

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
«НИЖНЕУДИНСКИЙ ТЕХНИКУМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ  
ЗАНЯТИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Основы технической механики и слесарных работ»**

для студентов профессии 13.02.10.Электромонтер – линейщик по монтажу  
воздушных линий высокого напряжения и контактной сети

Составил:

преподаватель спец. дисциплин Ковалишина Н.Ю.

Нижеудинск 2023

Одобрено

Предметно-цикловой комиссией

Протокол № \_\_\_\_\_

От « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г.

Председатель ПЦК

\_\_\_\_\_

Методические рекомендации к выполнению практических занятий разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности среднего профессионального образования 23.02.10.Электромонтер – линейщик по монтажу воздушных линий высокого напряжения и контактной сети (базовая подготовка) и программы учебной дисциплины Основы технической механики и слесарных работ.

**Разработчик:** Ковалишина Н.Ю. преподаватель дисциплины «Основы технической механики и слесарных работ» ГБПОУ НТЖТ

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.....	4
Практическое занятие № 1 Чтение кинематических схем.....	5
Практические занятия № 2 Определение передаточного числа механизмов и обоснование его связи с передаточным отношением.....	14
Практическое занятие № 3 Обоснование выбора измерительного инструмента для внешнего, внутреннего промеров и промера глубины.....	22
Практические занятия № 4 Выполнение разметки плоских поверхностей.....	26
Практическое занятие № 5 Разрубание металла.....	30
Практические занятия № 6 Выпрямление и изгибание металла.....	33
Практические занятия № 7 Резание металла.....	37
Практические занятия № 8 Опиливание металла.....	49
Практические занятия № 9 Нарезание внешней резьбы.....	46
Практические занятия № 10 Паяние и лужение.....	49
Практические занятия № 11 Склеивание.....	54
Заключение .....	57
Список литературы.....	57
Приложение .....	59

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению практических занятий предназначены для студентов очного отделения профессии 13.02.10. Электромонтер – линейщик по монтажу воздушных линий высокого напряжения и контактной сети.

Данные методические указания предназначены для проведения практических занятий по учебной дисциплине «Основы технической механики и слесарных работ».

Рабочей программой учебной дисциплины «Основы технической механики и слесарных работ» на проведение практических занятий для базового уровня профессионального образования предусмотрено 21 час. Продолжительность каждого занятия от 1 до 2 часов

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:*

- виды износа и деформации деталей и узлов;
- виды слесарных работ и технологию их выполнения при техническом обслуживании и ремонте оборудования;
- виды смазочных материалов, требования к свойствам масел, применяемых для смазки узлов и деталей, правила хранения смазочных материалов;
- основы кинематики механизмов, соединения деталей машин, механические передачи, виды и устройство передач;
- назначение и классификацию подшипников;
- основные типы смазочных устройств;
- принципы организации слесарных работ;
- понятие трения, его виды, роль трения в технике;
- устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при выполнении слесарных работ, техническом обслуживании и ремонте оборудования;
- виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики

*Уметь:*

- выполнять основные слесарные работы при техническом обслуживании и ремонте оборудования;
- пользоваться инструментами и контрольно-измерительными приборами при выполнении слесарных работ, техническом обслуживании и ремонте оборудования;
- собирать конструкции из деталей по чертежам и схемам;
- читать кинематические схемы;

Выполнение практических занятий студентом способствует закреплению изученного теоретического материала, формирует у студентов практические навыки работы.

Студенты предварительно должны подготовиться к занятиям: изучить содержание работы на занятии, порядок её выполнения, повторить теоретический материал, связанный с данной работой.

Практические занятия выполняются в тетрадях.

## Практическое занятие №1

**Тема:** Чтение кинематических схем

**Цель работы:** Изучить условные обозначения звеньев и кинематических пар согласно ГОСТ 2.770–68, приобрести навыки в чтении кинематических схем.

**Задание:**

1. Согласно варианта зачертить в рабочих тетрадях кинематическую схему.
2. Прочитать кинематическую схему и записать.
3. Письменно ответить на контрольные вопросы.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

### Пояснение к работе:

Когда на чертежах не требуется показывать конструкцию изделия и отдельных деталей, а достаточно показать лишь принцип работы изделия, передачу движения (кинематику машины или механизма), пользуются схемами.

Схемой называют конструкторский документ, на котором составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними показаны в виде условных обозначений.

Схема, как и чертеж, — графическое изображение. Разница заключается в том, что на схемах детали изображаются с помощью условных графических обозначений. Эти обозначения представляют собой значительно упрощенные изображения, напоминающие детали лишь в общих чертах. Кроме того, на схемах изображаются не все детали, из которых состоит изделие. Показывают лишь те элементы, которые участвуют в передаче движения жидкости, газа и т. п.

### Кинематические схемы

#### 1. Структурные схемы

На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и основные взаимосвязи между ними. Функциональные части показывают в виде прямоугольников или условных графических обозначений.

Построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. На линиях взаимосвязей рекомендуется стрелками обозначать направление хода процессов, происходящих в изделии. При изображении функциональных частей в виде прямоугольников наименования, типы и обозначения рекомендуется вписывать внутрь прямоугольников.

При большом числе функциональных частей допускается взамен наименований, типов и обозначений проставлять порядковые номера справа от изображения или над ним, как правило, сверху вниз в направлении слева направо. В этом случае наименования, типы и обозначения указывают в таблице, помещаемой на поле схемы.

Допускается помещать на схеме поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках (токи, напряжения, математические зависимости и т.п.).

#### 2. Функциональные схемы

На функциональной схеме изображают функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы), участвующие в процессе, иллюстрируемом схемой, и связи между этими частями. Функциональные части и связи между ними изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах. На схеме указывают позиционное обозначение и наименование; если изображение выполнено в виде условного графического обозначения, то наименование не указывают.

Рекомендуется указывать технические характеристики рядом с графическими обозначениями или на свободном поле схемы, а также помещать поясняющие надписи,

диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках.

### 3. Принципиальные схемы

На принципиальной схеме изображают все кинематические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных кинематических процессов, все кинематические связи между ними, а также кинематические элементы (двигатель, вал и т.п.), которыми входят в состав изделия. Принципиальная схема, как правило, дает детальное представление о принципах работы изделия.

Принципиальные схемы служат основанием для разработки других конструкторских документов, например, схем соединений и чертежей; их используют для изучения принципов работы изделий, а также при их наладке, контроле, ремонте. Поэтому кинематическая принципиальная схема должна быть максимально наглядной, удобной для чтения, отображать развитие рабочего процесса в изделии.

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном состоянии. Элементы изделия на схеме вычерчивают в виде условных графических изображений, установленных в стандартах ЕСКД. Линии связи на принципиальной схеме носят условный характер и не являются изображением реальных проводов. Это позволяет располагать условные графические изображения элементов в соответствии с развитием рабочего процесса, а не в соответствии с действительным расположением этих элементов в изделии, и соединять их выводами кратчайшим путем.

На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы, входящие в состав изделия и изображенные на схеме. Данные об элементах должны быть записаны в перечень элементов. При этом связь перечня с условными графическими обозначениями элементов должна осуществляться через позиционные обозначения.

Условные обозначения для кинематических схем установлены ГОСТ 2.770—68, наиболее часто встречающиеся из них приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, вал, ось, стержень, шатун обозначаются сплошной утолщенной прямой линией (п. 1). Винт, передающий движение, обозначается волнистой линией (п. 12).

Зубчатые колеса обозначают окружностью, проведенной штрихпунктирной линией на одной проекции, и в виде прямоугольника, обведенного сплошной линией, на другой (п. 9). При этом, как и в некоторых других случаях (передача цепью, передачи реечные, муфты фрикционные и др.), применяются общие обозначения (без уточнения типа) и частные обозначения (с указанием типа). На общем обозначении, например, тип зубьев зубчатых колес не показывают вовсе, а на частных обозначениях показывают тонкими линиями. Пружины сжатия и растяжения обозначаются зигзагообразной линией.

Для изображения соединения детали с валом также имеются условные обозначения. Свободное для вращения соединение показано в п. 3,а, подвижное без вращения — в п. 3,б, глухое (крестиком) — в п. 3,е; 7; 8 и др.

Условные знаки, применяемые в схемах, вычерчивают, не придерживаясь масштаба изображения. Однако соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов должно примерно соответствовать действительному соотношению их размеров.

При повторении одних и тех же знаков нужно выполнять их одинакового размера.



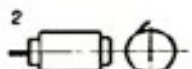



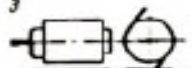

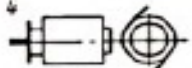



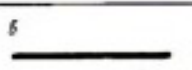


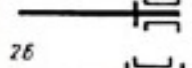
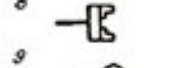
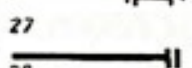
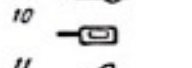
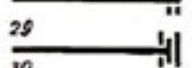
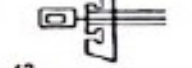
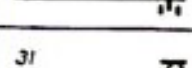


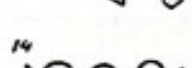
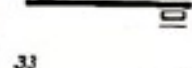





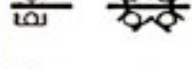

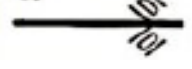


При изображении валов, осей, стержней, шатунов и других деталей применяют сплошные линии толщиной  $s$ . Подшипники, зубчатые колеса, шкивы, муфты, двигатели обводят линиями примерно в два раза тоньше. Тонкой линией вычерчивают оси, окружности зубчатых колес, шпонки, цепи.

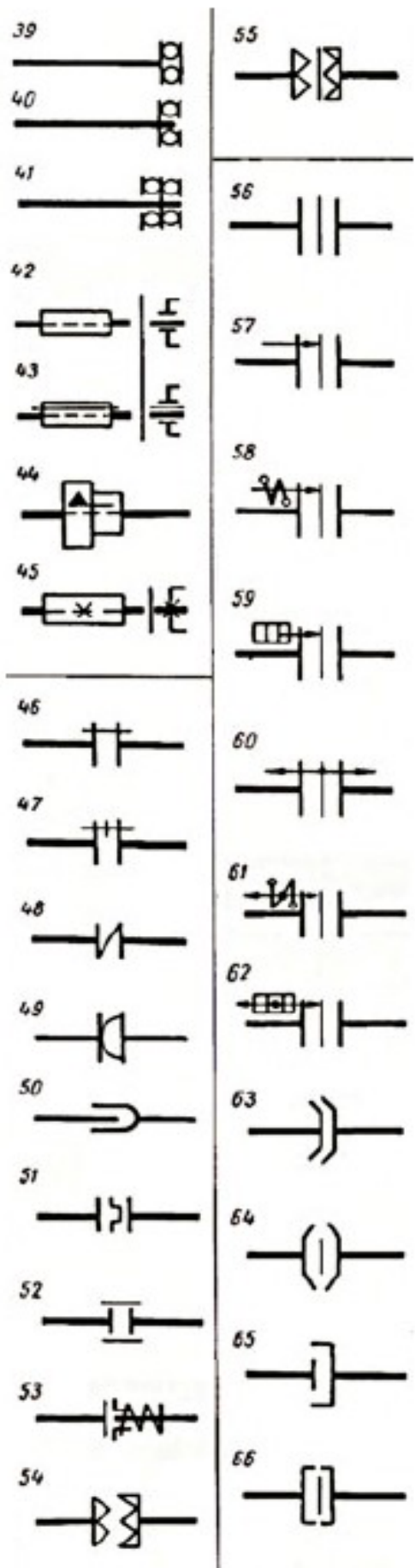
При выполнении кинематических схем делают надписи. Для зубчатых колес указывают модуль и число зубьев. Для шкивов записывают их диаметры и ширину. Мощность электродвигателя и его частоту вращения также указывают надписью типа  $N = 3,7$  кВт,  $n = 1440$  об/мин.

Каждому кинематическому элементу, изображенному на схеме, присваивают порядковый номер, начиная от двигателя. Валы нумеруют римскими цифрами, остальные элементы — арабскими.

Порядковый номер элемента проставляют на полке линии-выноски. Под полкой указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента. Если схема сложная, то для зубчатых колес указывают номер позиции, а к схеме прикладывают спецификацию колес.

Условные обозначения элементов кинематических схем таб. №1

		1 — общее обозначение двигателя без уточнения типа;
		2 — общее обозначение электродвигателя*;
		3 — электродвигатель па лапах;
		4 — электродвигатель фланцевый;
		5 — электродвигатель встроенный;
		6 — вал, ось, стержень, шатун и т. п.;
		7 — конец шпинделя для центровых работ;
		8 — конец шпинделя для патронных работ;
		— конец шпиндели для работ с цанговым патроном;
		10 — конец шпинделя для сверлильных работ;
		11 — конец шпинделя для расточных работ с планшайбой;
		12 — конец шпинделя для фрезерных работ;
		13 — конец шпинделя для кругло-, плоско- и резьбошлифовальных работ;
		14 — холостой винт для передачи движения;
		15 — неразъемная маточная гайка скольжения;
		16 — неразъемная маточная гайка с шариками;
		17 — разъемная маточная гайка скольжения;
		18 — радиальный подшипник без уточнения типа;
		19 — радиально-упорный односторонний подшипник без уточнения типа;
		20 — радиально-упорный двусторонний подшипник без уточнения типа;
		21 — упорный односторонний подшипник без уточнения типа;
		22 — упорный двусторонний подшипник без уточнения типа;
		23 — радиальный подшипник скольжения;
		24 — радиальный самоустанавливающийся подшипник скольжения;
		25 — радиально-упорный односторонний подшипник скольжения;
		26 — радиально-упорный двусторонний подшипник скольжения;
		27 и 28 — упорные односторонние подшипники скольжения;
		29 и 30 — упорные двусторонние подшипники скольжения;
		31 — радиальный подшипник качения (общее обозначение);
		32 — радиальный роликовый подшипник;
		33 — радиальный самоустанавливающийся подшипник качения;
		34 и 35 — радиально-упорные односторонние подшипники качения;
		36 и 37 — радиально-упорные двусторонние подшипники качения;



38 — радиально-упорный роликовый односторонний подшипник;

39 и 40 — упорные односторонние подшипники качения;

41 — упорный двусторонний подшипник качения;

42 — свободное для вращения соединение детали с валом;

43 — подвижное вдоль оси соединение детали с валом

44 — соединение детали с валом посредством вытяжной шпонки;

45 — глухое, неподвижное соединение детали с валом

46 — глухое жесткое соединение двух соосных валов;

47 — глухое соединение валов с предохранением от перегрузки;

48 — эластичное соединение двух соосных валов;

50 — телескопическое соединение валов;

51 — соединение двух валов посредством плавающей муфты;

52 — соединение двух валов посредством зубчатой муфты;

53 — соединение двух валов предохранительной муфтой;

54 — кулачковая односторонняя муфта сцепления;

55 — кулачковая двусторонняя муфта сцепления;

56 — фрикционная муфта сцепления (без уточнения вида и типа);

57 — фрикционная односторонняя муфта (общее обозначение);

58 — фрикционная односторонняя электромагнитная муфта;

59 — фрикционная односторонняя гидравлическая или пневматическая муфта (общее обозначение);

60 — фрикционная двусторонняя муфта (общее обозначение);

61 — фрикционная двусторонняя электромагнитная муфта;

62 — фрикционная двусторонняя гидравлическая или пневматическая муфта (общее обозначение);

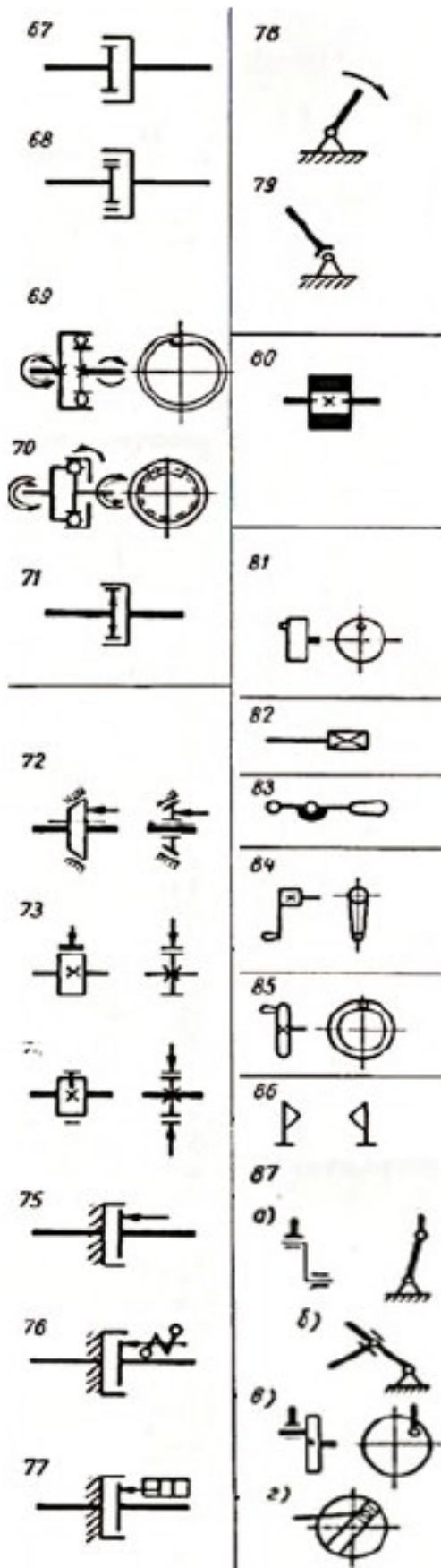
63 — фрикционная конусная односторонняя муфта;

64 — фрикционная конусная двусторонняя муфта;

