

Министерство общего и профессионального образования Свердловской области  
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Свердловской области  
«Ирбитский мотоциклетный техникум» (ГАПОУ СО «ИМТ»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ

МДК 03. 01. Технология выполнения общеслесарных работ

Ирбит 2017г.

Методические указания предназначены для самостоятельного выполнения студентами практических работ в части освоения междисциплинарного курса МДК. 03.01 Технология выполнения общеслесарных работ, профессионального модуля ПМ 03 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (18511 Слесарь по ремонту автомобилей).

Разработчик: А. Л. Кротов, мастер производственного обучения ГАПОУ СО «ИМТ»

Пособие предназначено для студентов специальности среднего профессионального образования специальности 23.02.03. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта.

ГАПОУ СО «ИМТ», г. Ирбит, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Практическая работа № 1. Выполнение контрольно-измерительных работ....	5
2. Практическая работа №2. Расчет развёрток заготовок .....	12
3. Практическая работа № 3. Обработка отверстий осевым инструментом на сверлильном станке .....	17
4. Практическая работа № 4. Расчет параметров деталей резьбового соединения.....	27
5. Практическая работа № 5. Расчёт заклёпочного соединения от условий его эксплуатации .....	30
6. Литература.....	34

## Пояснительная записка

Настоящие методические указания позволяют студентам специальности 23.02.03. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта, очной и заочной форм обучения, самостоятельно выполнить практические работы, предусмотренные программой междисциплинарного курса МДК 03.01 Технология выполнения общеслесарных работ, профессионального модуля ПМ 03 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (18511 Слесарь по ремонту автомобилей).

В методических указаниях представлены виды инструментов, применяемых при выполнении слесарной обработки.

Схемы процессов обработки деталей.

Методические указания содержат варианты заданий, чертеж детали, описание порядка выполнения практических работ, формы отчётов.

## Практическая работа № 1

### Выполнение контрольно-измерительных работ

**Цель работы:** Изучить методы измерения различных величин. Ознакомиться основными инструментами для измерений. Научиться пользоваться измерительными инструментами.

**Оборудование, инструменты, приспособления.** Штангенциркули и микрометры, образцы для измерений (многоступенчатые валики, втулки с глухими и сквозными отверстиями).

### Теоретическая часть

#### Измерение линейных величин.

Под измерением понимают сравнение величины (длины, площади и т. д.) с одной и той же величиной, принимаемой за единицу. Единицы измерения регламентируются Государственными общесоюзными стандартами (ГОСТ). Ни одно измерение не может быть произведено абсолютно точно. Между измеренным значением величины и ее действительным значением существует всегда некоторая разница, которая называется **погрешностью измерения**.

**Точность измерения** характеризует ту ошибку, которая неизбежна при работе самыми совершенными измерительными инструментами. Повышения точности измерения можно добиться путем повторного измерения с последующим определением среднего арифметического значения, полученного в результате нескольких измерений.

К наиболее распространенным инструментам для измерения линейных величин при обработке металлов относятся измерительные металлические линейки, штангенинструменты, микрометрические инструменты. Все эти инструменты являются шкальными (штриховыми), так как имеют шкалу с делениями.

**Измерительные металлические линейки** применяют для грубых измерений. Их изготавливают с верхними пределами измерения до 150; 300; 500; 1000 мм и ценой деления (т. е. расстояния между штрихами деления) 0,5 или 1 мм. Точность измерения 0,5 мм.

**Штангенинструменты** (рис. 1) применяют для более точных измерений. К ним относят штангенциркули, служащие для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин деталей и т. п. (рис. 1, а), штангенглубиномеры, предназначенные для измерения глубин глухих отверстий, измерения канавок, пазов, выступов (рис. 1, б); штангензубомеры с нониусом, применяемые для измерения толщины зубьев цилиндрических зубчатых колес (рис. 1, в); штангенрейсмусы, служащие для выполнения точной разметки и измерения высот от плоских поверхностей (рис. 1, г). Все указанные штангенинструменты основаны на применении нониусов, по которым отсчитываются дробные доли делений основных шкал.

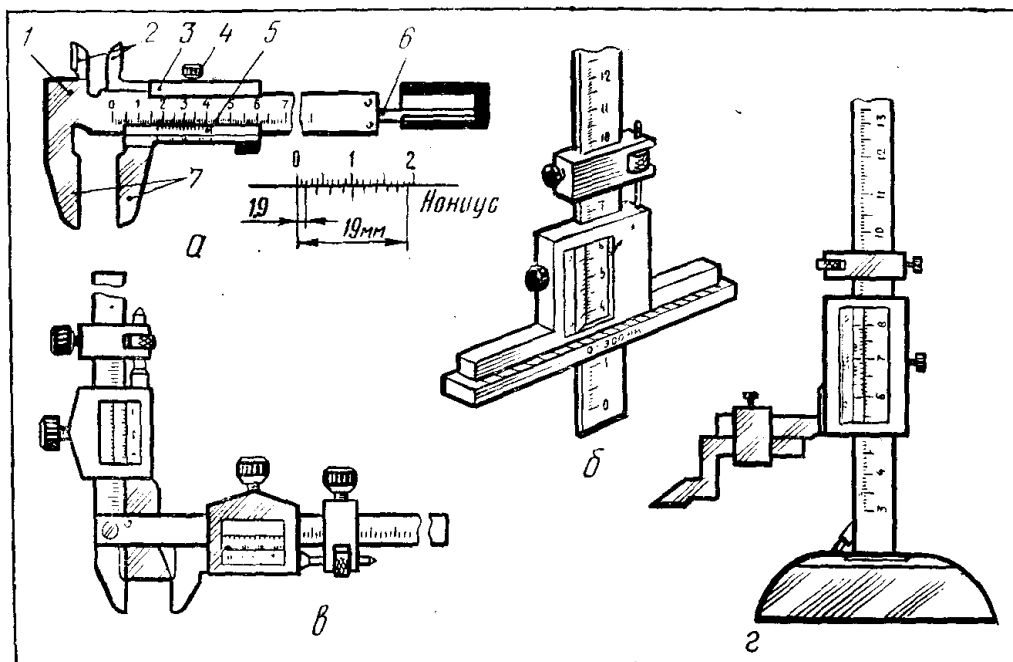


Рис. 1. Штангенинструменты:  
 а — штангенциркуль ШЦ-1 (1 — штанга; 2, 7 — губки; 3 — подвижная рамка; 4 — зажим; 5 — шкала нониуса; 6 — линейка глубиномера);  
 б — штангенглубиномер; в — штангензубомер; з — штангенрейсмус.

Среди штангенинструментов наиболее широкое применение имеют штангенциркули. Они бывают трех типов: ШЦ-1 (с пределами измерений 0-125 мм и величиной отсчета 0,1 мм), ШЦ-11 (пределы измерений 0-200 и 0-320 мм, величина отсчета 0,05-0,1 мм), ШЦ-III (пределы измерений 0-500; 250-710; 320-1000; 500-1400; 800-2000 мм. Величина отсчета 0,1 мм).

Рассмотрим устройство штангенинструментов на примере широко распространенного штангенциркуля ШЦ-1 (см. рис. 1, а). Он состоит из штанги 1, на которой нанесена шкала с миллиметровыми делениями. Заодно со штангой выполнены неподвижные измерительные губки 2 и 7. По штанге перемещается подвижная рамка 3 с губками и жестко скрепленным с ней глубиномером 6. Рамка во время измерения закрепляется на штанге зажимом 4. Нижние губки 7 служат для измерения наружных размеров, а верхние 2 — внутренних.

На скошенной грани рамки 3 нанесена шкала 5 нониуса. Шкала нониуса длиной 19 мм разделена на 10 равных частей, и, следовательно, величина каждого деления нониуса равна 1,9 мм. Разность между величинами двух делений штанги и одного деления нониуса составляет 0,1 мм.

При сомкнутых губках нулевой штрих нониуса совпадает с нулевым штрихом шкалы штанги, первый штрих нониуса отстает от второго штриха шкалы на 0,1 мм, второй штрих нониуса отстает от четвертого штриха шкалы уже на 0,2 мм, третий — от шестого на 0,3 мм и т. д. Если раздвинуть губки штангенциркуля на 0,1 мм, то первый штрих нониуса (не считая нулевого) совпадет со вторым штрихом штангенциркуля. Если раздвинуть губки на 0,2 мм, то совпадут второй и четвертый штрихи, на 0,3 мм — третий и шестой и т. д.

Таким образом, при измерении штангенциркулем целые миллиметры отсчитываются непосредственно по шкале штанги до нулевого штриха нониуса, а дробные (в данном случае десятые) доли миллиметра — по шкале нониуса. При этом дробная величина (количество десятых долей миллиметра) определяется умножением величины отсчета (0,1 мм) на порядковый номер штриха нониуса (не считая нулевого), совпадающего со штрихом штанги. При чтении показаний штангенциркуль держат прямо перед глазами.

Штангенциркули более высокой точности отличаются от описанного градуировкой шкалы нониуса. Например, штангенциркуль с точностью измерений до 0,05 мм также имеет штангу с миллиметровой шкалой, а шкала нониуса длиной 39 мм разделена на 20 равных частей и следовательно, величина ее деления составляет 1,95 мм. В этом случае при установке на нуль первый штрих шкалы нониуса отстает от второго штриха шкалы штанги на 0,05 мм, второй штрих нониуса отстает от четвертого штриха штанги на  $2 \times 0,05 = 0,1$  мм и т. д. Очевидно, что если с соответствующим штрихом штанги совпадет, например, пятый штрих нониуса то избыток сверх целого числа миллиметров составит  $5 \times 0,05 = 0,25$  мм. Прибавляя эту величину к целому числу миллиметров, согласно показаниям шкалы штанги до нулевого штриха нониуса находят искомый размер с точностью до 0,05 мм.

