется по номеру штриха нониуса, не считая нулевого, совпадающего со штрихом штанги. Примеры отсчета показаны на рис. 2 и рис. П 3.

Рис. 2. Чтение показаний (39,7 и 61,4 мм).

Штангенциркуль ШЦ-2 с ценой деления по нониусу 0,05 мм. предназначен для наружных и внутренних измерений и разметки. Типы нониусов представлены на рис. П 4. Верхние губки штангенциркуля заострены и используются для разметочных работ.

Для грубых измерений рамку перемещают по штанге до плотного прилегания губок к поверхности измеряемой детали и после закрепления зажимом производят отсчет. Для точной установки штангенциркуля и точных измерений пользуются микрометрической подачей.

На рис. 3 показан пример определения доли миллиметра нониуса штангенциркуля - 0,05 мм. Результат – 0,35 мм.



Рис. 3. Пример отсчета штангенциркулем ШЦ-2

На точность измерения большое влияние оказывает точность установки губок штангенциркуля по отношению к измеряемой поверхности (отсутствие перекоса и нормальное усилие).

#### *Микрометрические инструменты*

Микрометр с ценой деления 0,01 мм служит для измерения наружных размеров. Существуют следующие типы микрометров.

Микрометры с верхним пределом измерений более 300 мм. Они имеют передвижные или сменные пятки, обеспечивающие возможность измерения в определенных пределах

Микрометры с верхним пределом измерений 50 мм и более снабжаются установочными мерами.

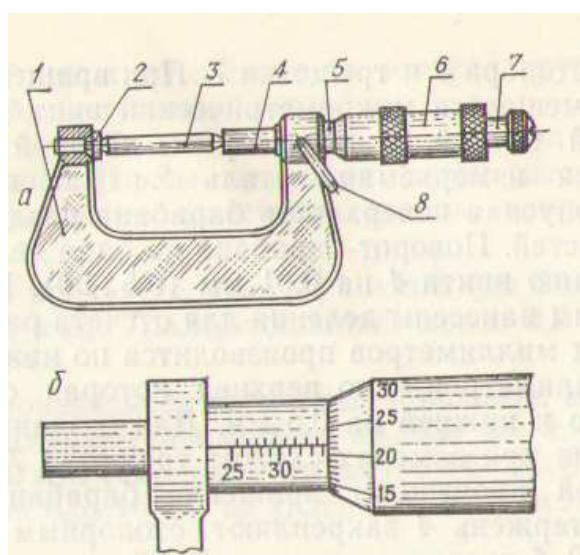


Рис. 4. Микрометр типа МК

Микрометры типа МК выпускаются с пределами измерений: 0 — 25; 25—50; 50 — 75; 75-100; 100—125; 125—150; 150—175; 175—200; 200—225; 225—250; 250 — 275; 275 — 300; 300 — 400; 400 — 500; 500 — 600 мм

Микрометр (рис. 4, а) имеет скобу 1 с пяткой 2 на одном конце и стеблем 5 на другом с барабаном 6 и микрометрическим винтом 4. Торцы пятки и микрометрического винта являются опорными поверхностями. На наружной поверхности стебля проведена продольная линия, ниже которой нанесены миллиметровые деления, а выше ее — полумиллиметровые деления. Винт 4 жестко связан с барабаном 6, на конической части барабана нанесена шкала (нониус) с 50 делениями.

На головке микрометрического винта имеется устройство (трещотка) 7, обеспечивающее постоянное измерительное усилие. Трещотка соединена с винтом так, что при увеличении измерительного усилия свыше 900 г она не вращает винт, а проворачивается. Для фиксирования полученного размера детали служит стопор 8. Шаг микрометрического винта равен 0,5 мм. Так как барабан 6 по окружности разделен на 50 равных частей (рис. 4, б), то при повороте на одно деление микрометрический винт 4, соединенный с барабаном 6, перемещается вдоль оси на 1/50 шага, т. е.  $0,5 \text{ мм} : 50 = 0,01 \text{ мм.}$ , что и составляет цену деления микрометра.

Перед измерением проверяют нулевое положение микрометра. При соприкосновении измерительных поверхностей микрометра с измерительными поверхностями установочной меры или непосредственно между собой (при пределах измерения микрометра 0 — 25 мм) нулевой штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля, а скос барабана должен открывать нулевой штрих стебля. Перед измерением протирают измерительные поверхности и устанавливают микрометр на размер несколько больше проверяемого, затем микрометр берут левой рукой за скобу 1, а измеряемую деталь помещают между пяткой 2 и торцом микрометрического винта 4. Плавно вращая трещотку, прижимают торцом

микрометрического винта деталь к пятке 2 до тех пор, пока трещотка 5 не начнет проворачиваться и пощелкивать.

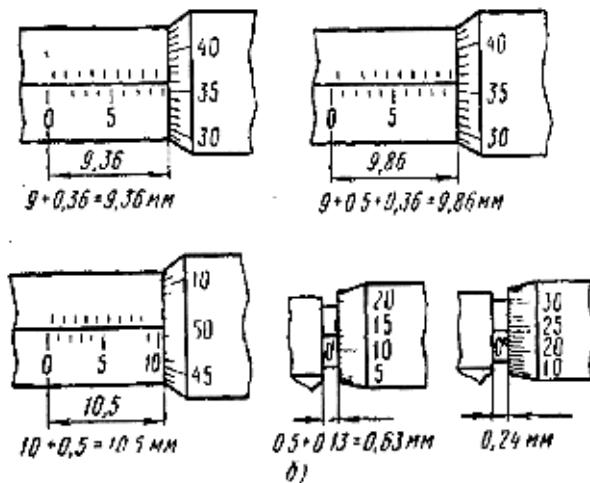


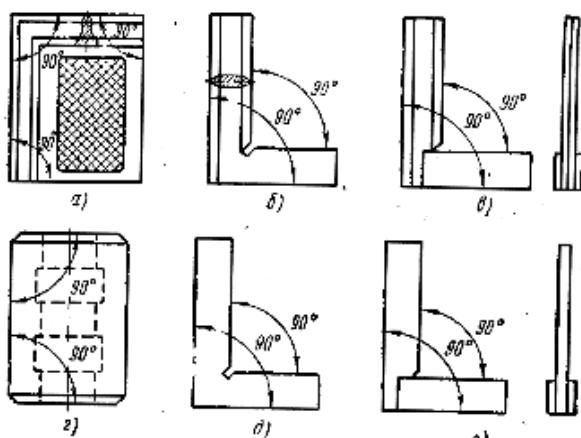
Рис.5. Чтение показаний микрометра (а), примеры отчета(б)

делений верхней шкалы стебля. Сотые доли миллиметра определяют по конической части барабана по порядковому номеру (не считая нулевого) штриха барабана, совпадающего с продольным штрихом стебля. Примеры отсчета показаны на рис. 5

#### Инструменты для измерения углов

Для измерения наружных и внутренних углов в слесарном деле применяют угольники, угломеры и угломерные плитки.

Угольники поверочные изготавливаются следующих типов: УЛ — лекальные плитки (рис. 6, а), УЛП — локальные плоские (рис. 6, б), УЛШ — лекальные с широким основанием (рис. 6, в), УЛЦ — локальные цилиндрические (рис. 6, г), УП — слесарные плоские (рис. 6, д), УШ — слесарные с широким основанием (рис. 6, е).



При измерении диаметра цилиндрической детали линия измерения должна быть перпендикулярна образующей и проходить через центр.

При чтении показаний микрометра целые миллиметры отсчитывают на стебле по краю скоса барабана по нижней шкале, полумиллиметры — по числу

Рис. 6. Угольники:

а — УЛ — локальные плитки, б — УЛП — локальные плоские, в — УЛШ — лекальные с широким основанием, г — УЛЦ — локальные цилиндрические, д — УП — слесарные плоские, е — УШ — слесарные с широким основанием.

Угольники выпускают четырех классов точности: 0, 1, 2 и 3-й. Наиболее точные — угольники класса 0. Точные угольники с фасками называются лекальными. Угольники 1-го класса применяют в инструментальном производстве, 2-го класса — для выполнения слесарных работ повышенной точности, 3-го класса — для грубых работ.

Для проверки прямых углов угольник укладывают на проверяемую деталь внутренней частью, а для проверки внутреннего угла — наружной частью. Наложив и слегка прижимая угольник, совмещают его другую сторону с проверяемой стороной детали и по просвету (иногда щупом) судят о точности прямого угла.

Угломеры предназначаются для измерения углов. По ГОСТ 5378-88 угломеры с нониусом изготавливают двух типов: УН — для измерения наружных и внутренних, УМ - для измерения наружных углов.

Угломер типа УН с ценой деления по нониусу (2 и 5 минут) (рис. 7а и б) позволяет измерять наружные углы от 0 до  $180^\circ$  и внутренние – от 40 до  $180^\circ$

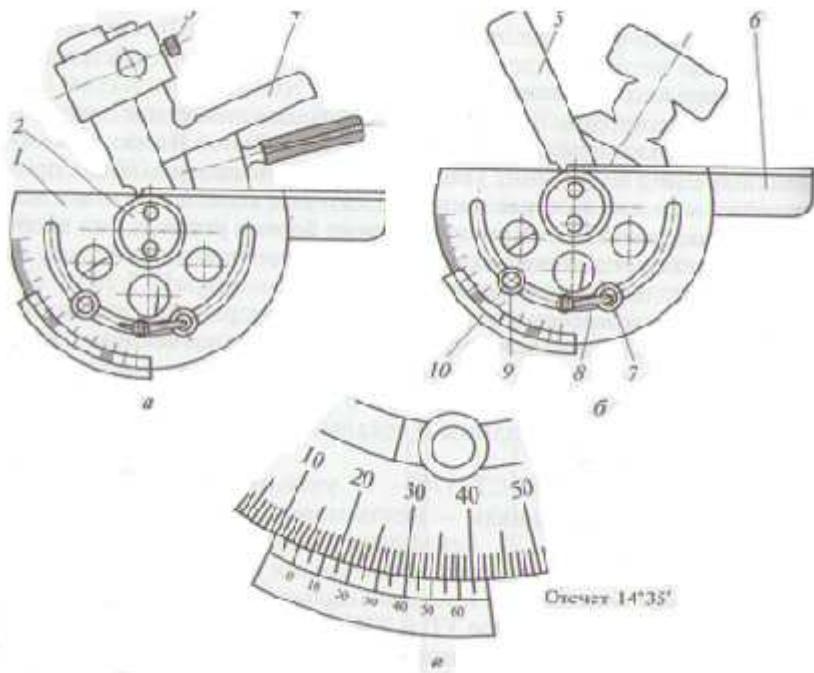


Рис. 7. Угломер типа УН:

1- Полудиск (сектор); 2 – ось; 3 – винт зажима угольника; 4 – добавочный угольник; 5 – подвижная линейка; 6 – неподвижная линейка; 7 и 8 устройство для микрометрической подачи; 9 – стопорный винт; 10 – корпус

Для измерения углов от нуля до  $90^\circ$  на неподвижную линейку 6 устанавливают добавочный угольник 4 (рис. 7а). Углы от  $90$  до  $180^\circ$  измеряют без угольника 4.

### 1.3. Организация рабочего места слесаря

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

Организация рабочего места является важнейшим звеном организации труда. Правильные выбор и размещение оборудования, инструментов и материалов создают наиболее благоприятные условия работы.

Под рациональной организацией рабочего места понимают такую организацию, при которой при наименьшей затрате сил и средств труда

обеспечиваются безопасные условия работы, достигается наивысшая производительность и высокое качество продукции.

Расстояния от тары с заготовками и готовой продукцией и от оборудования (верстака) до рабочего должны быть такими, чтобы рабочий мог использовать преимущественно движение рук. При этом учитывают, что при выполнении трудовых приемов, связанных с небольшими сопротивлениями усилию, особенно при необходимости выдержать большую точность при изготовлении деталей, в работу включают мелкие звенья руки (кисть или даже одни пальцы). При выполнении приемов, связанных со средними усилиями при их небольших амплитудах, движение совершают за счет мышц плеча и предплечья и, наконец, при выполнении приемов, связанных со значительным усилием (6 - 8 кг), в движении принимает участие вся рука и даже корпус рабочего.

На рабочем месте должны находиться только те предметы, которые необходимы для выполнения данного задания. Предметы, которыми рабочий пользуется чаще, размещают ближе, на площади в пределах дуг радиусом 350 мм, описываемых кистями правой и левой руки при повороте в локтевом суставе.

Предметы, которыми рабочий пользуется реже, ложут дальше, но не далее чем в пределах площади, ограниченной дугами радиусом 550 мм достигаемости свободно вытянутых рук при наклоне корпуса вперед (по направлению к верстаку) не более 30°.

Все предметы, которые приходится брать двумя руками, укладывают прямо перед собой.

Приспособления, материалы и готовые детали располагают в специальных ящиках (таре), находящихся на отведенных для них местах.

Измерительные инструменты хранят в специальных футлярах или в деревянных коробках

Режущие инструменты (напильники, метчики, сверла, развертки и др.) хранят на деревянных подставках (планшетах).

После окончания работы использованные инструменты и приспособления очищают от грязи и масла и протирают. Поверхность верстака очищают щеткой от стружки и мусора.

Большинство рабочих мест оборудуется слесарным верстаком, на котором устанавливают тиски и раскладывают необходимые для работы инструменты, приспособления, материалы; на специальных планшетах размещают документацию — технологические карты, чертежи.

Рабочие места должны иметь хорошее индивидуальное освещение. Свет должен падать на обрабатываемый предмет, а не на лицо рабочего. Желательно, чтобы свет был рассеянным и не создавал бликов, мешающих работать.

Слесарный верстак является основным видом оборудования рабочего места для выполнения ручных работ и представляет собой специальный стол, на котором выполняют слесарные работы. Он должен быть прочным и устойчивым. Каркас верстака сварной, из чугунных или стальных труб, стального профиля (уголка). Крышку (столешницу) изготавливают из досок толщиной 50 — 60 мм (из твердых пород дерева). Столешницу, в зависимости от характера выполняемых на верстаке работ, покрывают листовым железом толщиной 1 — 2 мм, линолеумом или фанерой. Столешницу окантовывают бортиком, чтобы с нее не скатывались детали.

Под столешницей верстака находятся выдвижные ящики (не менее двух), разделенные на ряд ячеек для хранения в определенном порядке инструментов, мелких деталей и документов.

Многоместные слесарные верстаки имеют существенный недостаток: если один рабочий выполняет точные работы (разметку, опиливание, шабрение), а другой производит рубку или клепку, то последний будет мешать работе первого.

На верстаке устанавливают тиски. Высота верстака с установленными на нем тисками определяется в соответствии с ростом работающего. При выборе высоты установки параллельных тисков согнутую в локте левую руку

ставят на губки тисков, при этом концы выпрямленных пальцев руки должны касаться подбородка.

Столовые тиски устанавливают на такую высоту, чтобы - согнутая в локте левая рука, поставленная на губки тисков, касалась подбородка согнутыми в кулак пальцами.

При малом росте рабочего используют специальные регулируемые по высоте подставки (решетки) под ноги.

#### **1.4. Разметка**

*Понятие о разметке.*

Чтобы при обработке снять с заготовки только припуск и получить деталь соответствующих форм и размеров, заготовку до обработки размечают. Разметка заключается в нанесении на поверхность заготовки линий (рисок), определяющих согласно чертежу контуры детали или места, подлежащие обработке.

По разметочным рискам заготовку обрабатывают в механических цехах.

Разметка применяется преимущественно в индивидуальном и мелкосерийном производстве. На заводах крупносерийного и массового производства надобность в разметке отпадает благодаря использованию специальных приспособлений — кондукторов, упоров и т. п.

Разметка разделяется на плоскостную и пространственную (объемную).

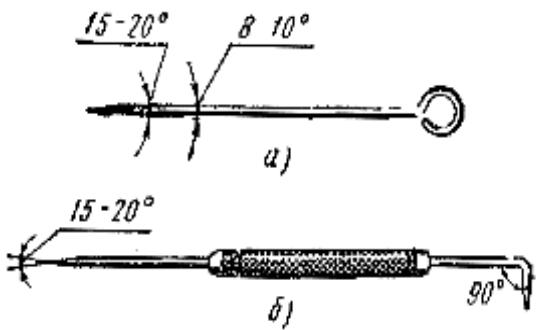
Плоскостная разметка применяется при обработке деталей, изготавливаемых обычно из листового материала. При этом ограничиваются нанесением рисок только на одной плоскости.

Пространственная разметка, наиболее распространенная в машиностроении, по приемам существенно отличается от плоскостной. Трудность пространственной разметки заключается в том, что приходится не просто размечать отдельные поверхности детали, расположенные в различных плоскостях и под различными углами друг к другу, а увязывать разметку этих отдельных поверхностей между собой.

## Инструменты для плоскостной разметки

Чертилки (иглы из инструментальной стали У10 или У12) служат для нанесения линий (рисок) на размечаемую поверхность при помощи линейки, угольника или шаблона. Для разметки на стальной хорошо обработанной поверхности применяют чертилки из латуни, а на алюминий риски наносят острозаточенным карандашом.

Широко применяют три вида чертилок: круглую, с отогнутым концом и со вставной иглой.



Чертилка с отогнутым концом

Рис. 8. Чертилки:  
а - круглая, б - с отогнутым концом

представляет собой стальной стержень, заостренный с двух сторон, один конец которого отогнут под углом  $90^\circ$  (рис. 8, б). Средняя часть чертилки утолщена и на ней сделана накатка. Отогнутым концом наносят риски в труднодоступных местах.

Чертилки должны быть остро заточенными. Чем острее рабочая часть их, тем тоньше будет разметочная линия и выше точность разметки. Затачивают чертилки на заточных станках. Надев предохранительные очки, включают заточной станок. Чертилку берут левой рукой за середину, а правой рукой за конец, противоположный затачиваемому. Выдерживая угол наклона относительно абразивного круга, с легким нажимом прикладывают чертилку конусом к вращающемуся кругу, равномерно вращая ее пальцами правой руки. Во избежание отпуска острие чертилки периодически охлаждают.

Кернер применяется для нанесения углублений (кернов) на предварительно размеченных линиях. Углубления делаются для того, чтобы линии были отчетливо видны и не стирались в процессе обработки детали. Кернят также углубления под отверстия. Изготавливают кернера из инструментальной углеродистой стали У7А, У7, У8 и У8А. Рабочую часть кернеров (острие) термически обрабатывают на длине 15 — 30 мм до твердости HRC 52 — 57, а ударную часть — на длине 15 — 25 мм до твердости HRC 32 — 40. Средняя часть кернера имеет накатку для удобства работы.

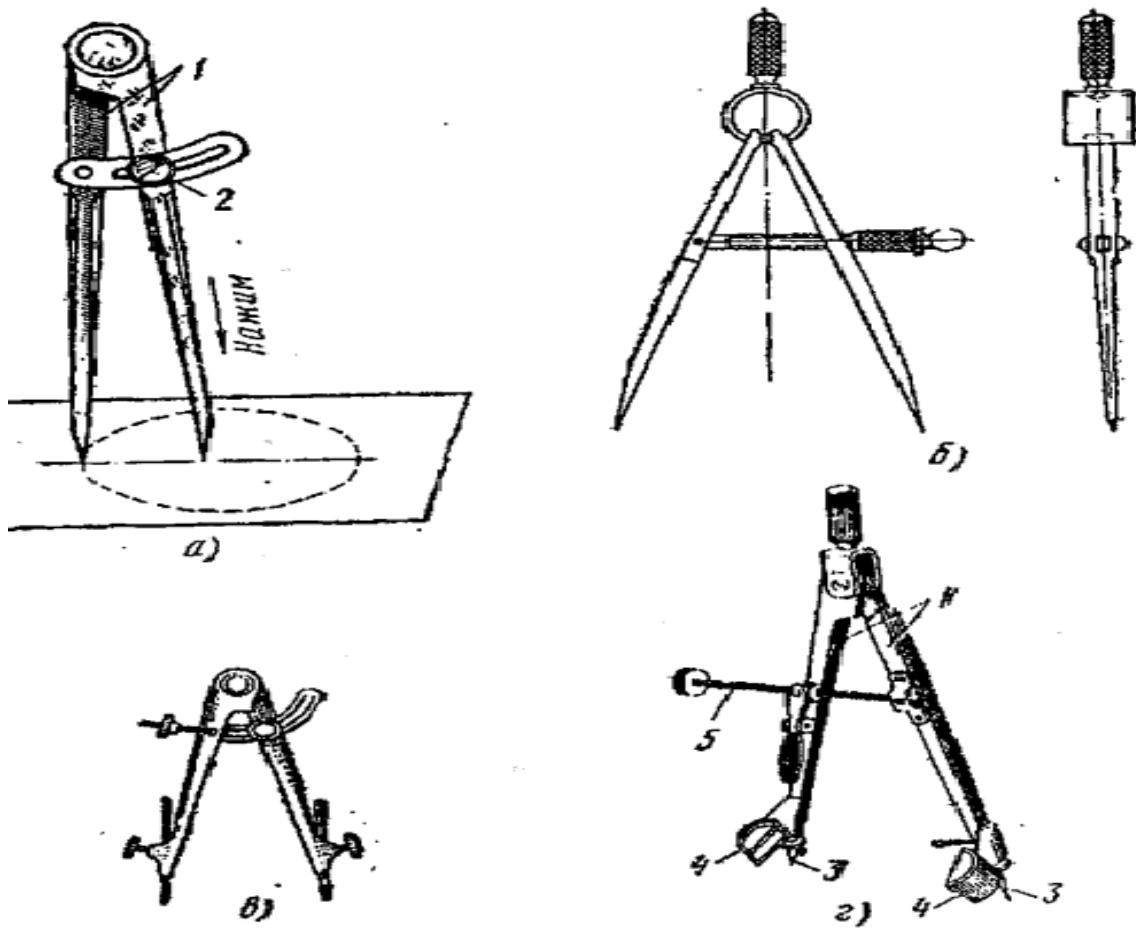


Рис.9. Циркули

Циркули используют для разметки окружностей и дуг, для деления отрезков, окружностей и для геометрических построений. Циркулями пользуются и для переноса размеров с измерительных линеек на деталь.

Виды циркулей: простой или с дугой (рис. 9, а) и пружинный (рис. 9, б). Простой циркуль состоит из двух шарнирно соединенных ножек 1 (см. рис. 9,

а) целых или со вставными иглами (рис. 9, в), он позволяет фиксировать винтом 2 установку нужного раствора ножек.

### *Подготовка к разметке.*

Перед разметкой необходимо выполнить следующее:

- очистить заготовку от пыли, грязи, окалины, следов коррозии (стальной щеткой, ветошью...);
- тщательно осмотреть заготовку, при обнаружении раковин, пузрей, трещин и т. п. их точно измерить и, составляя план разметки, принять меры к удалению этих дефектов в процессе дальнейшей обработки (если это возможно). Все размеры заготовки должны быть тщательно рассчитаны, чтобы после обработки на поверхности не осталось дефектов;
- изучить чертеж размечаемой детали, выявить ее особенности, размеры детали и назначение; мысленно наметить план разметки (установку детали на плите, способ и порядок разметки). Припуски на обработку в зависимости от материала и разметров детали, ее формы, способа установки при обработке берут из справочников;
- определить поверхности (базы) заготовки, от которых следует откладывать размеры в процессе разметки. При плоскостной разметке базами могут служить обработанные кромки заготовки или осевые линии, которые наносят в первую очередь. За базы также удобно принимать приливы, бобышки;
- подготовить поверхности к окрашиванию.

Окрашивание поверхностей. Для окраски используют различные составы.

Мел, разведенный в воде. На 8 л воды берут 1 кг мела. Состав доводят до кипения, затем для предохранения слоя краски от стирания в него добавляют жидкий столярный клей из расчета 50 г на 1 кг мела. После добавления клея состав еще раз кипятят. Во избежание порчи состава (особенно в летнее время) в раствор добавляют немного льняного масла и сиккатива. Такой краской покрывают черные необработанные заготовки. Окрашивание

производится малярными кистями; распылителями, которые, кроме ускорения работы, обеспечивают равномерную и прочную окраску.

Обыкновенный сухой мел. Им натирают размечаемые поверхности. Окраска получается менее прочной. Этим способом окрашивают необработанные поверхности мелких неответственных заготовок.

Раствор медного купороса. На стакан воды берут три чайные ложки купороса и растворяют его. Очищенную поверхность покрывают раствором купороса кистью. На поверхности заготовки осаждается тонкий слой меди, на который хорошо наносятся разметочные риски. Этим способом окрашивают только стальные и чугунные заготовки.

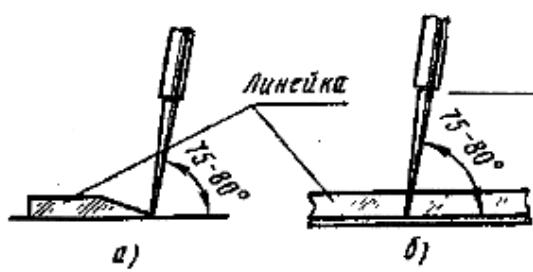
Быстро сохнущие лаки и краски применяют для покрытия поверхностей больших обработанных стальных и чугунных отливок. Цветные металлы, горячекатаный листовой и профильный стальной материал лаками и красками не окрашивают.

При нанесении краски заготовку держат в левой руке в наклонном положении. Тонкий и равномерный слой краски наносят на плоскость перекрестными вертикальными и горизонтальными движениями кисти. Раствор во избежание потеков набирают только концом кисти в небольшом количестве.

#### *Приемы разметки*

Разметочные линии наносят в такой последовательности: сначала проводят горизонтальные, затем — вертикальные, после этого — наклонные и последними — окружности, дуги и закругления. Вычерчивание дуг в последнюю очередь дает возможность проконтролировать точность

расположения прямых линий: если они нанесены точно, дуга замкнет их и сопряжения получатся плавными.



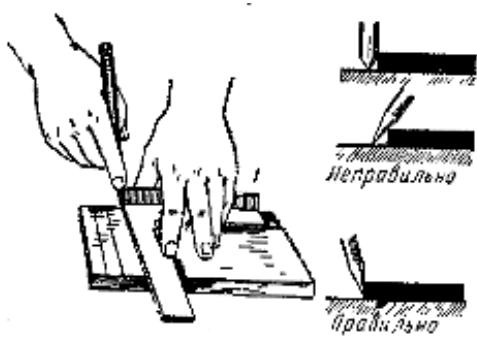
Прямые линии наносят чертилкой, которая должна быть наклонена в сторону от линейки (рис. 10, а) и по

направлению

*Рис. 10. Углы наклона чертилки*

перемещения чертилки (рис. 10, б). Углы наклона должны соответствовать указанным на рисунке и не изменяться в процессе нанесения рисок, иначе риски будут не параллельными линейке. Чертилку все время прижимают к линейке, которая должна плотно прилегать к детали.

Риску ведут только один раз. При повторном проведении линий невозможно попасть точно в то же место, в результате получается несколько параллельных линий. Если линия нанесена плохо, ее закрашивают и проводят вновь.



Перпендикулярные линии (не в геометрических построениях) наносят при помощи угольника. Деталь (заготовку) кладут в угол плиты и слегка прижимают грузом, чтобы

она не сдвигалась в процессе разметки.

Первую риску проводят по угольнику,

*Рис. 11 Нанесение параллельных линий*

полку которого прикладывают к боковой поверхности разметочной плиты. После этого угольник прикладывают полкой к боковой поверхности и проводят вторую риску, которая будет перпендикулярна первой.

Параллельные линии наносят при помощи угольника (рис. 11), перемещая его на нужное расстояние.

Разметка углов и уклонов производится при помощи транспортиров и угломеров. При разметке транспортир устанавливают на заданный угол, удерживая левой рукой основание его, а правой рукой поворачивая широкий конец линейки до тех пор, пока конец линейки, имеющий форму стрелки, не совпадет с делением заданных градусов, нанесенных на основании. После

этого линейку закрепляют шарнирным винтом, а затем чертилкой наносят линии.