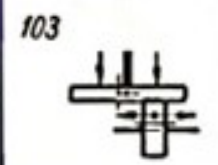
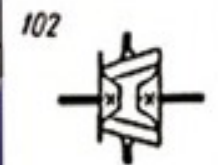
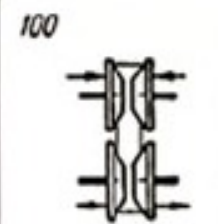
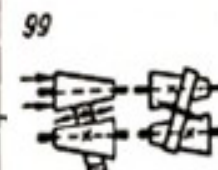
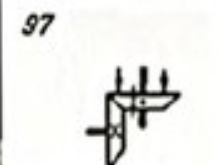
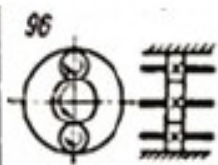
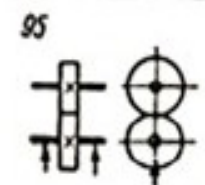
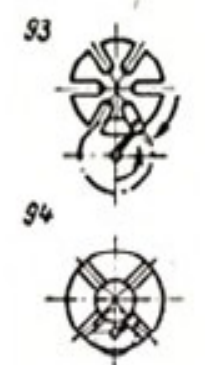
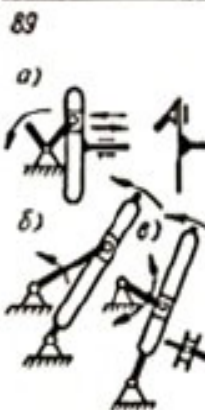
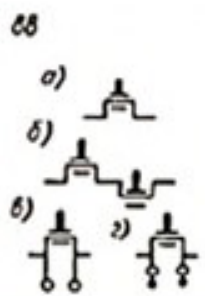
65 — фрикционная дисковая односторонняя муфта;

66 — фрикционная дисковая двухсторонняя муфта;





- 67 — фрикционная муфта с колодками;
- 68 — фрикционная муфта с разжимным кольцом;
- 69 — самовыключающая односторонняя муфта обгона;
- 70 — самовыключающая двусторонняя муфта обгона;
- 71 — самовыключающая центробежная муфта;
- 72 — тормоз конусный;
- 73 — тормоз колодочный;
- 74 — тормоз ленточный;
- 75 — тормоз дисковый;
- 76 — тормоз дисковый электромагнитный;
- 77 — тормоз дисковый гидравлический или пневматический;
- 78 — шарнирное соединение стержня с неподвижной опорой с движением только в плоскости чертежа;
- 79 — соединение стержня с опорой шаровым шарниром;
- 80 — маховик, жестко установленный на валу;
- 81 — эксцентрик, установленный на конце вала;
- 82 — конец вала под съемную рукоятку;
- 83 — рычаг переключения;
- 84 — рукоятка, закрепленная на конце вала;
- 85 — маховичок, закрепленный на конце вала;
- 86 — передвижные упоры;
- 87а и 87в — шарнирное соединение кривошипа постоянного радиуса с шатуном;
- 87б и 87г — шарнирное соединение кривошипа переменного радиуса с шатуном;



88a — шарнирное соединение одноколенного вала с шатуном;

88б — шарнирное соединение многоколенного вала с шатуном;

88в — коленвал с жестким противовесом;

88г — коленвал с маятниковым противовесом;

89а — кривошипно-кулисный механизм с поступательно движущейся кулисой;

89б — кривошипно-кулисный механизм с вращающейся кулисой;

89в — кривошипно-кулисный механизм с качающейся кулисой;

90 — односторонний храповой зубчатый механизм с наружным зацеплением;

91 — двусторонний храповой зубчатый механизм с наружным зацеплением;

92 — односторонний храповой зубчатый механизм с внутренним зацеплением;

93 — мальтийский механизм с радиальным расположением пазов с наружным зацеплением;

94 — мальтийский механизм с радиальным расположением пазов с внутренним зацеплением;

95 — фрикционная передача с цилиндрическими роликами наружного зацепления (контакта);

96 — фрикционная передача с цилиндрическими роликами внутреннего зацепления (контакта);

97 — фрикционная передача с коническими роликами наружного зацепления;

98 — регулируемая фрикционная передача с коническими роликами внутреннего зацепления;

99 — регулируемая фрикционная передача с коническими шкивами и промежуточным кольцом;

100 — регулируемая фрикционная передача с подвижными коническими шкивами и клиновым ремнем;

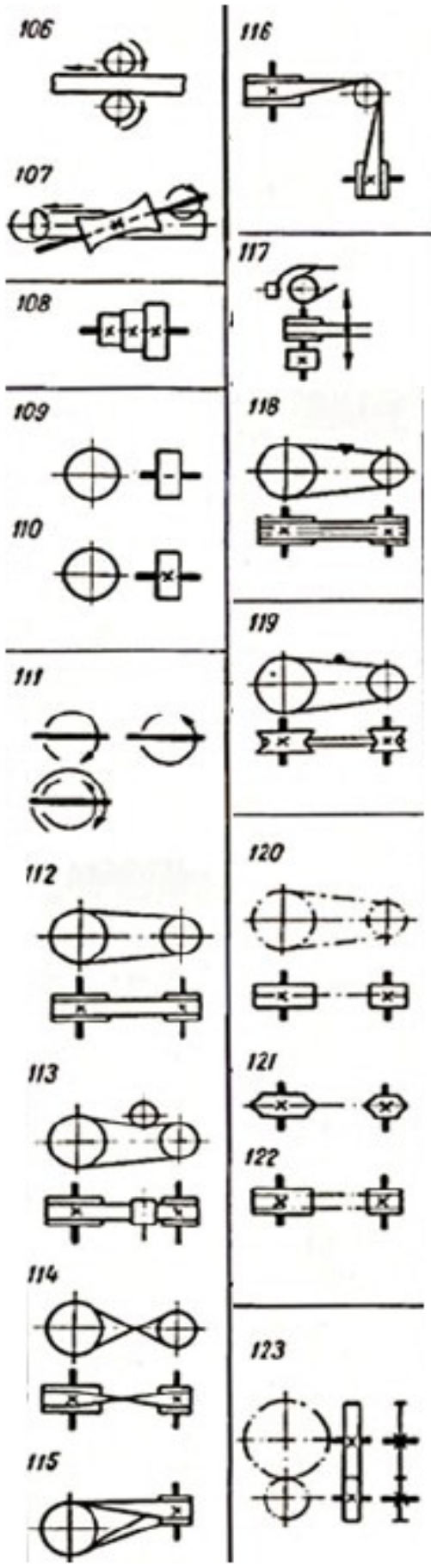
101 — регулируемая фрикционная передача с тороидными шкивами и поворотными сферическими роликами;

102 — регулируемая фрикционная передача с полутороидными шкивами (типа Светозарова);

103 — регулируемая торцовая фрикционная передача;

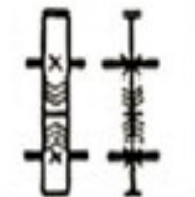
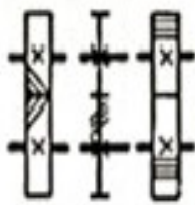
104 — регулируемая фрикционная передача со сферическими и коническими роликами;

105 — регулируемая фрикционная передача со сферическими и цилиндрическими роликами;

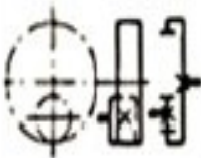


- 106 — фрикционная передача с цилиндрическими роликами;
- 107 — фрикционная передача с гиперболоидными роликами;
- 108 — шкив ступенчатый, закрепленный на валу;
- 109 — шкив холостой на валу;
- 110 — шкив рабочий, закрепленный на валу;
- 111 — указатели вращения вала соответственно: по часовой стрелке, против часовой стрелки и в обе стороны;
- 112 — открытая передача плоским ремнем;
- 113 — открытая передача плоским ремнем с натяжным роликом;
- 114 — перекрестная передача плоским ремнем;
- 115 — полуперекрестная передача плоским ремнем;
- 116 — угловая передача плоским ремнем;
- 117 — отводка ремня плоскоременной передачи;
- 118 — передача клиновидными (текстропными) ремнями;
- 119 — передача круглым ремнем или шнуром;
- 120 — общее обозначение цепной передачи без уточнения типа;
- 121 — роликовая цепная передача;
- 122 — бесшумная (зубчатая) цепная передача;
- 123 — цилиндрическая зубчатая передача с внешним зацеплением (общее обозначение);

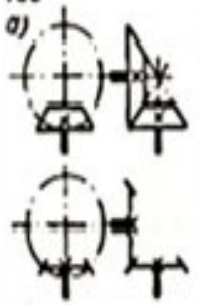
124



125



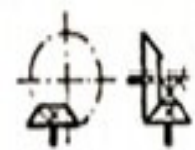
126



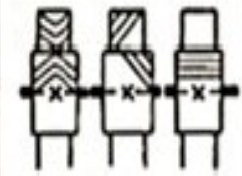
б)



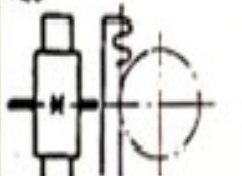
127



128



129



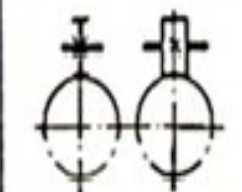
130



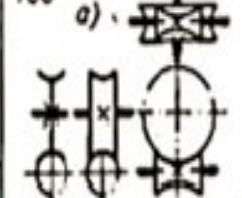
131



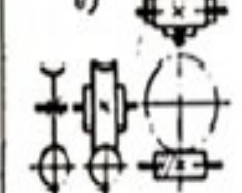
132



133



б)



124 — цилиндрическая зубчатая передача с внешним зацеплением между параллельными валами, соответственно с косыми, прямыми и шевронными зубьями;

125 — цилиндрическая зубчатая передача с внутренним зацеплением между параллельными валами (общее обозначение);

126а — коническая зубчатая передача между пересекающимися валами (общее обозначение без уточнения типа);

126б — коническая зубчатая передача соответственно с прямыми, спиральными и круговыми зубьями;

127 — коническая гипоидная зубчатая передача;

128 — зубчатая реечная передача, соответственно с шевронными, косыми и прямыми зубьями;

129 — общее обозначение зубчатой реечной передачи;

130 — реечная передача с червячной рейкой и червяком;

131 — реечная передача с зубчатой рейкой и червяком;

132 — винтовая зубчатая передача соответственно под прямым или острым углом;

133а — червячная глобоидная передача;

133б — червячная-передача с цилиндрическим червяком.

---  
\* - В случае если на схеме присутствует двигатель и генератор к вышеуказанным обозначению соответственно добавляют букву М или Г.

Исходные данные:  
1 вариант.

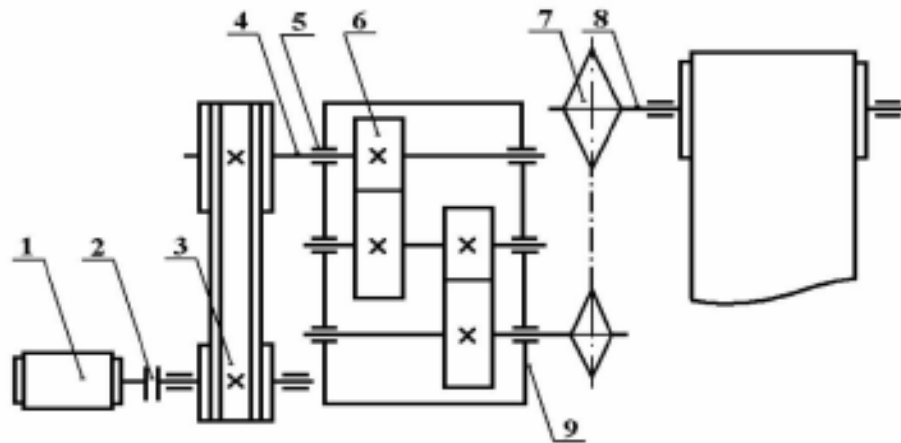


Рис.1.Кинематическая схема электромеханического привода

2 вариант.

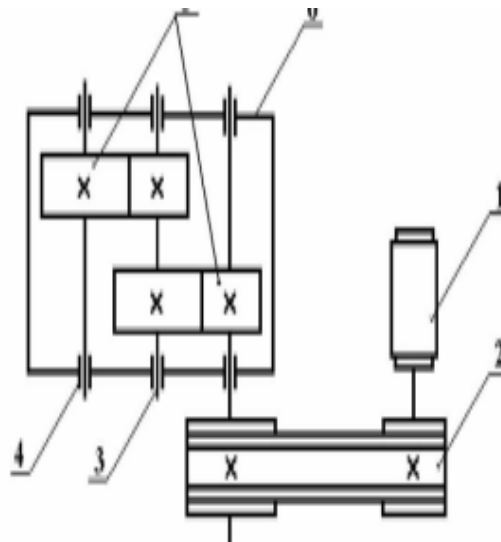


Рис.2.Кинематическая схема привода с цилиндрическим зубчатым редуктором

3 вариант

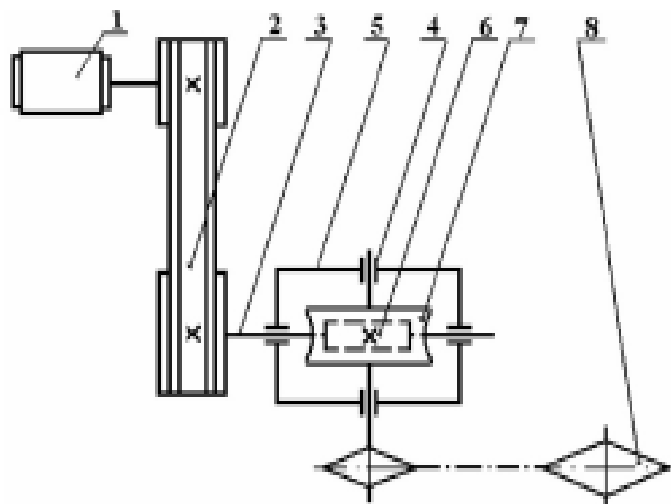


Рис.3.Кинематическая схема привода с червячным редуктором

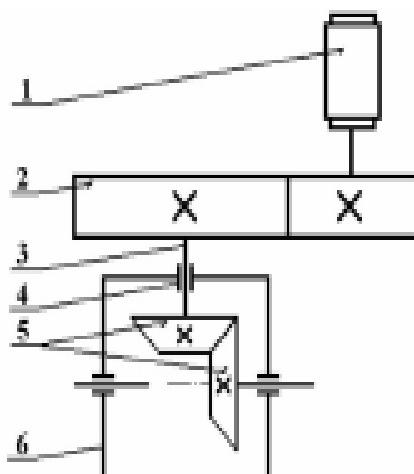


Рис.4. Кинематическая схема привода с коническим зубчатым редуктором

#### Ход выполнения работы:

1. Ознакомиться с практическим занятием.
2. Выполнить задание в соответствии с вариантом.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

#### Содержание отчета

1. В практическом занятии необходимо отразить следующее:
  - А) Название практического занятия.
  - Б) Цель практического занятия.
  - В) Задание.
2. Выполненное практическое занятие в соответствии с заданием.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод.

#### Контрольные вопросы:

1. Что такое схема.
2. В чем заключается между схемой и чертежом.
3. Что изображают на структурной схеме и последовательность построения схемы.
4. Что изображают на функциональной схеме и последовательность построения схемы.
5. Что изображают на принципиальной схеме и последовательность построения схемы.

### Практическое занятие №2

**Тема:** Определение передаточного числа механизмов и обоснование его связи с передаточным отношением.

**Цель работы:** Изучить различные виды механизмов, научиться определять тип и вид зубчатых передач, их передаточные отношения и передаточные числа.

#### Задание:

1. Ознакомиться с практическим заданием.
2. Определить передаточное отношение и передаточное число зубчатой передачи согласно варианта (Нарисовать кинематическую схему (определить ее тип и вид). Например, механизм, показанный на рисунке 1, называется *зубчатая передача с внешним зацеплением*.

3. Опытным путем определить передаточное отношение зубчатой передачи. Для этого посчитать число оборотов ведущего колеса соответствующее целому числу оборотов ведомого колеса.

4. Рассчитать передаточное число аналитически. Для чего посчитать числа зубьев колес передачи и по формулам найти передаточное число.

5. Письменно ответить на контрольные вопросы.

### Пояснения к работе:

Зубчатая передача – трехзвенный механизм, в котором два подвижных звена являются зубчатыми колесами, образующими с неподвижным звеном вращательную или поступательную пару (рис.1).

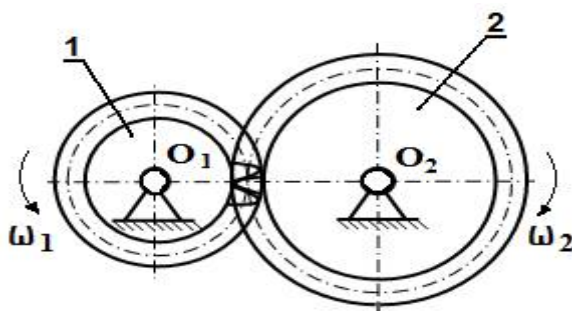


Рис.1. Зубчатая передача с внешним зацеплением

Парное зубчатое колесо - зубчатое колесо передачи, рассматриваемое по отношению к другому зубчатому колесу данной передачи. Зубчатое колесо 2 (рисунк1) является парным колесу 1, зубчатое колесо 1 парное колесу 2.

Шестерня – зубчатое колесо передачи с меньшим числом зубьев.

Колесо – зубчатое колесо передачи с большим числом зубьев.

Передаточное отношение зубчатой передачи – это отношение угловой скорости ведущего зубчатого колеса к угловой скорости ведомого зубчатого колеса.

Ведущее зубчатое колесо – зубчатое колесо передачи, которое сообщает движение парному зубчатому колесу.

Ведомое зубчатое колесо - зубчатое колесо передачи, которому сообщает движение парное зубчатое колесо.