**Микрометрические инструменты** (рис. 2) позволяют производить измерения с точностью до 0,01 мм. К ним относятся микрометры служащие для измерения наружных размеров (рис. 2, а) микрометры резьбовые со вставками, применяемые для измерения среднего диаметра резьбы (рис. 2, б); микрометрические глубиномеры предназначенные для измерения глубины пазов, отверстий и высоты уступов (рис. 2, в); микрометрические нутромеры, применяемые при измерении внутренних размеров (рис. 2, г).

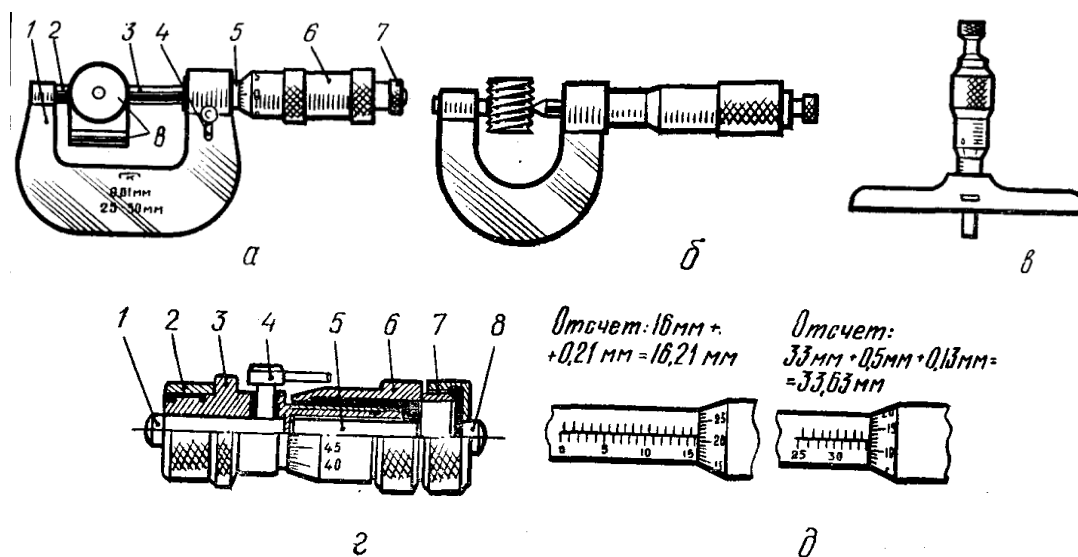


Рис. 2. Микрометрические инструменты:

- а — микрометр (1 — скоба; 2 — пятка; 3 — микрометрический винт; 4 — стопор; 5 — стебель; 6 — барабан; 7 — трещотка; 8 — установочные меры);
- б — микрометр резьбовой со вставками; в — микрометрический глубиномер;
- г — микрометрический нутромер (1 и 8 — измерительные наконечники; 2 — гайка; 3 — стебель; 4 — стопор; 5 — микрометрический винт; 6 — барабан; 7 — трещотка);
- д — пример отсчета.

Принципиальное устройство всех указанных микрометрических инструментов основано на использовании одинакового измерительного механизма — микрометрического винта.

Рассмотрим устройство наиболее распространенного микрометрического инструмента-микрометра для измерения наружных размеров с точностью до 0,01 мм (см. рис. 2, а). Он состоит из скобы 1 с пяткой 2 и стебля 5, внутрь которого ввернут микрометрический винт 3. Торцы пятки и микрометрического винта являются измерительными поверхностями. Винт жестко скреплен с барабаном 6. На стебле нанесена шкала с полумиллиметровыми (верхняя часть шкалы) и миллиметровыми (нижняя часть) делениями. На конической части барабана также нанесена шкала, делящая окружность на 50 равных частей. Главной частью микрометра является точный микрометрический винт с шагом резьбы 0,5 мм. При повороте на один полный оборот он перемещается вдоль оси на 0,5 мм, за пол-оборота - на 0,25 мм, а за одну пятидесятую часть оборота— на 0,01 мм. Если коническая часть барабана микрометра разделена на 50 равных частей, то при повороте барабана на одно деление винт переместится в продольном направлении на 0,01 мм, при повороте барабана на два деления—на 0,02 мм и т. д.

Так как излишний нажим винта на измеряемую деталь может вызвать неточность измерения, то для регулирования нажима микрометр имеет трещотку 7. Трещотка соединена с винтом так, что при увеличении измерительного усилия свыше 9 Н она не вращает винт, а проворачивается с характерными щелчками. Для фиксирования полученного размера служит стопор 4.

### **Измерения штангенциркулем и микрометром.**

**Правила обращения со штангенинструментами:** при измерении деталей нельзя сильно зажимать их, так как может возникнуть перекося движка и показания будут неверными; нельзя допускать ослабления посадки движка на штанге — это приводит к перекося ножек и к ошибкам измерения; категорически запрещается применять штангенинструменты для измерения обрабатываемых заготовок на работающем станке; необходимо регулярно проверять точность штангенинструмента; по окончании работы штангенинструменты необходимо тщательно протереть, смазать и уложить в футляры; во время хранения штангенциркулей их измерительные поверхности должны быть разъединены, а зажимы ослаблены.

*При измерении наружного диаметра:*

- берут штангенциркуль в левую руку и ослабляют зажимной винт рамки;
- разводят губки на размер, несколько больший диаметра измеряемой детали;
- помещают деталь между губками и передвигают подвижную рамку до соприкосновения губок с поверхностью детали, закрепляют рамку зажимным винтом; вынимают деталь из промежутка между губками и считывают показания.

*При измерении внутреннего диаметра:*

- берут штангенциркуль в левую руку и ослабляют зажимной винт; устанавливают губки для измерения внутренних размеров на размер несколько меньший измеряемого диаметра;
- вводят губки в отверстие и передвигают подвижную рамку до соприкосновения губок с поверхностью отверстия, закрепляют рамку зажимным винтом;
- вынимают губки из отверстия и прочитывают результат.

*При измерении глубины отверстия (уступа):*

- берут штангенциркуль в левую руку и ослабляют зажимной винт; упирают торец штанги в верхний край измеряемого отверстия и, перемещая подвижную рамку, вводят линейку глубиномера в отверстие до упора, закрепляют рамку зажимным винтом;
- вынимают глубиномер из отверстия и прочитывают результат.



**Техника измерений микрометром** заключается в следующем. Перед измерением проверяют нулевое положение микрометра. Вращением микрометрического винта за трещотку сводят измерительные поверхности до соприкосновения между собой или с установочной мерой при пределах измерения не от нуля. Вращение прекращают после появления щелчков трещотки. Проверяют показания микрометра. Если нулевые штрихи на шкалах стебля и барабана не совпадают, то производят установку микрометра на нуль, для чего при сведенных измерительных плоскостях стопорят микрометрический винт, отворачивают колпачок (гайку), прикрепляющий барабан к микрометрическому винту, освобождают барабан от сцепления с винтом, поворачивают его до совпадения нулевого штриха с продольным штрихом стебля и снова закрепляют барабан. При измерении микрометр берут левой рукой за скобу, а большим и указательным пальцами правой руки вращают головку барабана до тех пор, пока измерительные поверхности микрометра не будут охватывать измеряемую часть детали. Затем вращением винта трещоткой сводят измерительные поверхности до плотного соприкосновения их с измеряемой деталью и появления щелчков трещотки. После этого читают показания микрометра. Целые миллиметры и полумиллиметры отсчитывают на шкале стебля, а десятые и сотые доли миллиметра — по шкале скоса барабана (рис.2, д).

### **Правила обращения с микрометрическими инструментами:**

- в процессе измерения барабан трещотки вращают плавно и не слишком быстро, так как резкая подача винта и сильный зажим измеряемой детали ведут к неправильным показаниям измерения и преждевременному износу винта;
- при пользовании микрометрические инструменты кладут на сухую, чистую поверхность;
- нельзя измерять микрометрическими инструментами нагретые детали, так как показания при этом будут неточными;
- не разрешается измерять микрометрами черные, грубо обработанные и грязные поверхности деталей;
- по окончании работы инструменты тщательно протирают, смазывают, стопоры ослабляют и несколько разводят измерительные поверхности;
- хранят микрометрические инструменты в специальных футлярах, в сухих помещениях при определенной постоянной температуре.

### **Задание**

1. Ознакомиться с устройством и приемами измерения штангенциркулями. Обмерить втулку с отверстием.
2. Ознакомиться с устройством и приемами измерения микрометрами. Обмерить трехступенчатый валик.
3. Результаты измерений свести в таблицу, где указать номер образца, инструмент и результат измерения.