## Приложения

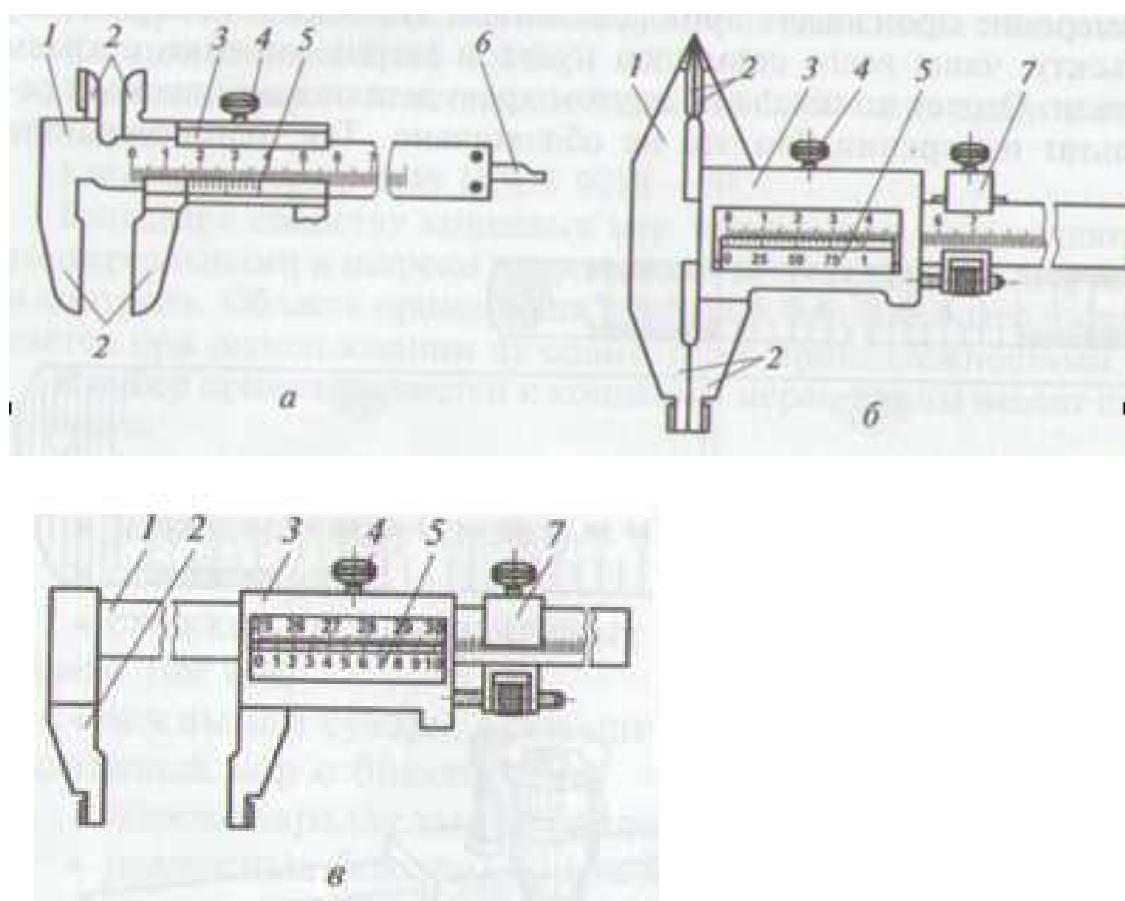


Рис. П1. Штангенциркули типа: а – ШЦ-1; б – ШЦ-2; в – ШЦ-3



Рис. П2. Измерение наружного размера

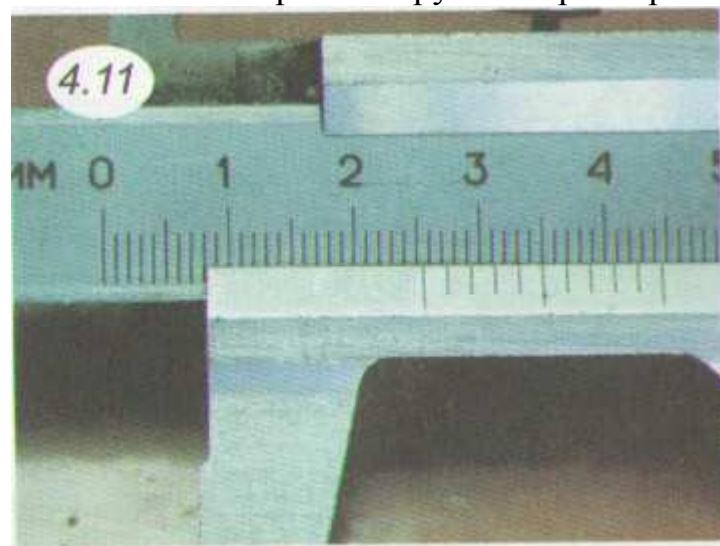


Рис. П3. Определите размер

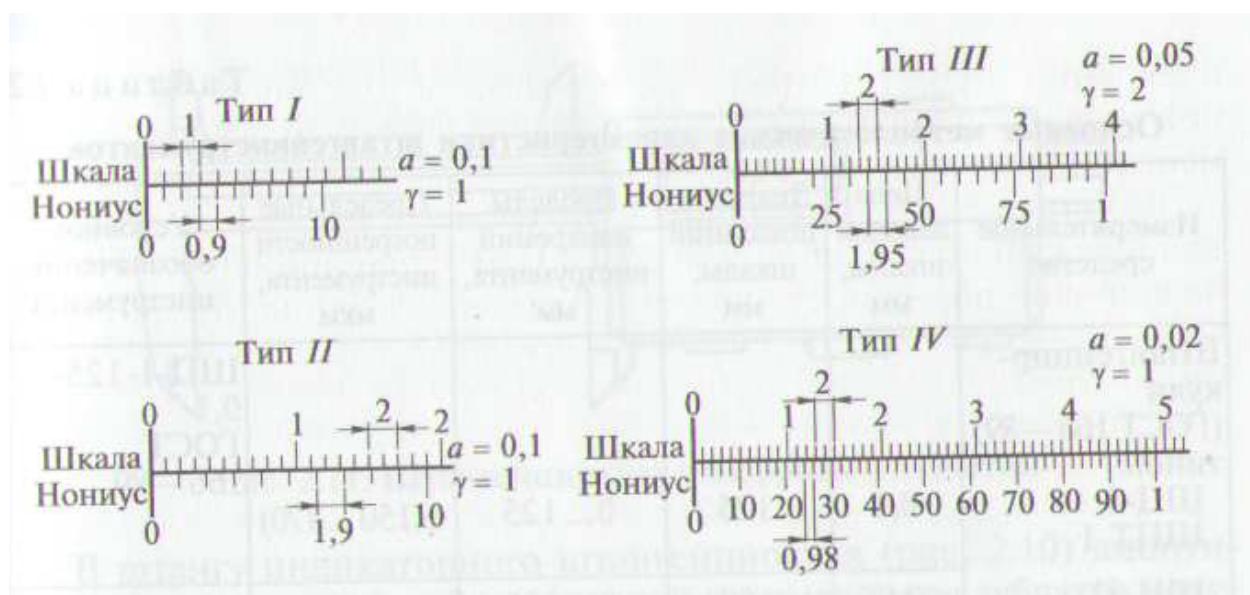


Рис. П4. Типы нониусов



Рис. П5. Измерение внутреннего размера  
отверстия

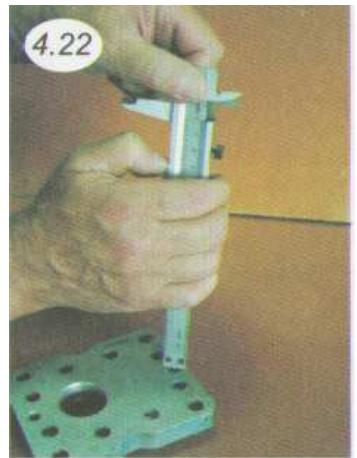


Рис. П6. Измерение  
глубины

## Тема 2. Правка, гибка, рихтовка, рубка, резка и опиливание металла

Цель занятия. Ознакомление с особенностями перечисленных операций, оборудованием и инструментом, освоение приемов работы.

Задание. Уяснить цели выполнения соответствующих операций. Изучить основы рациональных приемов работы и организацию рабочих мест. Ознакомиться с инструментом и оборудованием.

Изучить безопасные приемы работы и правила техники безопасности.

Выполнить практические упражнения по заданию.

### 2.1. Правка и рихтовка металла

Правка и рихтовка заключаются в исправлении геометрической формы заготовок или изделий. Дефекты формы: вмятины, выпучины, волнистость, коробление и др.

Способы правки: в холодном и нагретом состоянии; ручная (на плите или наковальне) и машинная (на правильных вальцах, прессах).

Оборудование:

Правильные плиты — стальные или чугунные с размером стороны от 400 до 3000 мм с ровной рабочей поверхностью.

Молотки с круглым гладким (полированным) бойком массой 400 — 500 г.

Для правки тонких листов — деревянные молотки (киянки) или бруски (гладилки).

Для правки изделий из цветных металлов и сплавов - молотки со вставными бойками из меди, свинца или дерева (рис. 1).

Пресс, листогибочная машина применяют, когда правка молотками оказывается неэффективной

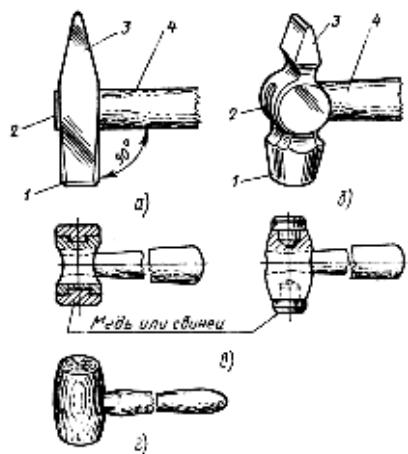


Рис.1 Слесарные молотки

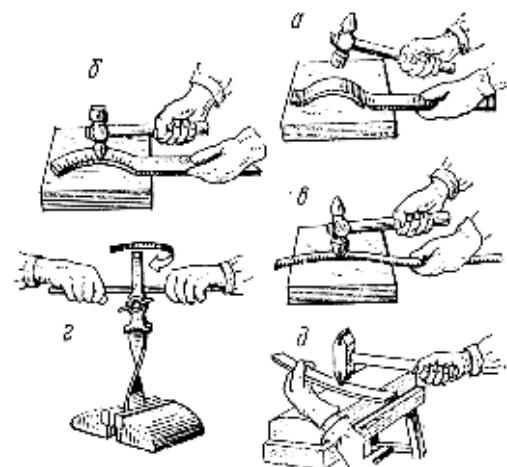


Рис.2. приемы правки и  
рихтовки металла полосового  
и круглого сечения

### Основные приемы правки

*Полосовой металл.* На выпуклой стороне отмечают мелом границы изгибов, укладывают полосу на плиту так, чтобы она опиралась на две точки. Наносят удары по выпуклости до исправления ее. Затем поворачивают полосу на другую сторону и выравнивают ее (рис. 2).

При нескольких выпуклостях сначала выправляют ближайшие к концам.

*Пруток.* Удары молотком наносят по выпуклости от краев к средней ее части. По мере выпрямления изгиба силу удара уменьшают. Заканчивают правку легкими ударами поворачивая пруток вокруг его оси.

*Листовой металл.* Выпуклые участки обводят мелом, укладывают лист на плиту выпуклостью вверх. Края листа не должны свешиваться. Правку начинают с ближайшего к выпучине края листа по направлению к выпуклости. Затем удары наносят по второму краю листа, по первому краю наносят второй ряд ударов и т.д. Удары частые, но не сильные. Не допускают несколько ударов по одному месту. От ударов материал вытягивается и постепенно выравнивается (рис. 3).

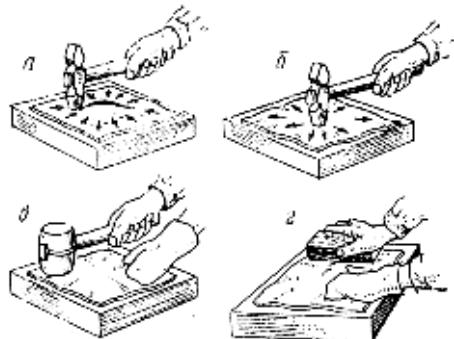


Рис. 3. Приемы правки листового материала

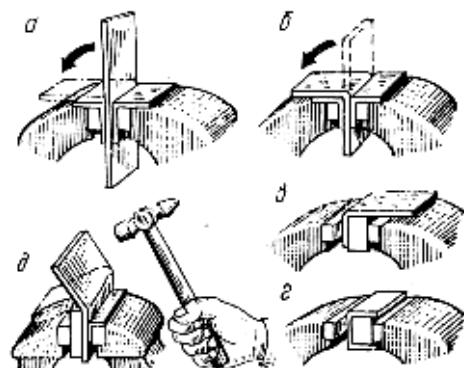


Рис.4. Приемы гибки полос

Правка закаленных деталей - рихтовка. В случае коробления детали, ее рихтуют. Молотки с закаленным бойком или специальные молотки с закругленной стороной бойка ( $R = 0,1$  мм). Удары легкие и частые наносят по вогнутой стороне (правка наклепом — рис. 2 б, д).

Безопасность труда: работать только исправным инструментом, в рукавицах, надежно удерживая изделие на плите (наковальне).

## 2.2. Гибка металла

Гибка — слесарная операция, обеспечивающая получение изделия заданной изогнутой формы.

Оборудование: тиски слесарные, молотки массой 400 — 500 г, гибочные приспособления, линейки измерительные, ножницы, разметочный инструмент.

Без нагрева изгибают листовую сталь толщиной до 5 мм, полосовую — до 7 мм, круг — диаметром до 10 мм. Тонкий лист гнут киянками, проволоку диаметром до 3 мм — плоскогубцами или круглогубцами.

Перед гибкой изделия необходимо рассчитать длину заготовки, длины полок, радиусы закругления, удлинение наружного слоя металла.

#### Технологические приемы гибки.

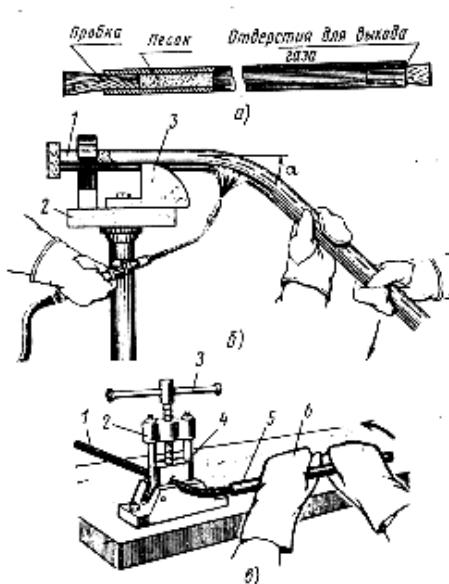
Гибка полосы на 90° (рис. 4а): нанести риску загиба (с учетом припуска на загиб 0,5 — 0,8 толщины полосы), зажать заготовку в тисках между угольниками на уровне риски и ударами молотка в сторону неподвижной губки

тисков загнуть конец полосы. Рекомендуется сначала наносить удары по верхней части полосы киянкой и формирование угла в месте перегиба — металлическим молотком.

Для гибки скобы заготовку зажимают между угольником и бруском — оправкой (рис. 4г).

Гибка труб: в горячем и холодном состоянии, с наполнителем и без него. Трубы гнут на пластине со штырями, на оправке с желобом определенной кривизны, в роликовом приспособлении (трубогиб), на роликовом станке.

Гибка труб в отжиг, разметка, трубы мелким сухим фиксация в тисках, нагрев и гибка шаблону (рис. 5). Радиус изгиба должен превышать три



горячем состоянии: наполнение стальной речным песком, приспособлении или с контролем по Радиус изгиба диаметра трубы  $D$ ,

длина нагреваемой части 3Д при угле изгиба  $45^0$  и 6Д при угле  $90^0$ . Конец трубы закрывается пробкой-заглушкой, насыпают порцию песка и обстукивают вертикально поставленную трубу молотком до глухого звука, повторяют эти операции для уплотнения песка. Затем забивают вторую пробку (с отверстиями, каналами для выхода газа). Если труба сварная, шов располагают сверху (под растяжение). Нагрев ведут газовой горелкой, паяльной лампой, в горне).

Рис. 5. Гибка труб в нагретом (горячем) состоянии:

а — изгибающая труба, б — гибка труб в горячем состоянии; в — гибка труб в трубном зажиме

Наполнитель для медных и латунных труб в горячем состоянии песок, а в холодном — канифоль, свинец, стеарин (расплавы).

### 2.3. Резка металла

*Резкой* называют отделение частей листового или сортового (профильного сечения) металла. Резку выполняют со снятием и без снятия стружки. Со снятием стружки: ручной ножовкой; на ножовочных, токарных, фрезерных станках; газовой, дуговой резкой. Без снятия стружки — ручными, рычажными и механическими ножницами, труборезами, пресс — ножницами, штампами.

#### Резка ножовкой

*Ручная ножовка* (пила) — инструмент для разрезания толстых металлических заготовок различного сечения, для прорезания шлицев, вырезки заготовок по контуру и др. работ.

Ножевочное полотно - тонкая, узкая стальная полоса с зубьями на одном ребре. Шаг зубьев, мм: 0,8 — 1,0 — медь, латунь (мягкие металлы и сплавы); 1,25-сталь, чугун (твёрдые); 1,6 — сталь отожжённая.

Для слесарных работ пользуются преимущественно ножовочными полотнами с шагом 1,25 мм. Для уменьшения трения ножовочного полотна при работе зубья разводят.

Ножевочное полотно устанавливают углом заострения зубьев от ручки (вперед), натягивают вручную (без плоскогубцев и т.п.). Натяжение считается достаточным, если полотно не прогибается при легком боковом нажатии пальцем. (рис. 6 и 7).

### *Положение корпуса работающего.*

Стоять вполоборота к губкам тисков или оси обрабатываемой заготовки; левая нога впереди, правая сзади и ступни развернуты на угол 60 — 70° при расстоянии между пятками 200 — 300 мм.

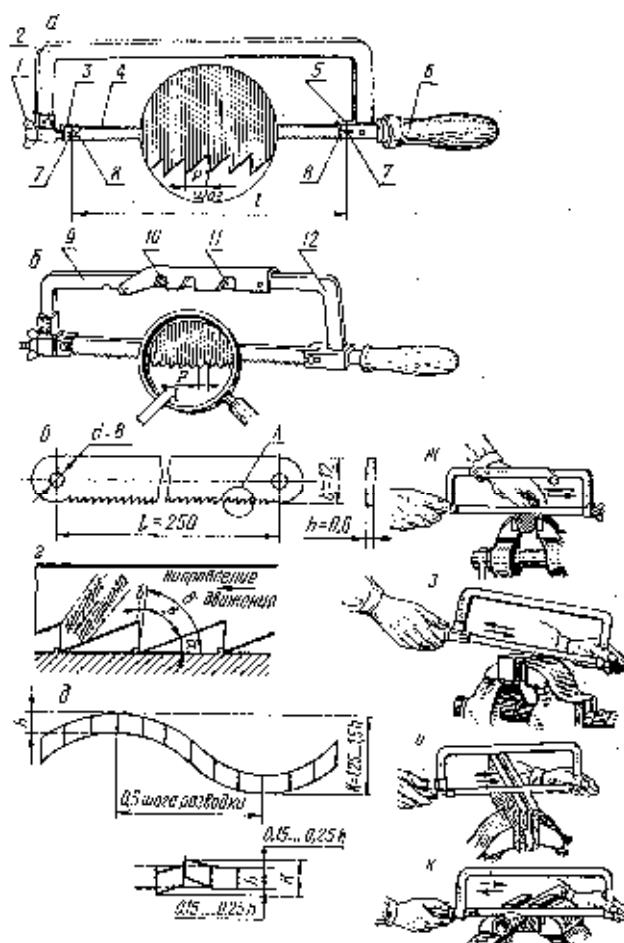


Рис. 6. Ручная ножовка

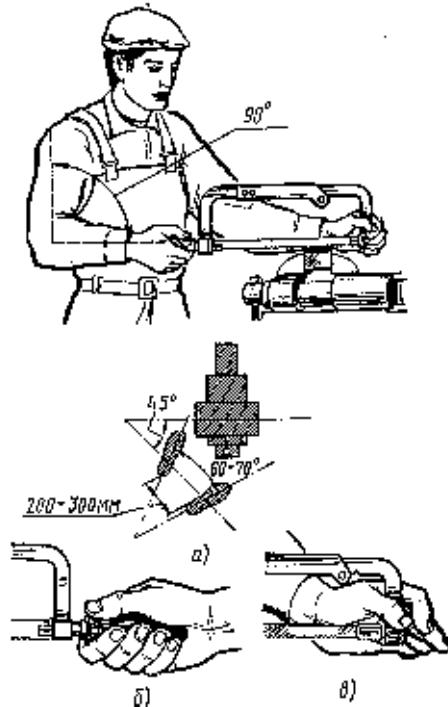


Рис.7. Рабочая поза при резании ножовкой:

а – положение корпуса работающего и его ног,

б – положение правкой руки, в – положение руки

Рукоятку ножовки (рис. 7а) охватить пальцами правой руки так, чтобы конец рукоятки упирался в середину ладони, а большой палец положить на рукоятку сверху. Левой рукой охватить натяжной винт и передний конец рамки снаружи, а большим пальцем изнутри (рис. 7 б, в).

Высота тисков: правая рука с ножовкой, установленной на губки тисков, согнутая в локте, должна образовывать прямой угол между плечевой и локтевой частями руки (рис. 7).

Во время разрезания ножовку держать в вертикальной плоскости, двигать ее плавно с частотой 30 — 60 двойных ходов в минуту. При подаче вперед осуществляют нажим обеими руками, левой — несколько сильнее.

## 2.4. Рубка металла

Рубка — слесарная операция, при которой с помощью зубила или др. режущего инструмента и молотка с поверхности заготовки снимается определенный слой металла или заготовка разрубается (прорубается).

Инструмент: зубило, крейцмейсель, канавочник (рис. 8 а, б, в).

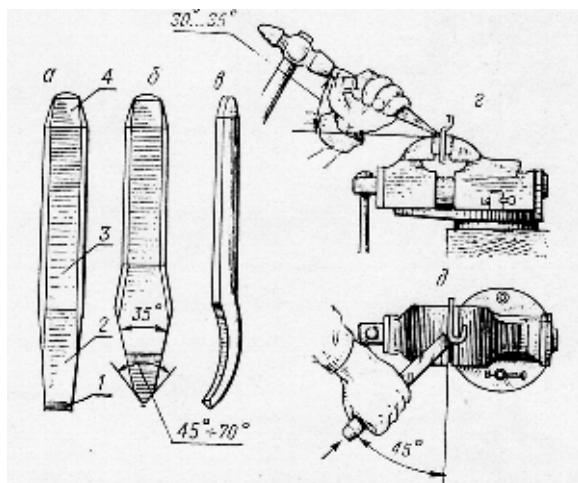


Рис. 8. Инструменты для рубки и углы наклона зубила по отношению к оси губок тисков и обрабатываемой поверхности заготовки

Зубило — стальной стержень с клиновидной режущей частью, бойком и средней частью — державкой.

Угол заострения: 35, 45, 60 и 70° — больше для твердых материалов, ширина лезвия от 5 до 20 мм.

Крейцмейсель — инструмент с узкой режущей кромкой. Для вырубать шпоночных пазов, канавок и т.п.

Слесарные молотки для рубки массой 400 — 600 г.

Работа зубила показана на рис. 9 и 10

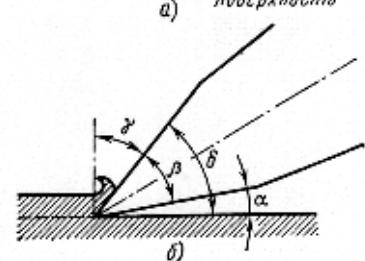
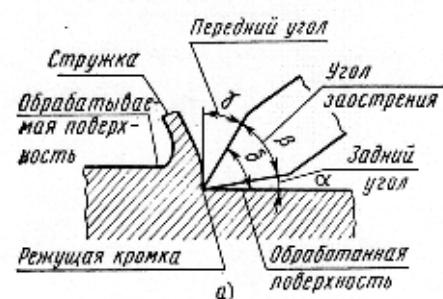
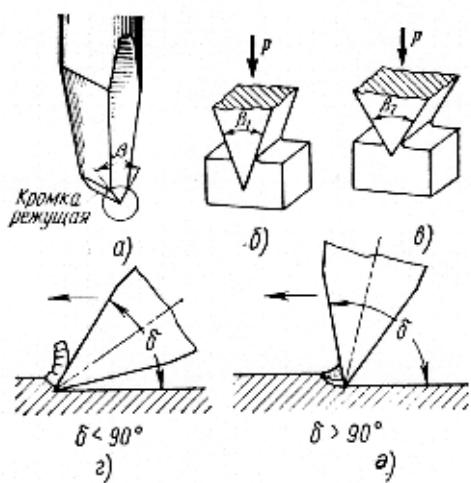


Рис.9. Условия работы зубила  
рубке;

#### *Технология рубки*

Положение корпуса и ног как и при работе ножовкой.

Установка зубила: лезвие должно находиться на линии снятия стружка продольная ось стержня располагается в вертикальной плоскости под углом  $30^{\circ}$  -  $35^{\circ}$ , а в горизонтальной плоскости (к плоск. губок тисков) — под углом  $45^{\circ}$  (рис. 8 г, д).

Рис.10. Процесс резания:  
а — элементы резания при  
б — главные углы зубила

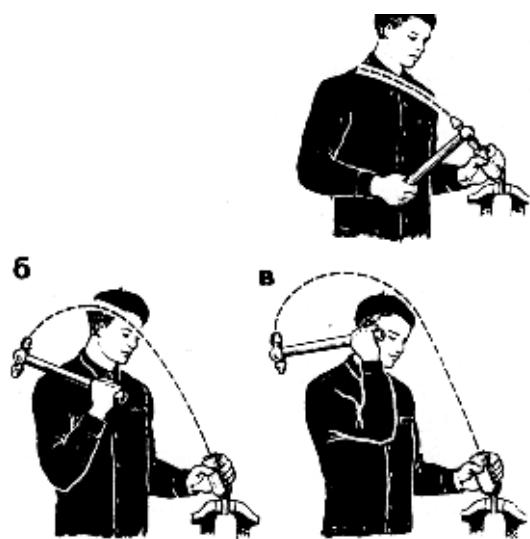


Рис.11. Удары молотком:

а – кистевой; б – локтевой; в - плечевой

Удар (кистевой, локтевой или плечевой) выбирается в зависимости от толщины обрабатываемого материала и должен согласовываться с массой молотка и длиной его рукоятки (рис. 11). Удар наносят по центру бойка сильно, уверенно и метко. При этом нужно смотреть на положение лезвия зубила (не на боек).

## 2.5. Опиливание

*Опиливание* — технологическая операция, при которой снимается слой металла с помощью напильника.

Классификация напильников.

- По виду насечки: с одинарной, двойной, рашильной (точечной, и др. видами насечки).

- По числу насечек на 10 мм длины (№№ 0,1,2,3,4,5):

№ 0 и 1 — драчевые, с крупным зубом, снимают слой металла до 1 мм;

№ 2 и 3 — личные, для чистового опиливания (слой до 0,3 мм);

№ 4 и 5 — бархатные, для окончательной отделки (снимают менее 0,05 мм).

- По форме поперечного сечения: прямоугольный, круглый, овальный и т.д. (рис. 12)

- По назначению:

- слесарные общего назначения;

- надфили (рис. 13);

- рашили — для обр. очень мягких металлов и неметаллич. материалов;

- машинные — для опиловочных станков;

- специальные и др.

- По длине – от 100 до 500 мм.

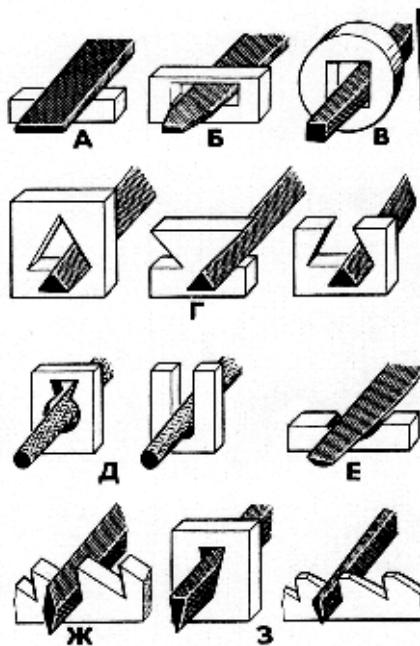


Рис. 12. Напильники по форме сечения:

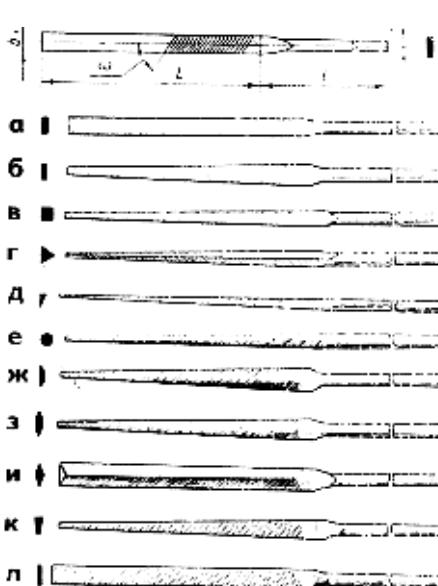
А, Б — плоские; В — квадратные; Г — трехгранные;  
Д — круглые; Е — полукруглые; Ж — ромбические;  
З — ножовочные

#### *Приемы опиливания.*

Положение корпуса как при рубке — корпус развернут на 45° относительно плоскости губок тисков.

#### Положение ног.

Левая выносится вперед, правая на расстоянии 200 — 300 мм и развернута на 60 — 70° - при средней нагрузке; при большой нагрузке (снимается толстый слой металла) - правая нога отставляется назад от левой на полшага и она является доводкой (слабом) стопы ног рядом или выполняют



основной опорой; при нажиме на напильник) располагают почти такие работы сидя.

Рис. 13. Надфили:

а — прямоугольный тупоносый; б — прямоугольный остроносый;  
в — квадратный тупоносый; г — трехгранный тупоносый;  
д — трехгранный остроносый; е — круглый тупоносый;  
ж — полукруглый тупоносый; з — овальный тупоносый;  
и — ромбический тупоносый; к — ножовочный; л — пазовый; L —  
рабочая часть; l — длина рукоятки; d — диаметр рукоятки;  
b — ширина профиля; h — толщина надфиля

Рабочие движения и координация нажима (балансировка).