Передаточное отношение  $u_{12}$  (иногда используется обозначение  $i_{12}$ ) определяется при ведущем колесе 1, передаточное отношение  $u_{21}$  определяется если ведущим является колесо 2:

$$u_{12} = \pm \frac{\omega_1}{\omega_2} = \pm \frac{n_1}{n_2},$$

$$u_{21} = \pm \frac{\omega_2}{\omega_1} = \pm \frac{n_2}{n_1}.$$

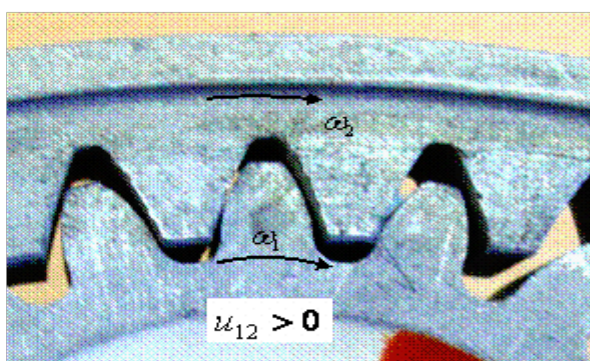
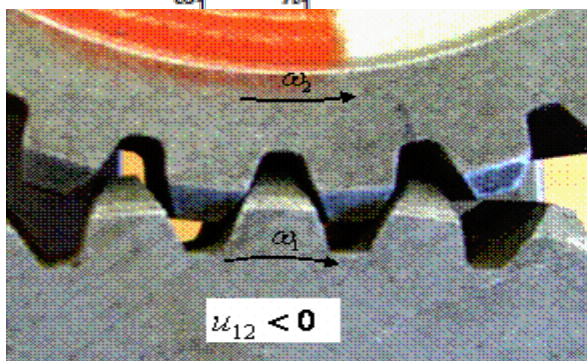


Рис.2. Виды зубчатых зацеплений: внешнее (слева) и внутреннее

Передаточное число зубчатой передачи – это отношение числа зубьев ведомого зубчатого колеса к числу зубьев ведущего колеса. Передаточное число зубчатой передачи определяется по формуле:

$$u_{12} = \pm \frac{z_2}{z_1} \text{ и } u_{21} = \pm \frac{z_1}{z_2},$$

где  $z_1$  и  $z_2$  - числа зубьев колес 1 и 2, соответственно.

Знак «+» берется для внешнего зацепления (рис.1 и рис.2), знак «-» для внутреннего зацепления. Виды зацеплений приведены на рис.2. Знаки учитываются только для зубчатых передач с параллельными осями вращения колес.

### Типы зубчатых передач

Цилиндрическая зубчатая передача (показана на рис.2, ее кинематическая схема – на рис.1) - зубчатая передача с параллельными осями, у зубчатых колес которой аксоидные, начальные и делительные поверхности цилиндрические. В этих передачах относительное расположение осей вращения колес определяется только межосевым расстоянием.

Аксоидная поверхность зубчатого колеса – каждая из поверхностей, описываемых мгновенной осью относительного движения зубчатых колес передачи, относящаяся к данному зубчатому колесу. В цилиндрической и конической передачах начальные поверхности совпадают с аксоидными.

Коническая зубчатая передача (показана на рис.3) - зубчатая передача с пересекающимися осями, у зубчатых колес которой аксоидные, начальные и делительные поверхности конические. В этих передачах относительное расположение осей вращения колес определяется только углом между осями.

Ортогональная зубчатая передача (показан на рис.3) – коническая зубчатая передача, угол между осями которой равен  $90^\circ$ .

Неортогональная зубчатая передача – коническая зубчатая передача, угол между осями которой отличен от  $90^\circ$ .

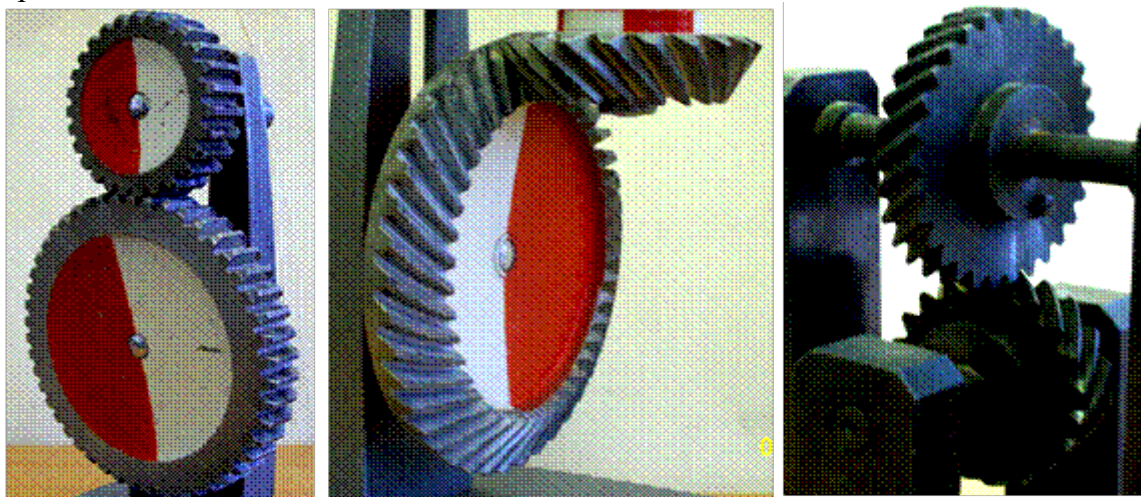


Рис.3. Типы зубчатых передач (слева), коническая (в центре), винтовая зубчатая передача

Зубчатая передачи со скрещивающимися осями вращения колес (рис.3) - зубчатая передача, в которой относительное расположение осей вращения колес определяется межосевым расстоянием и углом между осями. Существует много вариантов таких механизмов. На рис.3 показана винтовая зубчатая передача, угол между осями которой составляет  $90^\circ$ . Другой вариант передачи с углом между осями в  $90^\circ$  - червячная передача (рис.4). Шестерня червячной передачи называется червяком (поз.1 на рис.4), а колесо – червячным колесом (поз.2 на рис.4). Вторая передача, показанная на рис.4, называется гиперболоидной. Аксоиды ее зубчатых колес – однополостные гиперболоиды вращения.



Для конических зубчатых передач и передач со скрещивающимися осями передаточное отношение определяется по тем же формулам, что и для цилиндрических передач, но без учета знаков.

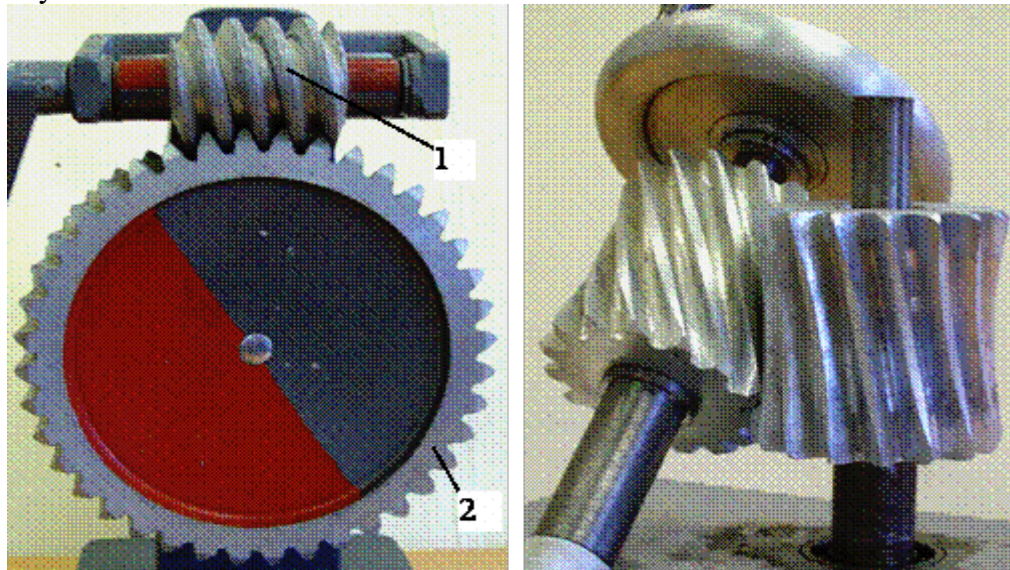


Рис.4. Червячная (слева) и гиперболоидная зубчатая передача

#### Виды зубчатых колес

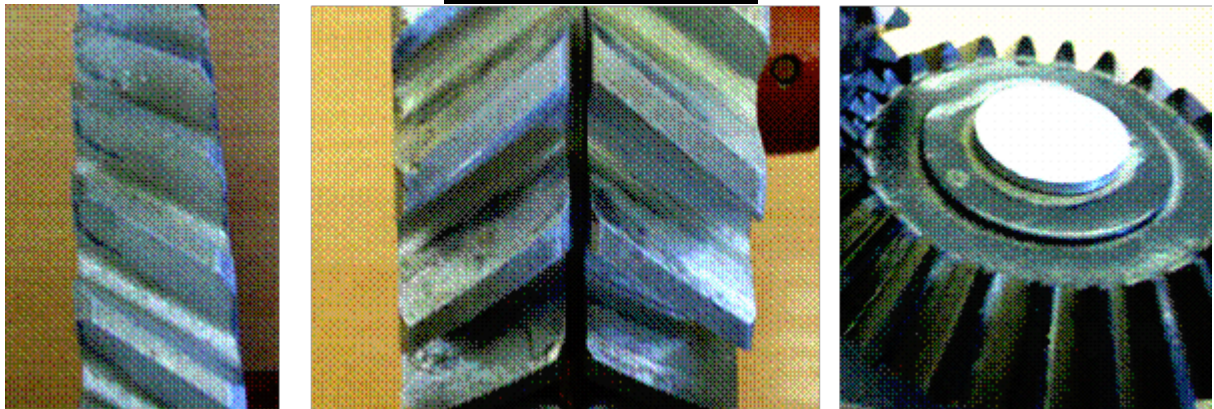


Рис.5. Виды зубчатых колес: цилиндрическое косозубое (слева), шевронное (в центре), коническое прямозубое

В зависимости от вида зубьев зубчатые колеса цилиндрических передач делятся на прямозубые (рис.3 слева), косозубые и шевронные (рис.5). Зубчатые колеса конических передач – на прямозубые (рис.5), тангенциальные, с круговым зубом (рис.3 в центре), с криволинейным зубом.

В зависимости от профиля зубьев зубчатые колеса и передачи делятся на эвольвентные (рис.2, рис.6), циклоидальные, зубчатые колеса цилиндрической передачи Новикова (рис.6), профили зубьев которой контактируют по дуге окружности.

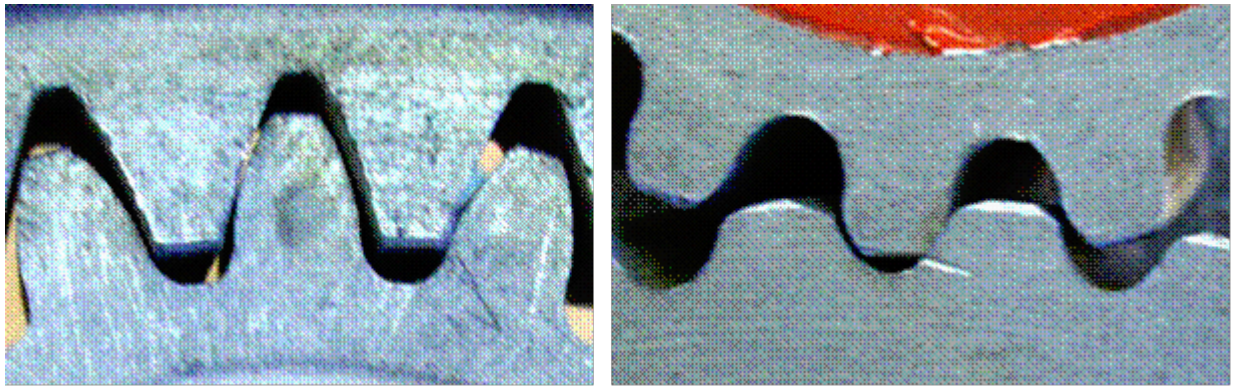


Рис.6. Виды зубчатых колес: с эвольвентным профилем зубьев (слева), зубчатые колеса передачи Новикова

### **МНОГОСТУПЕНЧАТЫЕ ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ** **Зубчатые передачи с неподвижными осями вращения колес**

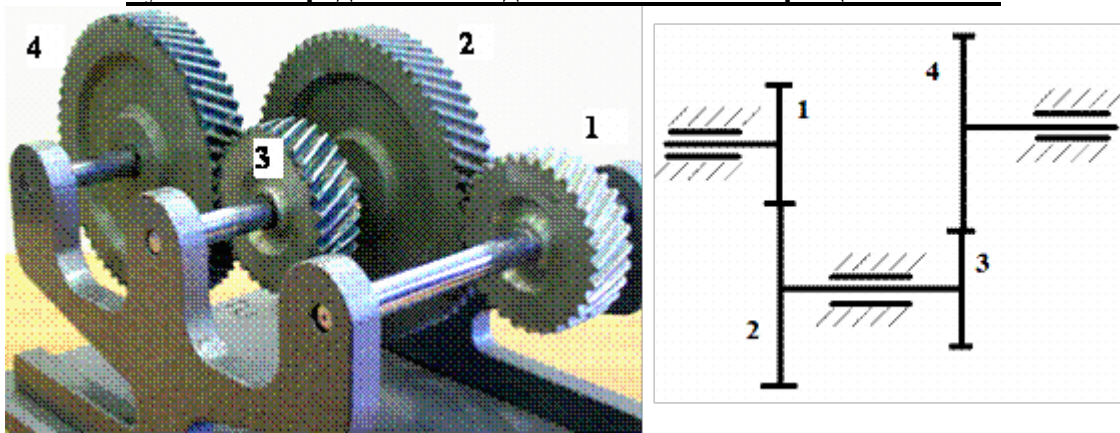


Рис.7. Двухступенчатая зубчатая передача и ее кинематическая схема

Простейший зубчатый механизм (рис.1) состоит из двух зубчатых колес ведущего и ведомого, которые одновременно являются входным и выходным, соответственно. Для получения необходимых передаточных отношений в машинах и приборах часто применяют сложные зубчатые механизмы, имеющие кроме входного и выходного колес несколько промежуточных колес, каждое из которых вращается вокруг своих осей. Применение сложных механизмов объясняется различными причинами. Например, оси входного и выходного колес расположены далеко друг от друга. В этом случае непосредственная передача вращения при помощи двух колес потребовала бы создания передачи с большими габаритами. В другом случае передаточное отношение может быть очень велико или очень мало, тогда удобно между входным и выходным колесами иметь промежуточные колеса со своими осями. Передавая вращение с входного колеса на промежуточные колеса и с них на выходное колесо, мы как бы последовательно отдельными *ступенями* изменяем скорость вращения звеньев, получая в результате требуемые передаточные отношения между входным и выходным колесами.

Таким образом, сложный механизм передачи можно разделить на отдельные части – *ступени*, каждая из которых представляет собой два колеса, образующих зубчатое зацепление. В соответствии с указанным бывают одно- и многоступенчатые передачи, по большей части двух- и трехступенчатые (рис.7). Количество ступеней равно числу зубчатых зацеплений, образованных зубчатыми колесами механизма. Одно колесо может входить в несколько ступеней (рис.8). Любая ступень может представлять собой цилиндрическую, коническую, червячную, глобоидную и т.д. передачу. На рис.8 показан многоступенчатый механизм, содержащий цилиндрические и конические ступени.

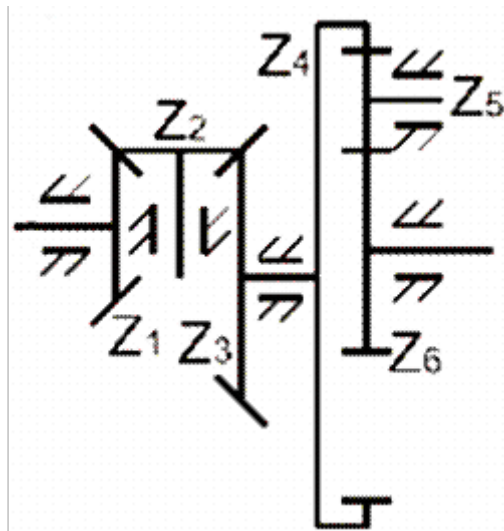


Рис.8. Многоступенчатая зубчатая передача с паразитными колесами

Общее передаточное число (отношение) зубчатой передачи при последовательном соединении ступеней равно произведению передаточных чисел входящих в них ступеней. Для передачи на рис.7:

$$u_{12} = u_{12} \cdot u_{34} = \left(-\frac{z_2}{z_1}\right) \cdot \left(-\frac{z_4}{z_3}\right) = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3}.$$

Зубчатые колеса, числа зубьев которых не влияют на общее передаточное отношение механизма, называются паразитными колесами. Для четырехступенчатой передачи, показанной на рис.8, передаточное число равно:

$$u_{16} = u_{12} \cdot u_{23} \cdot u_{45} \cdot u_{56} = \frac{z_2 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot z_6}{z_1 \cdot z_2 \cdot z_4 \cdot z_5} = \frac{z_3 \cdot z_6}{z_1 \cdot z_4}.$$

Знаки ступеней не учитываются так как передача включает кроме цилиндрических и конические ступени. Зубчатые колеса с числами зубьев  $z_2$  и  $z_5$  являются паразитными, каждое из них входит в два зубчатых зацепления.

#### Планетарные зубчатые передачи

В некоторых многоступенчатых зубчатых передачах оси отдельных колес являются подвижными. Такие зубчатые механизмы с одной степенью свободы называются планетарными механизмами (рис.9), а с двумя и более степенями свободы – дифференциальными механизмами или просто дифференциалами. В этих механизмах колеса с подвижными осями вращения называются сателлитами (звено 2 на рис.9), звено, в котором установлены сателлиты – водилом. На схемах водило принято обозначать буквой Н. Зубчатые колеса, оси которых совпадают с осью вращения водила, называются центральными (звенья 1 и 4 на рис.9). Сателлиты бывают одновенцовые (левый рисунок) и многовенцовые.