### **Вопросы:**

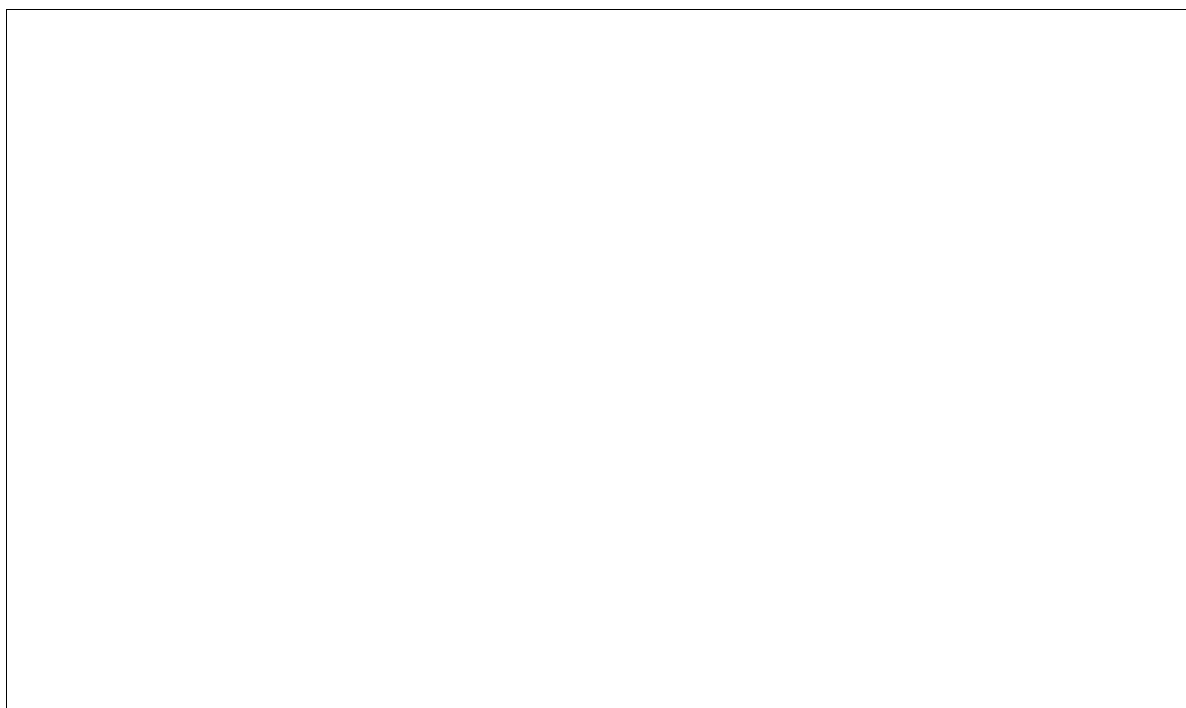
1. Что называется измерением?
2. Чем характеризуется точность измерения?
3. Какие инструменты используют для измерения линейных величин?
4. Назовите основные детали штангенциркуля.
5. Расскажите об устройстве нониуса штангенциркуля.
6. Как производится измерение штангенциркулем наружных и внутренних размеров деталей, а также глубин глухих отверстий и уступов?
7. Какие правила надо соблюдать при обращении со штангенциркулями?

8. Где применяются микрометрические инструменты? На каком принципе они основаны?
9. Объясните устройство наиболее распространенного микрометра.
10. Как производится установка микрометра на нуль?
11. Как производится измерение деталей с помощью микрометра?
12. Какие правила надо соблюдать при обращении с микрометрическими инструментами?

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с устройством и приемами измерения штангенциркулем.
2. Выполнить эскиз детали.
3. Определить действительные размеры детали и записать в таблицу.
4. Определить по каждой позиции вид брака.

**Эскиз детали**



№ образца				
Параметр	Инструмент	Действительный размер	Допуск на размер	Вид брака (исправимый/неисправимый)
L 1			+/- 0,5мм	
L 2			+/- 0,5мм	
L 3			+/- 0,5мм	
L 4			+/- 0,3мм	
D 1			- 0,2мм	
D 2			+ 0,3мм	
D 3			+/- 0,2мм	
D <sub>отв.</sub>			+/- 1мм	

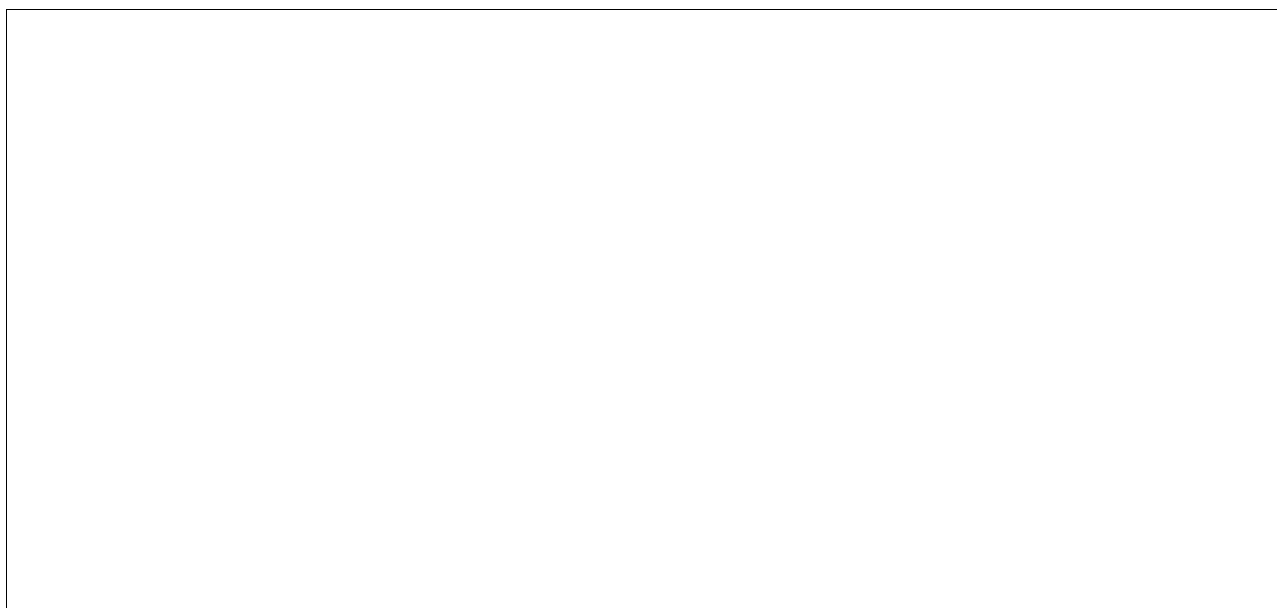
Заключение: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## Измерения микрометром.

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с устройством и приемами измерения микрометрами.
2. Выполнить эскиз детали.
3. Определить размеры детали штангенциркулем.
4. Определить действительные размеры детали микрометром, записать в таблицу.
5. Определить по каждой позиции разницу показаний.

### Эскиз детали



Измерить штангенциркулем и микрометром наружные диаметральные размеры и определить разницу показаний.

№ образца	Позиция	Показания штангенциркуля	Показания микрометра	Разница показаний
	D 1			
	D 2			
	D 3			

Заключение: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Практическая работа № 2

### Расчет развёрток заготовок

#### Гибка полосовой стали

Полосовую сталь удобнее всего гнуть в слесарных тисках. Для этого нужно установить заготовку таким образом, чтобы сторона с нанесенной на нее риску места загиба была обращена к неподвижной губке тисков. Риска должна выступать над губкой примерно на 0,5 мм. Удары наносить следует тоже в направлении неподвижной губки тисков (рис.1).

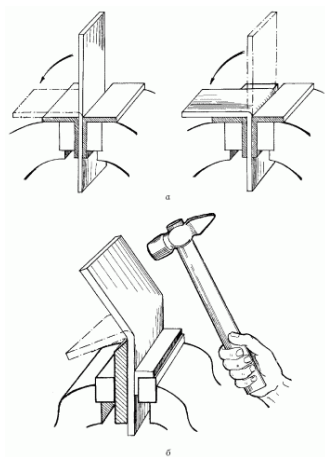


Рис.1 Приемы гибки полос: а – порядок гибки; б – гибка острого угла.

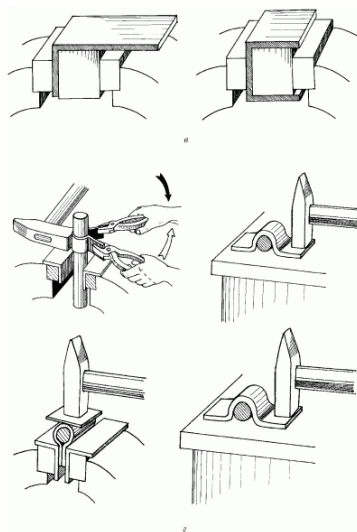


Рис.1 (продолжение). Приемы гибки полос: в – изготовление скобы; г – изготовление хомутика.

Для того чтобы загнуть полосу под острым углом, необходимо воспользоваться оправкой, которая соответствует требуемому углу загиба. Ее нужно зажать в тисках вместе с заготовкой, расположив высокой стороной к ней, и загнуть ударами молотка.

Для изготовления из полосовой стали скобы применяется брусок-оправка, равный по толщине проему скобы. Его нужно зажать в тисках вместе с полосой стали и легкими ударами молотка загнуть одну сторону скобы. Затем вложить брусок внутрь скобы и, снова зажав в тисках, отогнуть другую сторону.

Для крепления труб и металлических стержней различного назначения часто используется хомут из полосовой стали. Он также изготавливается на тисках. Для этого

нужно взять круглую оправку нужного диаметра, зажать ее в тисках и двумя плоскогубцами загнуть на ней полоску стали необходимой ширины и длины.