Перемещать напильник строго горизонтально обеими руками вперед (рабочий ход) и назад (холостой ход) плавно без отрыва его от заготовки. Нажимать на напильник только при движении его вперед. В начале рабочего хода основной нажим выполнять левой рукой, поддерживая его горизонтально правой. Затем усилия меняются и в середине рабочего хода выравниваются. В конце рабочего хода основной нажим выполнять правой рукой, а левой поддерживать напильник. В конце рабочего хода корпус слегка наклонить вперед, упор на левую ногу.

**Тема 3. Сверление, зенкерование, нарезание резьбы, шабрение**

**Цель занятия.** Ознакомление с сущностью перечисленных операций и конструкцией инструмента, освоение приемов работы.

**Задание.** Уяснить назначение соответствующих операций.

Ознакомиться с инструментом.

Изучить основные приемы работы и правила техники безопасности

Выполнить практические упражнения.

### **3.1. Сверление**

#### **3.1.1. Общие сведения**

**Сверлением** называется процесс образования отверстий в сплошном материале режущим инструментом — сверлом. Сверление применяется: для получения неответственных отверстий невысокой степени чистоты, например под крепежные болты, заклепки, шпильки и т. д.

Сверлением отверстий диаметром до 10мм достигается 4-й класс точности 1 — 3-й классы чистоты, а при больших диаметрах — 5-й класс точности. Для обеспечения более высокой точности и чистоты поверхность подвергается дополнительной обработке — зенкерованию и развертыванию.

**Сверла** по конструкции и назначению различают: спиральные и специальные (перовые или плоские, для кольцевого сверления, ружейные, комбинированные с другими инструментами, центровочные и другие).

Наибольшее распространение в промышленности получили спиральные свела.

Спиральное сверло (рис. 1 а, б) состоит из рабочей части, представляющей собой цилиндр с двумя спиральными (винтовыми) канавками и хвостовика, между которыми расположена шейка.

Канавки на сверлах имеют специальный профиль, обеспечивающий правильное образование режущих кромок сверла и необходимое пространство для выхода стружки. Ширина и угол наклона  $\omega$  винтовой канавки должны соответствовать толщине и форме стружки.

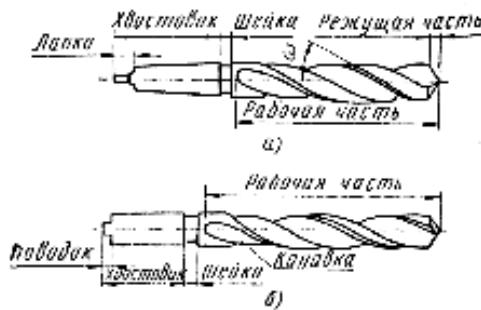


Рис. 1. Спиральные сверла:

а — с коническим хвостовиком;

б — с цилиндрическим хвостовиком

*Ручное и механизированное сверление.* Сверление производится в основном на сверлильных станках. В тех случаях, когда деталь невозможно установить на станок или отверстия расположены в труднодоступных местах сверление ведут при помощи коловоротов, трещоток, электрических и пневматических сверлильных машинок.

### 3.1.2. Процесс сверления

Для сверления обрабатываемую заготовку (деталь) (рис. 2) неподвижно закрепляют в приспособлении, а сверлу сообщают два одновременных движения: вращательное по стрелке 1, которое называется главным (рабочим) движением, или движением резания (обозначается буквой  $V$ ), и поступательное 2, направленное вдоль оси сверла, которое называется движением подачи (обозначается буквой  $S$ ).

При сверлении под влиянием силы резания происходит отделение части металла и образование элементов стружки.

Скоростью резания  $V$  называется окружная скорость сверла, измеряемая по его наружному диаметру. Скорость подсчитывается по формуле

$$V = \pi Dn / 1000, \text{ м/мин}$$

где  $V$  — скорость резания, м/мин;

D — диаметр сверла, мм;

n — число оборотов в минуту;

$\pi$  — постоянное число 3.14.

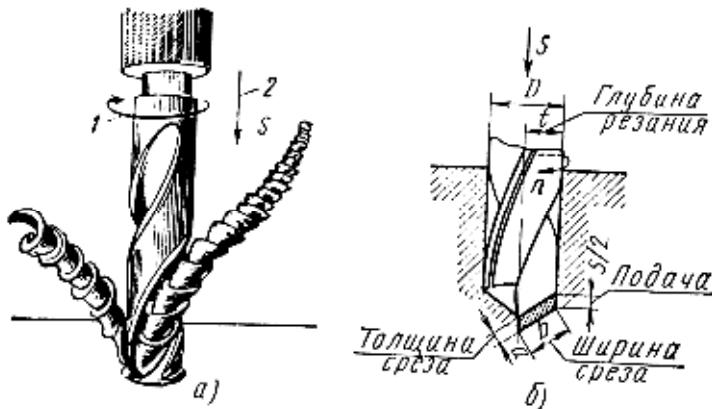


Рис 2. а — движение инструмента при сверлении;

б — элементы резания

При сверлении различают сквозные, глухие и неполные отверстия (рис.3)

Сверление глухих отверстий на заданную глубину осуществляют по втулочному упору на сверле (рис. 3а) или измерительной линейке, закрепленной на станке (рис. 3 б).

*Сверление по разметке.* По разметке сверлятся одиночные отверстия. Предварительно на деталь (рис. 4а) наносят осевые риски, круговую риску 1 определяющую контуры будущего отверстия, и контрольную риску 2 диаметром, несколько большим диаметра будущего отверстия; затем кернят углубление в центре отверстия. Керновое отверстие окружности делается глубже, чтобы дать предварительное направление сверлу. Сверление осуществляют в два приема: сначала выполняют пробное, а затем окончательное. Пробным сверлением при ручной подаче получают углубление 3 размером около 1/4 будущего отверстия. После этого удаляют стружку и проверяют концентричность лунки и круговой риски 1. Если контуры углубления 3 (лунки) смещены относительно риски 1 будущего отверстия, то от центра лунки в ту сторону, куда нужно сместить центр отверстия,

крейцмейслем прорубают 2 — 3 канавки. Затем вновь надсверливают отверстие, проверяют и окончательно просверливают его (рис. 4б).

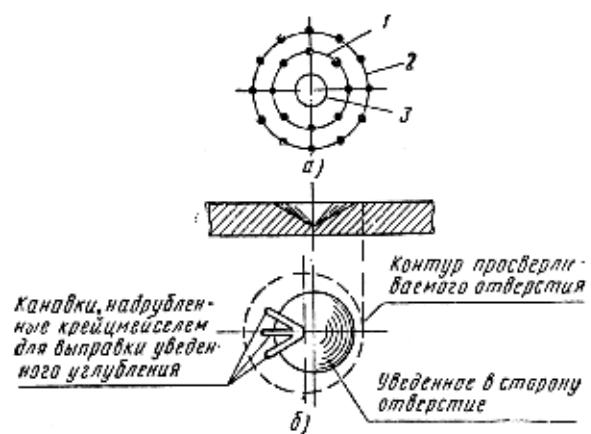
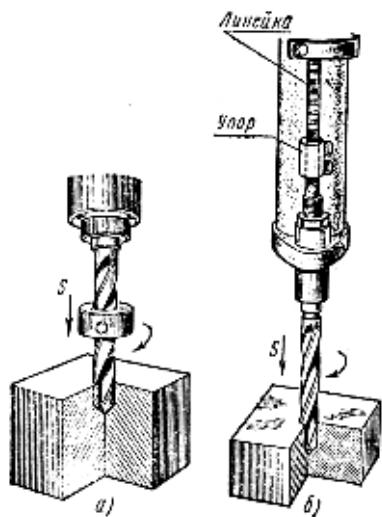


Рис 3. Сверление глухих отверстий:  
а — по втулочному упору;  
б — по измерительной линейке

Рис 4. Сверление по разметке:  
а — разметка отверстия;  
б — исправл. отверстия

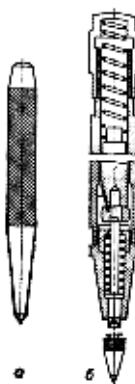


Рис 5. Кернер  
а — обыкновенный; б — автоматический (пружинный)

### 3.2. Зенкерование

#### 3.2.1. Сущность операции

Зенкерованием называется процесс обработки зенкерами цилиндрических необработанных отверстий, полученных литьем, ковкой или штамповкой или предварительно просверленных отверстий с целью увеличения диаметра, улучшения чистоты их поверхности, повышения точности.

Зенкерование является либо окончательной обработкой отверстия, либо промежуточной операцией перед развертыванием, поэтому при зенкеровании оставляют еще небольшие припуски для окончательной отделки отверстия разверткой.

Зенкерование обеспечивает точность обработки отверстий в пределах 3 — 5-го классов точности, шероховатость обработанной поверхности в пределах 4 — 6-го классов.

Зенкерование — операция более производительная, чем сверление, так как при равных скоростях резания подача при зенкеровании допускается в 2,5 — 3 раза больше, чем при сверлении.

### 3.2.2. Инструменты

Зенкер (рис. 6) состоит из рабочей части 1, шейки 4, хвостовика 5 и лапки 6.

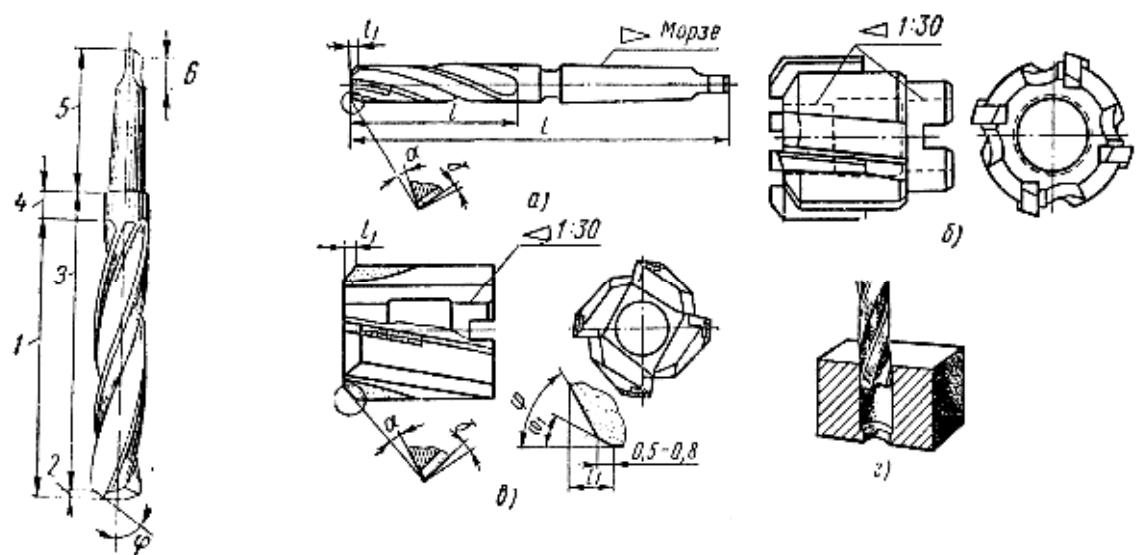


Рис. 6. Зенкер:

а — хвостовой с напаянными пластинками из твердого сплава, б — насадные со вставными ножами, в — насадные с напаянными пластинками из твердого сплава, г — работа зенкером

Цельные зенкеры с коническим хвостовиком изготавливают короткими — длиной от 140 до 250 мм и длинными — от 160 до 290 мм. Эти зенкеры

предназначены, для развертывания отверстий диаметром от 10 до 32 мм. Они имеют не менее трех зубьев. Зенкеры изготавливаются из быстрорежущей стали R18, легированной стали 9ХС или инструментальной углеродистой У12А.

Также есть зенкеры хвостовые (рис. 6а) и насадные (рис. 6в) с напаянными пластинками из твердого сплава, зенкеры насадные со вставными ножами.

**Зенкование.** Зенкерами выполняется не только зенкерование цилиндрических отверстий, но и зенкование, т. е. снятие фасок у отверстий, получение конических и цилиндрических углублений для головок винтов и заклепок, а также подрезание торцов плоскостей бобышек и т. п.

Конструкции зенкеров, применяемых при зенковании, отличаются от конструкций обычных цилиндрических зенкеров. Основной особенностью этих зенкеров (зенковок) является наличие зубьев на торце и направляющих цапф, которыми зенковка вводится в просверленное отверстие. Зенковки по форме режущей части подразделяются на конические и цилиндрические (рис.7).

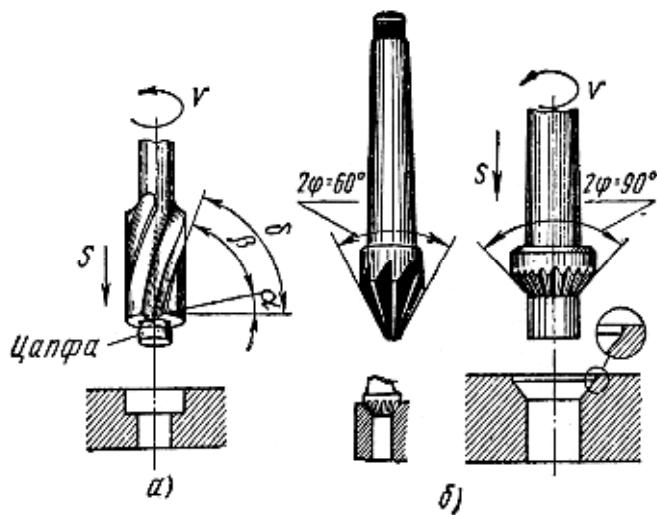


Рис. 7. Зенковки: а — цилиндрическая,  
б — коническая торцевая (ценковка)

### 3.3. Нарезание резьбы

#### 3.3.1. Понятие о резьбе

Наиболее распространенными соединениями деталей машин являются резьбовые. Широкое применение резьбовых соединений в машинах и механизмах объясняется простотой и надежностью этого вида креплений, удобством регулирования затяжки, а также возможностью разборки и повторной сборки.

Резьба бывает наружная и внутренняя. Стержень с наружной резьбой называется винтом (рис.8), деталь с внутренней резьбой — гайкой.

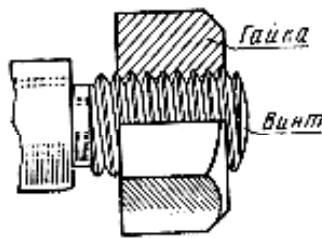


Рис. 8. Резьбовое соединение

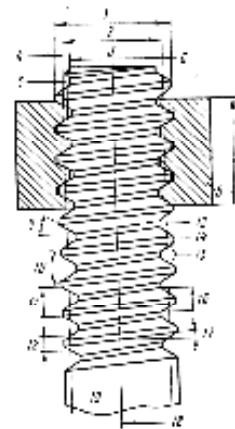


Рис . 9. Элементы резьбы:  
 1,2,3 — наружный, средний  
 внутренний диаметры;  
 10 — угол профиля;  
 11 — шаг резьбы

Винт — изделие, вввертываемое в резьбовое отверстие детали, корпуса.

Болт — изделие, работающее в сочетание с гайкой.

### 3.3.2. Элементы резьбы

У всякой резьбы различают следующие основные элементы; профиль, угол профиля, шаг, высоту профиля, основание резьбы, глубину, наружный, средний и внутренний диаметры (рис. 9).

Углом профиля резьбы называется угол, заключенный между боковыми сторонами профиля резьбы, измеряемый в плоскости, проходящей через ось болта.

Шагом резьбы  $S$  называется расстояние (мм) между вершинами двух соседних витков, измеряемое параллельно оси. У треугольной резьбы шагом является расстояние между вершинами двух витков.

Наружным диаметром  $d_0$  резьбы называется наибольший диаметр измеряемый по вершине резьбы — перпендикулярно оси. Внутренний диаметр  $d_1$  - расстояние между основаниями резьбы.

Помимо цилиндрических треугольных резьб, бывают конические треугольные, которые дают возможность получить плотное соединение; такие резьбы встречаются на конических пробках, в арматуре и т.п.

Прямоугольная резьба (рис.10 б) имеет прямоугольный (квадратный) профиль. Она не стандартизована, трудна в изготовлении, непрочная и применяется редко.

Трапецидальная резьба ленточная (рис. 10в) имеет сечение в форме трапеции с углом профиля  $30^\circ$ . У нее малый коэффициент трения, а потому применяется эта резьба для передачи движения или больших усилий: в металлорежущих станках (ходовые винты), домкратах, прессах и т. п.

Упорная резьба (рис. 10г) имеет профиль в виде неравнобокой трапеции с рабочим углом при вершине  $30^\circ$ . Основания витков закруглены, что обеспечивает в опасном сечении очень прочный профиль. Поэтому данная резьба применяется в тех случаях, когда винт должен передавать большое одностороннее усилие (в винтовым прессах, домкратах и т.п.). Также существует круглая резьба (рис. 10д), правая и левая резьба и т.д.

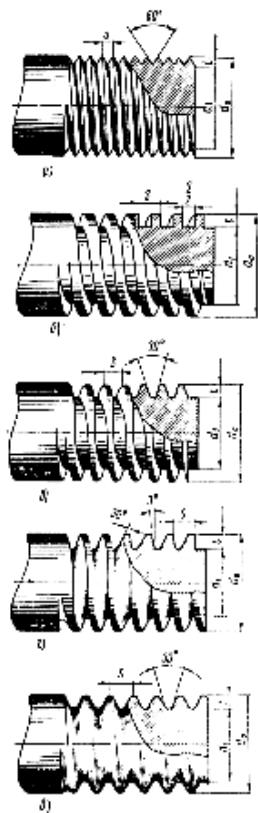
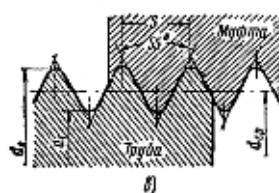
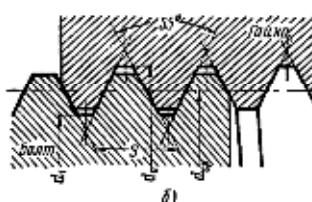
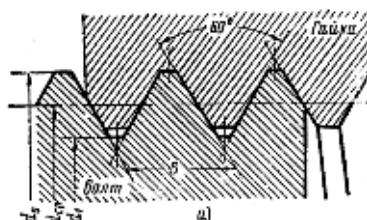


Рис. 10. Профили резьб:  
 а — цилиндрич. треугольная;  
 б — прямоугольная;  
 в — трапецидальная;  
 г — упорная;  
 д — круглая резьба

### 3.3.3. Системы резьб

В машиностроении в основном применяются три системы резьб: метрическая, дюймовая и трубная.

Метрическая резьба (рис. 11а) имеет треугольный профиль, угол профиля  $60^\circ$ , диаметры и шаг резьбы выражаются в метрической системе мер — миллиметрах. Все резьбы делятся на крупным и мелким шагом. Шаг резьбы 0,25 мм. Резьбы с крупным шагом применяются в тех случаях, когда действуют значительные нагрузки.



метрические резьбы с мелким шагом. — бмм.

крупным

применяются в на соединение значительные

Рис. 11. Системы резьб:

а — метрическая;

б — дюймовая;

в — трубная

Дюймовая резьба (рис. 11б) имеет угол профиля  $55^\circ$ ; наружный диаметр измеряют в дюймах, а шаг — числом витков (ниток), приходящихся на 1 дюйм. Один дюйм обозначается 1" и равен приблизительно 25,4 мм. Дюймовая резьба применяется преимущественно в старых машинах, а также в машинах некоторых иностранных фирм.

Трубная резьба (рис. 11в) измеряется также в дюймах и характеризуется числом ниток резьбы, приходящихся на 1". Угол профиля у нее равен  $55^\circ$ .

### 3.3.4. Инструменты для нарекания резьбы

Резьбу на деталях получает *наказанием* на сверлильных, резьбонарезных и токарных станках, а также и *накатыванием*, т. е. методом пластических деформаций. Инструментом для накатывания резьбы служат **накатные плашки, накатные ролики и накатные головки**.

Внутреннюю резьбу нарезают **метчиками**, наружную — **плашками**, **прогонками** и другими инструментами.

Метчики по назначению делятся на ручные, машинно-ручные и машинные.

По профилю: для метрической, дюймовой и трубной резьб; по конструкции - цельные, сборные (регулируемые и самовыключающиеся) и специальные.

Метчик (рис. 12) состоит из двух основных частей: рабочей и хвостовой.

Рабочей частью называется резьбовая (нарезанная) часть, участвующая непосредственно в работе. Она разделяется на заборную и калибрующую.

Хвостовик-стержень служит для закрепления метчика в патроне или удержания его в воротке (при наличии квадрата) во время работы.

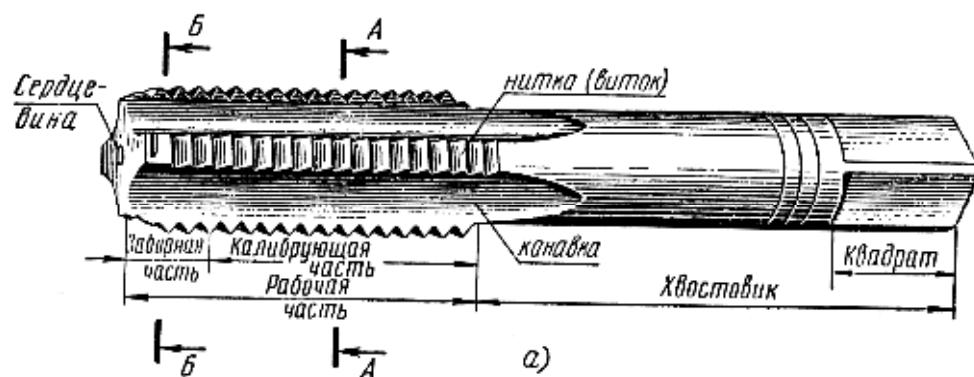


Рис. 12. Метчик

### 3.3.5. Техника нарезания резьбы

*Нарезание внутренней резьбы.* Просверленное отверстие, в котором нарезают резьбу метчиком, должно быть обработано зенкером или же проточено. При нарезании резьбы материал частично «выдавливается», поэтому диаметр сверл должен быть несколько больше, чем внутренний диаметр резьбы. Изменение диаметра отверстия при нарезании резьбы у твердых и хрупких металлов меньше, чем у мягких и вязких металлов. Если просверлить под резьбу отверстие диаметром, точно соответствующим внутреннему диаметру резьбы, то материал, выдавливаемый при нарезании,

будет давить на зубья метчика, отчего они в результате большого трения сильно нагреваются и к ним прилипают частицы металла. Резьба может получиться с рваными нитками, а в некоторых случаях возможна поломка метчика. При сверлении отверстия слишком большого диаметра резьба получится неполной.

В целях облегчения работы вороток с метчиком вращают не все время по часовой стрелке, а один — два оборота вправо и пол-оборота влево и т. д. Благодаря такому возвратно-вращательному движению метчика стружка ломается, получается короткой (дробленной), а процесс резания значительно облегчается.

*Нарезание наружной резьбы.* Наружную резьбу нарезают плашками вручную и на станках. В зависимости от конструкции плашки подразделяются на круглые, накатные, раздвижные (призматические). Круглые плашки (лерки) изготавливают цельными и разрезными.

Цельные плашки (рис. 13а) представляют собой стальную закаленную гайку 1, в которой через резьбу 2 прорезаны сквозные продольные отверстия, образующие режущие кромки и служащие для отвода стружки. С обеих сторон плашки имеются заборные части 3 длиной 1/2 — 2 нитки.

Диаметры цельных круглых плашек предусмотрены стандартом для основной метрической резьбы — от 1 до 52 мм, для трубной — от 1/8 до 1  $\frac{1}{2}$ .

Круглые плашки при нарезании резьбы вручную закрепляют в воротке.

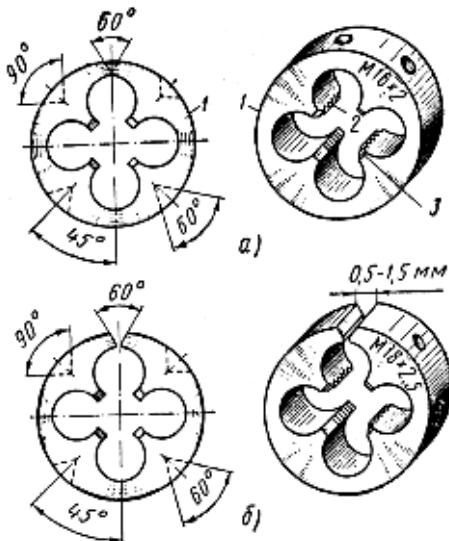


Рис. 13. Цельная (а), разрезная (б) плашки:

1 — гайка, 2 — резьба, 3 — заборная часть

Разрезные плашки (рис. 13б) в отличие от цельных имеют прорезь (0,5 — 1,5 мм), позволяющую регулировать диаметр резьбы в пределах 0,1 — 0,25 мм. Вследствие пониженной жесткости этих плашек резьба имеет недостаточно точный профиль. Бывают также резьбонакатные и раздвижные плашки.

При выборе диаметра стержня под наружную резьбу следует руководствоваться теми же соображениями, что при выборе отверстий под внутреннюю.

### 3.4. Шабрение

#### 3.4.1. Сущность и назначение шабрения

Шабрением называется операция по снятию (соскабливанию) с поверхностей деталей очень тонких слоев металла специальным режущим инструментом **шабером**. Цель шабрения — обеспечение плотного прилегания сопрягаемых поверхностей и герметичности (непроницаемости) соединений. Шабрением обрабатывают прямолинейные и криволинейные поверхности.

Шабрение широко применяется в инструментальном производстве как окончательный процесс обработки незакаленных поверхностей.

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

в отличие от шлифованной или полученной притиркой абразивами шабреная более износостойка, потому что не имеет в порах остатков абразивных зерен, ускоряющих процесс износа;

шабреная поверхность лучше смачивается и дольше сохраняет смазывающие вещества, что также повышает ее износостойкость и снижает коэффициент трения;

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

Шабрение дает возможность получить точность поверхности от 0,003 до 0,01 мм; за один проход шабером снимается слой металла толщиной 0,005 — 0,07 мм.

Ручное шабрение — трудоемкий процесс, поэтому его заменяют более производительными методами обработки на станках.

Шабрению предшествует чистовая обработка резанием.

### **3.4.2. Шаберы**

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

По форме режущей части шаберы подразделяются на плоские, трехгранные фасонные; по числу режущих концов (граней) — на односторонние (рис. 14а) и двусторонние (рис. 14в); по конструкции — на цельные и со вставными пластинками (рис. 15).

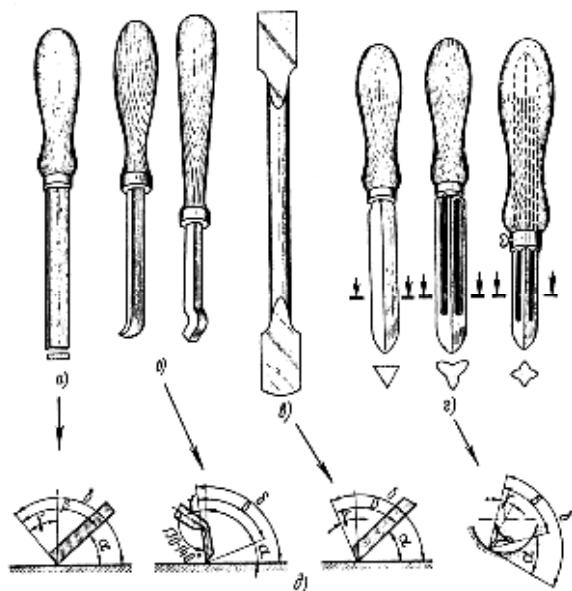


Рис. 14. Цельные шаберы

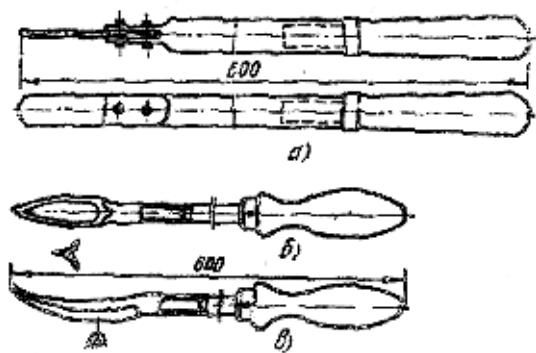


Рис. 15. Шаберы со вставными пластинками

Рациональной является выпуклая форма лезвия, очерченная дугой радиусом 30 — 40 мм для получистового шабрение и 40 — 55 мм для чистового.

Открытые плоскости шабрят шаберами с прямым концом (рис. 14а); стенки пазов, канавок и смежных плоскостей, а также мягкие металлы (алюминий, цинк, баббит и др.) — шаберами с отогнутым концом (рис. 14б).

Трехгранные шаберы (рис. 14г) применяют для шабрения вогнутых и цилиндрических поверхностей. Как правило, их изготавливают только односторонними.

Для облегчения заточки плоскостей шабер имеет желобки, образующие режущие кромки с углом заострения 60°.

### 3.4.3. Основные приемы шабрения

Перед шабрением поверхность очищают, промывают, протирают, затем на нее наносят краску.

После подготовки поверхности к шабрению выявляют неровности путем окрашивания поверхности краской. Шабровочная краска представляет собой

смесь машинного масла с лазурью и реже с суриком и ультрамарином (синька).