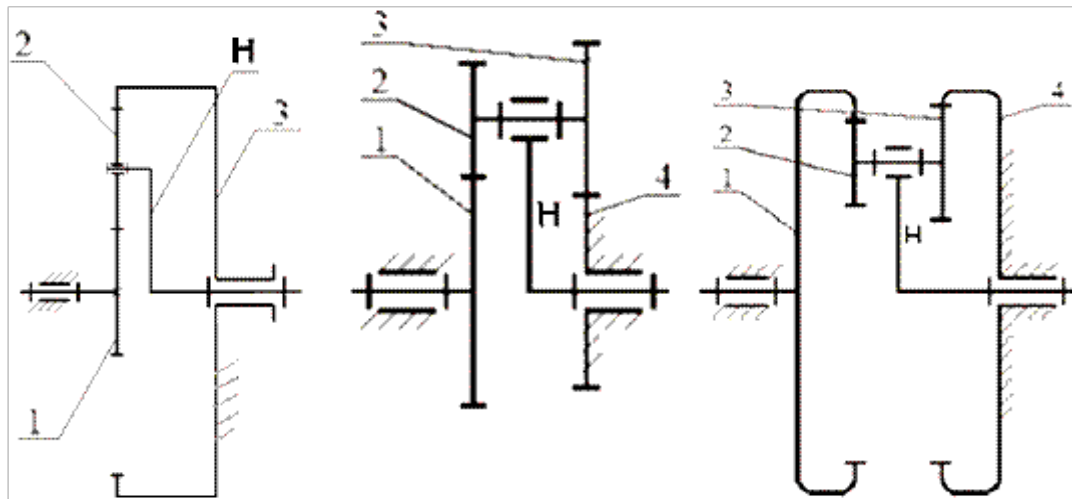
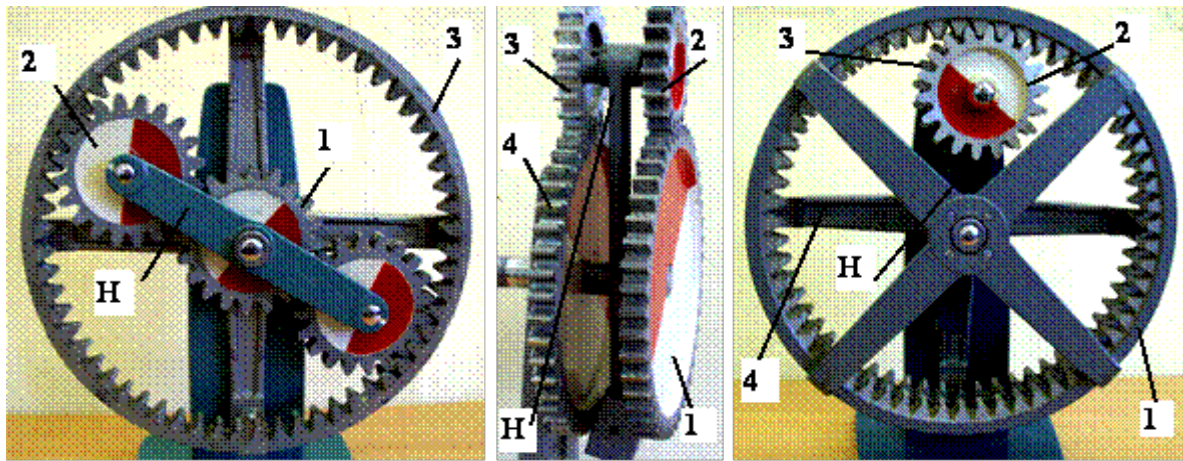


Рис.9. Планетарные зубчатые передачи и их кинематические схемы: передача с одним внешним и одним внутренним зацеплением (слева), передача с двумя внешними зацеплениями (в центре), передача с двумя внутренними зацеплениями

Передаточное число планетарного механизма определяется по формуле:

$$u_{1H}^{(4)} = 1 - u_{14}^{(H)}; \quad u_{14}^{(H)} = u_{12}^{(H)} u_{34}^{(H)};$$

где  $u_{12}^{(H)}, u_{34}^{(H)}$  - передаточные числа ступеней (с учетом знаков) при остановленном водиле.

На рис.10 приведены формулы для определения передаточных чисел планетарных механизмов. Передаточные числа между подвижным центральным колесом и водилом связаны соотношением:

$$u_{H1} = \frac{1}{u_{1H}}.$$

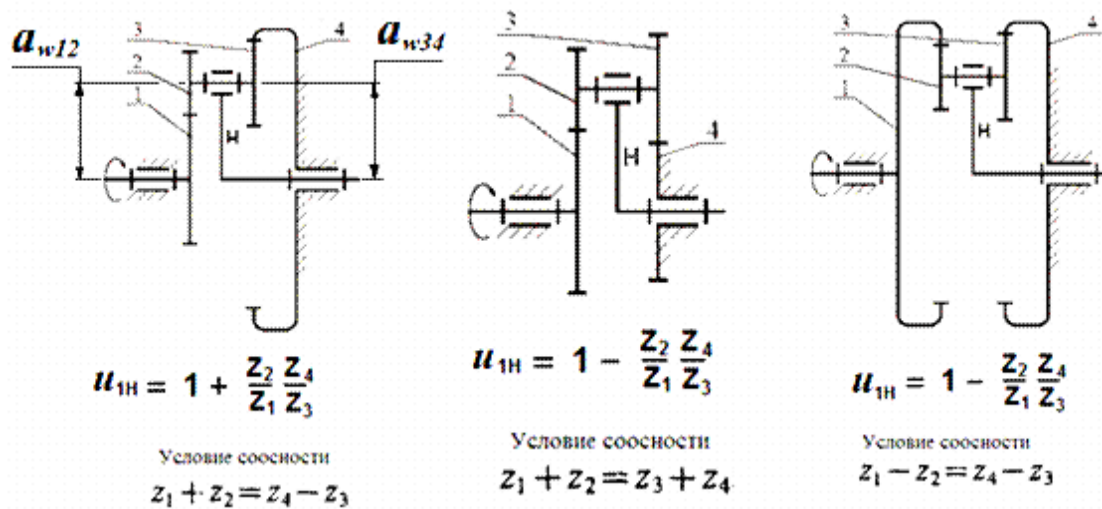


Рис.10. Определение передаточных чисел планетарных механизмов

При выборе чисел зубьев колес планетарных зубчатых передач для них проверяются условия:

1. Условие соосности, обеспечивающее совпадение осей центральных зубчатых колес и водила:  $a_{w12} = a_{w34}$  (рис.10). Условия, приведенные на рис.10, получены для планетарных передач, зубчатые колеса которых имеют одинаковый модуль.

2. Условие соседства, обеспечивающее совместное размещение нескольких сателлитов по общей окружности в одной плоскости, без соприкосновения вершин зубьев соседних сателлитов:

$$\sin \frac{\pi}{k} > \frac{z_e^{\max} + 2h_a^*}{z_1 + z_2}$$

где  $z_e^{\max}$  - максимальное число зубьев зубчатого венца сателлита,  $k$ - число сателлитов

Условие соседства получено для планетарных передач, у которых сателлиты располагаются равномерно по окружности водила.

3. Условие сборки зубчатых колес передачи, определяющее возможность сборки передачи при использовании нескольких сателлитов:

$$\frac{z_1 u_{1H}}{k} (1 + k\Pi) = \Psi$$

где  $\Pi$ - число полных поворотов водила 0,1,2,3...,  $\Psi$ - целое число 1,2,3, ...

Исходные данные

Виды передачи	Вариант	Данные							
		n1	n2	z1	z2	z3	z4	$\omega_1$	$\omega_2$
Цилиндрическая зубчатая передача	1,6,11,16,21	100	120	32	18	20	24		
Коническая зубчатая передача	2,7,12,17, 22	80	98	30	20	22	26		
Зубчатая передача со скрещивающимися осями	3,8,13,18,23	96	80	28	22	24	28		
Многоступенчатая передача с неподвижными осями колес	4,9,14,19,24	120	96	26	24	26	30		
Планетарная зубчатая передача.	5,10,15,20,25	98	100	34	30	28	32		

### **Ход выполнения работы:**

1. Ознакомиться с практическим занятием.
2. Выполнить, в соответствии со своим вариантом, задание практического занятия.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

### **Содержание отчета**

В практическом занятии необходимо отразить следующее:

- А) Название практического занятия.
  - Б) Цель практического занятия.
  - В) Задание.
2. Выполненное практическое занятие в соответствии с заданием.
  3. Ответы на контрольные вопросы.
  4. Вывод.

### **Контрольные вопросы:**

1. Перечислить звенья, входящие в простейшие зубчатые механизмы.
2. Перечислить звенья, входящие в сложные зубчатые механизмы.
3. Цель использования многоступенчатых передач.
4. Перечислить основные типы зубчатых передач.
5. Написать формулу для определения передаточного числа многоступенчатой зубчатой передачи.
6. Написать формулу для определения передаточного числа одноступенчатой зубчатой передачи.
7. Как определить передаточное число планетарной зубчатой передачи?
8. Какие условия проверяются для планетарной передачи? В чем их смысл?
9. Когда учитываются знаки передаточных чисел ступеней зубчатой передачи?

## **Практическое занятие №3**

**Тема:** Обоснование выбора измерительного инструмента для внешнего, внутреннего промеров и промера глубины.

**Цель работы:** освоение приемов применения измерительного инструмента для внешнего, внутреннего промеров и промера глубины.

### **Задание:**

1. Изучить измерительный инструмент для внешнего, внутреннего промеров и промера глубины..
2. Выбрать измерительный инструмент для внутреннего, внешнего промеров и промера глубины, согласно варианта, Обосновать выбор инструмента.
3. Письменно ответить на контрольные вопросы.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

### **Пояснения к работе:**

Основные факторы, влияющие на выбор средства измерения, — это размер и качество (класс точности) измеряемого изделия, допускаемая погрешность средства измерения, условия и метод использования средства измерения.

**Раздвижной измерительный инструмент с линейным нониусом.** Штангенциркуль — многомерный раздвижной инструмент с нониусом\* для измерения наружных и внутренних размеров, диаметров, глубин и высот деталей. Конструкции выпускаемых штангенциркулей позволяют производить отсчет размеров с точностью до 0,1 и 0,05 мм. Такая высокая точность достигается применением специального устройства для отсчета — линейного нониуса.

На рис. 1 изображен штангенциркуль (универсальный) с точностью измерений до 0,1 мм ГОСТ 116-89. Он состоит из штанги 1, на которой нанесена шкала линейки, губок 2 и 9 и перемещающейся по штанге рамки 7 с губками рамки 3 и 8.

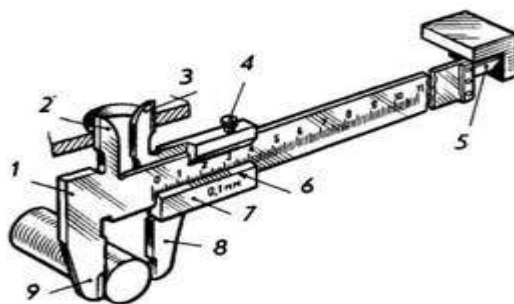


Рис. 1

Измеряемый предмет слегка зажимают между губками, фиксируют рамку зажимным винтом 4 и затем по шкалам штанги и нониуса производят отсчет размера. В пазу обратной стороны штанги свободно скользит линейка 5 глубиномера, представляющая собой плоский стержень. Один конец ее жестко соединен с рамкой. В сомкнутом положении свободный торец линейки глубиномера точно совпадает с торцом штанги. При измерении глубины штанга торцом устанавливается на плоскость детали у измеряемого отверстия. Нажимом на рамку стержень глубиномера перемещают до упора в дно отверстия и затем фиксируют положение рамки зажимным винтом.

Отсчет размеров производят по штанге и нониусу. Нониус длиной 19 мм разделен на 10 частей. Одно его деление, таким образом, составляет  $19/10 = 1,9$  мм, что на 0,1 мм меньше целого миллиметра (рис. 2, I). При нулевом показании штрих нониуса находится от ближайшего справа штриха штанги на расстоянии, равном величине отсчета 0,1 мм, умноженной на порядковый номер штриха нониуса, не считая нулевого (рис. 2, II). Целое число миллиметров отсчитывается по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. Дробная величина (количество десятых долей миллиметра) определяется умножением величины отсчета ОД мм на порядковый номер штриха нониуса (не считая нулевого), совпадающего со штрихом штанги.

На рис. 2, III показано два примера отсчета. В первом по шкале штанги читаем целое число 39 мм, затем по шкале нониуса определяем дробную величину  $0,1 \text{ мм} \times 7 = 0,7 \text{ мм}$  (седьмой штрих обозначен крестиком). Значит, замеряемый размер  $39 \text{ мм} + 0,7 \text{ мм} = 39,7 \text{ мм}$ . Во втором примере аналогично первому определяем  $61 \text{ мм} + 0,1 \text{ мм} \times 4 = 61,4 \text{ мм}$ .

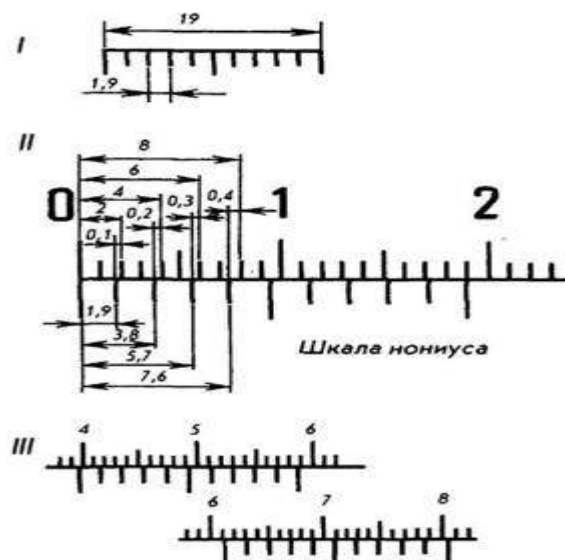


Рис. 2

Точность отсчета в 0,1 мм иногда бывает недостаточной. В этом случае пользуются штангенциркулем, позволяющим производить измерение с точностью до 0,05 мм.

**Штангенглубиномер** (ГОСТ 162-90) (рис. 3) предназначен для измерения глубины глухих отверстий, пазов, канавок, уступов и высот с величиной отсчета по нониусу 0,1 и 0,05 мм. Он отличается от штангенциркуля только конструкцией: штанга заканчивается срезанным торцом, являющимся измерительной поверхностью, рамка имеет вместо губок широкую опорную поверхность — основание 1.

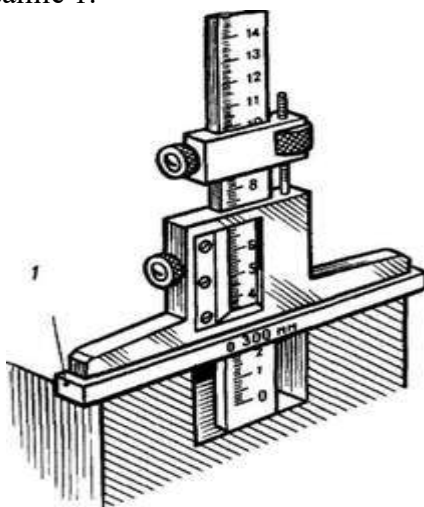


Рис. 3

При измерениях штангенглубиномер основанием устанавливают над отверстием, а штангу выдвигают до упора в его дно. Далее все действия аналогичны операции по замеру детали штангенциркулем.

Микрометрический измерительный инструмент. **Микрометр** (ГОСТ 6507-90) — более сложный по устройству инструмент, чем рассмотренные раньше (рис. 4). Он позволяет производить измерения с большей точностью.

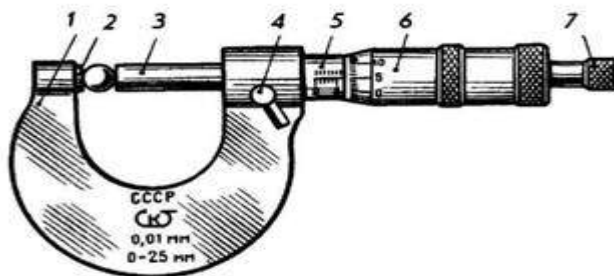


Рис. 4

Микрометр для наружных измерений состоит из подковообразной скобы 1, пятки 2, стебля 5, зажимного устройства — стопора 4, барабана 6 с микрометрическим винтом 3, колпачка 7 с насечкой, навинченного на правую часть барабана, и трещотки, присоединенной при помощи винта к торцу шейки колпачка. Отсчеты измерений производятся по шкале на стебле 5 и шкале на коническом нониусе барабана 6.

Шкала на стебле имеет 25 делений, нанесенных вдоль оси стебля сверху и снизу и перпендикулярных к ней с расстоянием между ними в 1 мм. Штрихи, расположенные над рисккой, смещены вправо относительно нижних штрихов на 0,5 мм. По нижним штрихам отсчитывают целое число миллиметров, а по верхним — 0,5 мм. Сотые доли миллиметра определяются при помощи делений на нониусе, поверхность которого разделена штрихами в виде образующих нониуса на 50 равных частей.

При повороте на одно деление микрометрический винт 3, соединенный с барабаном 6, перемещается вдоль оси на  $1/50$  шага, т. е. на расстояние, равное  $0,5 \text{ мм} : 50 = 0,01 \text{ мм}$ .

Для определения какого-либо размера детали микрометром ее помещают между пяткой 2 и торцом микрометрического винта 3. Затем поворачивают барабан до тех пор, пока торец



микрометрического винта не приблизится к поверхности детали. Дальнейшее продвижение винта 3 производят при помощи колпачка 7 с трещоткой. Услышав характерный треск, подобный треску пружины часов при заводе, поворот колпачка прекращают. После этого стопором 4 стопорят микрометрический винт, отделяют микрометр от детали и считывают показания.

#### Исходные данные

Вид измерительного инструмента	Вариант		
	1,4,7,10,13,16,19,22	2,5,8,11,14,17,20,23	3,6,9,12,15,18,21,24
	Для внешнего промера	Для внутреннего промера	Для промера глубины
Микрометр с делением 0,01 мм			
Линейка			
Кронциркуль			
Нутромер			
Микрометр для измерения крупногабаритных изделий			
Глубиномер микрометрический с делением 0, 01 мм			
Штангенциркуль нониусом 0,05 мм			
Кронциркуль с винтом			
Штангенциркуль нониусом 0,1 мм			
Нутромер микрометрический с делением 0,01 мм			
Нутромер с винтом			
Штангенглубиномер нониусом 0,05 мм			

#### Ход выполнения работы:

1. Ознакомиться с практическим занятием.
2. Выполнить, в соответствии со своим вариантом, задание практического занятия.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

#### Содержание отчета

1. В практическом занятии необходимо отразить следующее:
  - А) Название практического занятия.
  - Б) Цель практического занятия.
  - В) Задание.
2. Выполненное практическое занятие в соответствии с заданием.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод.

#### Контрольные вопросы:

1. Какие типы штангенинструментов называют штангенциркулями?
2. Какие существуют виды штангенциркулей?
3. Какие размерные параметры деталей характеризуют вид штангенциркуля?

4. Из каких элементов состоит штангенциркуль ШЦТ?
5. С какой целью используется нониус?
6. С какой точностью можно контролировать размеры с помощью штангенциркуля?
7. Каким образом вычисляется результат измерения штангенциркулем?
8. В каком случае измерения штангенциркулем неприменимы.