Затем оправку нужно освободить из губок тисков и, зажав в них отогнутые концы хомутика, придать ему окончательную форму. Лучше наносить удары молотком не по самому хомутику (чтобы не оставить на нем забоев, вмятин и царапин), а через медную пластинку небольшой толщины, которая хорошо перераспределяет усилие удара. Если нужен хомутик полуоткрытый, то его доводку удобно производить на плите.

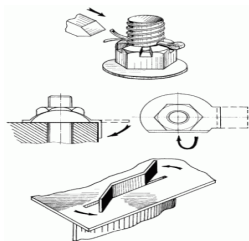


Рис.2

Полосовая гибка часто применяется при гибочных соединениях деталей. Они носят самый различный характер и применяются достаточно широко. Соединение может быть целиком гибочным, когда крепежное усилие создается изгибом одной или обеих деталей, а может играть вспомогательную роль и усиливать, например, резьбовое соединение, как стопорная шайба или шплинт в соединении гайка-болт (рис.2).

Если мастерская оборудована настольным ручным прессом, имеющим усилие 5–10 кН, то его можно оснастить очень производительными штампами, с помощью которых легко придавать металлическим листам изгиб нужного профиля. На основание пресса устанавливается матрица с заранее выбранным профилем, а верхнюю силовую часть пресса оборудуют пуансоном, соответствующим форме матрицы (рис.3). При изготовлении штампов следует помнить, что ширина пуансона должна быть меньше ширины «ручья» матрицы на удвоенную толщину металлической заготовки.

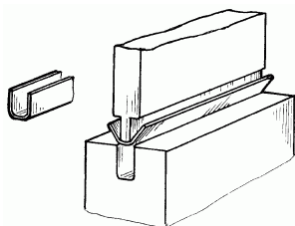


Рис.3 Гибка заготовок с помощью гибочного штампа

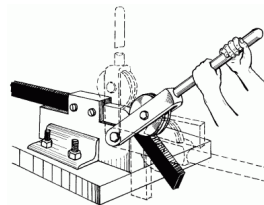


Рис.4 Гибка стальной полосы на ребро.

В тех случаях, когда требуется изогнуть стальную полосу на ребро, используется роликовое приспособление (рис.4).

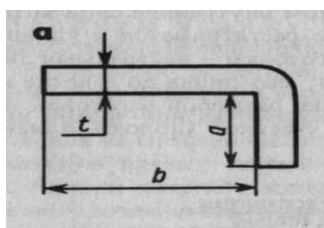
При работе с ним следует учитывать, что верхняя прорезь бруска основания должна точно соответствовать размерам полосы. Кроме того, верхнюю часть полосы, которая будет испытывать деформацию растяжения, а также рабочий ролик нужно смазать маслом.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Примеры выполнения расчётов развёрток заготовок.

1) Рассчитайте длину полосы, необходимой для изготовления уголка без внутреннего закругления из материала сталь 45  $A=50\text{мм}$ ,  $B=60\text{мм}$ ,  $t=4\text{мм}$

Решение:  $L=A+B+0,5 t$



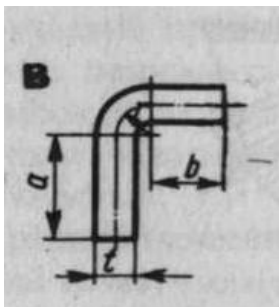
$$L=50+60+0,5*4$$

$$L=112\text{мм}$$

где 0,5 припуск на загиб (обычно он принимается равным 0,5-0,8 толщины материала).

2) Рассчитайте длину полосы, необходимой для изготовления уголка с внутренним закруглением из материала сталь 45  $A=50\text{мм}$ ,  $B=30\text{мм}$ ,  $t=6\text{мм}$ ,  $r=4\text{мм}$

Решение: разбиваем уголок по чертежу на участки, его числовые значения



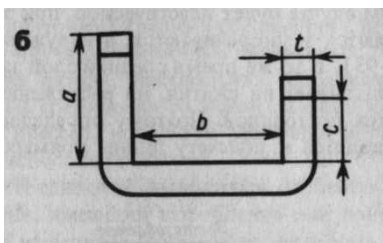
$$L=A+B+\pi/2(r+t/2)$$

$$L=50+30+3.14/2(4+6/2)$$

Ответ:  $L=91\text{мм}$

3) Рассчитайте длину развертки заготовки скобы без закругления.

$A=70\text{мм}$ ,  $B=80\text{мм}$ ,  $C=60\text{мм}$ ,  $t=4\text{мм}$



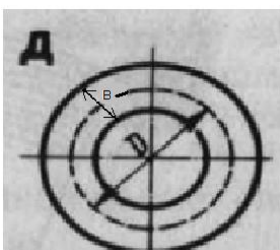
Решение:

$$L=A+0,5*t+B+0,5*t+C$$

$$L=70+2+80+2+60$$

$L=214\text{мм}$  где 0,5 припуск на загиб (обычно он принимается равным 0,5-0,8 толщины материала)

4) Рассчитайте длину L заготовки втулки из листа с помощью тисков и цилиндрической оправки при  $D_n=20\text{мм}$   $D_v=16\text{мм}$ ,  $v=2\text{мм}$



Расчет длины заготовки ведется по среднему диаметру, который равен

$$D_{cp} = 18\text{мм}$$

$$L=\pi * D_{cp}$$

$$L=3,14*18$$

$$L=56,5\text{мм}$$

Ответ:  $56,5\text{мм}$

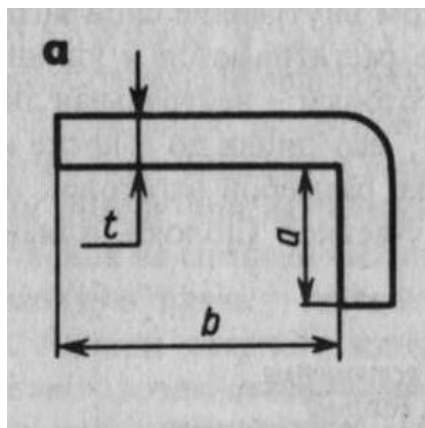
### Контрольные вопросы

1. В какой последовательности производится гибка полосового металла под углом  $90^\circ$ ?
2. При гибке полосовой стали каким молотком первый прием целесообразно выполнять?
3. При гибке скобы для получения углов с плавным закруглением какую используют оправку?
4. Как выполняется гибка деталей типа скоб из проволоки диаметром 3 мм?
5. Для гибки труб диаметром от 12 до 20 мм какое приспособление применяется?

## ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

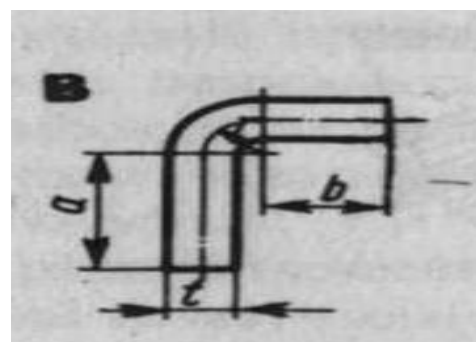
**Задание №1.** Рассчитайте длину полосы, необходимой для изготовления уголка без внутреннего закругления из материала сталь 45  $R=4$

Вариант №	a (мм)	b(мм)	t (мм)
1	50	60	4
2	50	30	6
3	65	38	4
4	48	38	4
5	80	70	8
6	60	50	6
7	65	55	6
8	45	35	4
9	55	45	4
10	65	50	6
11	50	45	4
12	60	55	6
13	80	70	8
14	75	65	6
15	50	50	6



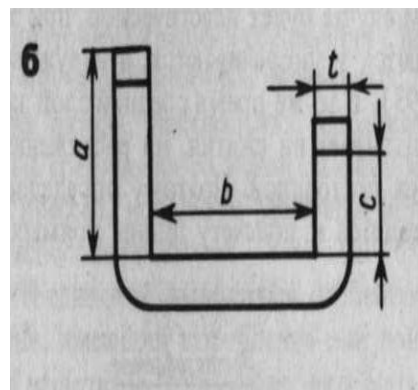
**Задание № 2.** Рассчитайте длину полосы, необходимой для изготовления уголка с внутренним закруглением из материала сталь 45,  $R=4$

Вариант №	a (мм)	b(мм)	t(мм)
1	50	60	4
4	50	30	6
3	40	30	4
4	55	45	6
5	65	38	4
6	48	38	4
7	80	70	8
8	60	50	6
9	65	55	6
10	45	35	4
11	55	45	4
12	65	50	6
13	50	45	4
14	60	55	6
15	80	70	8



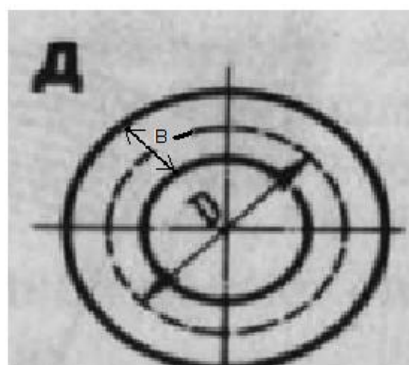
**Задание № 3. Рассчитайте длину полосы, необходимой для изготовления уголка с внутренним закруглением из материала сталь 45**

Вариант №	a (мм)	b(мм)	t(мм)	c (мм)
1	70	80	4	60
4	50	60	4	50
3	50	30	6	50
4	40	30	4	40
5	55	45	6	55
6	65	38	4	65
7	48	38	4	48
8	80	70	8	80
9	60	50	6	60
10	65	55	6	65
11	45	35	4	45
12	55	45	4	55
13	65	50	6	65
14	50	45	4	50
15	55	50	6	45



**Задание № 5. Рассчитайте длину L заготовки втулки из листа с помощью тисков и цилиндрической оправки**

Вариант №	Дн	Дв	в
1	20	16	2
2	24	20	3
3	25	21	2
4	26	22	3
5	30	26	2
6	34	30	3
7	18	13	2
8	22	18	3
9	25	21	2
10	16	12	2
11	24	20	2
12	28	24	3
13	26	22	2
14	20	16	2
15	22	18	2





## Практическая работа № 3

### Обработка отверстий осевым инструментом на сверлильном станке

На сверлильных станках производят сверление, зенкерование, развертывание, зенкование, цекование, нарезание резьбы и обработку сложных комбинированных поверхностей.