Лазурь можно заменить сажей, замешенной на смеси автола с керосином.

Краску измельчают так, чтобы между пальцами не ощущалось зерен. Затем краску насыпают в баночку (металлическую или стеклянную) и вливают туда масло. Чтобы краска имела консистенцию пасты, но не жидкотекучей, так как излишок масла будет расплываться по контрольной плите и проверяемая поверхность при наложении ее на плиту вся покроется краской.

*Окрашивание поверхности.* Краску наносят на поверхность плиты (рис. 16а) тампоном из чистых льняных тряпок, сложенных в несколько слоев.

Удобно наносить краску также мешочком, изготовленным из чистого полотна (холста), в который ложут краску.

Хранят тампоны и мешочки с краской в стеклянной посуде или жестяной баночке.

Перед окрашиванием с поверхности детали удаляют стружку и грязь волоссяной щеткой или чистой тряпкой, деталь осторожно ложут обрабатываемой поверхностью на поверхность плиты и передвигают.

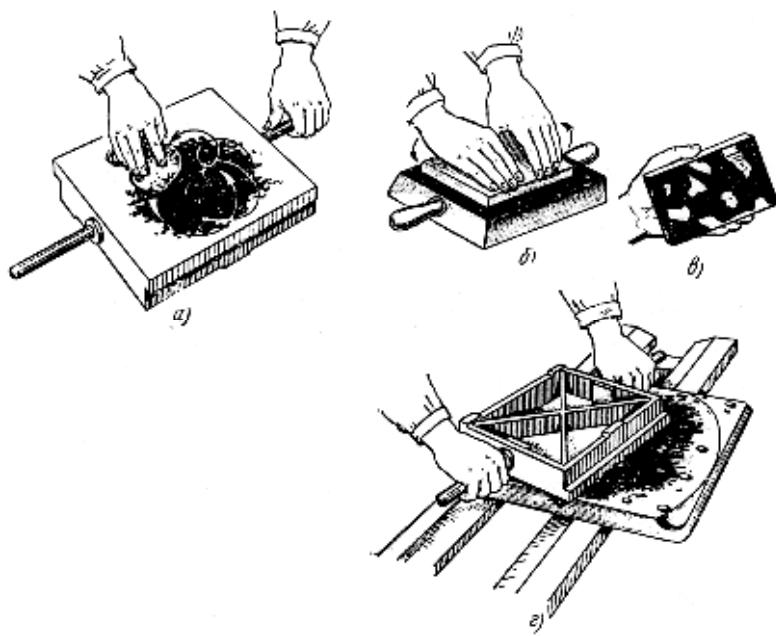


Рис. 16. Подготовка поверхности к шабрению:

- а — окрашивание плиты тампоном,
- б — перемещение детали по плите,
- в — окрашенная деталь,
- г — перемещение плиты по детали.

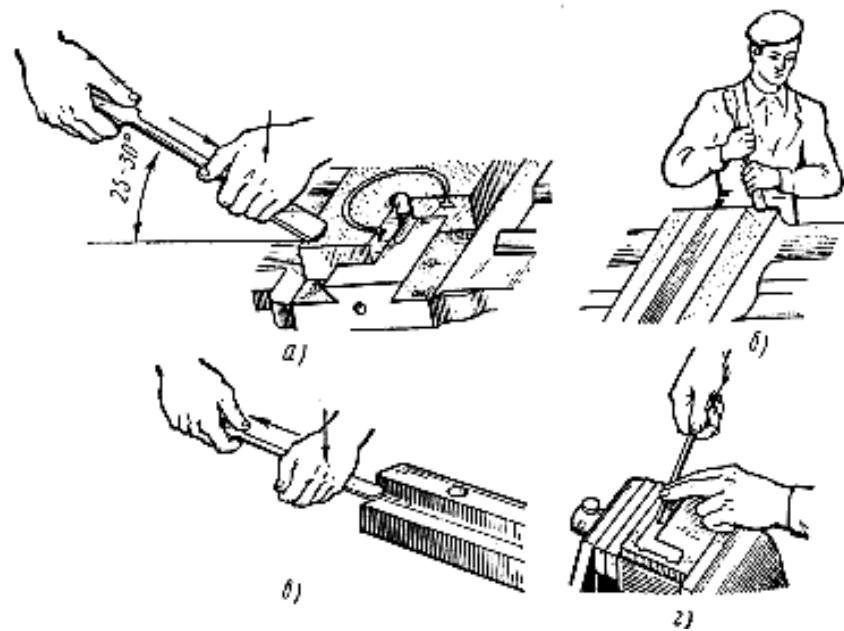


Рис. 17. Приемы шабрения плоских деталей

После двух-трех круговых движений по плите деталь осторожно снимают. На хорошо обработанных поверхностях краска ложится равномерно по всей поверхности (рис. 16в), на плохо подготовленных — неравномерно. В небольших углублениях краска будет скапливаться, а в местах более углубленных ее вообще не будет. Так возникают белые пятна — наиболее углубленные места; темные пятна — менее углубленные, в них скопилась краска; серые пятна — наиболее выступающие, на них краска ложится тонким слоем.

*Процесс шабрения* заключается в постепенном снятии металла на участках, окрашенных в серый цвет. Шабер держат правой рукой за рукоятку, а левой нажимают на его конец (рис. 17а). По отношению к обрабатываемой поверхности шабер устанавливают под углом 25 — 30°, при этом угол резания получается тупой (120°). Металл снимают скоблением. Рабочим ходом при шабрении является движение вперед, т. е. от себя, а при работе плоским шабером с отогнутым вниз концом — движение назад, т. е. на себя. При обратном движении (холостой ход) шабер приподнимают.

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИКЕ В СТАНОЧНОЙ МАСТЕРСКОЙ**

## **1 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

К станочным работам могут допускаться только лица, твердо знающие правила техники безопасности. Рассмотрим ряд общих правил по технике безопасности:

### **при работе на токарных станках:**

- следить, чтобы все предохранительные кожухи и ограждения были надеты на свои места и надежно закреплены;
- спецодежда должна быть в порядке: халат должен быть нужного размера, застегнут на все пуговицы (включая рукава); следует убрать или подвязать все, что может быть захвачено вращающимися частями (например, длинные волосы, галстук, концы косынки и пр.);
- надежно и прочно закреплять детали и инструмент;
- не оставлять ключа в патроне, а также посторонних вещей на рабочем месте;
- не прикасаться к вращающимся деталям и инструменту руками;
- уборку стружки производить щеткой или крючком при полной остановке станка;
- следить за нормальным поджимом заднего центра и смазкой центров при обработке детали в центрах;
- при отсутствии защитных экранов пользоваться защитными очками;
- не измерять размеры детали на ходу измерительными инструментами.
- соблюдать порядок на рабочем месте;
- не допускать навертывания одежды на вращающиеся детали или инструмент, в случае навертывания следует немедленно остановить станок;
- в случае замеченных неисправностей следует немедленно остановить станок и сообщить об этом мастеру.

### **при работе на сверлильных станках:**

- все механизмы привода станка (зубчатые колеса, шкивы, ремни и др.) должны быть надежно ограждены кожухами, прочно закрепленными на станке;
- крепление сверла должно быть прочным, исключающее его проворачивание и выпадение при работе, или подъеме шпинделья станка;
- деталь должна быть надежно закреплена в тисках, кондукторе или приспособлении; держать деталь в руках не допускается;
- для защиты от стружки рекомендуется использовать очки.

## **2 РАБОТА НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ**

**Цель работы:** освоить приемы управления, обслуживания и наладки станка, получить практические навыки обтачивания цилиндров, растачивания, подрезания, отрезания, нарезания резьбы метчиками и плашками.

### **Задание.**

1. Изучить сущность точения, устройство токарно-винторезного станка, приспособления и принадлежности, виды работ на токарном станке и соответствующий режущий инструмент. 2. Выполнить тренировочные упражнения по управлению токарным станком. 3. Изготовить простейшую деталь (по заданию учебного мастера). 4. Оформить отчет.

**Оснащение рабочего места.** Для проведения занятий необходимы: токарно-винторезные станки 1К62, 16К20; резцы разные, метчики, плашки круглые, сверла винтовые с цилиндрическими ( $d=8\ldots15$  мм) и коническими ( $d=15\ldots20$  мм) хвостовиками, центровочные сверла; центры и патроны трехкулачковые самоцентрирующиеся, трехкулачковые сверлильные патроны, переходные конические втулки Морзе 2/3 и 3/4, воротки для метчиков, плашкодержатели, штангенциркули, линейка измерительная; плакаты (общие виды, органы управления станков); инструкций и плакаты по приемам заточки резцов и выполнения токарных работ и организации рабочего места токаря, технике безопасности.

## 2.1 Общие сведения

Среди металлорежущих станков группа токарных занимает особое место. Она составляет около 40 % общего выпуска станков, при этом в системе агропрома и автотранса преобладают универсальные токарные станки. Их значительный удельный вес объясняется тем, что большинство деталей, применяемых в машинах и механизмах, представляют собой тела вращения, обработку которых целесообразно производить на токарных станках.

Образование новых поверхностей путем отделения слоев материала с образованием стружки называется **обработкой резанием**.

Точение наружной поверхности с движением подачи вдоль образующей линии обработанной поверхности получило название **обтачивание** (рисунок 1 *а*). Точение внутренней поверхности с движением подачи вдоль образующей поверхности есть **растачивание** (рисунок 5 *ж, з*), а точение торцевой поверхности — **подрезание** (рисунок 5 *д*). Образующая линия — это прямая или кривая линия, которая при своем движении по некоторой линии образует поверхность.

Вращательное движение заготовки есть **главное движение резания**. Прямолинейное поступательное движение режущего инструмента, предназначенное для того, чтобы распространить отделение слоя материала на всю обрабатываемую поверхность, называется **движение подачи**. В зависимости от направления различают следующие движения подачи: **продольное** и **поперечное**.

Процесс резания характеризуется **режимом резания**, т. е. совокупностью значений скорости резания *V*, подачи *S* и глубины резания *t*.

Отношение расстояния, пройденного резцом вдоль движения подачи за один оборот заготовки, называется **подачей *S***. **Глубиной резания *t*** называется расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями. При точении  $t=(d_3-d_0)/2$ , где  $d_3$  — диаметр заготовки до обработки, мм;  $d_0$  — диаметр обработанной поверхности после одного рабочего хода, мм.

**Обрабатываемая поверхность** — поверхность заготовки, которая частично или полностью удаляется при обработке. **Обработанная поверхность** — поверхность, образованная на заготовке в результате обработки. Поверхность, образуемая режущей кромкой резца во время резания, называется **поверхностью резания**.

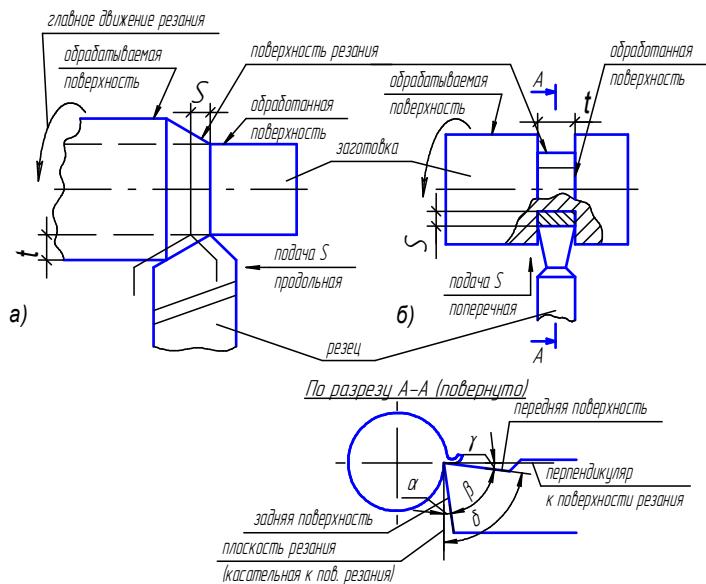


Рисунок 1 Параметры режима резания: а – при обтачивании; б – при отрезании.

Основные углы заточки резца следующие:

*задний угол  $\alpha$*  – между задней поверхностью резца и плоскостью резания – необходим для уменьшения трения задней поверхности резца о заготовку (6...12°);

*угол заострения  $\beta$*  – между передней и задней поверхностями – влияет на прочность резца;

*передний угол  $\gamma$*  – между передней поверхностью резца и перпендикуляром к плоскости резания – улучшает отвод стружки, но ослабляет лезвие (+15...-10° «-» - в другую сторону для обработки твердых материалов);

*угол резания  $\delta$*  – между передней поверхностью и плоскостью резания – с увеличением  $\delta$  увеличивается усилие резания.

**Контрольные вопросы:** 1. Что такое обработка резанием? 2. Какое течение называется обтачиванием? растачиванием? подрезанием? 3. Чем отличаются продольная и поперечная подачи? 4. Что входит в режимы резания? 5. Какие бывают углы заточки резца?

## 2.2 Устройство токарно-винторезного станка

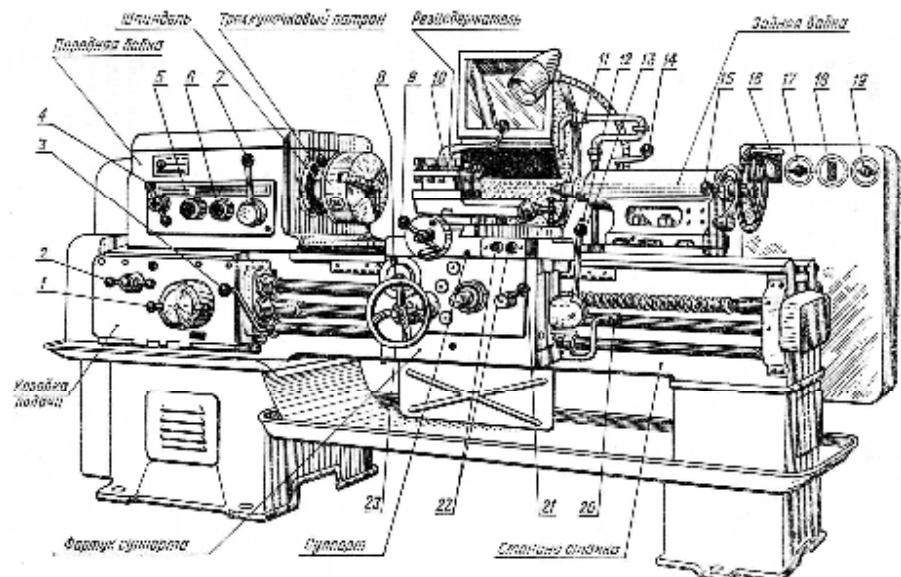


Рисунок 2 Общий вид токарно-винторезного станка 1К62.

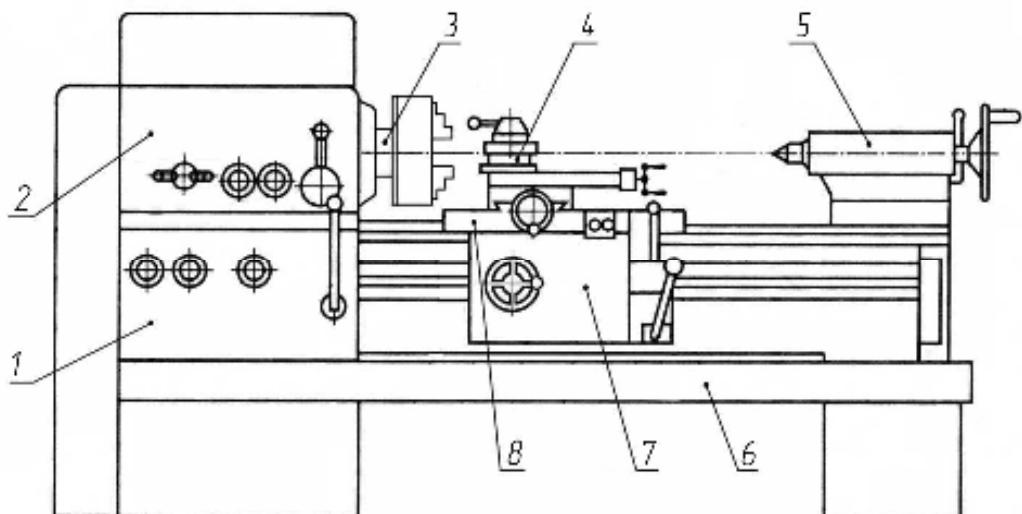


Рисунок 3 Схема токарно-винторезного станка 16К20:

1 - коробка подач, 2 - передняя бабка с коробкой скоростей, 3 - шпиндель, 4 - резцодержатель, 5 - задняя бабка, 6 - станина, 7 - фартук, 8 - суппорт.

**Токарно-винторезный станок состоит из следующих основных узлов.**

**Станина** станка (см. рисунки 2 и 3) имеет две призматические направляющие и служит для монтажа всех узлов станка.

**Передняя бабка** крепится на левом конце станины. В ней находится коробка скоростей станка, основной частью которой является шпиндель, вращающийся в подшипниках качения.

**Шпиндель** служит для сообщения заготовке главного движения с помощью различных приспособлений. На переднем конце шпинделя имеются посадочные поверхности для установки патрона или планшайбы, а внутри — коническое отверстие, куда может вставляться хвостовик центра.

**Коробка скоростей** шестеренчатого типа, ступенчатая, служит для получения различных частот вращения шпинделя.

**Коробка подач**, получая движение от вала шпинделя, обеспечивает различные частоты вращения ходовому валу и ходовому винту.

**Суппорт** служит для закрепления режущего инструмента и сообщения ему движений подачи.

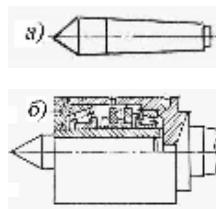
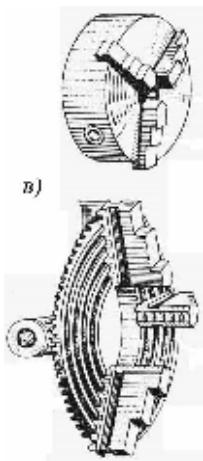
**Фартук суппорта** предназначен для преобразования вращательного движения ходового вала или ходового винта в прямолинейное поступательное движение суппорта.

**Задняя бабка** служит для закрепления центров, сверел, метчиков и др.

**Контрольные вопросы:** 1. Из каких основных узлов состоит токарно-винторезный станок? 2. Для чего служит шпиндель? коробка скоростей? коробка подач? суппорт? фартук? задняя бабка?

### **2.3 Приспособления токарных станков**

Наиболее распространенными приспособлениями являются: центры, хомутики, зажимные патроны, планшайбы, оправки, люнеты и др.



### Основные приспособления.

**Центры** применяются для установки детали на станке при отношении длины изделия к его диаметру  $l/d \geq 5$  (рисунок 4 а...б).

**Трехкулачковый самоцентрирующийся патрон** служит для закрепления заготовки правильной цилиндрической или шестигранной формы (рисунок 4 в). Его кулачки перемещаются одновременно.

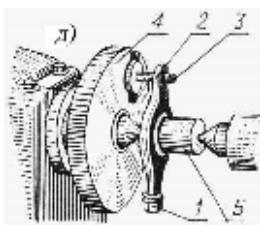
### Дополнительные приспособления.

Для зажима изделий прямоугольного сечения или неправильной цилиндрической формы применяют **четырехкулачковые патроны** (рисунок 4 г). Кулачки в таком патроне перемещаются независимо один от другого.



**Поводковый патрон** — это диск, насаживаемый непосредственно на передний резьбовой конец шпинделя или крепящийся к его планшайбе (рисунок 4 д).

**Хомутики** служат для сообщения вращательного движения изделию, установленному в центрах, от поводкового патрона на шпинделе станка. Хомутик надевают на обрабатываемое изделие и закрепляют на нем зажимным винтом (рисунок 4 д).

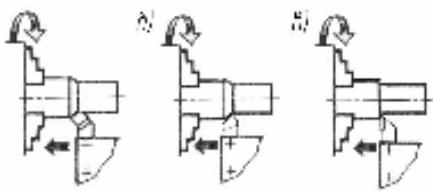


*Рисунок 4 Приспособления токарного станка: а – центр неподвижный, б – центр вращающийся, в – трехкулачковый самоцентрирующийся патрон, г – четырехкулачковый патрон, д – поводковый патрон: 1 – зажимной винт, 2 – хомутик, 3 – поводок, 4 – поводковый патрон, 5 – заготовка.*

**Контрольные вопросы:** 1. Какие имеются приспособления к токарному станку? 2. В чем отличие 3-х и 4-х кулачкового патронов?

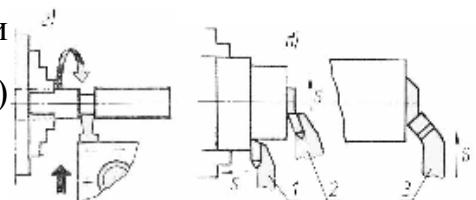
## 2.4 Работы, выполняемые на токарном станке, и применяемые инструменты

На токарно-винторезных станках выполняются следующие виды работ (рисунок 5).

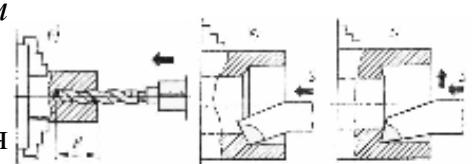


**1. Обтачивание наружных цилиндрических поверхностей (а-в) на всю длину производят проходным**

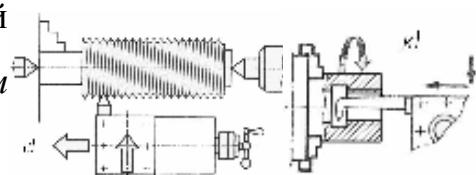
*отогнутым (а) и проходным прямым резцами (б), ступенчатых – проходным упорным (в)* продольной подачей.



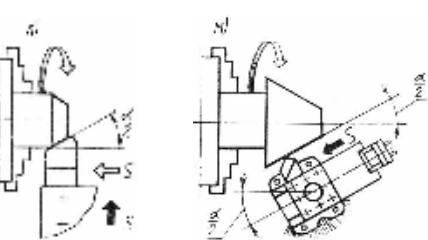
**2. Отрезание (г) выполняется отрезным резцом поперечной подачей.**



**3. Подрезание торца (д) производится проходным упорным резцом (1) продольной подачей, а подрезным (2) и проходным отогнутым (3) резцами – поперечной.**



**4. Обработка отверстий** на токарных станках выполняется сверлением (е), рассверливанием, зенкерованием и развертыванием.



**5. Растачивание цилиндрических отверстий (ж-з) сквозных** осуществляется *расточным проходным* (ж) резцом, а отверстий с уступами – *расточным упорным* (з).

**6. Нарезание резьбы (и, к)** выполняется: резьбонарезными резцами для наружной (и) и внутренней (к) резьбы; метчиками и плашками.

## 7. Обтачивание конических поверхностей

возможно широким фасонным резцом, заточенным под нужным углом (*л*); поворотом верхних салазок суппорта (*м*); смещением корпуса задней бабки (*н*).

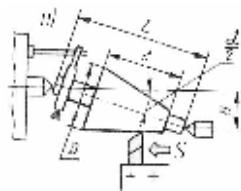


Рисунок 5

Токарные  
операции и  
используемые  
резцы.

**Контрольные вопросы:** 1. Какие виды работ выполняются на токарно-винторезных станках? 2. Какие резцы применяются при обтачивании? отрезании? подрезании? растачивании? нарезании резьбы?

## 3 РАБОТА НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

**Цель работы:** освоить приемы управления станком, обслуживания и наладки; получить практические навыки сверления на вертикально-сверлильном станке.

**Задание.** 1. Изучить сущность сверления, устройство вертикально-сверлильных станков, конструкцию сверла. 2. Изучить безопасные методы работы. 4. Выполнить работы на вертикально-сверлильном станке. 5. Оформить отчет.

### Оснащение рабочего места.

**Оборудование:** вертикально-сверлильный станок 2Н135.

**Образцы работ:** образцы деталей со сквозным, глухим и ступенчатым сверлением; заготовки для последующей обработки.

**Инструменты:** сверла разных диаметров с цилиндрическими и коническими хвостовиками. Штангенциркуль, глубиномер.

**Приспособления:** переходные втулки, сверлильные патроны, клин для выбивания сверла, машинные тиски, прижимы, защитные очки, эмульсии, щетка, масленка, шприц, ветошь.

*Учебно-наглядные пособия:* макет рабочей части сверла; макет зенкера и развертки большого диаметра; сверла. Плакаты, характеризующие устройство сверла, виды сверления. Таблицы режимов резания, приемы сверления различных отверстий.

### 3.1 Общие сведения

**Сверлением** называется процесс обработки сквозных и глухих отверстий в сплошном материале, а **рассверливанием** — сверление, в результате которого происходит увеличение ранее просверленного, отлитого, кованого, штампованныго отверстия сверлом большего диаметра. Обычно этот вид обработки выполняют, когда в сплошном материале нужно получить отверстие диаметром более 25 мм.

**Главным движением**  $D_g$  (рисунок 6) при сверлении является вращение сверла. **Движением подачи**  $D_s$  — движение направленное в сторону заготовки, по направлению подачи. **Подача**  $S$  при сверлении — перемещение сверла в осевом направлении за его один оборот.

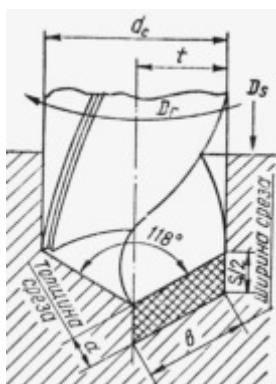


Рисунок 6 Схема сверления

#### Контрольные вопросы:

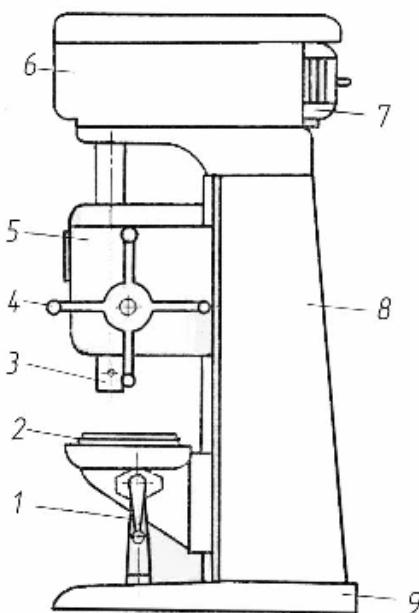
1. Что такое сверление? рассверливание?
2. Что такое подача при сверлении?

### 3.2 Устройство вертикально-сверлильного станка

Рассмотрим основные узлы станка (рисунок 7).

**Фундаментная плита** 9 служит основанием станка. На плите закрепляется станина. Внутренняя часть плиты пустотелая и служит резервуаром для охлаждающей жидкости.

**Станина (колонна)** 8 служит для установки и крепления основных узлов станка. По направляющим станины перемещается кронштейн с коробкой подач 5.



*Рисунок 7 Схема вертикально-сверлильного станка модели 2А135:*

1 - квадрат для ручного перемещения стола;

2 - стол; 3 - шпиндель; 4 - штурвал подачи шпинделя; 5 – кронштейн с коробкой подач; 6 - корпус коробки скоростей; 7 - электродвигатель; 8 - колонна; 9 - фундаментная плита.

**Коробка скоростей** изменяет частоту вращения шпинделя. Она расположена в корпусе 6.

**Электродвигатель** 7 приводит во вращательное движение коробку скоростей.

**Шпиндель** 3 служит для крепления режущего инструмента (например, сверла), его вращения и подачи. Шпиндель получает вращательное движение от механизма коробки скоростей и поступательное движение — от механизма коробки подач или вручную от штурвала 4. Шпиндель

представляет собой длинный вал, на утолщенном конце которого выполнено коническое отверстие для крепления режущего инструмента.

**Коробка подач** расположена в **кронштейне** 5, который может перемещаться по вертикальным направляющим станины (колонны) вручную при помощи рукоятки.

На **столе** 2 крепится обрабатываемая деталь. Стол также может перемещаться по направляющим станины (колонны) вручную при помощи рукоятки 1.

**Контрольные вопросы:** 1. Из каких основных узлов состоит вертикально-сверлильный станок? 2. Для чего служит коробка подач? коробка скоростей? шпиндель?

### 3.3 Конструкция сверла

По конструкции и назначению сверла разделяются на первые, спиральные, с прямыми канавками, для глубокого сверления, пушечные, ружейные, кольцевые, центровочные и специальные комбинированные. Наиболее часто в работе используется спиральное сверло (рисунок 8), обеспечивающее лучший выход стружки.