#### **Практическое занятие №4**

**Тема:** Выполнение разметки плоских поверхностей

**Цель работы:** Приобрести практические навыки разметки плоских поверхностей.

#### **Задание:**

1. Изучить приемы разметки плоских поверхностей;
2. Ознакомиться с инструментом для разметки плоских поверхностей;
3. Выполнить разметку плоских поверхностей согласно задания.

#### **Пояснения к работе:**

##### Плоскостная разметка.

*Разметкой* называется операция нанесения на обрабатываемую заготовку разметочных линий (рисок), определяющих контуры будущей детали или места, подлежащие обработке. Разметку выполняют точно и аккуратно, потому что ошибки, допущенные при разметке, могут привести к тому, что изготовленная деталь окажется браком.

*Плоскостная разметка* выполняется обычно на поверхностях плоских деталей и заключается в нанесении на заготовку контурных параллельных и перпендикулярных линий (рисок), разнообразных геометрических фигур по заданным размерам или контуров различных отверстий по шаблонам.

##### Приспособления для плоскостной разметки

Разметочные плиты:

а — на тумбах, б — на фундаменте

Для выполнения разметки используют различные приспособления: плиты разметочные, подкладки, поворотные приспособления, домкраты и т. д.

На *разметочной плите* устанавливают подлежащие разметке детали и располагают все приспособления и инструмент.

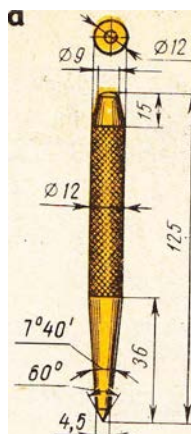
Поверхность плиты всегда должны быть сухой и чистой. После работы плиту обметают щеткой, тщательно протирают тряпкой, смазывают маслом для предохранения от коррозии и накрывают деревянным щитом.

Плиты размещают в наиболее светлой части помещения или в качестве дополнительного источника света пользуются светильником.

##### Инструменты для плоскостной разметки

*Чертилки* (иглы) служат для нанесения линий (рисок) на размечаемую поверхность с помощью линейки, угольника или шаблона. Изготавливают чертилки из инструментальной стали.

*Кернер* — слесарный инструмент, применяется для нанесения углубления (кернов) на предварительно размеченных линиях. Керны делают для того, чтобы риски были отчетливо видны и не стирались в процессе обработки детали. Изготавливают кернеры из инструментальной углеродистой стали. Кернеры бывают обыкновенные, специальные, пружинные (механические) и электрические.



## Циркули слесарные

*Разметочный штангенциркуль.* Слесари-новаторы, стремясь повысить точность разметки, совершенствуют конструкции циркулей.

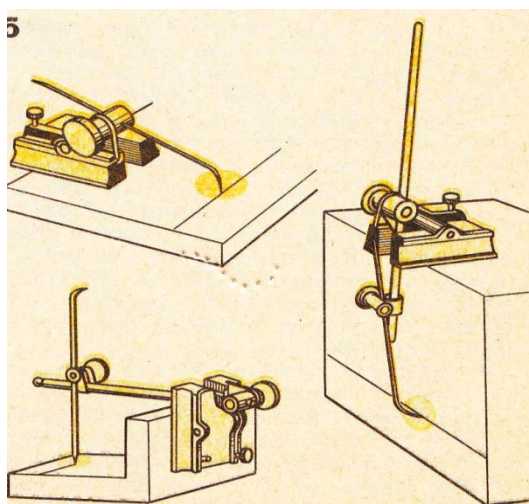
разметочный штангенциркуль для разметки плоскостей. Он имеет штангу 9 с утолщенным концом, в котором устанавливается резец 2. По штанге перемещается рамка 6 с нониусом 3. В нижней части рамки находится вставка 13, в отверстие которой вставляется сменная центрирующая коническая опора, закрепляемая зажимом 12.

При разметке вначале устанавливают центрирующую опору, соответствующую базовому отверстию, затем на плоскость размечаемой детали устанавливается резец. После этого проверяют горизонтальное положение штангенциркуля по уровню 5, закрепляют резец стопорным зажимом 1 и производят разметку.

*Рейсмас* является основным инструментом для пространственной разметки. Он служит для нанесения параллельных, вертикальных и горизонтальных линий, а также для проверки установки деталей на плите. Рейсмас состоит из чугунного основания 2, вертикальной стойки (штатива) 5, винта с гайкой 6 для крепления чертилки 4, установочного винта 3 для подводки иглы на точную установку размера, планки 1 и муфты 7.

Для более точной разметки применяют рейсмас с микрометрическим винтом.

Рейсмас и его применение.



## Подготовка к разметке

*Перед разметкой необходимо выполнить следующее:*

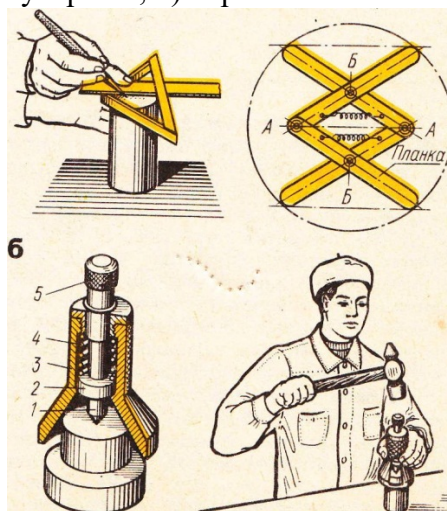
- очистить заготовку от пыли, грязи, окалины, следов коррозии стальной щеткой и др.;
- тщательно осмотреть заготовку, все размеры заготовки должны быть тщательно рассчитаны, чтобы после обработки на поверхности не осталось дефектов;
- изучить чертеж размечаемой детали, выяснить особенности и размеры детали, ее назначение.

## Приемы плоскостной разметки

Разметочные линии наносят в такой последовательности: сначала проводят горизонтальные, затем — вертикальные, после того — наклонные и последними — окружность, дуги и закругления. Вычерчивание дуг в последнюю очередь дает возможность проконтролировать точность расположения прямых рисок: если они нанесены точно, дуга замкнет их и сопряжения получатся плавными.

*Прямые риски наносят чертилкой*, которая должна быть наклонена в сторону от линейки и по направлению перемещения чертилки. Углы наклона должны соответствовать указанным на рисунке и не меняться в процессе нанесения рисок, иначе линии будут не параллельными линейке. Риски ведут только один раз.

Нанесение линий: а) перпендикулярных; б) параллельных.



Отыскание центров окружностей.

*Перпендикулярные линии* (не в геометрических построениях) наносят с помощью угольника. Деталь (заготовку) кладут в угол плиты и слегка прижимают грузом, чтобы она не двигалась в процессе разметки. Первую риску проводят по угольнику, полку которого прикладывают к боковой поверхности  $\delta$  разметочной плиты. После этого угольник прикладывают полкой к боковой поверхности и проводят вторую риску, которая будет перпендикулярна первой.

*Параллельные риски* (линии) наносят с помощью угольника, перемещая его на нужное расстояние.

*Отыскание центров окружностей* осуществляют с помощью центроискателей и центрометчиков. Простейший центроискатель представляет угольник с прикрепленной к нему линейкой, являющейся биссектрисой прямого угла. Установив угольник-центроискатель на наружную поверхность изделия, проводят чертилкой прямую. Она пройдет через центр окружности. Повернув угольник на некоторый угол (около  $90^\circ$ ), проводят вторую прямую. На их пересечении и находится центр.

При малом диаметре размечаемого торца центроискателями пользоваться неудобно, в этом случае используют кернер-центроискатель.

Кернер-центроискатель применяется для нанесения центров на цилиндрических деталях диаметром до 40 мм.

*Разметка углов и уклонов*, производится с помощью 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, затем чертилкой наносят линии.

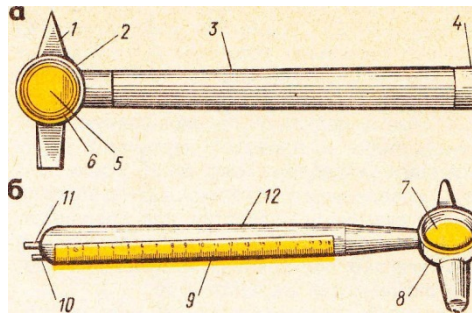
Накернивание разметочных линий

Керном называется углубление (лунка), образовавшееся от действия острия (конуса) кернера при ударе по нему молотком.

Масса молотка должна быть соразмерна массе кернера.

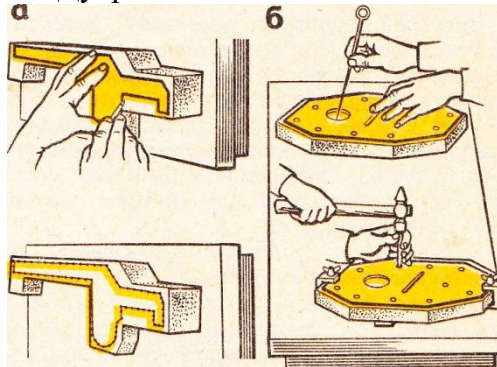
Накернивание разметочных линий:

а- установка кернера, б – кернение.



Разметочные молотки:

а — В. М. Гаврилова, б — В. Н. Дубровина

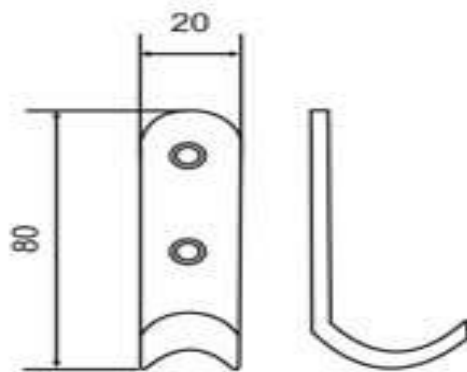


Разметка по шаблону:

а - работа чертилкой и размеченная заготовка,

б- работа чертилкой и накернивание.

**Практическая часть:** Выполнить разметку детали «крючок для вешалки»



**Ход выполнения работы:**

1. Ознакомиться с практическим занятием.
2. Выполнить, в соответствии со своим вариантом, задание практического занятия.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

**Содержание отчета**

1. В практическом занятии необходимо отразить следующее:
  - А) Название практического занятия.
  - Б) Цель практического занятия.
  - В) Задание.
2. Выполненное практическое занятие в соответствии с заданием.
3. Ответы на контрольные вопросы.

#### 4. Вывод.

#### **Контрольные вопросы:**

1. От него зависит выбор положения заготовки при разметке?
2. Как установить на разметочной плите заготовку с обработанной поверхностью и заготовку, не имеющую такой поверхности?
3. Чем плоскостная разметка отличается от пространственной?
4. В каких случаях при пространственной разметке применяют координатно-разметочные машины?

### **Практическое занятие № 5**

**Тема:** Разрубание металла

**Цель работы:** Способствовать формированию опыта выполнения рубки металлических заготовок.

#### **Задание:**

1. Изучить приемы рубки металла;
2. Ознакомиться с инструментом, применяемом для рубки металла;
3. Выполнить рубку металла согласно задания.
4. Ответить на контрольные вопросы.

#### **Пояснения к работе:**

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

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

С помощью рубки производится удаление (срубание) с заготовки неровностей металла, снятие твердой корки, окалины, острых кромок детали, вырубание пазов и канавок, разрубание листового металла на части.

Рубка производится, как правило, в тисках. Разрубание листового материала на части - может выполняться на плите.

Основным рабочим (режущим) инструментом при рубке является зубило, а ударным — молоток.

Слесарное зубило изготавливается из инструментальной углеродистой стали. Оно состоит из трех частей: ударной, средней и рабочей. Ударная часть / выполняется суживающейся кверху, а вершина ее (бок) — закругленной; за среднюю часть 2 зубило держат во время рубки; рабочая (режущая) часть 3 имеет клиновидную форму. Угол заострения выбирается в зависимости от твердости обрабатываемого материала.

Для наиболее распространенных материалов рекомендуются следующие углы заострения: для твердых материалов (твердая сталь, чугун) — 70°; для материалов средней твердости (сталь) ~ 60°; для мягких материалов (медь, латунь) — 45°; для алюминиевых сплавов — 35°.

Рабочая и ударная части зубила подвергаются термической обработке (закалке и отпуску). Степень закалки зубила можно определить, проведя напильником по закаленной части зубила: если напильник не снимает стружку, а скользит по поверхности, закалка выполнена хорошо.

Для вырубания узких пазов и канавок пользуются зубилом с узкой режущей кромкой — крейцмейселем. Такое зубило может применяться и для снятия широких слоев металла: сначала прорубают канавки узким зубилом, а оставшиеся выступы срубают широким зубилом.

Для вырубания профильных канавок (полукруглых, двугранных и др.) применяются специальные крейцмейсели— канавочники, отличающиеся только формой режущей кромки. Слесарные молотки, используемые при рубке металлов бывают двух типов: с круглым и с квадратным бойком. Основной характеристикой молотка является его масса. Для рубки металлов применяют молотки массой от 400 до 600 г.

Рубка металлов — операция очень трудоемкая. Для облегчения труда и повышения его производительности используют механизированные инструменты. Среди них наибольшее распространение имеет пневматический рубильный молоток (12) Он приводится в действие сжатым воздухом, который подается по шлангу 3 от постоянной пневмосети или передвижного компрессора. При рубке металла нажимают курок 2, отжимающий золотник 4. Воздух, попадая через воздухопроводящие каналы, перемещает боек 6, который ударяет по хвостовищу зубила 7, вставленному в ствол 5. Во время рубки пневматический рубильный молоток держат обеими руками: правой — за рукоятку левой — за конец ствола, и направляют зубило по линии рубки.

При современных способах обработки материала или заготовок рубка металла является подсобной операцией. Она применяется в тех случаях, когда нужно при невысокой точности обработки ручным инструментом разделить металл на части для заготовок, снять толстый слой металла, устранить неровности и приливы на поковках и отливках, снять твердую корку, прорубить канавку.

Рубку металла производят в тисках, на плите и на наковальне при помощи слесарного молотка, слесарного зубила, крейцмейселя, кузнечного зубила и кувалды.

Рубка металла бывает горизонтальная и вертикальная в зависимости от расположения зубила во время операции. Горизонтальную рубку производят в тисках. При этом заднюю грань зубила устанавливают к плоскости губок тисков под углом не более  $5^\circ$ .

Вертикальную рубку производят на плите или наковальне.

Зубило устанавливают вертикально, а перерубаемый материал укладывают на плите горизонтально.



Рис.1.Зубило

При рубке надо стоять у тисков устойчиво вполоборота к ним, корпус должен находиться левее от тисков, левая нога вперед, правая назад.

Молоток необходимо держать так, чтобы было расстояние 20-30 мм от ее конца. Держать зубило надо левой рукой не сжимая сильно пальцы. на расстоянии 20-30 мм от головки.

Наиболее производительной считается рубка. при которой за 1 подход снимается слой металла 1.5 -2 мм. Точность обработки достигаемая при рубке . составляет 0.4 - 1.0 мм.

**Зубило слесарное** — ударно-режущий инструмент для обработки металла или камня. Слесарное зубило состоит из трех частей: рабочей, средней и удорной . Средняя часть зубила имеет форму удобную для держания его в процессе рубки. Зубило длиной 100-125 мм применяют при выполнении мелких работ, 150-200 мм - при грубой работе.

Неисправным инструментом является, инструмент не прошедший процесс заточки.

Угол заточки зубил и крейцмейселей зависит от твердости обрабатываемого металла. Для рубки чугуна, твердой стали и твердой бронзы угол заточки инструмента равен  $70^\circ$ , для рубки средней и мягкой стали  $60^\circ$ , для рубки латуни, меди и цинка  $45^\circ$ , для рубки очень мягких металлов (алюминия, свинца)  $35^\circ$ .

Слесарный инструмент затачивают на заточных станках с абразивными кругами. Во время заточки рабочая часть инструмента (лезвие) сильно нагревается и может произойти ее отпуск. При отпуске твердость закалки теряется и инструмент становится негодным для дальнейшей работы. Во избежание этого рабочую часть инструмента во время заточки охлаждают водой.

На рис. 2 показано, как надо держать зубило при заточке и проверять правильность заточки угла. Производительность и чистота рубки металла зависят от правильных приемов работы.

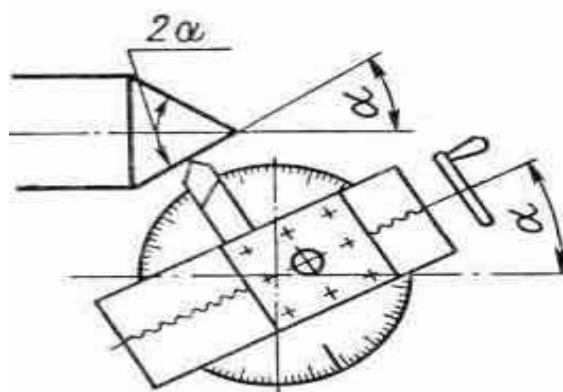
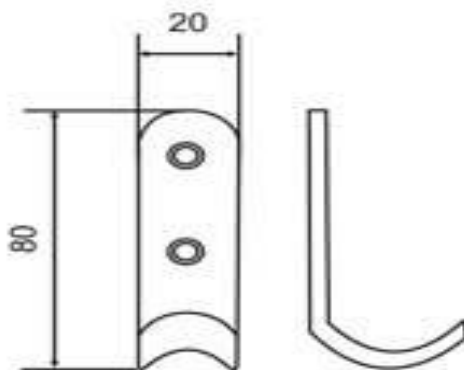


Рис. 2. Заточка зубила на заточном станке: а – приемы держания зубила при заточке, б – шаблон для проверки правильности угла заточки.

### **Практическая часть:**

Произвести рубку металла в соответствии с требованиями чертежа



### **Ход выполнения работы:**

1. Ознакомиться с практическим занятием.
2. Выполнить, в соответствии с заданием практического занятия.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

### **Содержание отчета**

1. В практическом занятии необходимо отразить следующее:
  - А) Название практического занятия.
  - Б) Цель практического занятия.
  - В) Задание.



2. Выполненное практическое занятие в соответствии с заданием.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод.

**Контрольные вопросы:**

1. Особенности техники безопасности при рубке металла.
2. Назначение зубила и его составные части.
3. Основные правила и приемы работы при рубке.
4. Виды рубки и их особенности.
5. Инструмент, применяемый при рубке металла.