Сверлением получают сквозные и глухие цилиндрические отверстия. В зависимости от требуемой точности и величины партии обрабатываемых заготовок отверстия сверлят в кондукторе или по разметке.

Рассверливание – процесс увеличения диаметра ранее просверленного отверстия. Необходимость предварительного сверления с последующим рассверливанием вызывается увеличением длины поперечного режущего лезвия (перемычки) у сверл большого диаметра. При работе таким сверлом в сплошном материале резко возрастает осевая сила. Для устранения вредного влияния перемычки на процесс резания диаметр первого сверла должен быть больше ширины перемычки второго сверла. В этом случае перемычка второго сверла в работе не участвует, и осевая сила уменьшается.

Зенкерование – процесс обработки цилиндрических и конических необработанных отверстий в деталях, полученных литьем, штамповкой, ковкой, а также предварительно просверленных, с целью увеличения диаметра, улучшения качества их поверхности, повышения точности (уменьшения конусности, овальности, разбивки). Выполняется зенкерами, которые по внешнему виду напоминают сверло и состоят из тех же элементов, но имеют больше режущих кромок (3–4) и спиральных канавок.

Развертывание – обработка отверстий после сверления, зенкерования или расточки для получения точных размеров и малой шероховатости поверхности. Основным инструментом является развертка, которая состоит из рабочей части, шейки и хвостовика. В зависимости от формы обрабатываемого отверстия применяют цилиндрические и конические развертки с 6–12 зубьями.

Зенкование – образование цилиндрических или конических углублений в предварительно просверленных отверстиях под головки болтов, винтов и заклепок. Применяют для этого цилиндрические и конические (рис.1, е) зенкеры (зенковки), имеющие 4–8 торцовых зубьев. Некоторые зенковки имеют направляющую часть, которая обеспечивает соосность углубления и основного отверстия.

Цекование – обработка торцовых поверхностей под гайки, шайбы и кольца. Применяют торцовые зенкеры или ножи (пластины). Перпендикулярность торца основному отверстию достигается наличием направляющей части у цековки и у пластинчатого резца.

## 1. Виды осевых инструментов

1. **Сверло спиральное**, показанное на рисунке 1, служит для сверления отверстий в сплошном слое материала, а так же для увеличения диаметра отверстия (рассверливание).

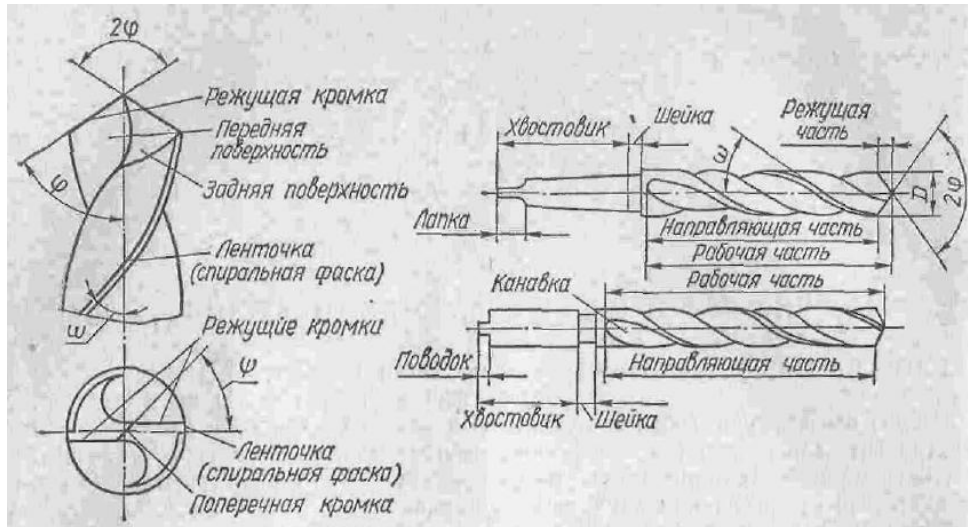


Рисунок 1 - Спиральное сверло

2. **Зенкер**, изображённый на рисунке 2, это многолезвийный режущий инструмент, который предназначен для обработки отверстий цилиндрической в деталях при увеличении размера диаметра, повышении качества их поверхности, а также точности.



Рисунок 2 - Зенкер

3. На рисунке 3 изображена **зенковка**, которая служит для образования цилиндрических или конических углублений в предварительно просверленных отверстиях под головки болтов, винтов и заклепок.

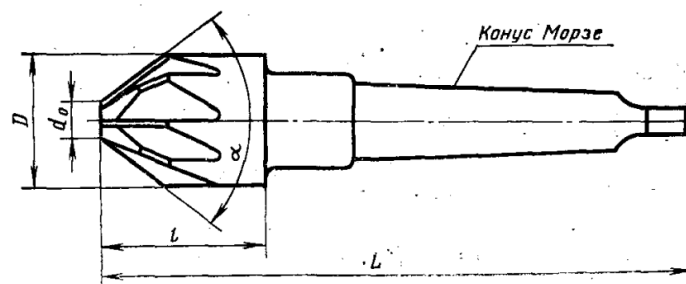


Рисунок 3 - Зенковка

4. **Цековка** (рис.4) служит для обработки торцовых поверхностей под гайки, шайбы и кольца. Перпендикулярность торца основному отверстию достигается наличием направляющей части у *цековки*.



Рисунок 4 - Цековка

5. **Развёртка**, изображённая на рисунке 5, инструмент для обработки отверстий после сверления, зенкерования или расточки для получения точных размеров и малой шероховатости поверхности.

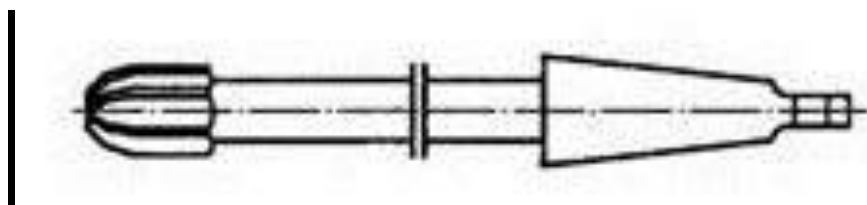


Рисунок 5 - Развёртка цилиндрическая

6. **Центровочное сверло** (рис. 6) предназначено для сверления центровочных отверстий для предварительного засверливания **отверстий** на токарных, сверлильных, фрезерных и других **станках**.

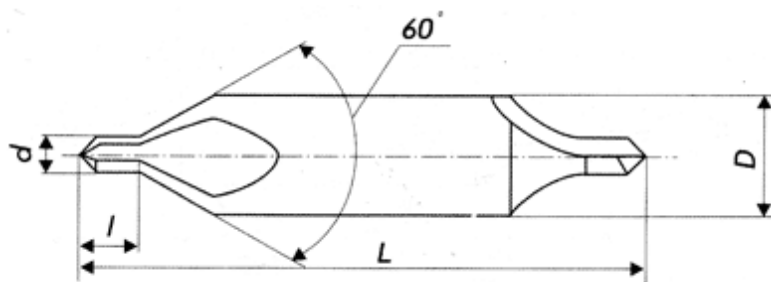

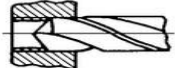








Рисунок 6 - Сверло центровочное

## 2. Схемы процессов обработки отверстий

Схемы обработки отверстий осевыми инструментами изображены в таблице 1.

Таблица 1 - Схемы обработки отверстий

Сверление	
Рассверливание	
Зенкерование	
Цекование	
Зенкование	
Цилиндрическое развёртывание	
Коническое развёртывание	
Центрование	

## 3. Режимы резания при обработке отверстий

### осевыми инструментами

Для сверл из быстрорежущих сталей скорость резания  $v = 20-50$  м/мин, для сверл из инструментальных сталей  $v = 12-18$  м/мин, для твердосплавных сверл  $v = 50-70$  м/мин. Причем большие значения скорости резания принимаются при увеличении диаметра сверла и уменьшении подачи.

1. Глубина резания  $t$ , при сверлении равна  $t = 0,5D$ , при рассверливании  $t = 0,5(D-d)$  где  $d$ -начальный диаметр отверстия,  $D$ -диаметр после обработки.

2. Подача  $s$ , мм/об. При сверлении выбираем максимально допустимую подачу по прочности сверла. При рассверливании подача может быть увеличена до 2-х раз.