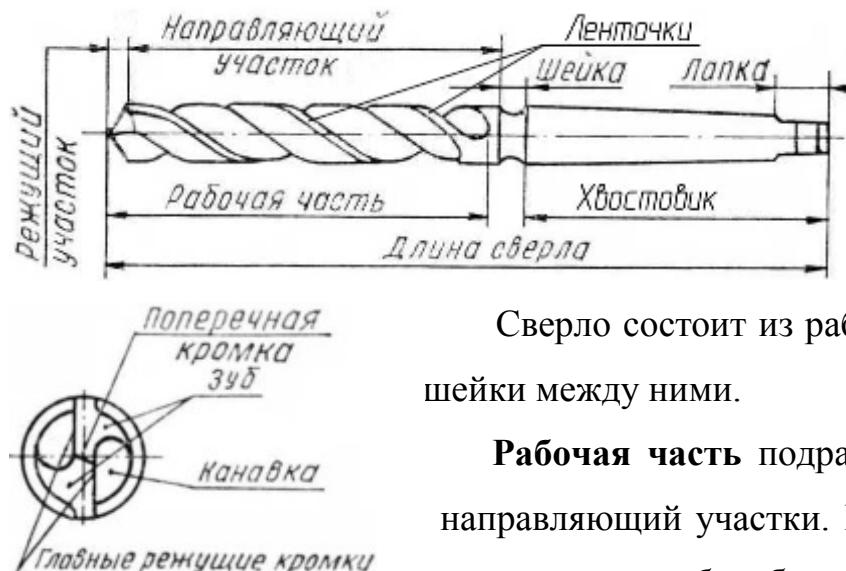


Рисунок 8 Элементы спирального сверла.

Сверло состоит из рабочей части, хвостовика и шейки между ними.

**Рабочая часть** подразделяется на режущий и направляющий участки. **Режущий участок** имеет два режущих зуба, образованных двумя канавками для отвода стружки и соединенных *поперечной кромкой*.

На направляющем участке имеется две ленточки для направления и центрирования сверла в отверстии.

**Шейка** обеспечивает выход шлифовального круга в процессе шлифования сверла.

**Хвостовик** служит для закрепления сверла на станке, имеет цилиндрическую или коническую форму. **Лапка** хвостовика входит в прорезь переходной втулки и предотвращает прокручивание сверла.

**Контрольные вопросы:** 1. Какие бывают сверла? 2. Из каких частей состоит спиральное сверло? 3. Какое назначение режущего участка? направляющего участка? хвостовика? лапки? шейки?

### 3.4 Инструменты для дальнейшей обработки отверстий

**Зенкерование** — это процесс обработки зенкерами отверстий, полученных сверлением, литьем, ковкой или штамповкой с целью улучшения чистоты их поверхности и повышения точности. Зенкерование также применяется для обработки торцовых поверхностей, приливов и бобышек и обработки конических и цилиндрических углублений под головки винтов.

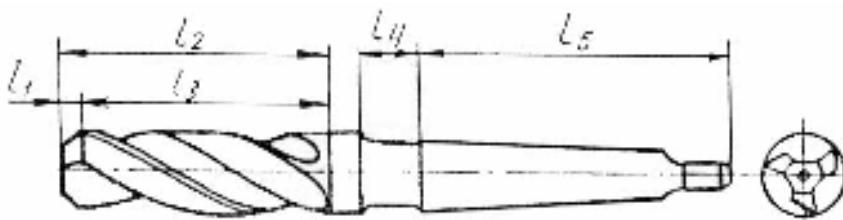


Рисунок 9 Зенкер:

$l_1$  - заборная часть;  $l_2$  - рабочая часть;  $l_3$  - калибрующая часть;  $l_4$  - шейка;  $l_5$  - хвостовик.

Цельный зенкер с коническим хвостовиком (рисунок 9) применяют для более чистой обработки отверстий диаметром до 25 мм. Рабочая часть зенкера имеет три винтовые канавки, которые образуют три режущие лезвия с ленточками. Это отличает зенкер от сверла и обеспечивает лучшее направление при обработке. Отличие от сверла еще в отсутствии поперечной

кромки (перемычки) между зубьями. Рабочая часть зенкера состоит из режущей (зaborной) части  $l_1$  и калибрующей части  $l_3$ .

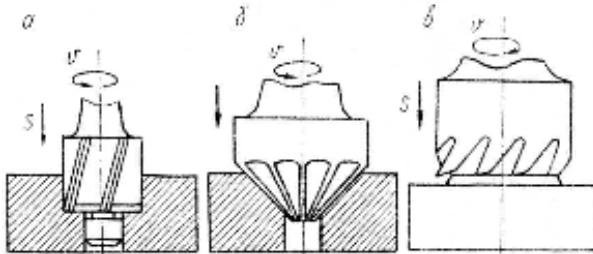


Рисунок 10 Схемы обработки:  
а - цилиндрической зенковкой; б - конической зенковкой; в - цековкой.

Зенкеры-зенковки (рисунок 10 а,б) служат для изготовления цилиндрических и конических углублений под головки винтов.

Зенкер-цековка (в) применяется для обработки торцовых поверхностей бобышек.

**Развертывание** — это операция окончательной (чистовой) обработки отверстий после чистовой расточки или зенкерования. Развертка отличается от зенкера тем, что она снимает значительно меньший припуск и имеет большее число зубьев (от 6 до 12) и тем самым обеспечивает высокие классы чистоты поверхности и точности. Развертки бывают ручные и машинные (рисунок 11). Калибрующая часть развертки состоит из двух участков: цилиндрического  $D$  и конического  $E$  (обратного конуса). Обратный конус делают для уменьшения трения инструмента об обработанную поверхность.

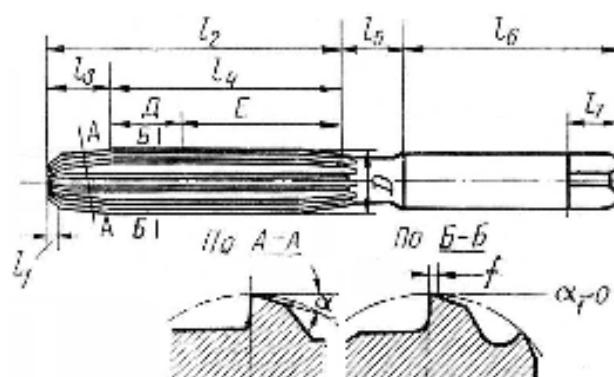


Рисунок 11 Развертка:

$l_1$  — направляющий конус;  $l_2$  — рабочая часть;  $l_3$  — заборная часть;  
 $l_4$  — калибрующая часть;  $l_5$  — шейка;  $l_6$  — хвостовик;  $l_7$  — квадрат.

**Контрольные вопросы:** 1. Что такое зенкерование? 2. В чем отличие зенкера от сверла? 3. Для чего используются зенковки и цековка? 4. Что такое развертывание? 5. Чем отличается развертка от зенкера?

#### **4. КОНСТРУКЦИЯ И КИНЕМАТИКА ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 6Н11**

##### **Общие сведения**

Фрезерные станки относятся к шестой группе, их подразделяют на следующие типы:

1. вертикальные консольные;
2. непрерывного действия;
3. резервный;
4. копировальные и гравировальные;
5. вертикальные бесконсольные;
6. продольные;
7. широкоуниверсальные;
8. горизонтальные консольные;
9. разные фрезерные;

На предприятиях со средне- и мелкосерийным производством, а также на участках технической подготовки производства наиболее распространены фрезерные консольные станки: вертикальные и горизонтальные широкоуниверсальные станки.

Общий вид горизонтально-фрезерного станка показан на рисунке 9.1.

В станине 1 размещена коробка скоростей 2. По вертикальным направляющим станины перемещается консоль 7. Заготовка, устанавливаемая на продольном столе 4 в тисках или приспособлении, получает подачу в трех направлениях: продольном (перемещение стола по направляющим салазок поперечного стола 6), поперечном (перемещение салазок по направляющим консоли) и вертикальном (перемещение консоли по направляющим станины). Главным движением является

вращение шпинделя. Коробка подач 8 размещена внутри консоли. В верхней части станины расположен хобот 3 с серьгой 5 и подшипником для поддержания второго конца длинной оправки с фрезой.

Горизонтально-фрезерные станки, имеющие поворотную плиту, которая позволяет поворачивать рабочий стол в горизонтальной плоскости и устанавливать его на требуемый угол, называют универсальными.

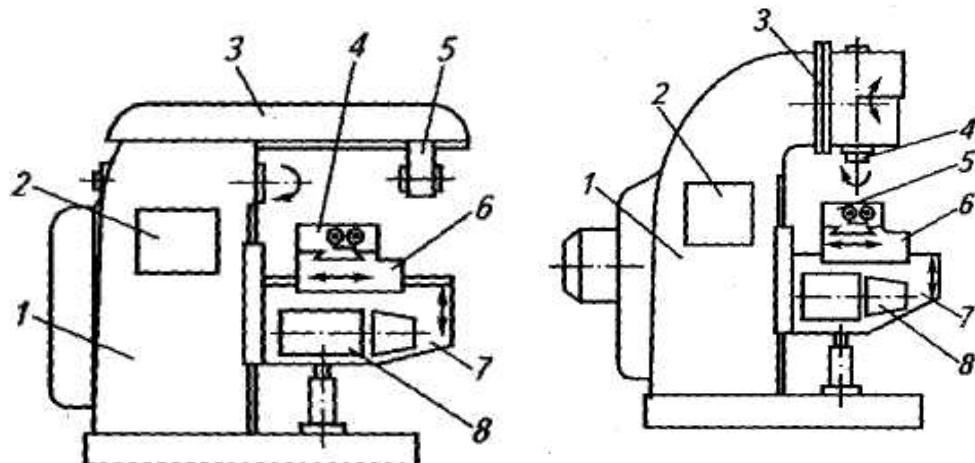


Рис. 9.1. Общий вид горизонтально-фрезерного станка:

1-станина;  
2-коробка скоростей; 3-хобот;  
4 и 6- продольный и поперечный столы; 5- серьга;  
7-консоль;  
8- коробка подач

Рис. 9.2. Общий вид вертикально-фрезерного станка;

1-станина; 2-коробка скоростей;  
3- шпиндельная головка; 4-шпиндель;  
5- рабочий стол; 6- направляющие салазки; 7- консоль;  
8- коробка подач

Вертикально-фрезерные станки (рис. 9.2) имеют много общих унифицированных деталей и узлов с горизонтально-фрезерными станками.

В станине 1 размещена коробка скоростей 2. Шпиндельная головка 3 смонтирована в верхней части станины и может поворачиваться в вертикальной плоскости. При этом ось шпинделя 4 можно поворачивать под углом к плоскости рабочего стола 5. Главным движением является вращение шпинделя. Стол, на котором закрепляют заготовку, имеет продольное перемещение по направляющим салазок 6 поперечного стола. Салазки перемещаются поперечно по направляющим консоли 7, которая

перемещается по вертикальным направляющим станины. Таким образом, заготовка, установленная на рабочем столе 5, может перемещаться в трех направлениях. В консоли смонтирована коробка подач 8.

*Широкоуниверсальные станки* по конструкции аналогичны консольно-фрезерным горизонтальным и вертикальным станкам, но имеют поворотную часть с приводом вращения. Для трансформации широкоуниверсального станка из горизонтального в вертикальный достаточно повернуть оголовок внутренним посадочным отверстием шпинделя горизонтально или вертикально.

На консольных фрезерных (вертикально-, горизонтально-фрезерных и широкоуниверсальных) станках обрабатывают:

- горизонтальные, вертикальные, наклонные плоскости и скосы; комбинированные поверхности; уступы и прямоугольные пазы;
- фасонные и угловые пазы; пазы типа «ласточкин хвост»; закрытые и открытые шпоночные пазы; пазы под сегментные шпонки; фасонные поверхности; цилиндрические зубчатые колеса методом копирования.

На *продольно-фрезерных станках* (рис. 9.3) фрезеруют поверхности заготовок большой массы и размеров (типа станин, корпусов коробок передач, рамных конструкций и т. п.) торцовыми и концевыми фрезами. Продольно-фрезерные станки бывают одно- и двухстоечные с длиной стола 1250...12 000 и шириной 400...5000 мм.

Стол станка 2, на котором устанавливают заготовку, имеет только одно продольное перемещение по направляющим станины. На каждой стойке 4 расположены фрезерные головки 3, которые могут перемещаться по их направляющим вверх и вниз. В верхней части стойки соединены поперечиной 6, что повышает общую жесткость станка. По вертикальным направляющим стоек перемещается траверса 5. Две верхние фрезерные головки 3 перемещаются по направляющим траверсы и могут

поворачиваться на угол до  $\pm 30^\circ$ . Шпиндель каждой фрезерной головки может выдвигаться на 100...200 мм в осевом направлении.

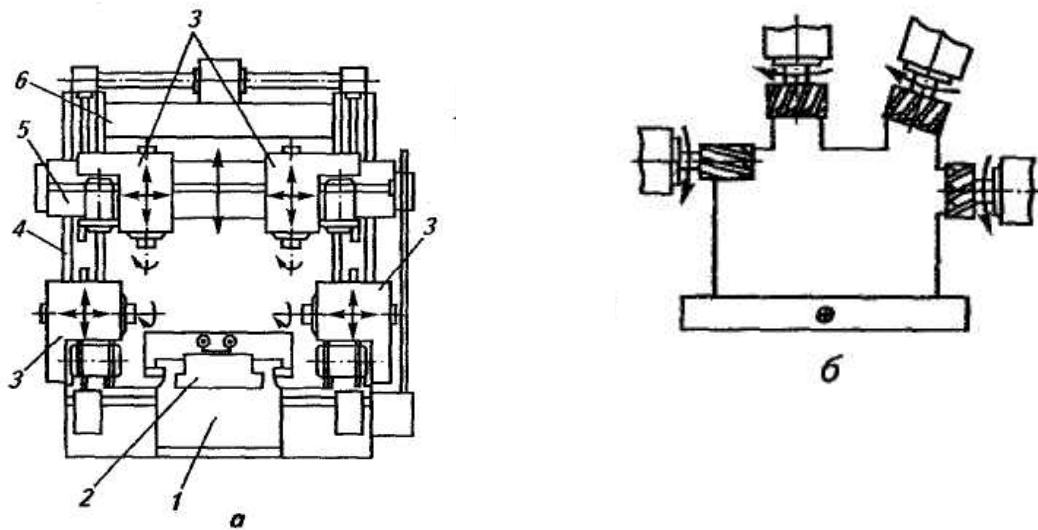


Рис. 9.3. Общий вид продольно-фрезерного двухстоечного станка (а) и схема обработки заготовки (б): 1 - станина; 2-стол; 3-фрезерные головки; 4 - стойка; 5- траверса; 6- поперечина

Вследствие отсутствия консоли станки этого типа имеют большую жесткость, что позволяет работать на повышенных режимах резания.

*Фрезерные станки непрерывного действия* предназначены для обработки плоских поверхностей торцовыми фрезами при больших партиях заготовок. Эти станки подразделяют на карусельно- и барабанно-фрезерные.

На карусельно-фрезерных станках заготовки устанавливают на круглом вращающемся столе, фрезерная головка с двумя шпинделеми перемещается по вертикальным направляющим. Оба шпинделя имеют один привод, но настраиваются на разную частоту вращения; один из них предназначен для черновой обработки, другой — для чистовой. Шпинделы станка постоянно вращаются, а заготовки по очереди поступают в зону обработки. Заготовки устанавливают и снимают со станка без остановки стола.

На барабанно-фрезерных станках заготовки размещаются в барабане с автоматической или полуавтоматической загрузкой и разгрузкой и при

прохождении зоны расположения фрез обрабатываются за счет подачи инструмента или движения заготовки во вращающемся барабане.

*Копировально-фрезерные станки* применяют для контурного и объемного копировального фрезерования. Контурное копирование применяют для получения плоских поверхностей замкнутого криволинейного контура. При этом одно движение подачи — задающее и постоянное, другое движение — следящее и зависит от копира. Соотношение двух движений определяет контур. Объемное копирование производят последовательно отдельными фасонными полосами.

### **Общая характеристика станка**

Станок предназначен для фрезерования различных деталей сравнительно небольших размеров в основном концевыми, дисковыми, угловыми, модульными фрезами в условиях индивидуального и серийного производства. Возможность установки на стол станка делительной головки позволяет нарезать зубья шестерен с прямым и косым зубом, а также нарезать спиральные канавки при изготовлении фрез, зенкеров и тому подобных деталей.

### *Основные узлы станка*

А - станина с коробкой скоростей и шпиндельным узлом

Б - стол

В - консоль с коробкой передач

Г - основание с резервуаром для охлаждения жидкости

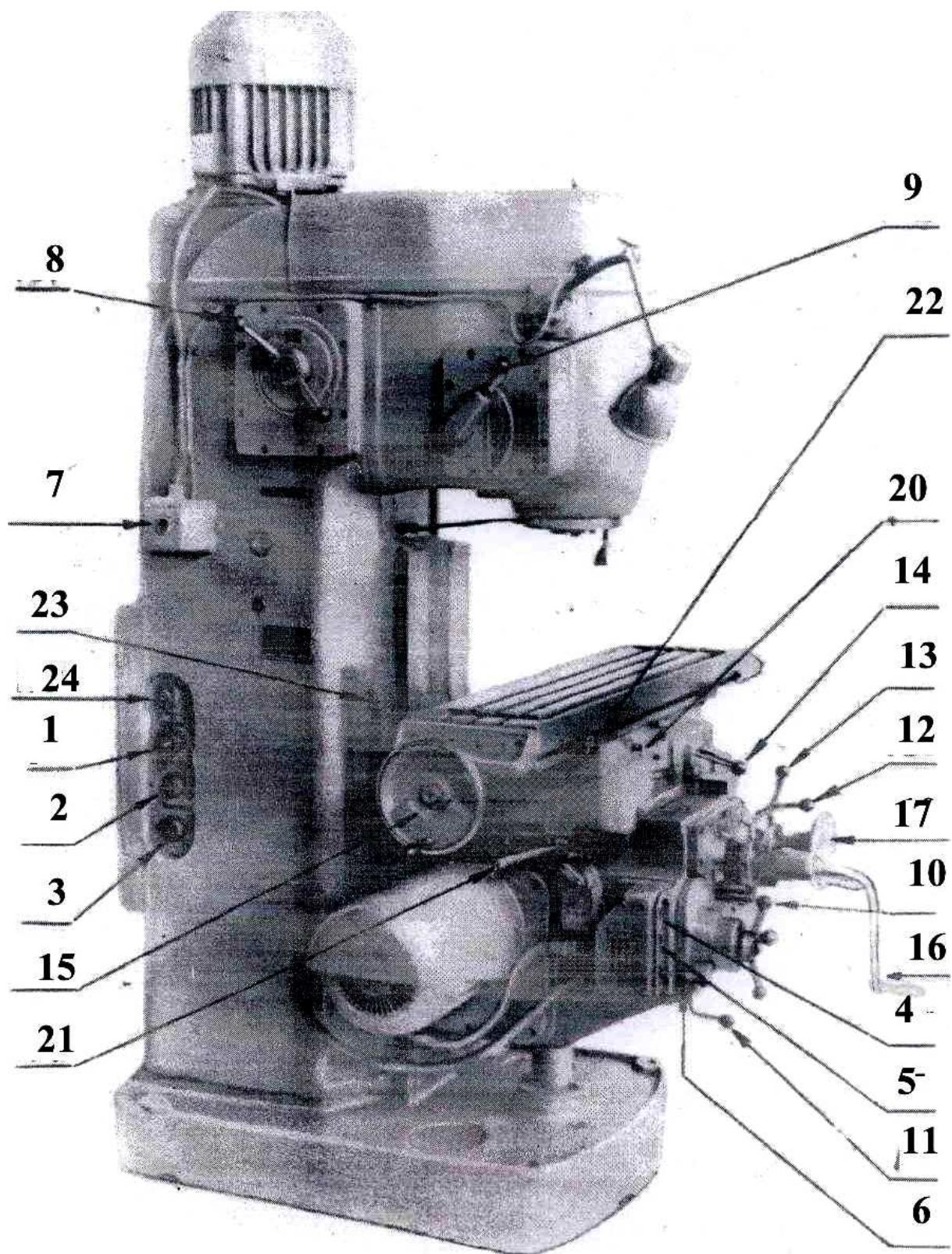


Рис. 9.4. Схема вертикально-фрезерного станка 6Н11.

1. Органы управления
2. Вводный выключатель
3. Выключатель электронасоса
4. Реверсивный переключатель электродвигателя шпинделья (вправо—влево)
5. Кнопка «Пуск» — электродвигателя шпинделья.
6. Кнопка «Пуск» — электродвигателя подачи.
7. Рычажок остановки станка {выключение электродвигателей шпинделья и подачи).
8. Кнопка для кратковременного включения электродвигателя шпинделья («Толчок»).
9. Рукоятка переключения скоростей шпинделья.
10. Рукоятка переключения перебора шпинделья.
11. Рукоятка переключения подач стола.
12. Рукоятка переключения перебора механизма подачи.
13. Рукоятка включения вертикальной механической подачи.
14. Рукоятка включения поперечной механической подачи.
15. Рукоятка включения продольной механической подачи.
16. Маховичок продольной подачи стола вручную.
17. Рукоятка вертикальной подачи стола вручную.
18. Маховичок поперечной подачи стола вручную.
19. Рукоятка включения ускоренной подачи во всех направлениях.
20. Рукоятка закрепления консоли от" вертикального перемещения по станине.
21. Рукоятка для закрепления стола от продольного перемещения.
22. Рукоятка для закрепления салазки стола от поперечного перемещения по консоли.
23. Упоры автоматического выключения механической подачи в продольном, поперечном и вертикальном направлениях.
24. Выключатель местного освещения.

## 5. КОНСТРУКЦИЯ И КИНЕМАТИКА ПОПЕРЕЧНО-СТРОГАЛЬНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 7Б35

### Общие сведения

Строгальные станки предназначены для обработки резцом плоских и линейчатых поверхностей, пазов, торцов и других подобных работ. Строгальные станки разделяются на поперечно-строгальные, продольно-строгальные и долбежные. У поперечно-строгальных станков поступательно-возвратное движение совершают закрепленный в суппорте резец, а обрабатываемая деталь движение периодической поперечной подачи. У продольно-строгальных станков поступательно-возвратное движение совершают обрабатываемая деталь, а резец - периодическую подачу в поперечном направлении. У долбежных станков резец получает поступательно-возвратное движение вниз и вверх, а обрабатываемая деталь - периодическую подачу в поперечном, продольном или круговом направлении.

Строгальные и долбежные станки применяют в единичном и мелкосерийном производстве, вследствие простоты и дешевизны инструмента при достаточной точности обработки и меньшей стоимости по сравнению с фрезерными станками. По производительности и качеству обработки строгание обычно уступает фрезерованию, однако в некоторых случаях обработка строганием или долблением является не только наиболее рациональным, но и единственным возможным процессом по технологическим особенностям обрабатываемых деталей.

Процесс строгания имеет много общего с точением. Особенностями строгания являются переменная скорость рабочего и холостого хода, резец при строгании находится под воздействием факторов резания только во время рабочего хода, а во время холостого хода резец не работает и охлаждается; врезание резца в заготовку сопровождается ударами, подача имеет прерывистый характер и осуществляется в конце холостого хода.

## Назначение:

Поперечно-строгальный станок модели 7Б35 предназначен для обработки резцом горизонтальных, вертикальных и наклонных плоских и фасонных поверхностей с наибольшей длиной обработки 500мм, а также для прорезания всевозможных прямолинейных пазов, канавок и выемок.

## Работы, выполняемые на строгальных станках

Строгание применяют для обработки плоских и несложных фасонных поверхностей с прямолинейными образующими в единичном и мелкосерийном производстве. Некоторые примеры работ, выполняемых на строгальных станках: строгание горизонтальной плоской поверхности при поперечной подаче стола (рис. 10.1,а), строгание вертикальной плоской поверхности при вертикальной подаче суппорта (рис. 10.1,б), строгание пазов и канавок (рис. 10.1,в), когда широкие пазы выполняют последовательно за несколько проходов резца; строгание Т-образных пазов за три приема, обработка средней части паза, обработка левой части, обработка правой части паза (рис. 10.1,г); строгание наклонных плоских поверхностей при установке суппорта под углом 45 градусов (рис. 10.1,д); строгание фасонных поверхностей (рис. 10.1,е).

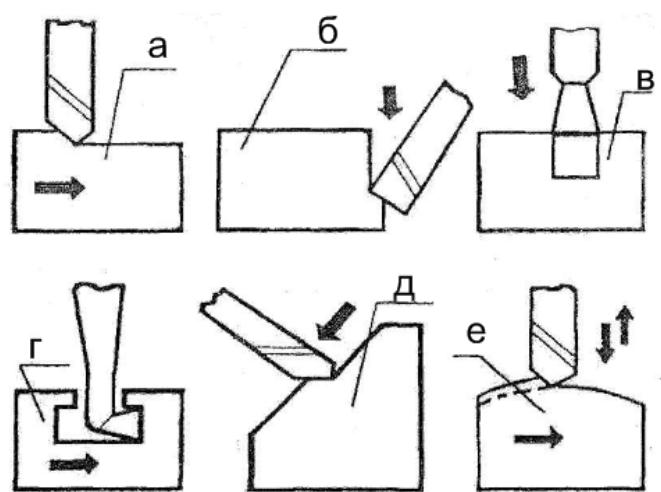


Рис. 10.1. Работы, выполняемые на строгальных станках

## Общие сведения о станке

*Габариты, мм 2335\*1355\*1540*

*Масса, кг-1800*

*Ползун: Длина хода, мм - min -20, max – 500*

*Стол: Рабочая поверхность, мм 500 x 360*

*Наибольшее перемещение, мм:*

механическое горизонтальное-5 00

ручное: горизонтальное-500, вертикальное-310

*Автоматическое горизонтальное перемещение, м/мин-2,23*

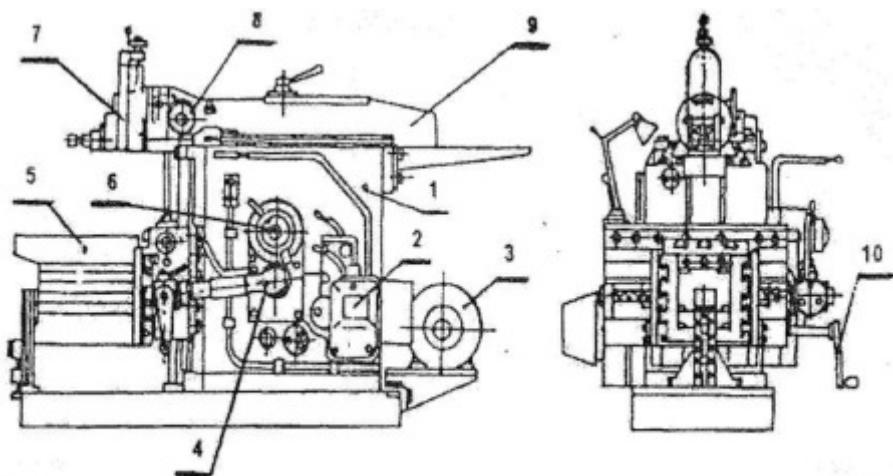
*Суппорт:*

*Наибольшее перемещение головки резца от руки, мм -170.*

*Наибольший угол поворота резцовой головки - 60°.*

*Электродвигатель: Мощность, кВт - 5,5 при 1440 об/мин.*

Поперечно-строгальный станок модели 7Б35 состоит из основных узлов, указанных на рис. 10.2. На правой стороне станка смонтирована чугунная коробка подач, в которой находится механизм горизонтальной подачи стола.



*Рис.10.2. Общий вид станка 7Б35.*

*1 - станина, 2 - коробка скоростей, 3 - электрооборудование,*

*4 - механизм подачи стола, 5 - стол, 6 - кулисный механизм,*

*7 - суппорт, 8 - механизм вертикальной подачи суппорта, 9 - ползун,*

*10 - рукоятка.*

К передней части станка крепится узел стола, состоящий из поперечины, салазок и собственно стола.

На задней части станка на чугунном кронштейне установлен электродвигатель.

На верхних направляющих станины собран узел ползуна, в котором с правой стороны вмонтирован механизм вертикальной механической подачи суппорта, а в передней его части укреплен суппорт.

Кулисный механизм, коробка скоростей и узел смазки смонтированы внутри станины.