**Практическое занятие № 6**

**Тема:** Выпрямление и изгибание металла.

**Цель работы:** Способствовать формированию опыта выполнения правки и гибки металлических заготовок.

**Задание:**

1. Изучить приемы правки и гибки металла;
2. Ознакомиться с инструментом, применяемым для выпрямления и изгибания металла;
3. Выполнить правку и гибку металла согласно задания.
4. Ответить на контрольные вопросы.

**Пояснения к работе:**

Слесарю очень часто приходится выполнять операцию, связанную с пластическим деформированием металла, – гибку. Ни одна слесарная работа, пожалуй, без нее не обходится. При сгибании металла его волокна испытывают одновременно и сжатие и растяжение. Поэтому в ходе гибки нужно соблюдать определенные правила, чтобы пластическая деформация изгиба не перешла в разрыв:

– не следует выбирать радиус загиба меньше, чем толщина заготовки, это может привести к тому, что на металле появятся трещины или он сомнется на внутренней стороне загиба;

– не стоит гнуть заготовки из стального прутка диаметром больше 10 мм. Полосовую сталь для такой операции лучше выбрать толщиной до 7 мм, а стальные листы – до 5 мм.

Известно, что листовый металл легче гнуть, если его предварительно подогреть. А что делать, если такой возможности нет? Можно обойтись и без подогрева. На внешней поверхности в зоне сгиба необходимо нанести поперечные риски – лист согнется значительно легче.

Гнуть слесарю чаще всего приходится либо полосовую сталь, либо трубы. Приемы работы с этими двумя видами металла существенно различаются.

***Гибка полосовой стали***

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

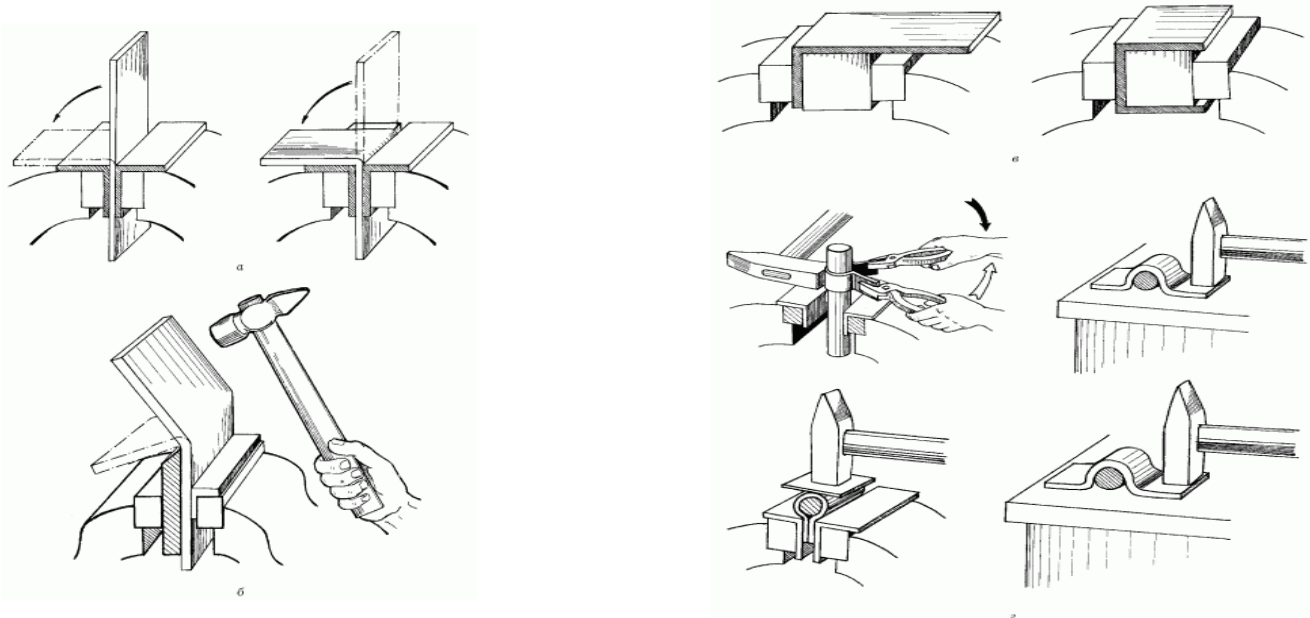


Рис.1 Приемы гибки полос: а – порядок гибки; б – гибка острого угла. в – изготовление скобы; г – изготовление хомутика.

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 полосу 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.

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).

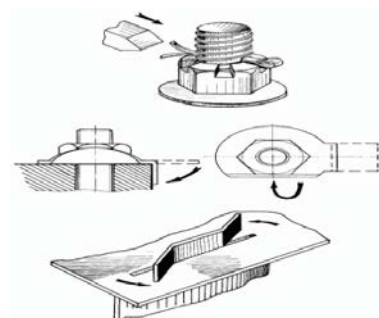


Рис.2.

Если домашняя 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 устанавливают матрицу 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.

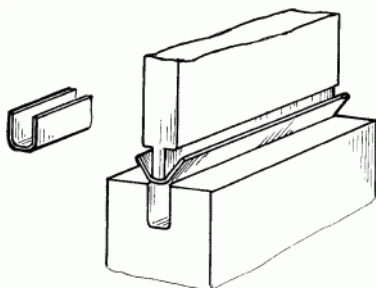


Рис.3 Гибка заготовок с помощью гибочного штампа.

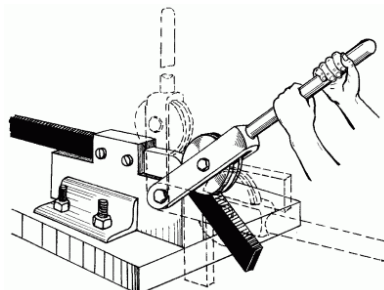


Рис.4 Гибка стальной полосы на ребро.

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.

### Гибка труб

При слесарных работах часто требуют замены всякого рода трубчатые соединения, которые используются для подвода к различным механизмам масла, воздуха, топлива или воды. Кроме того, домашнему слесарю порой приходится производить ремонт и замену коммуникационных трубопроводов (или сооружение новых, например на дачном участке). При этом в трубопроводах не всегда удастся избежать острых и тупых углов (прямой угол можно собрать с помощью всевозможных сгонов, муфт и т.д.), а это значит что придется заниматься гибкой труб.

Трудность этой операции заключается в том, что труба при изгибании может сломаться, смяться и заготовка придет в негодность. Чтобы этого не случилось, трубу (если она не оцинкованная) предварительно забивают наполнителем (мелкий сухой песок или расплавленная канифоль) и нагревают в месте изгиба. В некоторых случаях можно наполнить трубу водой и заморозить (естественно, без последующего нагревания). Вместо наполнителя иногда используются плотно навитые стальные пружины, которые загоняются внутрь трубы на место изгиба. Но следует все же учесть, что в нагретом состоянии трубы гнутся значительно легче.

До какой температуры нужно нагревать трубы перед тем, как их гнуть? Как ее измерить? Никаких приборов для измерения температуры нагрева не требуется, она определяется визуально, на глаз. Стальные трубы следует нагревать до ярко-красного цвета, алюминиевые – до тех пор, пока не начнет обугливаться приложенная к трубе бумага. Вопрос о том, нужно ли в каждом конкретном случае использовать наполнитель или нет, решается в зависимости от того, какого радиуса изгиб нужно получить. Если радиус меньше 50 мм, то трубы диаметром до 20 мм можно гнуть без наполнителя и в холодном состоянии. Медные и латунные трубы перед гибкой необходимо отжечь в зоне загиба.

Если приходится гнуть сварную трубу, то сварной шов (как наиболее уязвимую ее часть) следует расположить так, чтобы он не пришелся ни на растянутую, ни на сжатую сторону.

Самое простое приспособление для изгибания труб – металлическая плита с отверстиями, в которых располагаются штифты таким образом, чтобы получить трубу нужной конфигурации, а изгиб – подходящего радиуса. Это напоминает приспособление для гибки металлического прутка. Однако у этого приспособления имеются два очень значительных минуса. Во-первых, не всегда можно добиться чистого изгиба в одной плоскости. А во-вторых, если сгибаемая труба слишком коротка, то может просто не хватить физической силы.

Более совершенное приспособление для гибки труб представляет собой вертикально установленную двойную плоскопараллельную пластину, которая имеет кривизну необходимого загиба (рис 5).

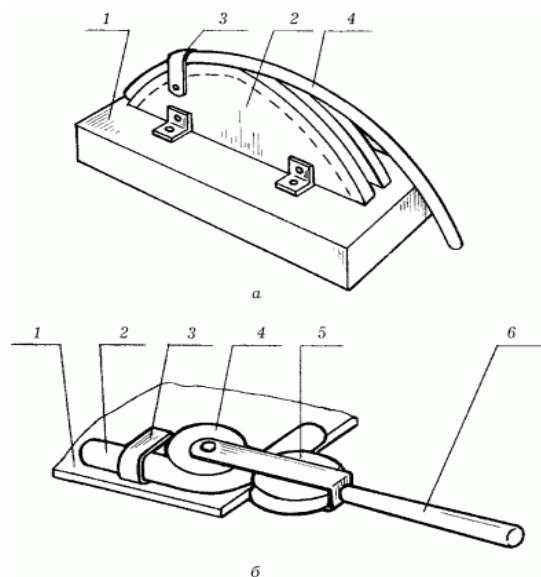


Рис5 Приспособления для гибки труб: а – плоскопараллельная пластина: 1 – плита; 2 – пластина; 3 – хомут; 4 – труба; б – станок Вольнова: 1 – металлический верстак; 2 – изгибаемая труба; 3 – хомут; 4 – съемный ролик-шаблон; 5 – подвижный ролик; 6 – рукоятка со скобой.

Трубу необходимо зажать в хомуте и гнуть вниз по пазу пластины, ширина которого соответствует внутреннему диаметру трубы.

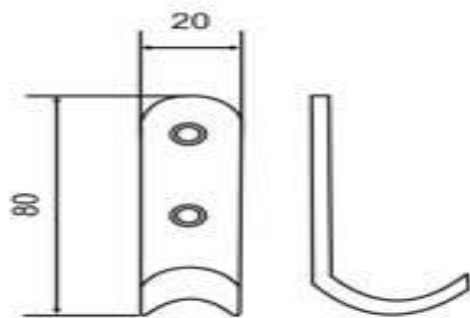
Ну и, пожалуй, самым совершенным приспособлением для гибки труб в домашних условиях является специальный станок Вольнова, который не только не даст «убежать» трубе в трехмерное измерение, но и благодаря подвижному ролику и нескольким съемным роликам-шаблонам различных радиусов позволит производить практически все типы изгибов

Необходимо отметить, что гибка труб, особенно большого диаметра, ручным способом – операция малопродуктивная и тяжелая, и если есть возможность обойтись без изогнутых труб, то лучше ею воспользоваться.

Различается 2 основных метода гибки :Мы говорим о "воздушной гибке" или "**свободной гибке**", если между листом стенками V-образной матрицы существует воздушный зазор. В настоящее время это наиболее распространенный метод.Если лист прижат полностью к стенкам V-образной матрицы, мы называем этот метод "калибровкой". Несмотря на то, что этот метод является достаточно старым, он используется и даже должен использоваться в определенных случаях, которые мы рассмотрим далее.

### **Практическая часть:**

Произвести гибку в соответствии с требованиями чертежа



### **Ход выполнения работы:**

1. Ознакомиться с практическим занятием.
2. Выполнить, в соответствии со своим вариантом, задание практического занятия.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

### **Содержание отчета**

1. В практическом занятии необходимо отразить следующее:
  - А) Название практического занятия.
  - Б) Цель практического занятия.
  - В) Задание.
2. Выполненное практическое занятие в соответствии с заданием.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод.

### **Контрольные вопросы:**

1. Правка – это...
2. Гибка – это...
3. Инструменты применяемые при правке и гибки металла.
4. Основные правила и приемы работы при правке и гибки.

## **Практическое занятие №7**

**Тема:** Резание металла

**Цель работы:** Способствовать формированию опыта выполнения резки металла.

### **Задание:**

1. Изучить приемы выполнения резки металла ;
2. Выбрать оборудование, приспособления и инструменты для резки металла
3. Выполнить слесарную операцию согласно задания.
4. Ответить на контрольные вопросы.

### **Пояснения к работе:**

Выбор инструмента для резки металла зависит от вида обрабатываемого металла. Листовой металл толщиной до 0,5 мм (листы латуни и алюминия до 1 мм) можно резать ручными ножницами. Лезвия ножниц при этом следует разводиться примерно на три четверти их длины, а лист металла нужно располагать перпендикулярно к плоскости режущих кромок ножниц. При сжатии ручек ножниц лезвия до конца сводить не следует, так как это приводит к разрыву металла в конце разреза. Для круглых заготовок резать металл целесообразнее против часовой стрелки, для чего заготовку следует поворачивать по часовой стрелке.

Если толщина разрезаемого листа несколько больше (0,7–1,5 мм), то можно воспользоваться теми же ручными ножницами, но одну из рукояток зажать в тисках, а на другую надавливать рукой сверху (Рисунок 1).

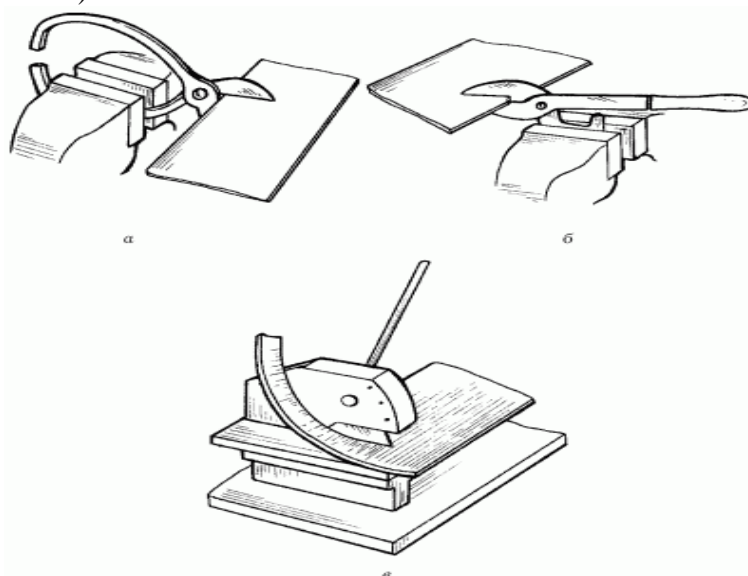


Рисунок 1 - Прием резания листового металла ножницами:  
а – ручными (с помощью тисков); б – силовыми; в – рычажными

Металл толщиной свыше 0,7 мм (а латунь и алюминий свыше 1,5 мм) обычными ручными ножницами разрезать не удастся. В этих случаях следует применить силовые ножницы. Рукоятку, не снабженную пластмассовым наконечником, закрепляют в тисках, а рабочую рукоятку (с пластмассовым наконечником) захватывают рукой. Сила резания за счет применения рычага увеличивается примерно в 2 раза по сравнению с обычными ручными ножницами. Ножи на силовых ножницах можно менять, это предусмотрено их конструкцией. Кроме того, на силовых ножницах обычно имеется приспособление для резки металлических прутков диаметром до 8 мм.

Если в мастерской имеются рычажные ножницы, то можно довольно быстро (и относительно легко) разрезать листовую сталь толщиной до 4 мм, а также латунь и алюминий до 6 мм. Перед работой рычажными ножницами необходимо позаботиться о том, чтобы их основание было надежно прикреплено к столешнице слесарного верстака, для этого на них предусмотрены болты. Резание металла происходит в результате движения рукоятки (рычага), к которой и прикреплен один из ножей ножниц, вниз.

Нажимать на рукоятку рычажных ножниц нужно плавно, без рывков. На них (в отличие от ручных и силовых) резка металла возможна только по прямой линии.

При работе с толстыми листами полосового или профильного металла, а также в том случае, если нужно не распилить металл, а прорезать паз или шлиц, ножницы может заменить ножовка (лобзик по металлу). Но прежде чем приступить к работе с этим инструментом, его предварительно следует правильно настроить.

Во-первых, нужно выбрать полотно для ножовки. Оно подбирается в зависимости от вида металла.

Во-вторых, полотно нужно правильно натянуть в рамке ножовки; степень натяжения легко проверить легким нажатием сбоку на полотно: если оно не прогибается, значит, натяжение достаточное.

Наиболее удобное положение рук при работе ножовкой следующее: конец рукоятки упирается в середину ладони правой руки, а пальцы левой руки обхватывают натяжной винт подвижной головки (Рисунок 2.).

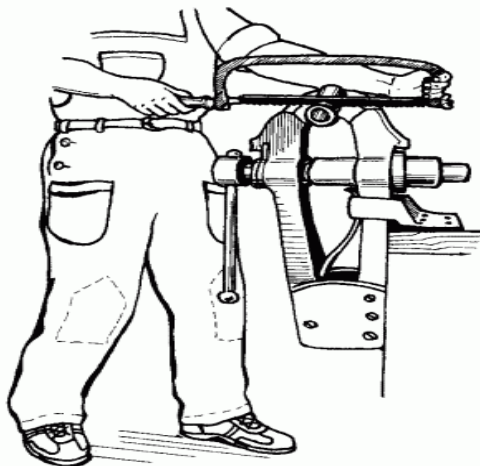


Рисунок 2 Положение ножовки во время работы

Движения ножовкой нужно производить плавные, без рывков; частота движений – 30–60 двойных ходов (от себя – на себя) в минуту; при этом должно работать не менее  $\frac{2}{3}$  длины полотна. Полотно ножовки должно быть строго перпендикулярно относительно оси обрабатываемой заготовки.

В том случае, если нужно разрезать ножовкой тонкий металл, его помещают между двумя деревянными брусками, этот «сэндвич» зажимают в тиски, и резку производят вместе с брусками.

Особо следует сказать о резке металлических труб. При резании их ножовкой всегда есть опасения (особенно если слесарь недостаточно опытен), что полотно ножовки «уйдет» в сторону и срез получится в виде не окружности, а овала. Во избежание этого трубы предпочтительнее резать не ножовкой, а специальным приспособлением – труборезом (Рисунок 3, д), помимо того что он дает ровный срез, работа им еще и довольно производительна. Техника резки такова: трубу зажимают в тиски, на нее на расстоянии 80–100 мм от губок тисков надевают неподвижные диски трубореза (на разметочную риску), устанавливают труборез перпендикулярно к оси трубы, поворотом рукоятки-винта закрепляют труборез на трубе, врезав тем самым подвижный режущий ролик в толщу металла, плавными короткими движениями рукоятки трубореза по часовой стрелке – против часовой стрелки делают полный оборот вокруг трубы, поворачивают винт на  $\frac{1}{4}$  оборота, вновь делают полный круг труборезом и так далее до полного отрезания трубы. Для облегчения работы неподвижные диски желателен смазать мыльной эмульсией или машинным маслом.