3. Скорость резания  $V$ , м/мин. Скорость резания при сверлении

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

4. Частота вращения  $n$ , об/мин., рассчитывают по формуле

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ ,об/мин.}$$

Режимы резания при сверлении свёрлами из быстрорежущей стали (табл. 2)

Таблица 2 - режимы резания при сверлении

Диаметр сверла в мм	Обрабатываемый материал			
	Сталь $\sigma_{вр} = 75 \text{ кгс/мм}^2$		Чугун серый $HB 190$	
	Подача	Скорость резания	Подача	Скорость резания
5 ÷ 10	0,05 ÷ 0,15	50 ÷ 30	0,10 ÷ 0,20	45 ÷ 30
10 ÷ 15	0,10 ÷ 0,20	40 ÷ 25	0,15 ÷ 0,35	35 ÷ 25
15 ÷ 20	0,15 ÷ 0,30	35 ÷ 23	0,30 ÷ 0,60	27 ÷ 21
20 ÷ 25	0,20 ÷ 0,35	30 ÷ 20	0,40 ÷ 0,80	24 ÷ 20
25 ÷ 30	0,25 ÷ 0,50	25 ÷ 18	0,50 ÷ 1,00	23 ÷ 18

Режимы резания при рассверливании свёрлами из быстрорежущей стали (табл. 3)

Таблица 3 - режимы резания при рассверливании

Диаметр обрабатываемого отверстия в мм	Обрабатываемый материал									
	Сталь $\sigma_{вр} = 75 \text{ кгс/мм}^2$					Чугун серый $HB 190$				
	Подача в мм/об	Диаметр предварительно просверленного отверстия в мм				Подача в мм/об	Диаметр предварительно просверленного отверстия в мм			
		10	15	20	30		10	15	20	30
25	0,2	35	40	—	—	0,2	38	40	—	—
	0,3	30	32	—	—	0,3	32	33	—	—
	0,4	26	28	—	—	0,5	27	28	—	—
30	0,3	30	32	34	—	0,3	34	35	37	—
	0,4	25	27	29	—	0,4	30	31	32	—
	0,6	21	22	24	—	0,6	25	26	27	—
40	0,3	—	27	28	32	0,3	—	31	32	34
	0,4	—	24	25	28	0,4	—	28	29	30
	0,6	—	19	20	23	0,7	—	23	24	26
50	0,3	—	—	26	29	0,3	—	—	30	31
	0,4	—	—	23	25	0,5	—	—	25	26
	0,6	—	—	19	20	0,7	—	—	21	22

Примечание. При обработке стали  $\sigma_{вр} < 75 \text{ кгс/мм}^2$  и чугуна  $HB < 190$  табличные значения подачи и скоростей резания несколько увеличивать. Если  $\sigma_{вр} > 75 \text{ кгс/мм}^2$  и  $HB > 190$ , табличные данные уменьшать.

Режимы резания при зенкервании (табл. 4)

Таблица 4 - Режимы резания при зенкерова-

Подачи (в мм/об) и скорости резания (в м/мин) при зенкеровании отверстий

Обрабатываемый материал											
Сталь углеродистая $\sigma_{вр} = 75 \text{ кгс/мм}^2$						Чугун серый $HB 190$					
Подача в мм/об	Диаметр зенкера					Подача в мм/об	Диаметр зенкера				
	15	20	30	40	50		15	20	30	40	50
	Припуск на сторону в мм						Припуск на сторону в мм				
	0,5	0,5	0,75	1,0	1,5		0,5	0,5	0,75	1,0	1,5
0,2 ± 0,3	38	—	—	—	—	0,4 ± 0,6	30	27	—	—	—
0,4 ± 0,5	29	28	23	—	—	0,7 ± 0,8	25	24	—	—	—
0,6 ± 0,7	24	23	20	16	—	1,0 ± 1,2	21	22	21	18	17
0,8 ± 0,9	—	20	18	14	13	1,4 ± 1,6	—	20	18	16	15
1,2 ± 1,4	—	—	14	13	11	1,8 ± 2,2	—	—	16	15	14

Примечание. При обработке стали  $\sigma_{вр} < 75 \text{ кгс/мм}^2$  и чугуна  $HB < 190$  табличные значения подач и скоростей резания — несколько увеличивать. Если  $\sigma_{вр} > 75 \text{ кгс/мм}^2$  и  $HB > 190$ , табличные данные уменьшать.

НИИ

В таблице 5 указан припуск на зенкерование (после сверления) составляет 0,5-3,5 мм на сторону.

Таблица 5 - Припуск на зенкерование

Диаметр зенкера, мм	5—24	25—35	36—45	46—55	56—65	66—75
Припуск на зенкерование, мм	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5

#### Режимы резания при развёртывании

Подача при развертывании осуществляется обычно вручную и должна быть равномерной. Чем меньше подача, тем чище получается поверхность отверстия. Скорости резания при развертывании должны быть небольшими во избежание быстрого износа развертки.

Величины подачи при развертывании отверстий диаметром от 10 до 50 мм должны быть при обработке стали 0,5 - 2,0 мм/об, а чугуна 1,0 - 5 мм/об. Скорости резания при обработке стали средней твердости должны составлять 6 -- 16 м/мин, а при обработке чугуна 4 ч- 14 м/мин. Чем больше диаметр отверстия, тем меньше при одной и той же подаче должна быть выбрана скорость резания. Чем больше подача, тем меньше при одном и том же диаметре отверстия должна быть скорость резания.

**Припуск на развёртывание должен составлять 0,1 – 0,4 мм.**

#### Режим резания при центровании

Режим резания для центрования рекомендуется принимать в следующих пределах: подача  $S=0,01—0,08 \text{ мм/об}$ ; скорость резания  $V=2—25 \text{ м/мин}$ . Твердые материалы обрабатывают с меньшей скоростью резания и, наоборот, для менее прочных и более мягких материалов скорость резания можно увеличить в указанных пределах.

#### **4. Порядок выполнения работы**

Исходными данными при разработке операций механической обработки отверстий являются заданные в чертеже точность размеров. Кроме того, учитываются также материал, из которого изготавливается деталь (его механические характеристики), вид отверстий (сквозные или глухие), их размеры (диаметр и глубина).

Разработка операций механической обработки отверстий включает ряд этапов:

Теоретическая часть.

1. Выбрать номер варианта задания согласно номеру в учебном журнале группы.
2. Выполнить эскиз детали.
3. Определить припуски на обработку
4. Определить размеры режущего инструмента.
5. Рассчитать режимы резания для каждого вида обработки.
6. Заполнить технологическую карту.

#### **5. Содержание отчета**

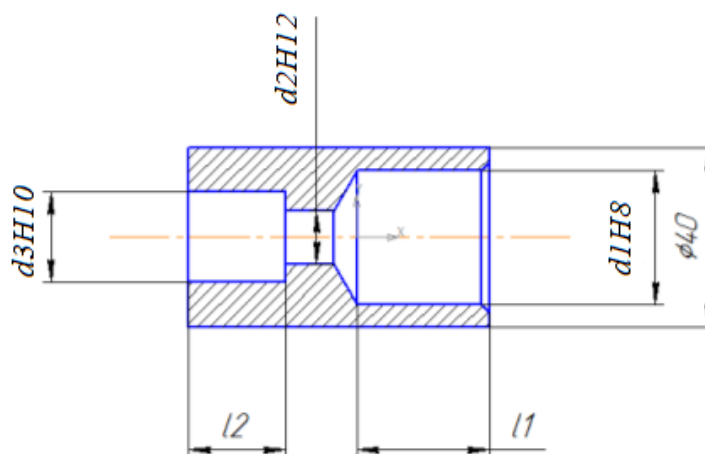
В отчет необходимо включить следующие данные:

1. Название и цель работы.
2. Исходные данные и оснащение работы.
3. Технологическую карту
4. Расчет режимов резания для каждой операции.
5. Эскиз детали
8. Выводы.

В выводах необходимо:

- а) объяснить назначение, достоинства и недостатки каждого вида обработки осевым инструментом
- б) назвать пути снижения брака при обработке и меры по его предупреждению.

### Варианты практической работы



Номера заданий для выполнения контрольной работы указаны в таблице 3.

Таблица 3 - Вариантов практической работы

Номер варианта ПР	$d_1$ , мм.	$d_2$ , мм.	$d_3$ , мм.	$l_1$ , мм.	$l_2$ , мм.	Материал заготовки
1	34	6	22	40	20	Чугун
2	28	8	16	40	12	Сталь
3	32	10	20	38	16	Сталь
4	34	6	18	35	20	Сталь
5	22	8,5	16	40	16	Чугун
6	20	6,5	22	32	14	Чугун
7	32	7	18	38	18	Чугун
8	22	6	20	40	12	Сталь
9	28	7	14	32	14	Сталь
10	30	8	22	35	20	Чугун
11	24	10	16	40	16	Сталь
12	20	9	22	32	15	Сталь
13	30	7	20	35	18	Чугун
14	26	8,5	24	38	15	Сталь
15	26	9	18	38	15	Чугун
16	28	6	16	40	14	Сталь
17	30	7	20	35	12	Чугун
18	32	8	18	32	12	Сталь
19	28	8,5	22	36	16	Чугун
20	26	6,5	20	38	18	Чугун



### Технологическая карта маршрута обработки

Обрабатываемое отверстие	Материал заготовки	Вид обработки (переход)	Размер отверстия мм	Глубина резания t, мм	Подача S, мм/об	Частота вращения n, об/мин	Скорость резания V, м/мин
d1		Центрование					
		Сверление					
		Рассверливание					
		Зенкерование					
		Развёртывание					
		Зенкование					
d2		Сверление					
d3		Центрование					
		Сверление					
		Рассверливание					
		Цекование					