Органы управления станка 7Б35 представлены на рисунке 10.3

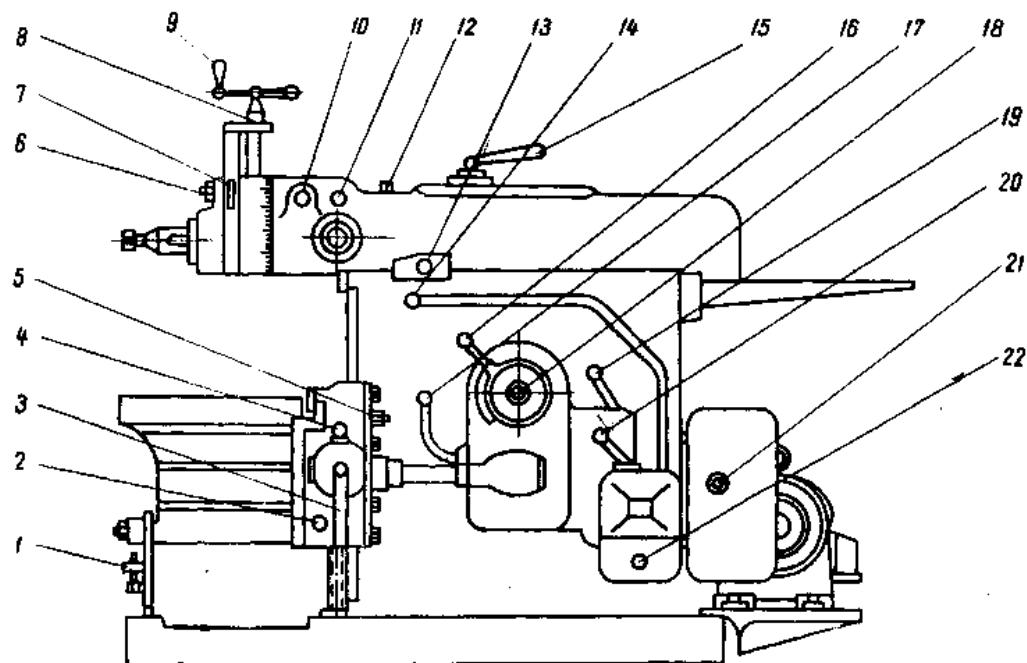


Рис. 10.3. Расположение органов управления:

1 - точный упор стола; 2 - рукоятка вертикального перемещения стола; 3 - рукоятка горизонтального перемещения стола; 4 - рукоятка реверсирования подачи; 5 - гайка зажима вертикальных салазок; 6 - гайка зажима поворотной доски суппорта; 7 - рукоятка зажима салазок суппорта; 8 - рукоятка тормоза винта суппорта; 9 - рукоятка вертикального перемещения суппорта; 10 - рукоятка зажима суппорта; 11 - рукоятка установки величины автоматической подачи суппорта; 12 - рукоятка перемещения ползуна; 13 - упор автоматической подачи суппорта; 14 - рукоятка включения фрикциона; 15 - рукоятка зажима ползуна; 16 - рукоятка установки величины подачи; 17 - рукоятка ускоренного перемещения стола; 18 - рукоятка установки длины хода ползуна; 19 - рукоятка переключения перебора; 20 - рукоятка переключения скоростей; 21 - рукоятка замка электрошкафа; 22 - рукоятка поворота шестерен переключения скоростей;

## Кулисный механизм

Кулисный механизм (рис.10.6) преобразует вращательное движение кулисных зубчатых колес в возвратно-поступательное прямолинейное движение ползуна.

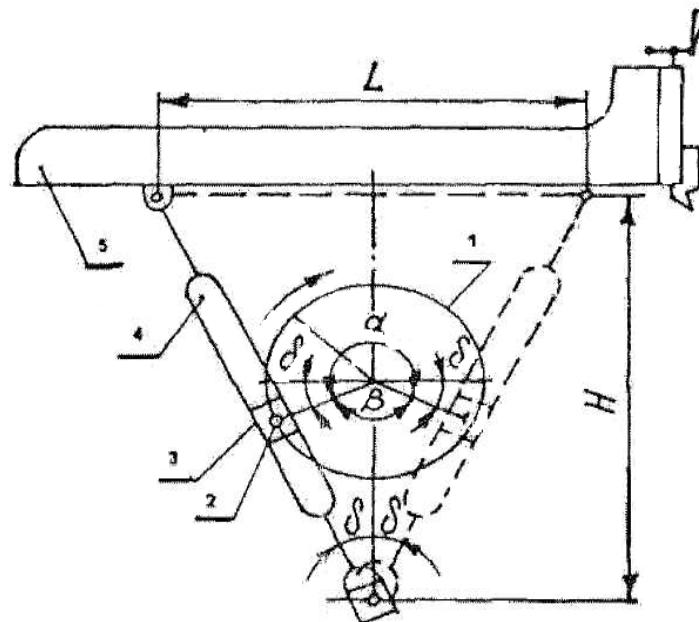


Рис. 10.6. Кулисный механизм:

1 - кулисное зубчатое колесо; 2 – палец; 3 – камень; 4 – кулиса; 5 - ползун.

Кулисный механизм монтируется внутри станины станка и получает движение от коробки скоростей при зацеплении зубчатого венца 21 или 22 (рис.10.3) с соответствующими зубчатыми колесами коробки скоростей. Косозубые венцы 21 и 22 привернуты к корпусу кулисного барабана и передают ему вращательное движение с восемью ступенями чисел оборотов в минуту.

На торце корпуса кулисного барабана в призматических направляющих установлен палец кулисы, на котором насажен камень кулисы, входящей также в направляющие прорези, расположенные вдоль кулисы.

При вращении корпуса, а вместе с ним и кулисного пальца, последний описывает окружность, увлекая за собой камень кулисы, который перемещается в направляющих кулисы и заставляет ее качаться вокруг нижней оси.

Верхний конец кулисы шарнирно связан при помощи серьги, надетой на палец, с ползуном. Кулиса, совершающая качательное движение, сообщает ползуну прямолинейное возвратно-поступательное движение. Длина хода ползуна регулируется перемещением пальца кулисы относительно центра корпуса.

Длину хода ползуна изменяют поворотом кривошипной рукоятки, надеваемой на выступающий квадрат вала. На конце вала нарезаны зубья, которые зацепляются с зубчатым колесом, заклиниенным на конической шестерне валика, и вращение передается конической шестерне, заклиниенной на валу, который входит своим резьбовым концом в гайку кулисного пальца. Вращая винт, перемещают палец кулисы относительно центра корпуса.

Длина хода ползуна отмечается лимбом, на котором против нулевой риски устанавливается деление с цифровым обозначением получаемой длины хода.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИКЕ В КУЗНЕЧНОЙ МАСТЕРСКОЙ

## ЗАНЯТИЕ №1

ТЕМА: Изучение оборудования и инструмента, применяемого в кузнице.  
Основные операции свободной ковки.

### ЦЕЛЬ:

1. Ознакомиться с технологическим оборудованием, приемами работы с ним.
2. Освоить приемы розжига холодного горна, порядок закладки и нагрева заготовок.
3. Освоить практические навыки по выполнению протяжки, осадки и рубки.

### СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ:

1. Устройство и оборудование кузницы:
  - 1.1. Устройство кузнечного горна;
  - 1.2. Краткое знакомство с устройством и работой пневматического молота;
  - 1.3. Знакомство с основным и вспомогательным инструментом;
  - 1.4. Мерительный инструмент.
2. Техника безопасности и организация рабочего места кузнеца: содержание помещения кузницы;
  - 2.1. Основные правила техники безопасности при выполнении кузнечных работ;
  - 2.2. Организация рабочего места кузнеца.
3. Виды топлива и его характеристика.
4. Правила розжига и обслуживания кузнечных горнов:
  - 4.1. Розжиг холодного горна;
  - 4.2. Порядок закладки и нагрева заготовок.
5. Температурные режимы ковки и определение температур нагрева заготовок:
  - 5.1. Понятие о температурном интервале ковки;
  - 5.2. Способы определения температур при ковке.
6. Приемы работы ручником и кувалдой.
7. Изготовить одну из деталей по указанию учебного мастера.

## 1. Устройство и оборудование кузницы

### 1.1. Устройство кузнечного горна

Кузнечные горны, в которых нагревают металл перед ковкой, бывают стационарные и переносные.

Стационарные горны бывают на один и на два огня. Для обеспечения интенсивного горения и для создания высокой температуры для нагревания поковки в горновое гнездо необходимо подавать избыточное количество воздуха. Поэтому воздух в горн подают методом вдувания. Горны бывают с дутьем от мехов и от вентилятора.

Один из наиболее простых по устройству стационарных кузнечных горнов на один огонь с дутьем от меха показан на рис. 1.

Кузнечный горн складывают из простого кирпича или камня и скрепляют каркасом из листовой стали. Верхняя поверхность горна располагается на высоте 700-800 мм над уровнем пола кузницы для того, чтобы кузнецу удобно было работать. Под горновым гнездом 1, представляющим собой открытый очаг с небольшим углублением (от 100 до 150 мм), делается размером от 200x200 мм до 400x400 мм. Горновое гнездо, а также часть задней стенки горна выкладывают из огнеупорного кирпича на шамотной огнеупорной глине, так как эти части горна подвергаются действию высоких температур. В задней стенке или внизу горнового гнезда имеется отверстие, в которое вставляется чугунная толстостенная трубка 2 диаметром 20-30 мм и длиной 200-300 мм, называется фирмой или соплом. Через эту фурму в горновое гнездо подается воздух к горящему углю. Воздух нагнетают с помощью кузнечного меха 3, расположенного за горном. Для улавливания дыма и вредных газов над горновым гнездом размещают зонт 5, изготовленный из листовой мягкой стали толщиной 2-3 мм. Газы из-под зонта направляются в дымоход 6. Для улучшения тяги на дымоход ставят вытяжную железную трубу, которую выводят на 1,5-2 и выше кровли здания кузницы.

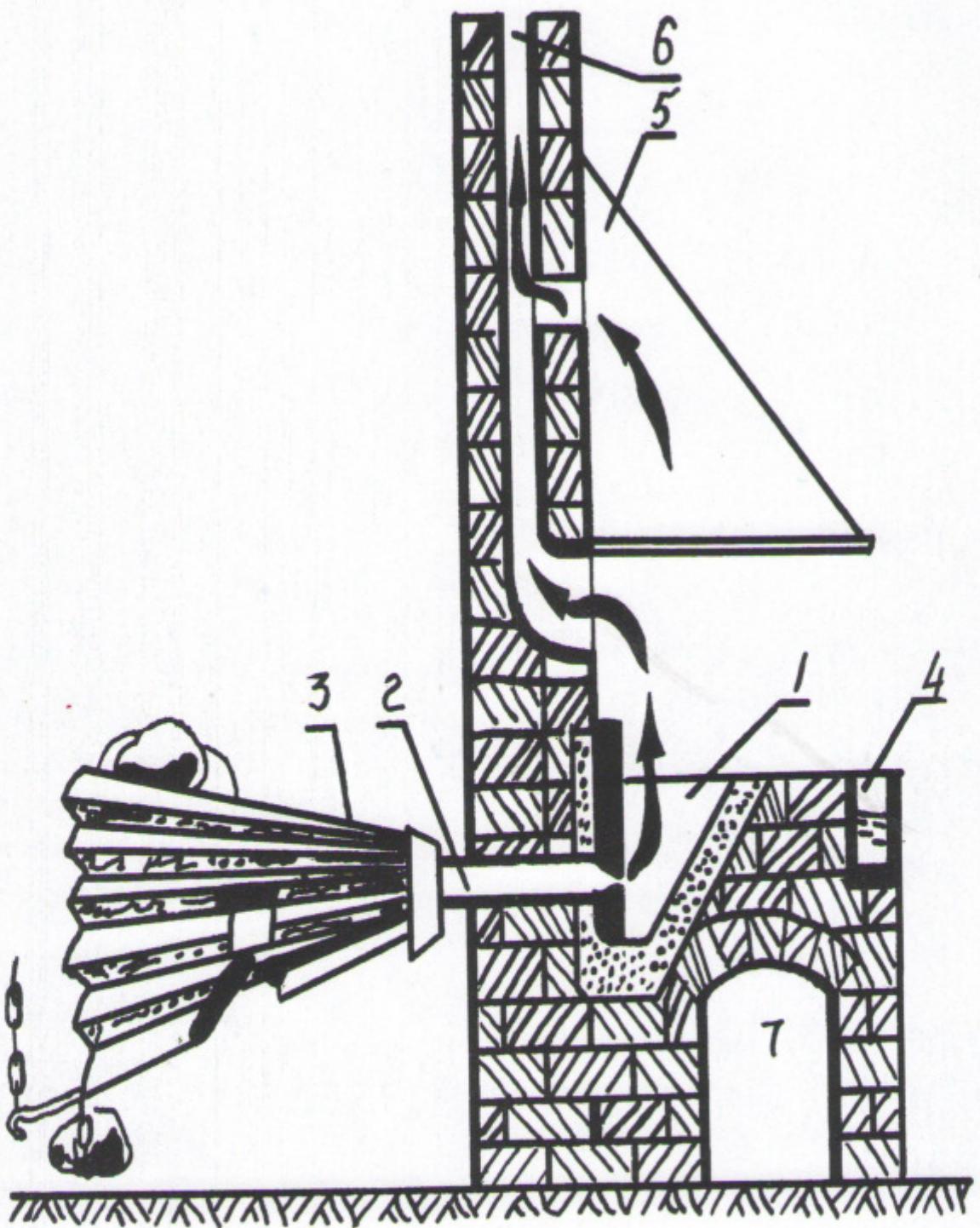


Рис.1. Простейший кузнечный горн:  
1 – горновое гнездо; 2 – фурма; 3 – меха;  
4 – бачок для воды; 5 – зонт;  
6 – дымоход (вытяжная труба); 7 – ниша для угля

В передней части горна вмазывают железный бак для воды, необходимой для периодического охлаждения кузнечного инструмента и для смачивания кузнечного угля. В нижней части горна выкладывают нишу 7 для хранения текущего запаса угля.

В отдельных случаях целесообразно устанавливать горны сварной облегченной конструкции на один или два огня. Кузнечный горн сварной конструкции на один огонь показан на рис. 2. Рама 1 горнового гнезда и ножки горна свариваются из уголка размером 65x65x6 мм. Поперечные нижние распорки горна изготавливают также из углового материала и приваривают к ножкам.

Коробку 2 горнового гнезда делают из листовой мягкой стали, толщиной 6 мм и обкладывают внутри шамотным кирпичом. К нижней части коробки прикрепляют чугунную форму с колпачком и задвижкой 3, предназначенной для регулирования дутья. Она входит в специальную железную рамку 4. Под коробкой горнового гнезда ставят зольник 5 с крышкой для очистки горна. К горну воздух поступает по колену 6 от мехов или вентилятора.

## 1.2. Пневматические молоты

Пневматический (или воздушный) молот является универсальной кузнечной машиной, на которой выполняются различные операции свободной ковки и горячей штамповки небольших по весу поковок проката (квадратного, круглого, полосового и т.д.). Молот работает ударной нагрузкой и его работа сопровождается сильными сотрясениями, что вредно оказывается на сооружении. Пневматические молоты в СССР изготавливались одностоечного типа с параллельно расположенным рабочими и компрессорными цилиндрами (в одной отливке со станиной), с весом падающих частей до 1000 кг. Молоты с более значительным весом применяются для штамповки.

Молоты производят пять видов движения (циклов): холостой удар, держание бабы на весу, автоматические удары, единичные удары и прижим поковки к нижнему бойку.

Для передачи рабочего движения от привода к бабе используется упругая воздушная среда. По способу воздействия воздуха различают молоты просто-го (одностороннего) действия и молоты двойного действия. Последние обладают высокими эксплуатационными качествами.

Наиболее распространены в колхозно-совхозных кузницах молоты марки ПМ-50, МПН-75 и МБ-11, двухцилиндровые простого действия с весом падающих частей 50-75 кг, а также пневматический молот двойного действия модели МА-411 с весом падающих частей 75 кг.

Молот приводится в движение от отдельного электродвигателя, который при помощи ременной передачи и шкива вращает вал кривошипа. Последний через шатун сообщает движение поршню компрессора, движущемуся в цилиндре, отлитом заодно со станиной молота. В рабочем цилиндре движется верхняя часть поршня бабы.

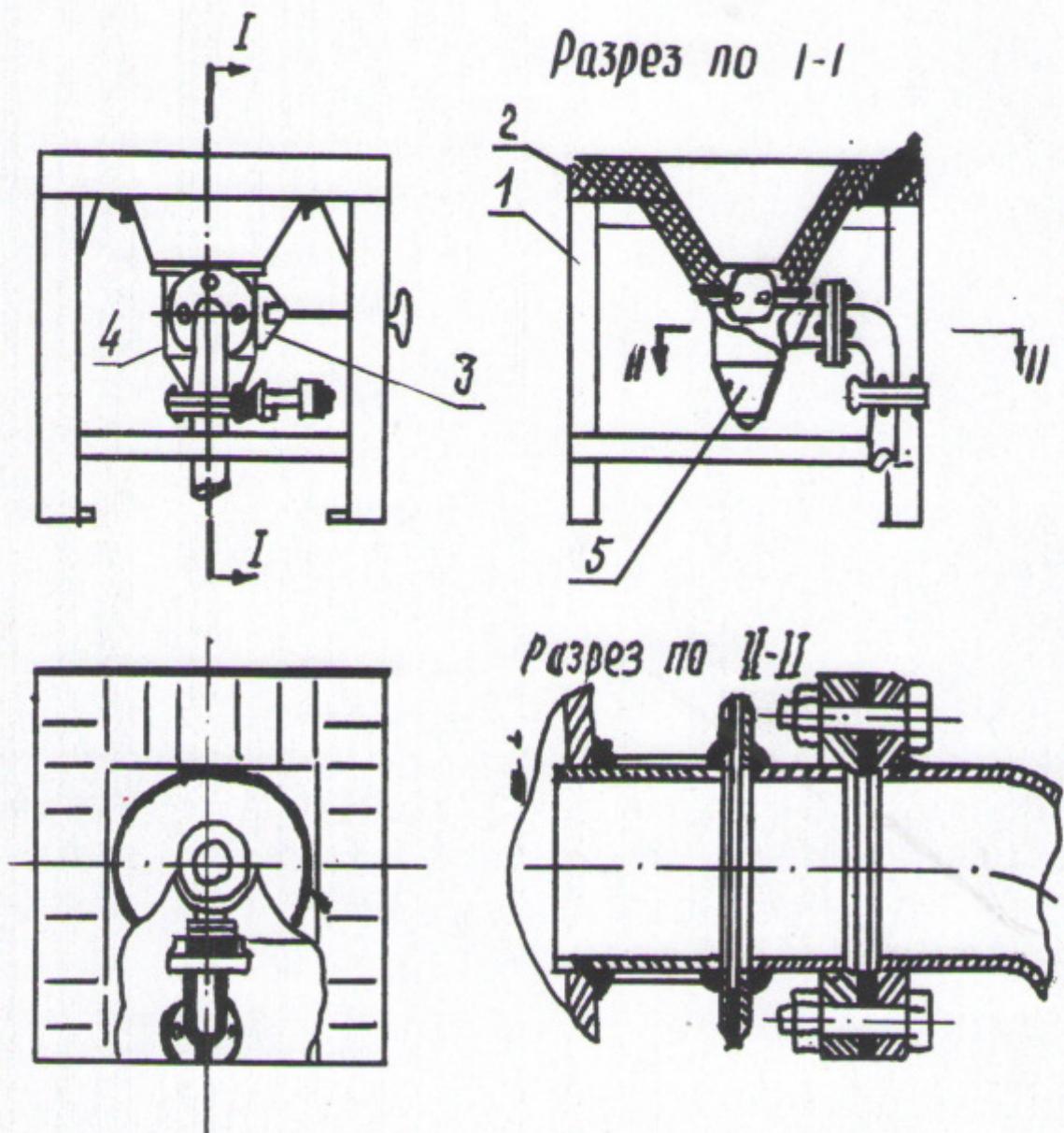


Рис.2. Кузнечный горн сварной конструкции на один огонь:  
 1 – рама;  
 2 – коробка горнового гнезда;  
 3 – воздушная задвижка;  
 4 – рамка задвижки;  
 5 – зольник;  
 6 – воздушное колено

Рабочий и компрессорный цилиндры соединены воздушными каналами, на пути которых расположен кран управления. При движении поршня компрессора вверх, воздух перемещается из цилиндра компрессора и воздушных камер в рабочий цилиндр, достигает давления 1,5-2,25 кгс/см<sup>2</sup>, давит на поршень-бабу сверху, заставляя ее опускаться вниз, и наносит удар верхним бойком по поковке, лежащей на нижнем бойке. При движении поршня компрессора вниз, воздух из верхней части рабочего цилиндра засасывается в цилиндр компрессора, а давление в верхних частях цилиндра ниже атмосферного, и баба с бойком начинает подниматься вверх. Таким образом, за каждый оборот кривошипного вала баба совершает один холостой ход вверх и один рабочий ход вниз. Управление молотом производится от ножной педали. Три воздушные камеры, в которые попадает сжатый воздух при движении по соединительному каналу, служат в качестве регулятора силы удара поршня-бабы.

Предохранительным клапаном поддерживается постоянное давление воздуха в компрессорном цилиндре.

### 1.3. Кузнечный инструмент

Инструменты и приспособления для свободной ручной ковки приведены на рис. 3.

#### Основной инструмент

**НАКОВАЛЬНЯ** – служит опорой для заготовки, которая подвергается ковке, а также воспринимает удары ручника и кувалды при ковке.

Верхняя часть наковальни называется наличником или ее лицом. Наличник должен иметь гладкую, чисто отшлифованную и закаленную поверхность, твердость которой проверяется напильником. На правильно закаленной поверхности напильник должен оставлять едва заметные царапины.

В наковальне имеются два отверстия: круглое и квадратное. Круглое служит для пробивки отверстия в поковке, а квадратное для закрепления различного вспомогательного инструмента. Заостренная часть наковальни служит для загибания заготовки-поковки под разными углами и называется рогом, а прямоугольная часть служит для загибания под прямым углом и называется хвостом.

Наковальня имеет внизу четыре лапы, которыми они устанавливаются на деревянный, лучше всего дубовый стул, к которому они крепятся железными костылями или хомутами.

Высота стула берется от 1,5 до 2,0 м. Стул закапывается в землю так, чтобы под землей осталось около 0,5 м высоты его. Верхняя часть стула скрепляется одним или двумя железными обручами, предохраняющими его от расщекивания при ударах во время ковки на наковальне.

**ШПЕРАК** – маленькая наковальня весом от 10 до 50 кг с двумя рогами. Устанавливается в квадратное отверстие основной наковальни и применяется

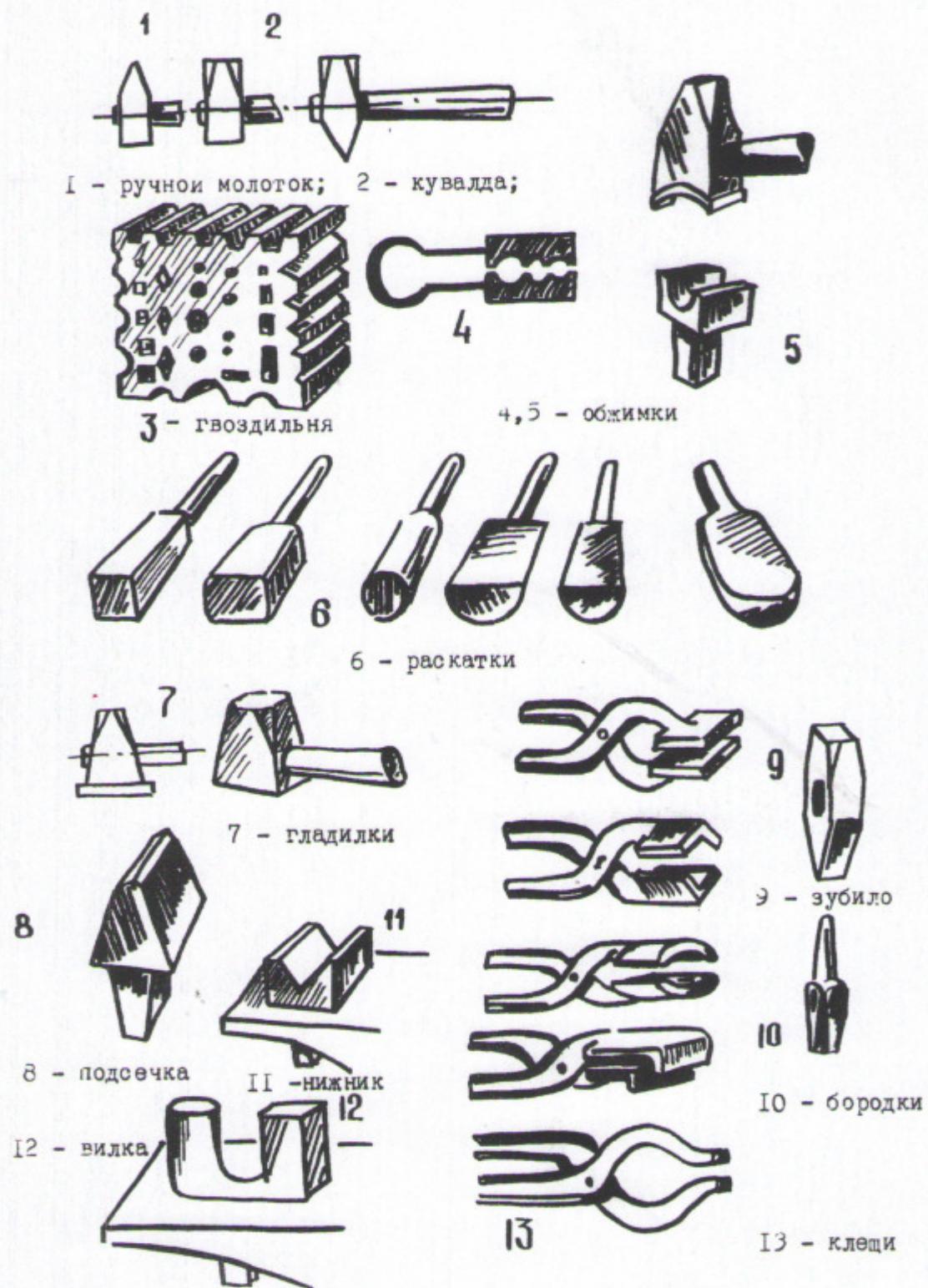


Рис.3. Инструменты и приспособления для свободной ручной ковки для всевозможных гибочных работ, а также для изготовления особо мелких поковок

**КУВАЛДЫ** – боевые молоты служат для нанесения рабочих ударов по нагретой заготовке посредством обеих рук. Молоты изготавливаются из углеродистой стали с содержанием углерода 0,7% (инструментальная сталь). Вес кувалды составляет от 2,0 до 10 кг. Рукоятки кувалд изготавливаются из бересклета, клена, ясения или рябины длиной от 750 до 900 мм. Способ крепления кувалды к рукоятке показан на рис. 4.

Кузнечные **молотки-ручники** служат для нанесения ударов одной рукой по нагретому месту заготовки при ковке мелких поковок, а также для указания молотобойцу места, по которому нужно нанести удар кувалдой при ковке крупных поковок.

Ручники изготавливают из инструментальной стали с содержанием углерода 0,7% и весом от 0,5 до 2,0 кг. Деревянная рукоятка ручки должна быть прочно насажена и закреплена так, чтобы удар не отдавался в руку. Чтобы рукоятка слегка пружинила при ударе, середина ее ближе к месту насадки делается несколько тоньше, чем у концов. Длина рукоятки от 350 до 600 мм, материал – береза, ясень, клен, рябина.

Ручники и кувалды укрепляются на рукоятках железным клином с обратной надсечкой, который забивается в прорезь. Длина клина составляет 2/3 глубины насадочного отверстия. Работы без клина, вбитого в рукоятку, ЗАПРЕЩАЕТСЯ!

Молотки с шарообразным (вернее полушаровым) бойком (рис. 5, в) находят применение при клепке, высадке материала во всех направлениях и

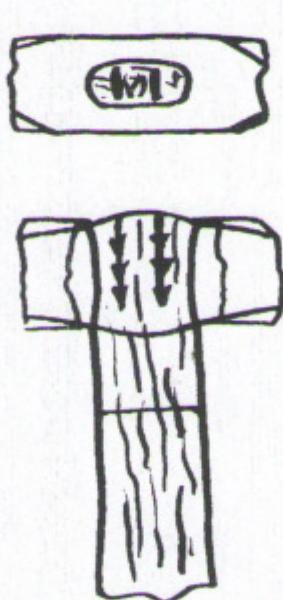


Рис.4. Крепление кувалды к рукоятке

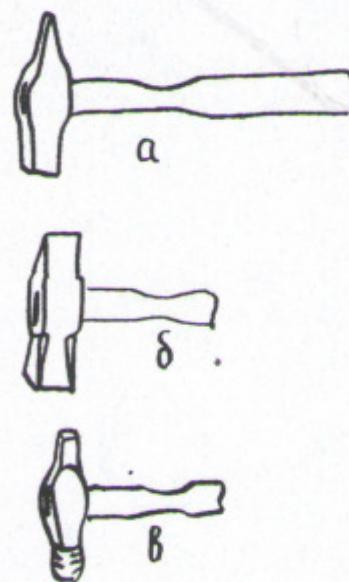


Рис.5. Ручники

при обработке изделия выпуклой формы. Боек (лицо) молотка имеет круглую, квадратную или восьмиугольную форму и несколько выпуклую поверхность.

К основному инструменту также относятся:

- 1) Кузнечные зубила для холодной и горячей рубки.

- 2) Форма – для получения отверстий в поковках и для вытяжки простых и сложных сечений. Она представляет собой квадратную плиту из литой стали с отверстиями всевозможных размеров и очертаний с углублениями по бокам. Формы изготавливаются весом до 50 кг.
- 3) Подсечки – для ускорения и облегчения рубки и вырубки, которую вставляют квадратным отверстием в наковальню.
- 4) Бородки.
- 5) Обжимки.
- 6) Подбойки.
- 7) Гладилки.
- 8) Гвоздильня.
- 9) Раскатки.
- 10) Пережимки.
- 11) Топоры или косяки.
- 12) Прошивки.
- 13) Надставки.
- 14) Оправки.

Вспомогательный инструмент – всевозможные клещи.

#### 1.4. Контрольно-измерительный инструмент

Для контроля и проверки размеров исходных заготовок и габаритных размеров готовых поковок и на отдельных операциях и переходах применяют как универсальный, так и измерительный инструмент.

К универсальному измерительному инструменту относятся: метр металлический складной, линейка стальная, кронциркуль, нутромер, угольники  $30^0$ ,  $45^0$ ,  $60^0$ ,  $90^0$ , штангенциркуль и др.