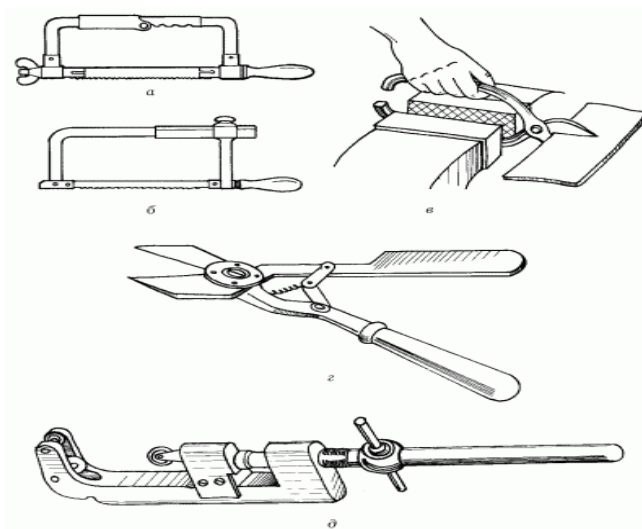
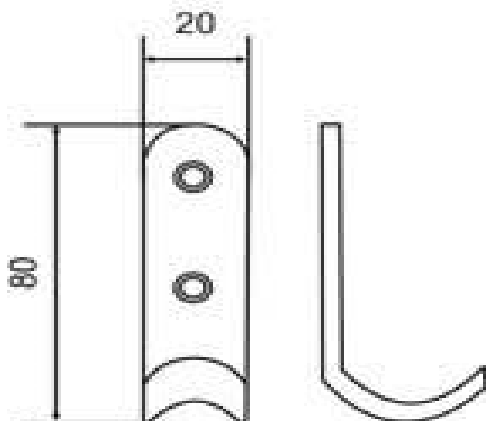


Рисунок 3 Инструменты для резки металла: а – ножовка; б – лобзик; в – ручные ножницы; г – силовые ножницы; д – труборез

**Практическая часть:** Произвести разрезание материала в соответствии с требованиями чертежа.



**Ход выполнения работы:**

1. Ознакомиться с практическим занятием.
2. Выполнить, в соответствии со своим вариантом, задание практического занятия.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

**Содержание отчета**

1. В практическом занятии необходимо отразить следующее:
  - А) Название практического занятия.
  - Б) Цель практического занятия.
  - В) Задание.
2. Выполненное практическое занятие в соответствии с заданием.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод.

**Контрольные вопросы:**

1. Какова суть и назначение резки?
2. Для чего применяют ручные ножницы?
3. В каких случаях применяют рычажные ножницы?
4. Почему в процессе резки полотно ножовки должно всегда находиться в натянутом состоянии?
5. С какой целью разводят зубья ножовочного полотна?
6. Каковы особенности резки полосового и листового металла, круглых, граненых и квадратных прутков с помощью слесарной ножовки?

**Практическое занятие №8**

**Тема:** Опиливание металла.

**Цель работы:** Способствовать формированию опыта опилования заготовок.

**Задание:**

1. Изучить приемы выполнения опилования металла ;
2. Выбрать инструменты для опилования металла
3. Выполнить опилование согласно задания.
4. Ответить на контрольные вопросы.



### Пояснения к работе:

Опиливание - это процесс снятия слоя металла с поверхности заготовки с помощью режущего инструмента с целью изготовления детали.

Опиливание производится с помощью напильников и надфилей; зачистка чаще всего осуществляется абразивными кругами, брусками, шкурками, иногда используются проволочные щетки.

Процесс опиления заключается в основном в опиливании деталей по контуру, для удаления заусенцев, забоин, образовавшихся при рубке (резке), в устранении дефектов на плоскостях (если технические условия позволяют такие исправления), снятии припусков под размер, опиливании плоскостей сложных поверхностей, выступов, пазов при подгонке деталей во время сборки. Но в любом случае после опиления поверхности подвергаются зачистке.

В том случае, если нужно удалить слой металла более 0,2 мм, опиление считается грубым; от 0,1 до 0,2 мм – средним; до 0,1 мм – тонким.

От того, какая обработка требуется, зависит выбор напильника по номерам.

Выбор напильника по длине зависит от величины детали: он должен быть длиннее обрабатываемой плоскости, как минимум, на 150 мм.

Выбор формы напильника зависит от поверхности: ровные поверхности опиляют плоскими напильниками, сопряженные (углы между ними) – квадратными, ромбическими, треугольными, криволинейные – круглыми и полукруглыми.

Плоские напильники применяются для опиления наружных или внутренних плоских поверхностей и для пропиливания шлицев и канавок.

Полукруглые напильники предназначены для обработки криволинейных поверхностей и углов более 30°.

Квадратные напильники применяют для пропиливания квадратных, прямоугольных и многоугольных отверстий.

Трехгранные напильники используют для опиления углов 60° и более как с внешней стороны детали, так и в пазах, отверстиях и канавках.

Круглые напильники применяются для пропиливания круглых и овальных отверстий и вогнутых поверхностей небольшого радиуса.

Для более качественной обработки (и для повышения производительности) опиление лучше всего производить перекрестными проходами (Рисунок 1, а).

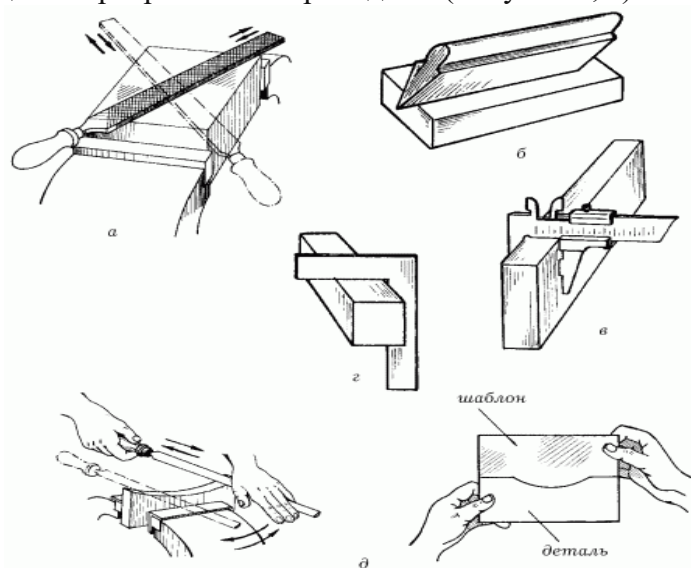


Рисунок .1 - Опиливание поверхностей и контроль за качеством работ: а – перекрестное опиление; б – контроль отклонений от плоскости и прямолинейности; в – контроль отклонений от параллельности; г – контроль отклонений от перпендикулярности; д – контроль криволинейных поверхностей по шаблону

В том случае, если с поверхности детали нужно снять лишь выступающие части, опилование производится круговыми движениями.

Во время работы рукоятка напильника должна опираться на центр ладони правой руки, а пальцы левой руки нужно расположить поперек напильника на расстоянии 20–30 мм от его носика (будет удобнее, если пальцы слегка согнуть, но не свешивать до рабочей плоскости напильника) (Рисунок 2).

Движения напильником должны быть строго горизонтальными относительно обрабатываемой поверхности (рабочий ход – вперед, от себя, холостой ход – назад, к себе); темп движений – от 40 до 60 поступательно-возвратных движений в минуту. Производить движения следует обеими руками, распределяя силу давления на инструмент следующим образом:

- начало рабочего хода – основной нажим левой рукой, правая лишь поддерживает напильник в горизонтальном положении;
- середина рабочего хода – сила нажима обеими руками одинакова;
- конец рабочего хода – левая рука поддерживает напильник в горизонтальном положении, основная нагрузка приходится на правую руку;
- холостой ход – напильник от опиливаемой поверхности не отрывается, но сила нажима минимальная.

Если во время работы напильник скользит, надо прочистить его стальной щеткой вдоль насечек.

Деталь, подлежащую опилованию, зажимают между накладками тисков так, чтобы обрабатываемая поверхность выступала над губками на высоту 5–10 мм. При опиловании тонкой детали ее следует крепить на деревянном бруске деревянными пластинками, обеспечивающими неподвижность детали (Рисунок 2.).

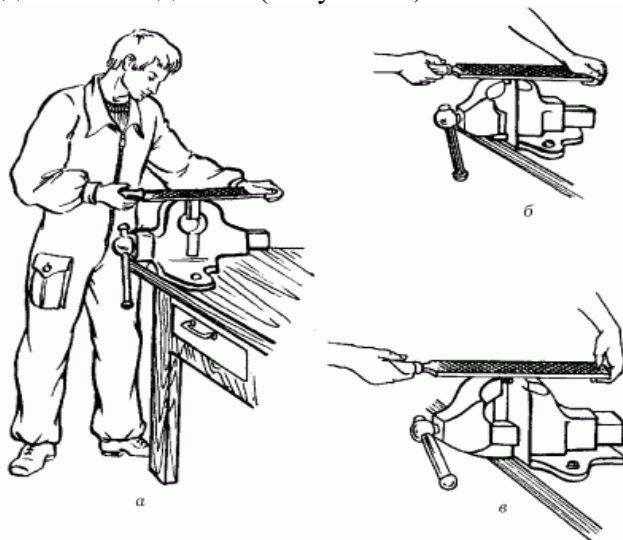


Рисунок 2 . Правильное положение слесаря (а) и положение его рук при грубом (б) и при чистом (в) опиловании.

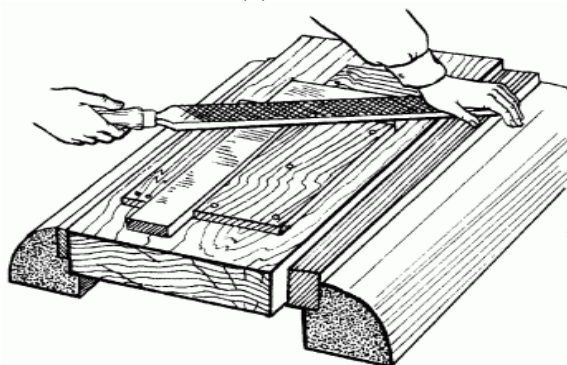


Рисунок 3. Опиливание детали из тонкого металла

Существенное значение имеет положение слесаря в момент опилования по отношению к обрабатываемой детали. Он должен располагаться сбоку тисков на расстоянии около 20 см от верстака так, чтобы корпус был прямым и повернутым под углом  $45^\circ$  к продольной оси тисков (см. Рисунок 2, а). Упор нужно делать на левую ногу.

В ходе операции опилования периодически осуществляют проверку качества поверхностей. Контроль опилования производится обычно с помощью проверочных линейек и проверочных плит методом «световой щели» или «на краску» (см. Рисунок 1, в, г).

#### Опиливание плоскопараллельных поверхностей

Сначала об опиловании кромок деталей из листового металла. Слесарям хорошо известно, что на их зачистку уходит времени в 30–40 раз больше, чем на то, чтобы его разрезать.

Время, уходящее на эту операцию, можно значительно сократить, саму операцию сделать менее трудоемкой и более безопасной, если в работе использовать небольшое приспособление, изготовленное из двух напильников (Рисунок 4).

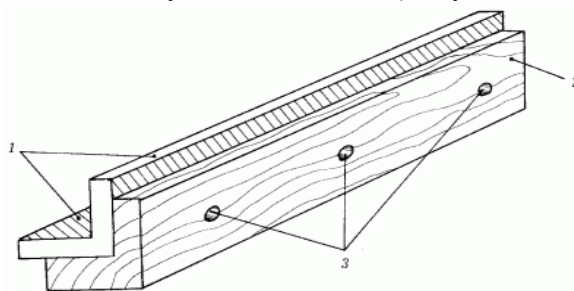


Рисунок 4 - Приспособление для опилования кромок деталей из листового металла: 1 – напильники; 2 – деревянная ручка; 3 – болты

Плоские напильники нужно обрезать на необходимую длину так, чтобы остались только рабочие поверхности, и просверлить в них отверстия для крепления. Затем вырезать из дерева ручку (в виде бруска), соответствующую длине напильников. В ручке необходимо вырезать прямоугольную выемку и прикрутить к ее сторонам напильники таким образом, чтобы они плотно прилегали друг к другу под прямым углом. Крепежные винты не должны выходить за плоскость рабочей поверхности напильника, их надо утопить чуть глубже. Таким модернизированным двойным напильником зачищать кромку стального листа очень легко и быстро. Кроме того, значительно уменьшается опасность травмирования об его острые кромки во время работы.

Прежде чем опиловать деталь, имеющую плоскопараллельные поверхности (например, в виде бруска, плиты), следует выбрать основную измерительную базу – как правило, это одна из наиболее широких поверхностей. Ее следует опиловать окончательно, с проверкой плоскости и прямолинейности. Затем с помощью штангенциркуля проверяют параллельность широких поверхностей и толщину заготовки, определяя при этом подлежащий удалению припуск, замеры производят в 3–4 местах. После чего обрабатывают напильником вторую широкую сторону.

Если, помимо широких поверхностей, требуется обработка и узких, то из них выбирается одна из более длинных сторон (она принимается за вспомогательную базу). После ее полной обработки опиловываются короткие поверхности, примыкающие к ней под углом  $90^\circ$ , с обязательной проверкой перпендикулярности относительно вспомогательной базы. В завершение опиливается вторая длинная сторона.

При опиловании плоских поверхностей может применяться механический напильник (Рисунок 5).

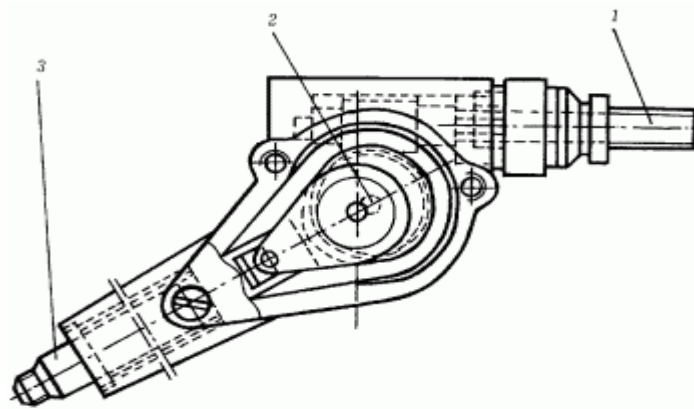


Рисунок 5 -Механический напильник:1 – наконечник; 2 – эксцентрик; 3 – плунжер

В этом напильнике при вращении наконечника от гибкого вала через червячную передачу получает вращение эксцентрик, сообщающий возвратно-поступательное движение плунжеру, к которому крепится напильник.

Можно сократить время опиловочных работ с помощью шлифовальных машинок, к которым крепятся абразивные круги (Рисунок 6).

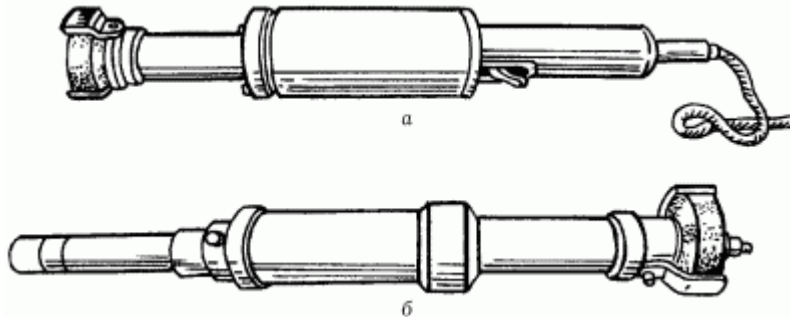


Рисунок 6 - Шлифовальные машинки: а – электрическая; б – пневматическая.

#### Опиливание сопряженных плоских поверхностей

Чаще других слесарю приходится опиливать поверхности сопряженные, расположенные по отношению друг к другу под определенным углом. Наружные углы, как правило, обрабатываются плоскими напильниками, внутренние, в зависимости от их величины, трехгранными, квадратными, ромбическими, а если угол очень острый, то и надфилями.

Как и при опиливании плоскопараллельных поверхностей, первой окончательно обрабатывают измерительную базу (наиболее длинную или широкую сторону). Затем проверяют угол между базой и необработанной поверхностью (с помощью угломера) и опиливанием доводят его до соответствия с требуемой величиной.

Особой тщательности требует обработка мест сопряжения внутренних плоскостей угла, ибо именно там чаще всего выявляются погрешности обработки.

#### Опиливание криволинейных поверхностей

Криволинейные поверхности подразделяются на выпуклые и вогнутые. Обработка таких поверхностей обычно связана со снятием относительно большого слоя металла (припуска).

Выпуклые криволинейные поверхности сначала размечают, затем снимают лишний металл ножовкой или зубилом, а потом опиливают плоскими напильниками: основной припуск снимают напильником № 0, оставляя припуск до разметочной риски в 0,8–1 мм; далее напильником № 4 или № 5 снимают оставшийся припуск до риски.

Сила нажима на напильник во время рабочего хода практически не меняется, а изменение его положения относительно обрабатываемой детали – балансировка – напоминает качели (в случае если деталь закреплена в тисках в горизонтальном положении) (Рисунок 7):

-в начале рабочего хода носик напильника направлен вниз, а рукоятка приподнята;

-в середине рабочего хода напильник располагается горизонтально;  
-в конце рабочего хода приподнятым должен быть носик напильника, а рукоятка – опущенной.

Если же деталь закреплена в тисках в вертикальном положении, то движение напильника будет иным:

-в начале рабочего хода носик напильника направлен несколько вверх и влево;

-в конце рабочего хода напильник носиком смотрит прямо вперед.

В ходе опилования деталь периодически освобождают из тисков и поворачивают относительно ее оси на небольшой угол (приблизительно на 1/5 оборота). Качество работы проверяют с помощью шаблона.