### Шероховатость поверхности и качества точности при обработке отверстий

Вид обработки	$R_a$ , мкм	Квалитет
Сверление до 15 мм: без кондуктора по кондуктору	12,5 – 6,3	14 – 12
Сверление св. 15 мм: без кондуктора по кондуктору	25 – 12,5 —	14 – 12 11
Зенкерование: черновое чистовое	25 – 12,5 6,3 – 3,2	15 – 12 11 – 10
Растачивание: черновое получистовое чистовое тонкое (алмазное)	100 – 50 25 – 12,5 3,2 – 1,6 0,80 – 0,40	17 – 15 14 – 12 9 – 8 7
Развертывание: получистовое чистовое тонкое	12,5 – 6,3 3,2 – 1,6 0,80 – 0,40	10 – 9; 8 7 – 8 7 – 6
Протягивание: получистовое чистовое отделочное	6,3 3,2 – 0,80 0,40 – 0,20	9 – 8 8 – 7 7
Зенкование	6,3 – 3,2	-
Цекование	6,3 – 3,2	11 - 12

**Форма отчёта**  
Отчет  
по практической работе № 3

Ф. И. О. студент \_\_\_\_\_

№ группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(наименование работы)

Цель работы: \_\_\_\_\_

Оборудование: \_\_\_\_\_

Режущий инструмент: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Измерительный инструмент: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Наименование, материал и эскиз детали: \_\_\_\_\_

Исходная информация (данные варианта):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. Расчетные формулы и решения: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Технологическая карта.

3. Анализ результатов.

4. Выводы по работе.

## Практическая работа № 4

### Расчет параметров деталей резьбового соединения

#### Цель работы:

1. Определить по таблице предельные отклонения и подсчитать предельные размеры среднего диаметра резьбы болта.
2. Определить по чертежу вид посадки резьбового соединения. Оснащение: справочная литература.

**Задание:** Для резьбового соединения определить параметры, отклонения, размеры. Построить схему расположения полей допусков с указанием на ней всех рассчитанных величин.

#### Общие сведения

Резьбы служат для образования неподвижных и подвижных соединений.

По назначению резьбы классифицируются на крепежные разъемного соединения детали; кинематические, применяемые для ходовых винтов суппортов станков и арматурные, применяемые для трубопроводов и арматуры различного назначения.

К основным параметрам резьб относятся:

$d(D)$  – наружный диаметр резьбы, который является номинальным диаметром резьбы;

$d_1(D_1)$  - внутренний диаметр резьбы;

$d_2(D_2)$  - средний диаметр резьбы;

$P$ -шаг резьбы;

$H=0,886 \times P$  - высота теоретического профиля резьбы;

$H_1$ -рабочая высота профиля;

$l$ -длина свинчивания резьбы.

#### Расчет номинальных размеров среднего и внутреннего диаметров метрических резьб

Шаг резьбы в мм.	Диаметры резьбы болта и гайки в мм.	
	средний $d_2$	внутренний $d_1$
1,0	$d-1+0,35$	$d-2+0,918$
1,25	$d-1+0,188$	$d-2+0,647$
1,5	$d-1+0,026$	$d-2+0,376$
1,75	$d-2+0,863$	$d-2+0,106$
2,0	$d-2+0,701$	$d-3+0,835$
2,5	$d-2+0,376$	$d-3+0,284$
3,0	$d-2+0,051$	$d-4+0,752$
3,5	$d-3+0,727$	$d-4+0,211$
4,0	$d-3+0,402$	$d-5+0,670$

Стандартом предусмотрены следующие степени точности на диаметры резьбы болтов и гаек, обозначаемые числами:

Диаметры болта	Степени точности
Наружный	4; 6; 8
Средний	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10

Диаметры гайки	Степени точности
Внутренний	5; 6; 7; 8
Средний	4; 5; 6; 7; 8; 9*

\* -только для резьб в деталях из пластмасс.

Обозначение поля допуска резьбы состоит из обозначения цифры, показывающей степень точности, и буквы, обозначающей основное отклонение.

#### Пример выполнения работы.

Расчет резьбового соединения М24 (4Н5Н/6g).

Обозначение наружной резьбы болта: М24-6g.

Обозначение внутренней резьбы гайки: М24-4Н5Н.

1. Тип и стандарт резьбы -метрическая, СТСЭВ 182-75
2. Шаг резьбы:  $P=3$
3. Высота теоретического профиля:  $H=0,866 \times 3=2,598$
4. Болт. Наружный диаметр резьбы:  $d=24$
5. Степень точности. Поле допуска: 6, 6g
6. Верхнее отклонение:  $es=-48\text{мкм}$
7. Нижнее отклонение:  $eI=-423\text{мкм}$
8. Наружный диаметр резьбы:  
наибольший:  $d_{\max}=d+es=24,000+(-0,048)=23,952$   
наименьший:  $d_{\min}=d+eI=24,000+(-0,423)=23,577$
9. Средний диаметр резьбы болта  
 $d_2=d - 2 + 0,051 = 24 - 2 + 0,051 = 22,051$
9. Степень точности. Поле допуска: 6, 6g
10. Верхнее отклонение:  $es = -48 \text{ мкм}$
11. Нижнее отклонение:  $eI = -248 \text{ мкм}$
12. Средний диаметр резьбы:  
наибольший:  $d_{2\max}= d_2 + es = 22,051 + ( -0,048 ) = 22,003$   
наименьший:  $d_{2\min}= d_2 + eI = 22,051 + ( - 0,248 ) = 21,803$
14. Внутренний диаметр резьбы болта:  
 $d_1= d - 4 + 0,752 = 24 - 4 + 0,752 = 20,752$
14. Степень точности. Поле допуска: 6, 6g
15. Верхнее отклонение:  $es=-4\text{мкм}$
16. Нижнее отклонение:  $eI$  - не нормируется
17. Внутренний диаметр резьбы:  
наибольший:  $d_{1\max}= d_1 + es = 20,752 + ( - 0,048 ) = 20,704$   
наименьший:  $d_{1\min}$  - не нормируется
19. Гайка. Наружный диаметр внутренней резьбы  $D = 24$
20. Верхнее отклонение:  $ES$  -не нормируется
21. Нижнее отклонение:  $EI=0$
22. Наружный диаметр резьбы:  
наибольший:  $D_{\max}$  - не нормируется

наименьший:  $D_{\min}=D + EI = 24 + 0 = 24,0$

23. Средний диаметр резьбы гайки:  $D_2 = 22,051$

24. Степень точности. Поле допуска: 4; 4H

25. Верхнее отклонение:  $ES = 170$  мкм

26. Нижнее отклонение:  $EI = 0$

27. Средний диаметр резьбы:

наибольший:  $D_{2\max} = D_2 + ES = 22,051 + (-0,170) = 22,221$

наименьший:  $D_{2\min} = D_2 + EI = 22,051 + 0 = 21,051$

28. Внутренний диаметр резьбы гайки:  $D_1 = 20,752$

29. Степень точности. Поле допуска: 5; 5H 30. Верхнее отклонение:  $ES = 400$  мкм

31. Нижнее отклонение:  $EI = 0$

32. Внутренний диаметр резьбы:

Гарантированные предельные зазоры

33. По наружному диаметру  $d, D$ :

наибольший:  $S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}$  – не нормируется

наименьший:  $S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 24,0 - 23,952 = 0,048$

34. По среднему диаметру  $d_2, D_2$ :

наибольший:  $S_{\max} = D_{2\max} - d_{2\min} = 22,221 - 21,803 = 0,418$

наименьший:  $S_{\min} = D_{2\min} - d_{2\max} = 22,051 - 22,003 = 0,048$

34. По внутреннему диаметру  $d_1, D_2$ :

наибольший:  $S_{\max} = D_{1\max} - d_{1\min}$  – не нормируется

наименьший:  $S_{\min} = D_{1\min} - d_{1\max} = 20,752 - 20,704 = 0,048$

Таблица 1

Вариант	Резьбовые соединения	Вариант	Резьбовые соединения
1	M24x1-7G/6f	18	M12x1,5-6H/6d
2	M12x1,5-7H/7g	19	M24x1-6H/6h
3	M10-4H/5g	20	M14x0,5-5H/6e
4	M14x0,75-5H/6e	21	M10x1,25-5H/6e
5	M16x1,5-5H/5h	22	M12x1,25-7H/8g
6	M18x1-6G/6d	23	M16x1,5-7H/6d
7	M27x2-5H/8g	24	M14x0,5-6G/6h
8	M22x0,5-6H/4h	25	M10x1,25-5H/6e
9	M28x1,5-7G/8h	26	M18x1,5-4h/6e
10	M30x2-4H/6h	27	M16x1-7H/7h
11	M24x1,5-5H/6d	28	M14x0,75-5H/6e
12	M30x2-4H/6h	29	M20x1,5-4H/6d
13	M28x1-7H/6e	30	M18x1-7H/6g
14	M12x1,25-5H/8g	31	M16x1,5-7G/4h
15	M24x1-7G/6h	32	M28x1-5H/8h
16	M30x1-6G/6g	33	M33x0,75-5H/8h
17	M10x1,25-5H/6d	34	M18x2-5H/7h

**Практическая работа № 5**  
**Расчёт заклёпочного соединения от условий его эксплуатации**  
**«Расчёт заклёпочного соединения»**

**Цель работы:** Рассчитать заклёпочное соединение и проверить прочность заклёпочного соединения.

**Краткие теоретические и учебно-методические материалы**  
**по теме практической работы**

Причинами разрушения заклёпочного соединения могут быть: срез заклёпок, смятие листов и заклёпок, разрыв листа в сечении, разрушение кромки листа.