Метр металлический складной состоит из отдельных секций, соединенных между собой шарнирно, благодаря чему они складываются или выпрямляются в соответствии с требуемой длиной измеряемого расстояния. Каждая секция металлического метра представляет собой шкалу с миллиметровыми делениями, поэтому метр позволяет производить замеры длин с точностью до 1 миллиметра.

Линейки стальные являются наиболее простым измерительным инструментом, применяются для измерения линейных размеров. Шкала линейки имеет деления, нанесенные на расстоянии 1 мм друг от друга. Каждое десятое деление выделяется удлиненной риской, над которой устанавливается цифра, показывающая число десятков миллиметров, отсчитываемых от исходного левого торца линейки.

Кронциркуль и нутромер служат для измерения небольших размеров внутренних и наружных диаметров, как в заготовках из сортового проката, так и у труб или в кованых кольцах. Состоят они из двух соответственно обработанных металлических ножек, скрепленных между собой шарнирно.

Замер, произведенный кронциркулем или нутромером, переносят на стальную линейку и таким образом устанавливают величины интересующих размеров с точностью примерно до 1 мм.

К контрольно-измерительному инструменту относятся также: штангенциркуль, специальный контрольно-измерительный инструмент, кронциркули, шаблоны, прутковые шаблоны, профильные шаблоны, контурные шаблоны.

## 2. Техника безопасности и организация рабочего места кузнеца

### 2.1. Содержание помещения кузниц

Кузницу необходимо содержать в чистоте, не загромождать хламом, окна и стены регулярно очищать от копоти и пыли. Пол должен быть ровным.

Хорошая вентиляция – основное условие для нормальной и безопасной работы в кузнице. В плохо вентилируемом помещении обычно стоит густой дым, выделяющийся при растопке или плохой работе горна со слабой тягой без принудительной вытяжки.

В усовершенствованных конструкциях кузнечных горнов имеются приспособления для удаления дыма; они представляют собой глубокие конусообразные, постепенно переходящие в дымовую трубу зонты. С боков горна к краям надгорного вытяжного зонта прикрепляются на шарнирах железные или асbestosвые щиты-полы, которые не позволяют дыму распространяться по кузнице.

### 2.2. Основные правила техники безопасности при выполнении кузнечных работ

Каждый рабочий, занятый в кузнице, обязан знать и выполнять следующие правила техники безопасности.

1. Кузнец и его помощники-молотобойцы должны работать в головных уборах и в спецодежде, состоящей из брезентового или кожаного фартука с нагрудником и рукавиц. Чтобы избежать попадания в ботинки или за голенища сапог окалины, мелких кусочков металла, брюки должны быть спущены поверх ботинок или сапог. При работах, связанных с отскакиванием осколков, искр и окалины, кузнец и молотобойцы должны надевать защитные очки с толстыми стеклами. Работать с засученными рукавами или с открытым воротником **ВОСПРЕЩАЕТСЯ!**
2. Работать следует только исправным инструментом. Молотки, кувалды, зубила, гладилки и другие ручные инструменты должны иметь несбитую рабочую поверхность головок без заусенцев. Неисправный и несоответствующий характеру работы кузнечный инструмент может служить причиной несчастных случаев. Ослабевшую насадку ручника и кувалды следует укреплять только путем подбивки клина, **НЕ ДОПУСКАЯ ЗАМОЧКИ В ВОДЕ!** Надо твердо понимать, что хороший и исправный инструмент не только безопаснее, но и выгоднее для работы, так как от

него в значительной степени зависит производительность труда и качество поковок.

3. Заранее подготовленный инструмент для ковки должен находиться возле кузнеца сбоку, а не перед ним. Весь лишний и не нужный для данной работы инструмент следует убрать с рабочего места.
4. Каждый подручный-молотобоец при ковке должен занимать свое рабочее место, указанное кузнецом, а свои обязанности по работе выполнять четко и быстро.
5. Молотобоец должен становиться не против кузнеца, а справа от него, почти под прямым углом, чтобы не причинить кузнецу повреждения в случае поломки ручки кувалды или ее срыва.
6. Кузнецу, молотобойцам и подсобным рабочим воспрещается разговаривать во время подачи поковок из горна, а также во время ковки.
7. Поковка должна быть уложена на наковальню правильно и плотно прилегать к ней. Перед ковкой с заготовки должна быть сбита и очищена окалина.
8. Никогда нельзя начинать ковку на мокрой или залитой маслом наковальне. Инструмент не должен быть загрязненным маслом, смолой и нефтью, так как брызги их могут причинить ожоги.
9. При рубке нагретого металла зубилом, работающим запрещается находиться на пути возможного полета отрубаемых кусков. Лицам, непосредственно не участвующим в работе, запрещается находиться вблизи от наковальни.
10. Ковать остывший металл не следует. Остывшая поковка теряет свою пластичность и при ударе передает большое сотрясение на клемши и руки кузнеца. Поставленный на поверхность остывшего металла инструмент легко соскакивает при ударе и может быть отброшен в сторону.
11. Запрещается разбрасывать горячие поковки и обрубки металла по помещению кузницы, их необходимо складывать в одно определенное место. Горячие поковки нельзя обливать водой.
12. На наковальню не следует класть каких-либо посторонних предметов, трогать или убирать что-либо руками без специального приспособления или инструмента.
13. Запрещается сметать с наковальни окалину и обрубки руками, для этой цели следует пользоваться щеткой или метелкой.
14. Запрещается во время ковки производить ремонт у наковальни или делать уборку обрезков, окалины, шлака, инструмента и т.п.
15. Кузнец должен показывать молотобойцу место удара молотком-ручником или другим инструментом, находящимся в руках во время работы.
16. Молотобойцы и подсобные рабочие обязаны четко и точно выполнять команду кузнеца “бей слегка”, “бей сильнее”, “стоп” и т.д. Кузнец должен подавать команду громко, ясно, своевременно и отчетливо. Команду

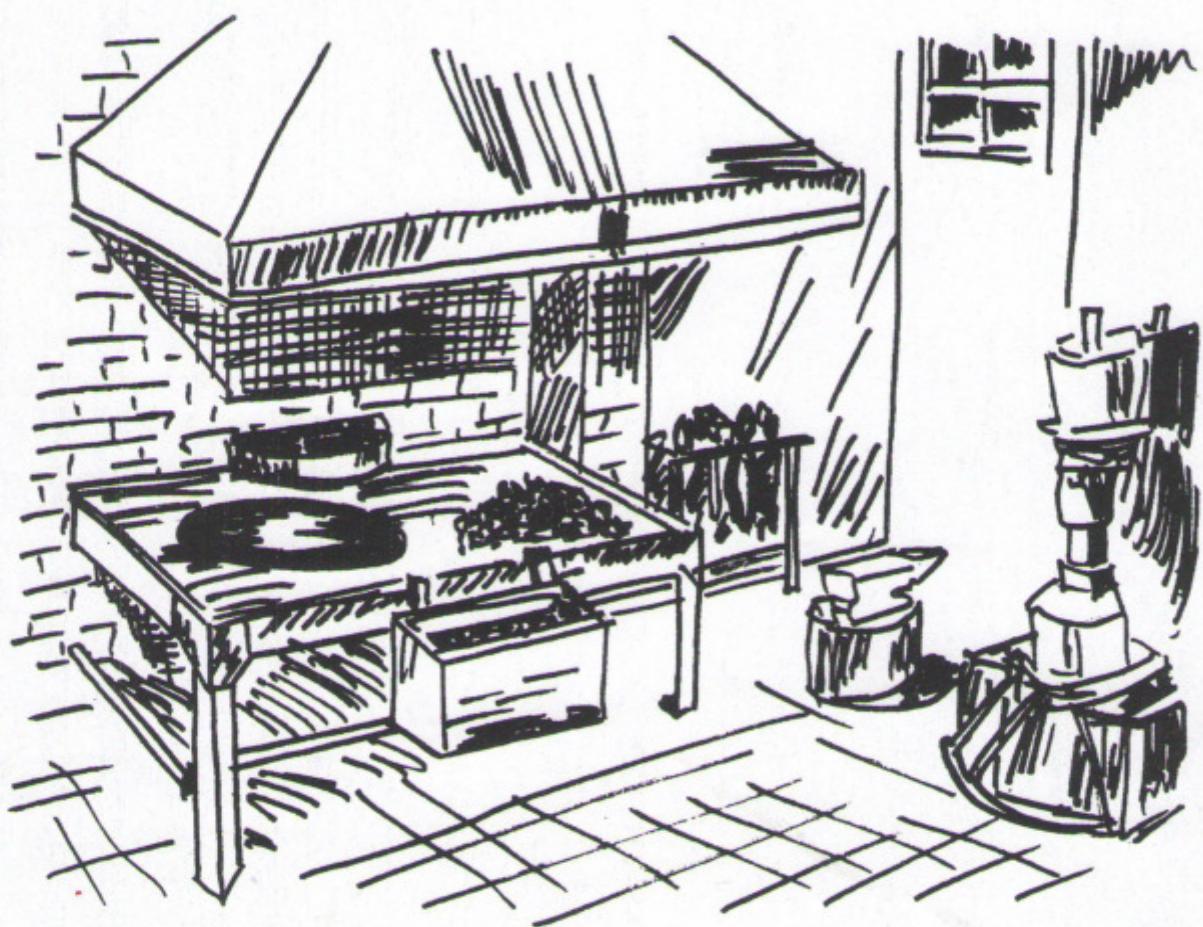


Рис.6. Правильно оборудованное место кузнеца

#### 4. Розжиг холодного горна

##### 4.1. Приемы розжига холодного горна

Разжечь горн можно несколькими способами.

Первый способ. Очистить горновое гнездо от золы и шлаков. Продуть фурму. В горновое гнездо заложить масляные обтирочные концы, паклю, стружку и мелко нарубленные чурочки, насыпать на них уголь. Поджигают и дают слабое дутье. По мере разгорания добавляют свежий уголь и увеличивают дутье. После того, как горновое гнездо будет заполнено горящим углем и над ним образуется небольшая горка его, нужно разгрести горку горящего угля на края гнезда, так чтобы горновое гнездо наравне с горном было заполнено им. Положить на слой угля в горновом гнезде заготовки и засыпать их горящим углем, который отгребался на края гнезда. Если этого угля недостаточно, то добавить свежего. Насыпать свежего угля также на края горнового гнезда для использования его при дальнейшем добавлении в горн.

Второй способ. Очистить горновое гнездо от золы и шлаков. Продуть фурму. Насыпать в горновое гнездо первый слой угля толщиной 50-75 мм, т.е.

заполнить горновое гнездо наполовину, но отверстие фурмы должно оставаться свободным. Положить на засыпанный слой угля стружку или ветошь, пропитанную дизельным топливом или керосином, засыпают вторым тонким слоем угля и поджигают. Незначительно открывают заслонку и дают дутье. Далее поступают также как при розжиге по первому способу.

Под руководством учебного мастера разжечь горн одним из выше описанных способов.

#### 4.2. Порядок закладки и нагрева заготовок

При нагреве металла в горне необходимо следить за состоянием пламени топлива. Наилучший нагрев получается при ярком, слегка коптящем пламени; при таком пламени пережог металла не произойдет.

Если пламя ослепительно яркое (что получается при избытке воздуха дутья), то на поверхности нагреваемой заготовки образуется толстый слой окалины и возможен пережог металла. Наоборот, если из горна все время идет густой черный дым, то металл будет греться медленно, будет расходоваться много угля и нагрев получится недостаточным. Плохо нагретая заготовка будет тяжело коваться и на ней могут появиться трещины. Отсюда следует, что при нагреве металла в горне необходимо поддерживать яркое, слегка коптящее пламя. Но этого еще мало; кузнец должен уметь так помещать заготовку в горне, чтобы она быстро и со всех сторон равномерно нагревалась.

Для этого следует защищать заложенную заготовку от охлаждающего действия воздуха (дутья), поэтому под заготовкой должен быть слой горящего угля не менее 100 мм (другими словами, горновое гнездо должно быть заполнено слоем горящего угля. На этот слой горящих углей кладется заготовка и сверху засыпается углем, но не свежим, так как в свежем угле содержится много серы, а с краев горнового гнезда. Для поддержания горения свежий уголь насыпают на край горнового гнезда, а затем, по мере его выгорания сгребают этот уголь с краев в центр горна).

Таким образом, перемещенный с краев уголь, спекаясь, образует над металлом свод с высокой температурой под ним. Спекшийся свод над очагом горна должен быть всегда целым. Необходимо следить, чтобы угольная горка не прогорала насквозь, для чего необходимо время от времени подгребать уголь с краев к центру очага, а иногда слегка обрызгивать его водой.

Если полость под коркой становится слишком большой, необходимо свод разбить и подгрести дополнительное количество угля, после чего должна образовываться новая корка от спекания угля.

Если заготовки небольшие, то гореть должен не весь уголь, а только в том месте, где находится нагреваемая заготовка. Чтобы получить небольшой очаг огня в определенном месте, необходимо вокруг этого места смочить каменный уголь водой и утрамбовать совком или лопатой, а где необходим огонь – разрыхлить уголь кочергой или копьем.

Перед тем, как вынуть заготовку из горна следует прекратить дутье, так как при дутье идет интенсивное горение угля, а необходимости в этом нет.

Поэтому, чтобы добиться снижения расхода угля необходимо выдержать условие, что дутье должно быть только тогда, когда в горне находится нагреваемая заготовка.

Под руководством учебного мастера заложить заготовки в горн. Научиться поддерживать нормальную работу горна.

## 5. Температурные режимы ковки и определение температур нагрева заготовок

### 5.1. Температурные интервалы ковки

Качество поковок в значительной степени зависит от правильного выбора температуры нагрева перед ковкой, а также от температуры, при которой заканчивается процесс ковки.

Температура начала ковки должна быть высокой, чтобы деформируемый металл имел максимальную пластичность и легче ковался, но в то же время допущенный нагрев не исключал бы пережог металла.

Температура конца ковки должна быть как можно ниже, во избежание крупнозернистости у поковки, но в то же время не настолько низкой, чтобы в поковке появились трещины.

Поле температур, которое лежит между верхним и нижним рекомендуемыми пределами нагрева, принято называть температурным интервалом ковки.

Для каждой марки стали и сплавов установлены определенные, оправданные практикой, температурные интервалы ковки.

Интервалы ковки и горячей объемной штамповки для некоторых конструкционных и инструментальных сталей приведены в таблице 1.

Таблица 1

#### Температурные интервалы ковки и объемной штамповки

Маркировка сталей	Температура, $^{\circ}\text{C}$				Рекомендуемый интервал ковки, $^{\circ}\text{C}$	
	Начало ковки	Конец ковки				
		не выше	не ниже			
1	2	3	4	5		
20, 25, 30, 35	1280	830	720	1250-750		
40, 45, 50	1260	850	760	1220-800		
55, 60	1240	850	760	1190-800		
65, 70	1220	850	770	1180-800		
15Г, 20Г, 30Г	1250	850	750	1230-800		
40Г, 50Г, 60Г, 65Г	1220	850	760	1180-800		
10Г2, 30Г2, 35Г2	1220	870	750	1200-800		

1	2	3	4	5
40Г2, 45Г2, 50Г2	1200	870	800	1180-830
15Х, 20Х, 30Х, 15ХА, 20ХА, 30ХА	1250	870	760	1200-800
35Х, 38ХА, 40ХА	1230	870	780	1180-820
45Х, 50Х, 45ХА, 50ХА	1200	870	800	1180-830
25Н, 30Н, 25НА, 30НА	1240	850	750	1220-800
12ХН2, 12ХН3, 12ХН2А, 12ХН3А	1200	870	760	1180-800
30ХГС, 35ХС, 30ХГСА, 35ГСА	1180	870	800	1140-830
4Х14Н14В2М	1160	950	870	1140-900
ШХ15	1180	870	830	1120-850
ШХ15СГ	1180	900	800	1150-800
У7, У8, У10	1150	850	800	-
У11, У12, У13	1130	920	870	-
7Х3, 9ХС, 9Х	1150	850	800	-
Р9, Р18, ЭИ347	1200	920	900	-

## 5.2. Способы определения температур при ковке

Замеры и контроль температур нагрева заготовок и поковок осуществляются пирометрами различной конструкции: оптический, термоэлектрический, радиационными и контактными термопарами.

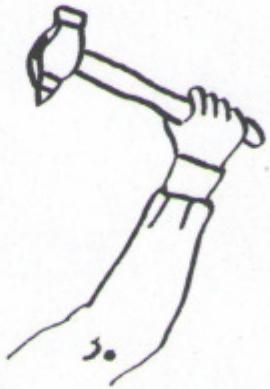
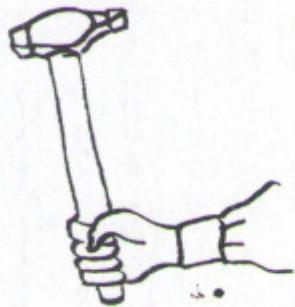
В практике при свободной ковке температуру нагретой заготовки и готовой поковки часто определяют на глаз – по цвету каления. Этот метод не совершенен и не точен, однако для приближенной оценки температуры нагрева заготовки и конца ковки он пригоден и полезен. Цвета каления для черных металлов при слабом дневном освещении соответствуют следующим температурам в градусах Цельсия:

- темно-красный – 650
- вишнево-красный – 700
- светло-красный – 800
- густо-оранжевый – 900
- оранжево-желтый – 1000
- светло-желтый – 1100
- соломенно-желтый – 1150
- белый разной яркости – 1200-1400

## 6. Приемы работы ручником и кувалдой (боевым молотом)

### Работа ручником

В зависимости от силы, с которой надо произвести удар ручником, различают:



1. Кистевой удар, который производится движением руки в кистевом суставе.
2. Локтевой удар, который производится сгибанием и разгибанием локтевого сустава руки.
3. Плечевой удар, который производится сгибанием и разгибанием руки в плече.

### Работа кувалдой (боевым молотом)

При работе молотобоец держит кувалду за ручку обеими руками.

В зависимости от силы удара, который требуется нанести кувалдой, различают удары: а) локтевой (легкий удар), б) плечевой (средний удар), в) навесной или размашистый (сильный удар).



Удары кувалдой наносятся справа и слева. Для нанесения удара справа молотобоец должен взяться за рукоятку ближе к кувалде правой рукой, а за

конец рукоятки – левой рукой; при нанесении удара слева – левой рукой за середину рукоятки ближе к кувалде, а правой рукой – за конец рукоятки.

## 7. Изготовление детали

### 7.1. Технологическая документация для кузнечной обработки

При единичном и мелкосерийном производстве пользуются технологической схемой ковки (укрупненно-упрочненной технологической картой) и маршрутной технологией-ведомостью. В них обычно заносится последовательный перечень операций и эскизы переходов с краткими сведениями об их выполнении, о минимальной уковке, инструменте и др.

Единых для всех кузнечно-прессовых цехов стандартных форм или бланков технологической карты пока не существует. Это объясняется тем, что на каждом заводе условия работы, состав оборудования, типы поковок, объемы производства и ряд других факторов различны.

Однако карта технологического процесса, составленная для кузнечного цеха любого завода, должна дать полное и ясное представление о порядке и последовательности выполнения операции и переходов ковки, нагрев и подогрев, норм расхода материалов.

В кузнечных цехах с индивидуальным производством мелких и средних поковок кузнецу большей частью дается только эскиз поковки, по которому он самостоятельно, а иногда с помощью мастера устанавливает технологический процесс, подбирает необходимый инструмент и т.д.

### 7.2. Примеры технологических процессов для изготовления деталей на первом занятии

#### 1. Изготовление кованых гвоздей

Кузнецу при ручной ковке часто приходится изготавливать разные крепежные детали (гвозди, крюки, костыли, скобы и т.д.).

Делают крепежные детали, как правило, из мягкой стали марок Ст1, Ст2 круглого, полосового или квадратного сечения. Изготовление гвоздя является наиболее простой работой, включающей в себя три основных вида кузнечных операций: вытяжку, рубку и высадку. Этот пример дается для того, чтобы начинающий кузнец при изготовлении такой несложной детали смог развить ловкость правой и левой руки и научился делать эту работу за один нагрев заготовки.

Как в этом, так и в последующих примерах выполнения кузнечных работ сверху рисунка приводится чертеж или образец изготавляемой поковки, а снизу даются эскизы последовательности кузнечных операций.

Порядок изготовления гвоздя следующий: горн нужно тщательно очистить от шлака и золы, развести небольшой огонь (для мелких поковок большой огонь вреден). Затем в горне закладывают концы двух стальных прутков с диаметром 8-17 мм, располагая один из них посередине, а другой сбоку огня – для подогрева. Когда конец первого прутка нагрет до ковочной температуры,

Готовое изделие  
Эта форма гвоздя дает наилучшее скрепление дерева

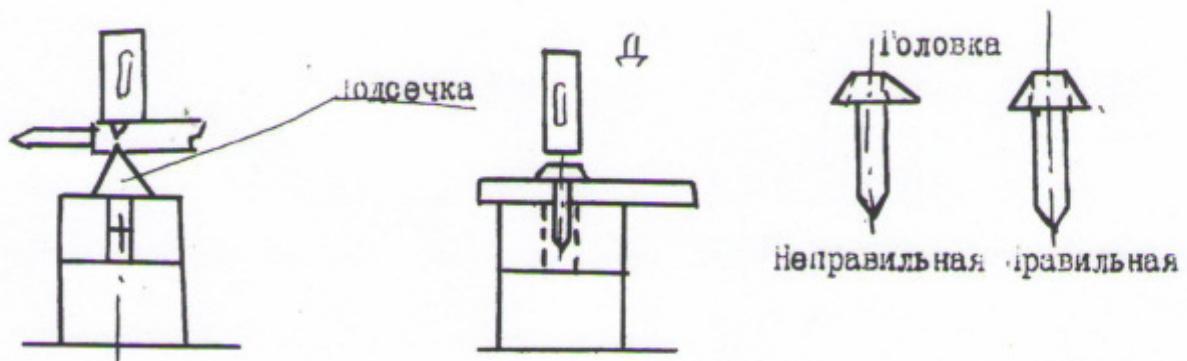
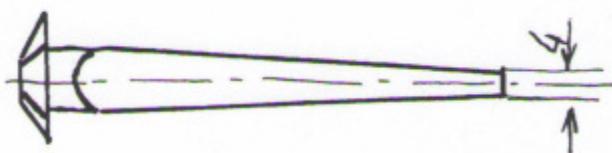
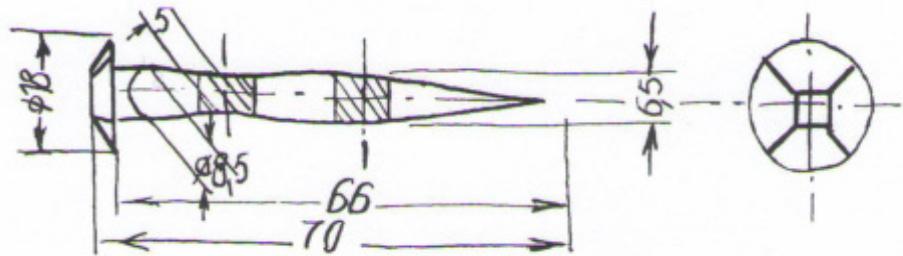


Рис.7. Порядок операции при изготовлении кованых гвоздей:  
 а – ковка острия; б – вытяжка стержня; в – отрубание заготовки;  
 д - осаживание головки

второй пруток передвигают в середину огня, а первый левой рукой вынимают из огня, кладут его на внешнее ребро и частыми ударами ручника вытягивают острие (рис. 7). Затем вытягивают стержень и несколькими ударами у внутреннего ребра наковальни проглашают стержень. После этого надрубают прутки на подсечке с двух сторон или кругом, оставляя небольшую перемычку (рис. 7, г), вставляют стержень гвоздя в отверстие гвоздильни и отламывают от прутка. Последней операцией при данном способе изготовления кованого гвоздя является получение головки-шляпки. Для этого прямыми ударами молотка высаживают головку (рис. 7, д), а четырьмя равномерными косыми и одним прямым центральным ударом молотка придают головке окончательную форму. Ось гвоздя должна проходить через центр головки. При неравномерных косых ударах молотка получается неправильная форма головки гвоздя.

Когда первый гвоздь откован, на что по нормам должно быть затрачено 1,5 минуты, конец второго прутка будет достаточно нагрет, и можно без перерыва приступить к ковке второго гвоздя и т.д.

Форма заострения кованых гвоздей может быть четырехугольная, круглая и плоская. Плоская форма заострения гвоздя лучше разрезает волокна дерева при забивке и крепче зажимается в дереве.

Кроме описанного в данном примере способа, существует и другой способ изготовления кованых гвоздей. Последовательность проведения операции следующая. Сначала пруток стали рубят на заготовки в холодном состоянии по заранее рассчитанной длине (по шаблону), затем нагревают заготовку; высаживают головку и оформляют ее в гвоздильне; после этого вытягивают стержень.

Второй прием изготовления гвоздей несколько сложнее первого. Если в первом случае кузнец удерживает пруток непосредственно левой рукой, то во втором случае он должен удерживать заготовку в клемцах.

## 2. Изготовление дверного крючка

Берется заготовка 1 из круглого прутка диаметром 10 мм.

Технологический процесс: (рис.8)

Нагрев одного конца заготовки – 1.

Оттяжка нагретого конца ручником и его заострение – 2.

Подгибка заостренного конца на роге наковальни – 3.

Гибка заостренного конца с двух сторон – 4.

Нагрев второго конца и подгибка его для петли – 5.

Загиб петли на специальной оправке (оправка вставляется вертикально в наковальню) с диаметром, равным диаметру петли – 6.

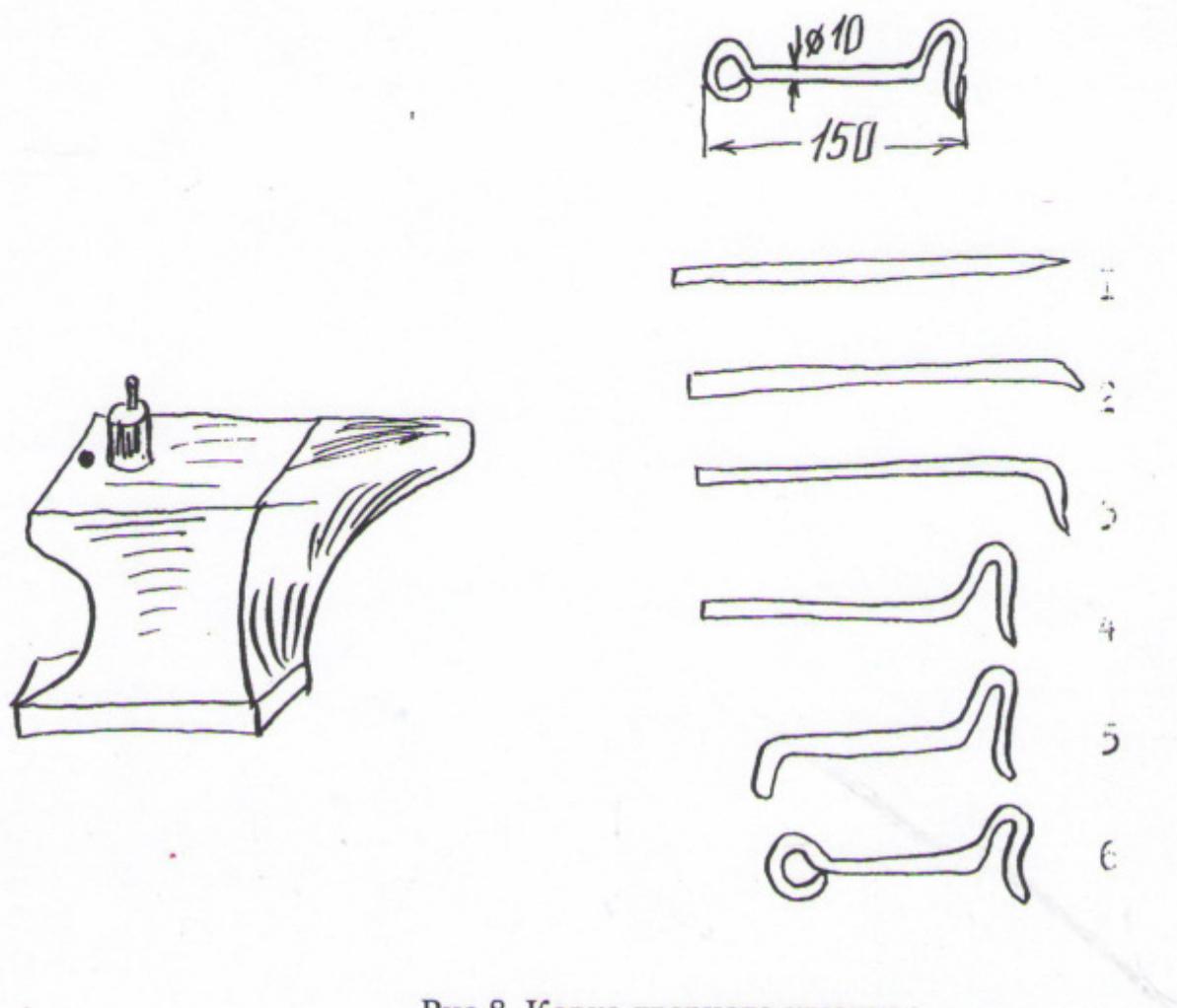


Рис.8. Ковка дверного крючка

### 3. Изготовление пробоя

Материалом для изготовления пробоев служит круглая сталь диаметром 8 мм.

Технологический процесс: (рис. 9)

Отрезка от прутка заготовки длиной 110 мм – 1.

Нагрев концов (поочередно) 1 на длине 20 мм и последовательная прокатка острия (до 35 мм): сначала на короткий четырехгранник и, наконец, на круг – 2.

Нагрев середины и гибка. После нагрева середины до гибки необходимо охладить концы, а при гибке следить за тем, чтобы оба конца имели одинаковую длину – 3.

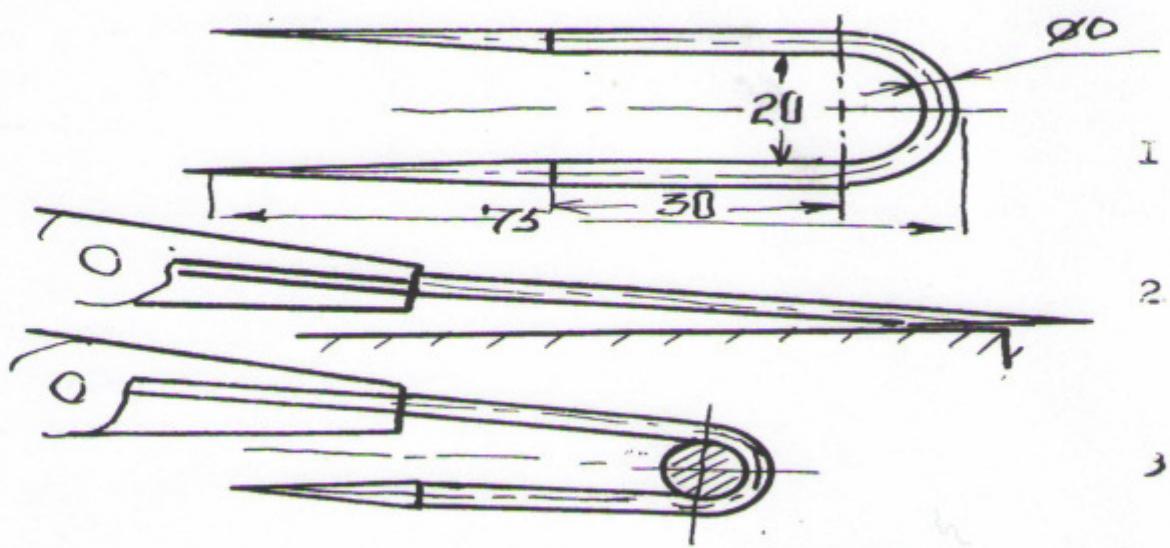


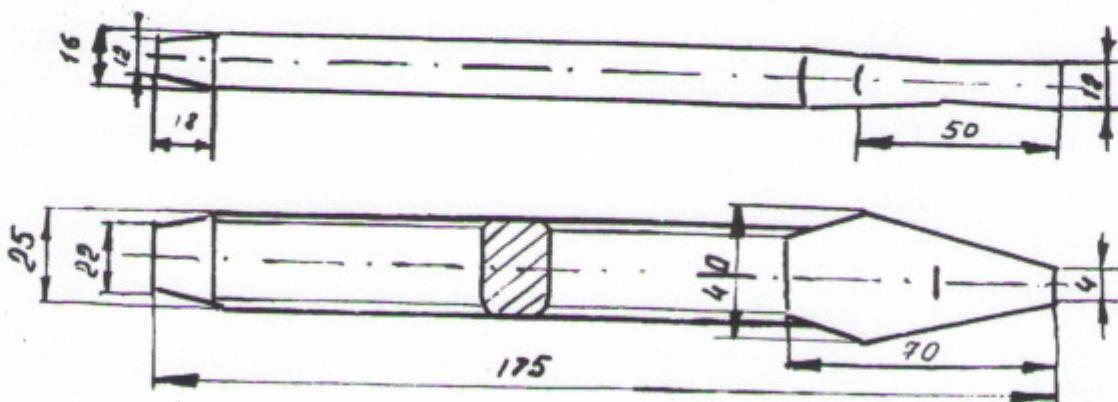
Рис.9. Ковка пробоя

## Контрольные вопросы

1. Как устроен кузнечный горн?
2. Для чего предназначаются кузнечные меха и вентиляторы?
3. Какие виды топлива применяются для горна кузницы?
4. Какой инструмент должен быть при горне?
5. Для чего служат ручник и кувалда, и чем они отличаются друг от друга?
6. Что такое шперак и гвоздильня и для чего они применяются?
7. Для чего служат клещи?
8. Как подгонять клещи к захватываемой заготовке?
9. Какой порядок работы на пневматическом молоте?
10. Какими измерительными и проверочными инструментами кузнец пользуется в процессе своей работы?
11. Для чего надо при ковке часто охлаждать кузнечный инструмент?
12. Какую опасность вызывает работа кузнеца неисправным инструментом?
13. Какой вред приносит ковка остывшей заготовки?
14. Какие существуют способы определения температуры нагрева?
15. В чем состоит операция вытяжки?
16. Что называется осадкой?
17. Как производится высадка конца заготовки?
18. Из какого материала изготавляются инструменты для рубки металла в горячем и холодном состоянии?

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС  
КОВКИ СЛЕСАРНОГО КРЕЙЦМЕЙСЕЛЯ

(температурный интервал ковки 1150-850°C)  
материал: сталь У7, У8



Переходы Наименование	Эскиз перехода	Оборудование и инструмент
1. Заготовка диаметром 22 мм (пруток).		Плоские бойки, продольные клещи, кронциркуль.
2. Протянуть заготовку на полосу 16x25 мм.		
3. Пережать заготовку с двух сторон в месте перехода к суженной – рубящей части инструмента.		Наковальня, кувалда, подбойка-верхник.
4. Протянуть пережатый конец заготовки на размер 10 мм и одновременно спустить боковые грани рубящей части до указанных размеров.		Наковальня, кувалда, гладилка, ручник.

5. Отрубить поковку от прутка.

6. Оттянуть и скруглить ударяющую часть и боковые грани инструмента.

7. Отделать и править поковку.



Наковальня, кувалда, зубило.

Наковальня, кувалда, клещи, гладилка.

Наковальня, ручники, клещи, гладилка.

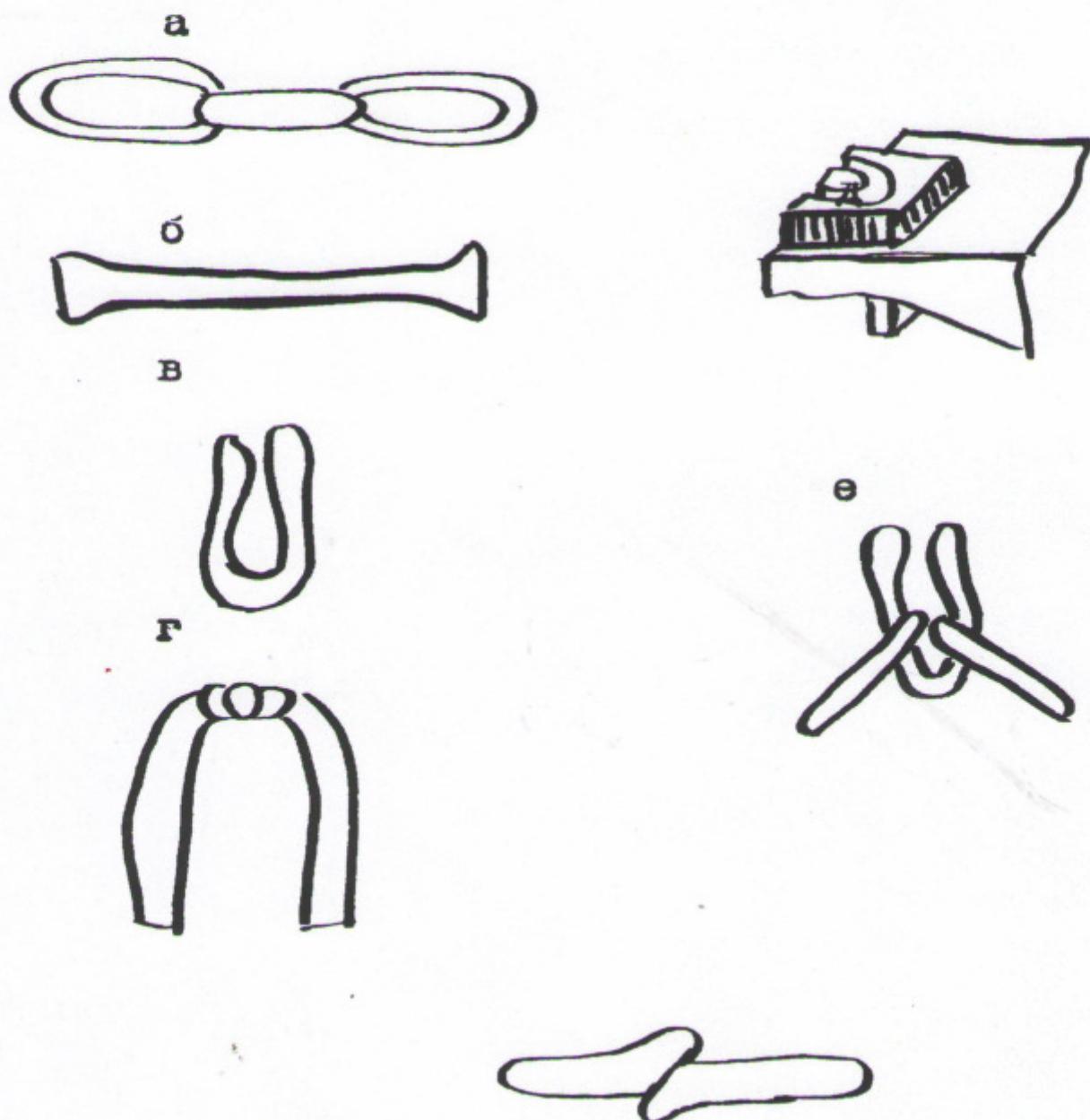
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС  
КОВКИ СЛЕСАРНОГО ЗУБИЛА  
(температурный интервал ковки 1150-850°С)  
материал: сталь У7, У8



Переходы		Эскиз перехода	Оборудование и инструмент
	Наименование		
1.	Заготовка диаметром 23 мм, длиной 160 мм		
2.	Протянуть заготовку на полосу 16x25		Плоские бойки, клемши, кронциркуль.
3.	Спустить боковые грани рубящей части до указанных размеров		Плоские бойки, клемши, откос.
4.	Оттянуть и скруглить ударяемую часть до размеров, указанных в эскизе поковки перед таблицей		Наковальня, клемши, кувалда, обжимки.
5.	Отделать поковку		Наковальня, клемши, кувалда, гладилка, ручник.

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗВЕНА ЦЕПИ

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ СВАРНОЙ ЦЕПИ



а – готовые три звена цепи;

б – заготовка с подсаженными концами для звена цепи;

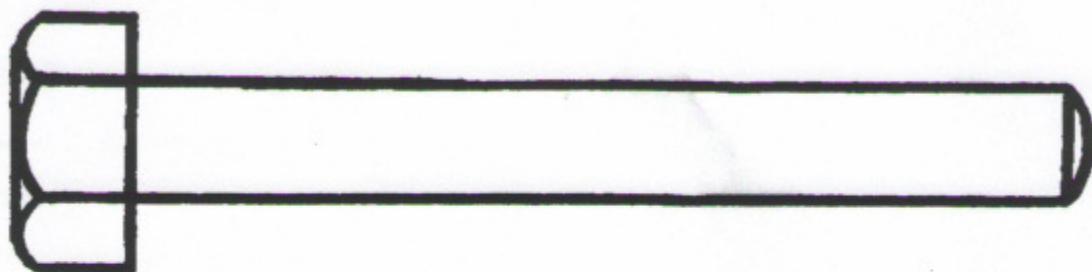
в – изогнутая заготовка для звена цепи;

г – подготовленные и наложенные концы прутка для сварки;

д – нижник (штамп) для сварки звена;

е – способ соединения двух звеньев с третьим звеном цепи.

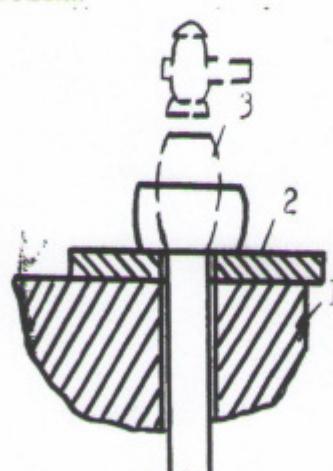
## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ БОЛТА



материал – углеродистая сталь;  
профиль материала – круг 25 мм;  
длина заготовки 280 мм.

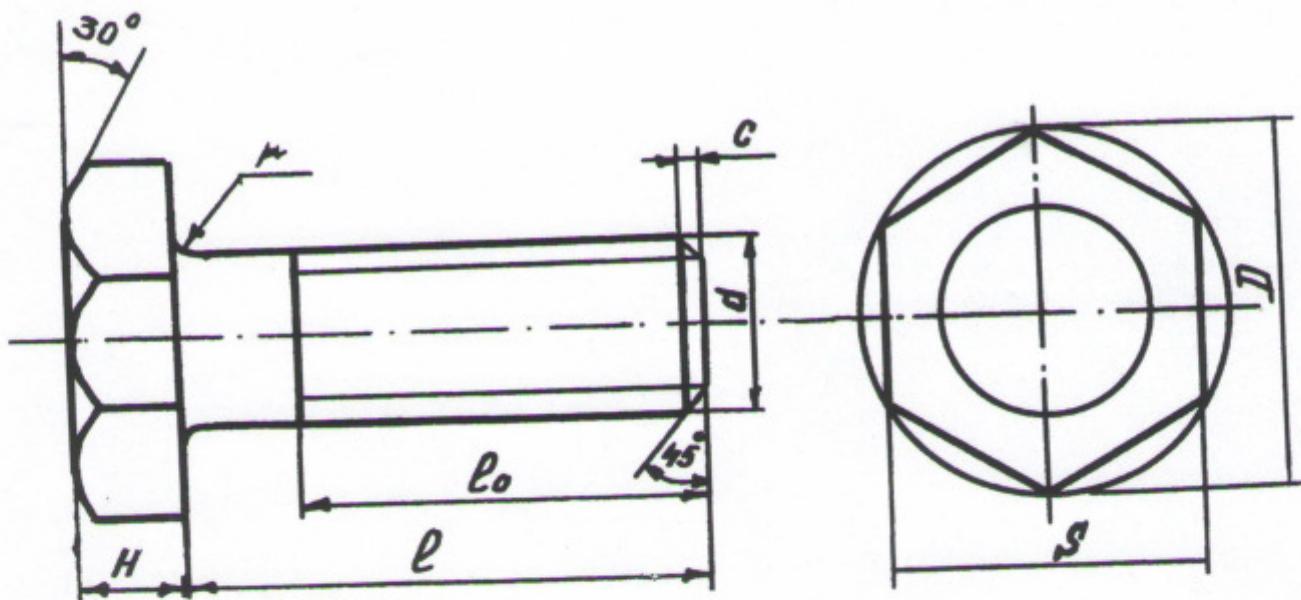
Болт с шестигранной  
головкой

№	Наименование переходов и элементов операции	Инструмент	Эскиз переходов
1	2	3	4
1.	Взять пруток диаметром 25 мм, положить в горн.	Горновой инструмент	Zаготовка для болта
2.	Взять нагретую заготовку из горна, положить на наковальню, отмерить от конца заготовки 280 мм и отрубить заготовку для болта.		
3.	Нагреть один конец заготовки до белого каления на длину 90 мм.	Горн, горновой инструмент, клемши	Высадка заготовки
4.	Взять клемщами нагретую с одного конца заготовку, вертикально поставить на наковальню и ударами молотка осадить нагретую часть заготовки.	Наковальня, клемши, кувалда, ручной молоток	

1	2	3	4
5.	Вставить цилиндрическую часть заготовки в гвоздильню. Положить заготовку на наковальню так, чтобы стержень болта прошел сквозь отверстие наковальни, и молотком распллющить головку.	Гвоздильня, клещи, наковальня, молоток	Образование головки болта: 1 – наковальня; 2 – гвоздильня; 3 – заготовка.
6.	Вынуть болт из гвоздильни и на лице наковальни молотком придать головке цилиндрическую форму.	Наковальня, клещи, молоток	
7.	Нагреть головку болта в горне.	Горн, клещи	Придание головке болта цилиндрической формы
8.	Вставить в отверстие наковальни нижник с формой шестигранной головки заданных размеров. Вынуть нагретую заготовку из горна, в нижнике придать ей шестигранной головки.	Наковальня, нижник, клещи, молоток	Придание головке болта формы шестигранника 1 – наковальня; 2 – нижник; 3 – заготовка болта

1	2	3	4
9.	Вставить стержень болта в гвоздильню, положить заготовку на наковальню так, чтобы стержень его прошел через отверстие наковальни. Наложить на головку болта гладилку и ударами молотка по гладилке придать верхней части головки сферическую поверхность.	Наковальня, гвоздильня, гладилка, молоток, клемши	
10.	Выправить стержень болта на лице наковальни. Проверить длину стержня. Если она окажется длиннее 200 мм, нагреть конец и отрубить зубилом.	Наковальня, ручной молоток, клемши, зубило	<p>Придание головке болта цилиндрической формы</p> <p>1 – наковальня, 2 – гвоздильня, 3 – болт.</p>

Болты с шестигранной головкой  
(по ГОСТ 7805-70)



Номинальный размер резьбы d	Размеры, мм						
	10	12	16	20	24	30	36
Диаметр стержня d	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	30,0	36,0
Диаметр описанной окружности D	18,9	21,1	26,8	33,6	40,3	51,6	61,7
Размер под ключ S	17	19	24	30	36	46	55
Высота головки H	7,0	8,0	10,0	13,0	15,0	19,0	23,0
Радиус под головкой r	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0

Длина болта l	Номинальные размеры резьбы, мм						
	10	12	16	20	24	30	36
	Длина резьбы $l_0$ (включая сбег резьбы)						
50	26	30	38	-	-	-	-
60	26	30	38	46	-	-	-
70	26	30	38	46	54	-	-
80	26	30	38	46	54	66	-
90	26	30	38	46	54	66	78
100	26	30	38	46	54	66	78

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИКЕ В СВАРОЧНОЙ МАСТЕРСКОЙ

## Содержание

### Тема 1. Подготовка металла к сварке

1. Общие сведения о подготовке металла к сварке
2. Практические упражнения

### Тема 2. Подготовка оборудования к сварке. Зажигание дуги

1. Пост сварки
2. Источники питания для дуговой сварки
3. Подготовка оборудования к сварке
4. Выбор режима сварки
5. Практические упражнения

### Тема 3. Наплавка валиков и стыковая сварка

1. Сущность наплавки
2. Ручная дуговая наплавка. Особенности технологического процесса
3. Практические упражнения
4. Стыковая электросварка при нижнем положении пластин

### Тема 4. Газовая сварка

1. Общие положения
2. Материалы для газовой сварки
3. Газосварочное пламя
4. Техника газовой сварки
5. Практические упражнения

### Приложения

# Тема 1. Подготовка металла к сварке

**Цель занятия.** Освоение приемов правки металла и очистки свариваемых кромок и прилегающих к ним участков поверхностей.

**Задание.** Уяснить цели правки и очистки металла, возможные виды дефектов при сварке плохо подготовленных заготовок. Изучить основы подготовительных работ.

Ознакомиться с организацией рабочих мест, в частности, участков для очищенных пластин, для неочищенных и для очистки пластин.

Ознакомиться с оборудованием и инструментом. Изучить безопасные приемы работы и общие правила техники безопасности в лабораториях. Выполнить практические упражнения по заданию мастера.

## 1. Общие сведения о подготовке металла к сварке

### 1.1. Правка металла

Правка обеспечивает точное совмещение кромок: устранение перекосов, равномерность зазора. Правку производят вручную (на плитах, в тисках) ударами кувалды или молотка, а также на листоправильных вальцах, прессах или на молотах. При необходимости выполняют холодную или горячую гибку.

### 1.2. Очистка металла

Очистка заключается в удалении с кромок и прилегающих к ним зон шириной до 20 мм загрязнений: ржавчины, краски, масла, окалины, влаги. Работа выполняется ручными или механическими стальными проволочными щетками; пескоструйными установками; травлением 10%-м раствором серной

кислоты с последующей промывкой водой и нейтрализацией 5%-м раствором кальцинированной соды; пламенем многофакельной газовой горелки с охлаждением водой (удаление окалины); промывкой растворителями (уайт-спирит, дихлорэтан, спирт, бензин).

### 1.3. Обработка кромок

Форма кромок зависит от толщины металла, назначения изделия и других факторов и выбирается по ГОСТ 5264-80.

Обработку кромок выполняют кислородной, плазменной, лазерной, механической резкой.

Резка при этом может быть совмещена с операцией скоса кромок. Небольшие заготовки, тонколистовой металл обрабатывают вручную напильником.

При подготовке к сварке могут выполняться также разметка, наметка (предварительная разметка), установка и фиксация заготовок в сборочно-сварочном приспособлении.

## 2. Практические упражнения

**Упражнение 1. Выправить пластины.** Надеть рукавицы и выпрямить

пластины на правильной плите ударами молотка, на наковальне - кувалдой.

По заданию мастера выполнить гибку пластин: тонколистовых в тисках

молотком, толстолистовых - с помощью молота или кувалды в кузнице.

**Упражнение 2. Зачистить пластину металлической щеткой.** Надеть ру-

кавицы, взять пластину в левую руку и металлическую щетку - в правую. Зачистить пластину до металлического блеска.

*использование* Упражнение 3. Зачистить кромки пластины. Надеть рукавицы, зажать пластину в тиски, снять рукавицы и зачистить напильником кромки. При необходимости выполнить скос кромок под заданным углом.

## Тема 2. Подготовка оборудования к сварке. Зажигание дуги

*использование* Цель занятия. Ознакомление с оборудованием и аппаратурой сварочного поста, подготовкой оборудования к сварке; освоение приемов зажигания электрической дуги.

*использование* Задание. Ознакомиться с организацией рабочего места сварщика.

*использование* Ознакомиться с источниками питания сварочного тока, изучить подробнее один из них.

Подготовить к работе сварочное оборудование.

Научиться зажигать дугу.

### 1. Пост сварки

Для защиты рабочих от излучения дуги в постоянных местах сварки для каждого сварщика устанавливают отдельную кабину размером 2х2,5 м (2х2). Стенки кабины могут быть изготовлены из тонкого металла, фанеры, брезента. Фанера и брезент должны быть пропитаны огнестойким составом, например раствором алюмокалиевых квасцов. Каркас кабины изготавливают из стальной трубы или уголка. Пол в кабине должен быть выложен из огнестойкого материала (кирпича, бетона, цемента). Стены окрашивают в светло-серый цвет красками, хорошо поглощающими ультрафиолетовые лучи. Освещенность кабины должно быть не менее 80 лк. Кабину оборудуют местной вентиляцией с воздухообменом 40 м<sup>3</sup>/ч на каждого рабочего.

Детали сваривают на рабочем столе высотой 0,5-0,7 м. крышку стола изготавливают из чугуна толщиной 20-25 мм. В ряде случаев на столе устанавливают различные приспособления для сборки и сварки изделий. Если вы-

полняются однотипные работы, то стол заменяют манипулятором, на котором изделие собирают и сваривают в удобном для сварщика положении. Сварочный пост оснащен генератором, выпрямителем или сварочным трансформатором.

**Щитки** применяют для защиты глаз и лица электросварщика от прямого излучения электрической дуги, брызг расплавленного металла и искр. Их изготавливают из токонепроводящего нетоксичного и невоспламеняющегося материала.

Внутренняя сторона корпусов щитков и масок должны иметь гладкую поверхность черного цвета. Щиток имеет ручку овального сечения длиной не менее 120 мм, а маска снабжена устройством, удерживающим ее на наголовнике не менее чем в двух фиксированных положениях: опущенном (рабочем) и откинутом назад.

Щитки комплектуются покровным стеклом для защиты светофильтра от брызг летящего металла и защитным стеклом из оргстекла, которое необходимо 2-3 раза в месяц заменять новым.

**Электрододержатель** применяют для закрепления электрода и подвода к нему тока при ручной дуговой сварке.

В зависимости от механизма зажатия электрода, существующие электрододержатели бывают пассатижного, винтового, пружинного, рычажного, эксцентрикового, клинового и других типов.

Простейшие из перечисленных электрододержателей - пассатижные.

**Дополнительный инструмент сварщика.** Для присоединения провода к изделию применяют винтовые зажимы типа струбцин, в которые конец провода впаян высокотемпературным припоем.

Зажимы должны обеспечивать плотный контакт со свариваемым изделием.

Для зачистки швов и удаления шлака применяют проволочные щетки - ручные и механизированные.

Для клеймения швов, вырубки дефектных мест, удаления брызг и шлака служат клейма, зубила и молотки.

Для хранения электродов при сварке на монтаже применяют брезентовые сумки длиной 300 мм, подвешиваемые к поясу сварщика. В цеховых условиях для этой цели используют стаканы, изготовленные из отрезка трубы диаметром 50-75 мм, длиной 300 мм, с приваренным донышком-подставкой.

**Сварочные провода** служат для подвода тока от сварочной машины или источника питания к электрододержателю и свариваемому изделию. Электрододержатели снабжаются гибким изолированным проводом ПРГДО или ПРГД, сплетенным из большого числа медных, отожженных и облуженных проволочек диаметром 0,18-0,2 мм. Применять провод длиной более 30 м не рекомендуется, так как это вызывает значительное падение напряжения в сварочной цепи.

## **2. Источники питания для дуговой сварки**

### **2.1. Общие сведения**

При дуговой электросварке применяют следующие источники питания дуги: источники постоянного тока: сварочные генераторы постоянного тока, сварочные выпрямители, специализированные источники; источники переменного тока - сварочные трансформаторы и специализированные установки на их основе.

Более просты, надежны и дешевы сварочные трансформаторы, поэтому они имеют преимущественное распространение.

При сварке постоянным током дуга более устойчива, возможна сварка высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов, тонких изделий.

Соответствующее оборудование:

- сварочные выпрямители, отличающиеся повышенным КПД меньшей металлоемкостью, удобством в эксплуатации; они чувствительны к температурным изменениям (используются в закрытых помещениях);

- сварочные генераторы стационарные и передвижные с приводом от электродвигателя (преобразователи) и двигателя внутреннего сгорания (сварочные агрегаты)

Источники постоянного тока могут быть одно- и многопостовые.

Основные требования, которым должны отвечать источники тока:

- иметь падающую внешнюю характеристику;
- обеспечение легкого возбуждения сварочной дуги;
- устойчивое горение дуги;
- ограничение тока короткого замыкания;
- обеспечивать безопасность работы (напряжение холостого хода не должно превышать 80-90 В);
- обеспечивать возможность регулирования силы тока;
- способствовать переносу электродного металла и формированию сварочного шва.

## 2.2. Сварочные трансформаторы

Трансформатор снижает напряжение сети (220 или 380 В) до напряжения холостого хода (60-80 В) и создает на дуге падающую внешнюю характеристику. Последнее обеспечивает дроссельная (реактивная) обмотка или изменение магнитных потоков рассеяния.

В трансформаторах с увеличенным магнитным рассеянием первичная и вторичная обмотки (помещаемые на разных или на одном стержне сердечника трансформатора) устанавливаются с некоторым (регулируемым) расстоянием между ними.

При нагрузке часть магнитного потока трансформатора замыкается по воздуху, образуя поток рассеяния. Поэтому поток, пронизывающий вторичную обмотку становится меньше потока первичной обмотки. Соответственно и напряжение во вторичной обмотке - меньше холостого (на ЭДС рассеяния). С ростом тока вторичной обмотки увеличивается поток и ЭДС рассеяния, увеличение расстояния между обмотками приводит к увеличению потока и

ЭДС рассеяния (увеличению потери энергии внутри трансформатора), что вызывает уменьшение тока в цепи. В трансформаторах серий ТД (ТД-300, ТД-500) и ТДМ предусмотрено два диапазона сварочных токов: малых и больших. На первом - витки обмоток и первичной, и вторичной соединяются последовательно (при этом часть витков первичной обмотки отключается). На диапазоне больших токов витки обмоток соединяются параллельно.

Для ступенчатого регулирования тока в некоторых источниках используют секционированные обмотки - подключают токопроводы (сеть) к разным контактам вторичной (первичной) обмотки.

### 2.3. Сварочные генераторы

Генераторы постоянного тока работают по принципу намагничающего действия параллельной и размагничивающего действия последовательной (в которой протекает сварочный ток) катушек. Сварочный ток в генераторах этого типа регулируется изменением тока возбуждения параллельной обмотки с помощью реостата или изменением числа витков параллельной и последовательной обмоток.

### 2.4. Сварочные выпрямители

Выпрямители состоят из полупроводниковых элементов - вентиляй, которые хорошо проводят ток в одном направлении. Для сварочных выпрямителей в основном используют селеновые вентили на алюминиевой основе, более прогрессивны германиевые и кремниевые выпрямители.

Полупроводниковый выпрямитель в сочетании с трансформатором называют выпрямительной установкой.