При расчёте принимаются допущения о равномерности распределения нагрузки между заклёпками, об отсутствии концентрации напряжений у отверстий и о равномерности распределения давлений по боковой поверхности заклёпки.

Заклёпочное соединение, нагруженное силой  $P$ , рассчитывают:

а) на срез заклёпок:

$$\tau_{\text{ср}} = P / m k \left( \frac{\pi d^2}{4} \right) \leq [\tau]_{\text{ср}}$$

где  $\tau$  – число срезов одной заклёпки,

$d$  – диаметр отверстия под заклёпку, несколько больший диаметра не поставленной заклёпки;  $m$  – число заклёпок по одну сторону стыка;

б) на смятие между заклёпками и соединяемыми элементами:

$$\sigma_{\text{см}} = P / m d \delta_{\text{min}} \leq [\sigma]_{\text{см}}$$

в) на растяжение соединяемых элементов и накладок

$$\delta_{\text{ср}} = N / F_{\text{нетто}} \leq [\delta]$$

где  $F$  – продольная сила, возникающая в проверяемом сечении;

$F_{\text{нетто}}$  – площадь этого сечения с учётом ослабления его отверстия под заклёпки;

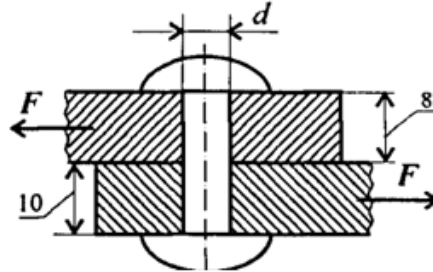
г) на срез заклёпкой край листа

$$\tau_{\text{ср}} = P / 2(1 - d/2)m\delta_{\text{min}} \leq [t]$$

### Пример по выполнению практической работы

Определить необходимое количество заклепок для передачи внешней нагрузки 120 кН, Заклепки расположить в один ряд. Проверить прочность соединяемых листов. Известно:  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ ;  $[\sigma_{ст}] = 300 \text{ МПа}$ ;  $[\tau_{с}] = 100 \text{ МПа}$ ; диаметр заклепок 16 мм,

1. Определить количество заклепок из расчета на сдвиг.



Условие прочности на сдвиг:

где  $A_{с} = \pi \cdot r^2$ ;

$z$  - количество заклепок.

Откуда

Таким образом, необходимо 6 заклепок.

2. Определить количество заклепок из расчета на смятие. Условие прочности на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{F'}{A_{см}} \leq [\sigma_{см}]; \quad F' = \frac{F}{z}; \quad z \geq \frac{F}{A_{см}[\sigma_{см}]},$$

$A_{см} = d \delta_{\min}$ ;  $F'$  — нагрузка на одну заклепку.

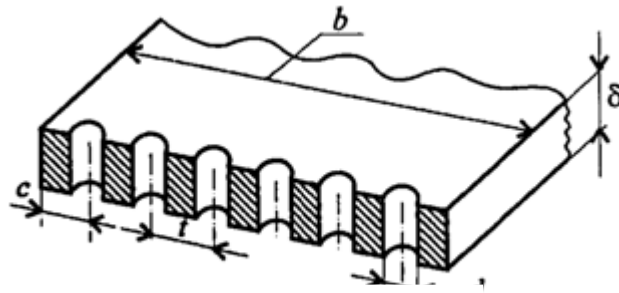
$$\text{Откуда} \quad z \geq \frac{120 \cdot 10^3}{8 \cdot 16 \cdot 300} = 3,12.$$

Таким образом, необходимо 4 заклепки.

Для обеспечения прочности на сдвиг (срез) и смятие необходимо 6 заклепок.

Для удобства установки заклепок расстояние между ними и от края листа регламентируется. Шаг в ряду (расстояние между центрами) заклепок  $3d$ ; расстояние до края  $1,5d$ . Следовательно, для расположения шести заклепок диаметром 16 мм необходима ширина листа 288 мм. Округляем величину до 300 мм ( $\text{Ъ} = 300 \text{ мм}$ ).

3. Проверим прочность листов на растяжение. Проверяем тонкий лист. Отверстия под заклепки ослабляют сечение, рассчитываем площадь листа в месте, ослабленном отверстиями.



Условие прочности на растяжение:

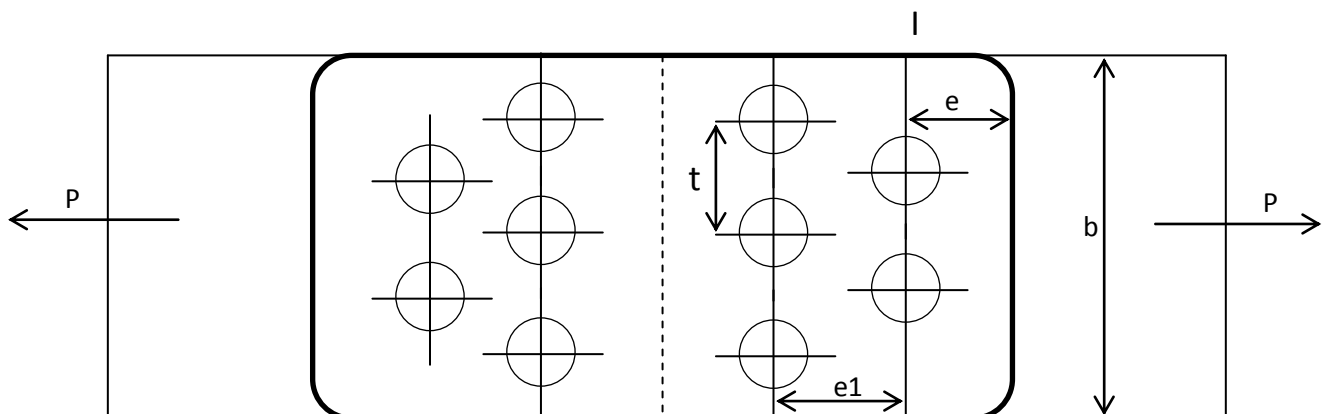
$73,53 \text{ МПа} < 160 \text{ МПа}$ . Следовательно, прочность листа обеспечена.

### Задания для практического занятия:

Проверить заклёпочное соединение встык с двумя накладками толщиной  $\delta_n = 7 \text{ мм}$ , толщина двух полос  $\delta = 12 \text{ мм}$ .

1. По условию задачи тип заклёпочного шва и диаметр заданы, поэтому можно перейти к определению числа заклёпок.
2. Выбираем допускаемые напряжения.
3. Определяем число заклёпок из условия прочности на срез. Число плоскостей среза  $K = 2$ .

Полученное число округляем до ближайшего целого числа и определяем количество заклёпок по одну сторону соединения.



4. Проверяем прочность заклёпочного шва на смятие. Сравниваем расчётное напряжение с допускаемым.

5. Выбираем конструкцию шва и его размеры. Примем двухрядное шахматное расположение заклёпок: две заклёпки в первом ряду, три заклёпки во втором ряду; тогда шаг заклёпок:

$$t = 3d$$

Расстояние центров первого ряда заклёпок от края листа:



$$l = 1,5d$$

Расстояние между рядами:

$$l_1 = 2d$$

6. Проверим прочность полосы на растяжение по сечению I-I

Следовательно, принятое расположение заклёпок рациональное.

7. Вывод.

8.

Элемент шва	Род напряжения	Допускаемые напряжения, Н/мм <sup>2</sup>	
		Ст2	Ст3
Заклепка	Срез $[\tau]_{cp}$	100	140
Основной материал (соединяемые листы, уголки и т. п.)	Растяжение $[\sigma]_p$	140	160
	Срез $[\tau]_{cp}$	90	100
Заклёпка и соединяемые листы	Смятие $[\sigma]_{cm}$	280	320

№ п/п	P	Материал	Диаметр отв. под заклёпки	Ширина полос
Един. изм.	кН	Ст	мм	Мм
1	280	Ст2	17	200
2	300	Ст3	18	220
3	260	Ст2	15	210
4	320	Ст3	12	190
5	270	Ст2	10	205

### Контрольные вопросы

1. Какие бывают заклёпки по форме головок, и какие материалы применяют для их изготовления?
2. Как классифицируются заклёпочные соединения по назначению и конструкции?
3. Как выполняется процесс клёпки?
4. Каков недостаток заклёпочных швов внахлёстку?
5. Что называется коэффициентом прочности заклёпочного шва?

## Список используемой литературы

### *Основная*

1. В. Н. Макиенко Слесарная обработка – Москва 2000г.
2. Н. А. Нефёдов Практическое обучение в машиностроительных техникумах Высшая школа 1990г.

### *Дополнительная*

1. Данилевский В. В., Гельфгат Ю. И. Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. техникумов. - 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Высш. шк., 1988. - 222 с: ил.
2. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.1 / Под ред. А. Г. Косиловой, Р. Г. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1972.-694 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.2 / Под ред. А. Н. Малова. - М.: Машиностроение, 1972. - 586 с.
4. И. М. Мукин Справочник молодого токаря Профтехиздат 1992г