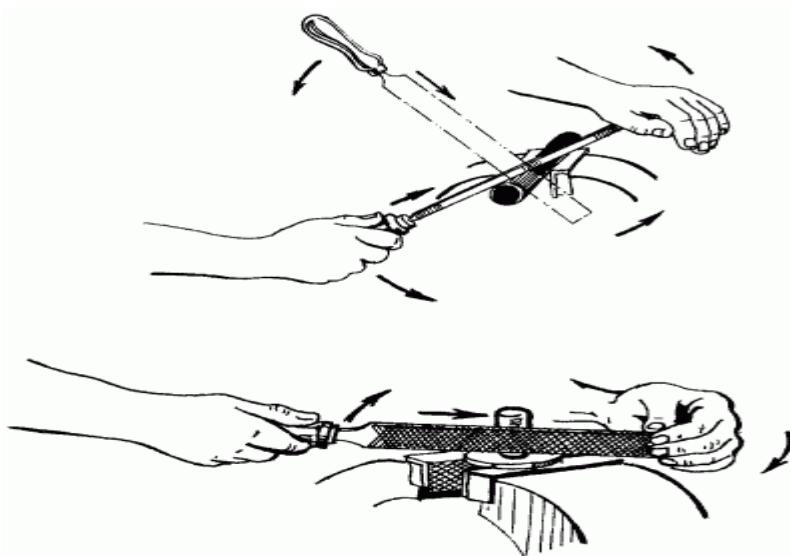


Рисунок 7 - Приемы опилования выпуклых криволинейных поверхностей

Обработку вогнутых криволинейных поверхностей также начинают с нанесения разметки контура детали на заготовке.

Большую часть лишнего металла можно удалить зубилом, ножовкой (при этом используется ножовка без рамки) или одновременно высверливанием и выпиливанием, оставив небольшой припуск, а затем полукруглым или круглым напильником спилить припуск до разметочной риски (Рисунок 8).

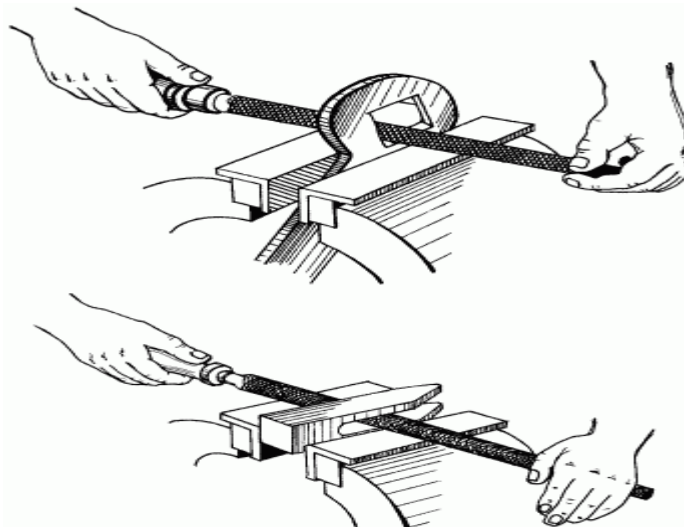


Рисунок 8 - Приемы обработки вогнутых криволинейных поверхностей

При выборе напильника следует учесть, что радиус его сечения должен быть несколько меньше радиуса опилюемой поверхности. Во время работы сочетают два вида движений

напильником: прямолинейное (от себя – на себя) и вращательное. Качество работы контролируется наложением шаблона.

### **Практическая часть:**

Произвести опилование детали в соответствии с требованиями чертежа.

### **Ход выполнения работы:**

1. Ознакомиться с практическим занятием.
2. Выполнить, в соответствии со своим вариантом, задание практического занятия.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

### **Содержание отчета**

1. В практическом занятии необходимо отразить следующее:
  - А) Название практического занятия.
  - Б) Цель практического занятия.
  - В) Задание.
2. Выполненное практическое занятие в соответствии с заданием.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какая операция называется опилованием.
2. От чего зависит выбор напильника.
3. От чего зависит выбор формы напильника.
4. Напильник и его составные части.

## **Практическое занятие №9**

**Тема:** Нарезание внешней резьбы

**Цель работы:** Способствовать формированию опыта нарезанию внешней резьбы.

### **Задание:**

1. Изучить приемы выполнения операции по нарезанию внешней резьбы ;
2. Выбрать инструменты для нарезания резьбы
3. Выполнить нарезание внешней резьбы согласно задания.
4. Ответить на контрольные вопросы.

### **Пояснения к работе:**

В слесарно-сборочных работах, пожалуй, самое распространенное соединение – резьбовое, поэтому каждый слесарь должен не только уметь нарезать резьбу, но также знать, для какого вида соединений предназначен тот или иной ее вид.

Нарезанием называется образование резьбы путем снятия стружки (а также путем пластической деформации – накаткой) на наружных или внутренних поверхностях. Нарезание винтовой резьбы – одна из распространенных слесарных операций. Стержень с наружной резьбой называется болтом, а деталь с внутренней резьбой – гайкой.

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

*Шагом резьбы* называют расстояние между двумя одноименными точками соседних профилей резьбы, измеренное параллельно оси резьбы.

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

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

По форме профиля резьбы подразделяют на:

- треугольные (универсальные);
- трапециевидные и прямоугольные, предназначенные для деталей, передающих движение (ходовые винты, винты суппортов станков и пр.);
- упорные, необходимые в механизмах, которые работают под большим односторонним давлением (например, в прессах);
- круглые – очень износостойкие независимо от условий эксплуатации, чаще всего используются при монтаже водопроводной арматуры (Рисунок .1).

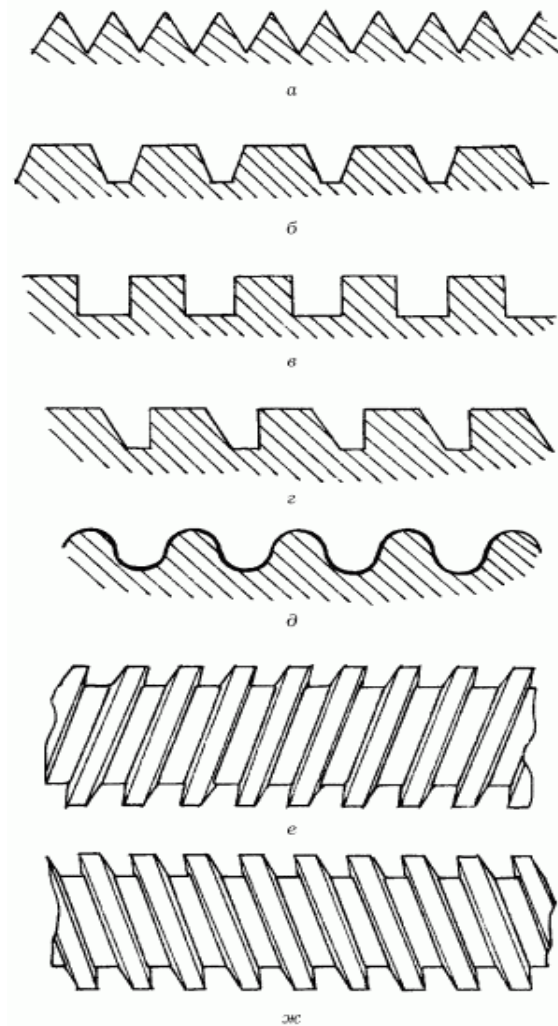


Рисунок .1 - Виды резьбы: а – треугольная; б – трапециевидная; в – прямоугольная; г – упорная; д – круглая; е – правая; ж – левая.

Нарезание резьбы, как, впрочем, и практически любую слесарную операцию, можно осуществлять вручную или механическим способом. Наш дальнейший разговор будет затрагивать преимущественно ручной способ выполнения этой операции.

При нарезании наружной резьбы важно выбрать диаметр стержня, на котором и будет производиться нарезание. При неправильном подборе здесь так же, как и в случае с внутренней резьбой, возможны дефекты: диаметр стержня меньше требуемого приводит к тому, что резьба получается неполного профиля; при нарезании резьбы на стержне с диаметром больше необходимого из-за большого давления на зубья плашки возможны либо срыв резьбы, либо поломка зубьев плашки. Чтобы не ошибиться в подборе диаметра

стержня, нужно знать простое правило: его диаметр должен быть на 0,1 мм меньше наружного диаметра резьбы.

Порядок нарезания наружной резьбы следующий:

- выбрать заготовку нужного диаметра, закрепить ее в тисках и на конце заготовки, предназначенном для нарезания резьбы, снять фаску шириной 2–3 мм;
- плашку (круглую или раздвижную) закрепить в воротке-плашкодержателе упорными винтами таким образом, чтобы маркировка на плашке находилась на наружной стороне;
- конец стержня (заготовки) смазать машинным маслом и строго под углом 90° наложить на него плашку (маркировка на плашке должна оказаться снизу);
- с усилием прижимая плашку к заготовке, вращать рукоятку плашкодержателя по часовой стрелке до прорезания резьбы на нужную длину. Вращательные движения осуществлять в таком порядке: один-два оборота – по часовой стрелке, 1/2 оборота – против;
- после нарезания резьбы на нужное расстояние плашку снять с заготовки обратными вращательными движениями.

При нарезании резьбы на трубах, предназначенных для прокладки трубопроводов, порядок вращательных движений плашкодержателя имеет одну особенность. В начале резьбы, как обычно, один-два оборота вперед (по часовой стрелке) и 1/2 оборота назад (против часовой стрелки), а при прорезании последних нескольких ниток обратное вращение производить не следует. Нарезанная таким образом резьба имеет так называемый сбег, то есть последние нитки резьбы прорезаются на меньшую глубину, что способствует лучшему запираанию трубопровода.

Чтобы нарезать резьбу определенной, фиксированной длины, можно действовать двумя способами. Или периодически производить замеры нарезанной резьбы измерительными инструментами, или использовать плашкодержатель с направляющим фланцем и втулкой: плашкодержатель надеть на заготовку до упора плашки, втулку выкрутить на требуемую длину резьбы и закрепить; при вращательных движениях плашкодержателя фланец будет навинчиваться на втулку, увлекая за собой плашку.

Если необходимо нарезать особо точную наружную резьбу на цилиндрической заготовке диаметром от 4 до 42 мм и с шагом от 0,7 до 2 мм, то вместо обычных можно использовать резьбонакатные плашки (Рисунок 5.2).

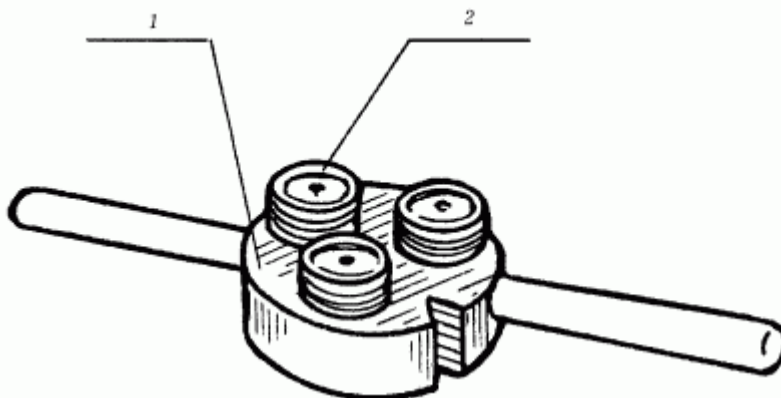


Рисунок .2 - Резьбонакатная плашка: 1 – корпус; 2 – накатные ролики с резьбой

Помимо того, что такие плашки дают более чистую резьбу, она получается к тому же и более прочной (волокна металла при такой операции не срезаются, а подвергаются пластической деформации и как бы спрессовываются).

Качество нарезанной наружной резьбы проверяют внешним осмотром на предмет обнаружения сорванных ниток или задиров. Для проверки точности резьбы используют контрольную гайку: она должна навинчиваться без усилий, но не иметь люфта (качания).

### ***Практическая часть:***

#### **Задание 1: Нарезание наружной резьбы**



- 1.закрепите заготовку в тисках;
- 2.опилите напильником фаски 2 x 45° с обоих концов шпильки;
- 3.смажьте стержень машинным маслом;
- 4.нарежьте резьбу на длину / с одного конца шпильки;
- 5.проверьте качество резьбы с помощью гайки;
- 6.переустановите заготовку в тисках другим концом;
- 7.нарежьте резьбу на втором конце шпильки, предварительно смазав машинным маслом;
- 8.проконтролируйте качество изготовленного изделия.

### **Ход выполнения работы:**

- 1.Ознакомиться с практическим занятием.
- 2.Выполнить, в соответствии со своим вариантом, задание практического занятия.
- 3.Ответить на контрольные вопросы.
- 4.Сделать вывод о проделанной работе.

### **Содержание отчета**

- 1.В практическом занятии необходимо отразить следующее:
  - А) Название практического занятия.
  - Б) Цель практического занятия.
  - В) Задание.
2. Выполненное практическое занятие в соответствии с заданием.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод.

### **Контрольные вопросы:**

- 1.Что такое нарезание резьбы?
- 2.Как образуется винтовая поверхность?
- 3.Дайте классификацию резьб.
- 4.Какой инструмент применяют для нарезания наружных резьб?

## **Практическое занятие №10**

**Тема:** Паяние и лужение

**Цель работы:** Способствовать формированию опыта выполнения пайки проводов и лужения.

### **Задание:**

- 1.Изучить приемы выполнения паяния и лужения ;
- 2.Выбрать инструменты для паяния
- 3.Выполнить паяние согласно задания.
- 4.Ответить на контрольные вопросы.

### **Пояснения к работе:**

Пайка - это процесс получения неразъемного соединения материалов с нагревом ниже температуры их автономного расплавления путем смачивания, растекания и заполнения зазора между ними расплавленным припоем и сцепления их при кристаллизации шва.

Пайку широко применяют в разных отраслях промышленности. В машиностроении ее используют при изготовлении лопаток и дисков турбин, трубопроводов, радиаторов, ребер двигателей воздушного охлаждения, рам велосипедов, сосудов промышленного назначения, газовой аппаратуры и т. д. В электропромышленности и приборостроении пайка является в ряде случаев единственно возможным методом соединения деталей. Ее применяют при изготовлении электро- и радиоаппаратуры телевизоров, деталей электромашин, плавких предохранителей и т. д.

К преимуществам пайки относятся: незначительный нагрев соединяемых частей, что сохраняет структуру и механические свойства металла; чистота соединения, не требующая в большинстве случаев последующей обработки; сохранение размеров и форм детали; прочность соединения.

Современные способы позволяют паять углеродистые, легированные и нержавеющие стали, цветные металлы и их сплавы.

Припой. Качество, прочность и эксплуатационная надежность паяного соединения в первую очередь зависят от правильного выбора припоя. Не все металлы и сплавы могут выполнять роль припоев.

Припой должны обладать следующими свойствами:

- иметь температуру плавления ниже температуры плавления спаиваемых материалов;
- в расплавленном состоянии (в присутствии защитной среды, флюса или в вакууме) хорошо смачивать паяемый материал и легко растекаться по его поверхности;
- обеспечивать достаточно высокие сцепляемость, прочность, пластичность и герметичность паяного соединения;
- иметь коэффициент термического расширения, близкий к соответствующему коэффициенту паяемого материала.

В зависимости от температуры плавления припой классифицируют следующим образом: твердые (тугоплавкие) — высокопрочные, имеющие температуру плавления выше 500 °С; мягкие (легкоплавкие) — меньшей прочности, имеющие температуру плавления ниже 500 °С.

Легкоплавкие припой широко применяют в различных отраслях промышленности и быту; они представляют собой сплав олова со свинцом. Разные количественные соотношения олова и свинца определяют свойства припоев.

Оловянно-свинцовые припой по сравнению с другими обладают высокой смачивающей способностью, хорошим сопротивлением коррозии. При пайке этими припоями свойства соединяемых металлов практически не изменяются.

Тугоплавкие припой представляют собой тугоплавкие металлы и сплавы. Из них широко применяют медно-цинковые и серебряные. Для получения определенных свойств и температуры плавления в эти сплавы добавляют олово, марганец, алюминий, железо и другие металлы.

Добавка в небольших количествах бора повышает твердость и прочность припоя, но повышает хрупкость паяных швов.

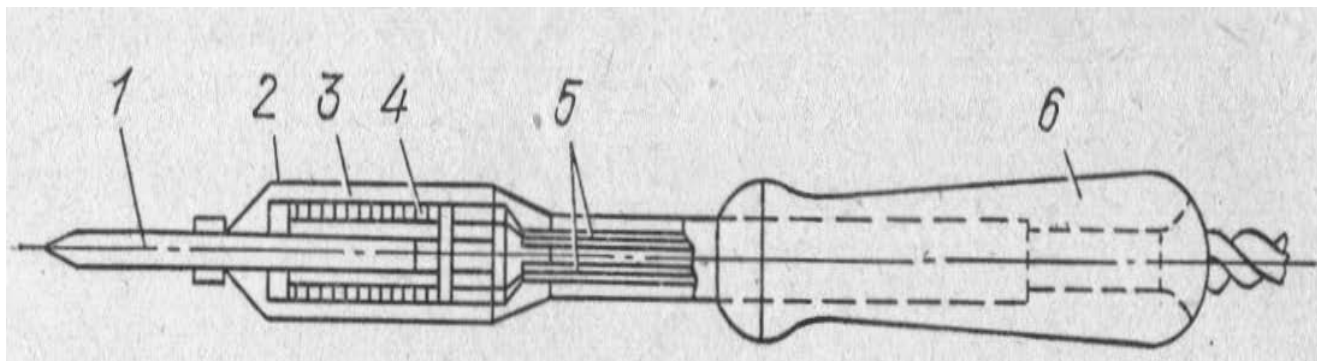
Флюсы. С повышением температуры скорость окисления поверхности спаиваемых деталей значительно возрастает, в результате чего припой не пристает к детали. Для удаления оксида применяют химические вещества, называемые флюсами. Флюсы улучшают условия смачивания поверхности паяемого металла расплавленным припоем, предохраняя поверхность паяного металла и расплавленного припоя от окисления при нагреве и в процессе пайки, растворяют имеющиеся на поверхности паяемого металла и припоя оксидные пленки.

Различают флюсы для мягких и твердых припоев, а также для пайки алюминиевых сплавов, нержавеющих сталей и чугуна.

Устройство электропаяльника. По способу нагрева паяльники делятся на электрические, жаровые, бензиновые и газовые. Для монтажа аппаратуры наибольшее распространение получили электрические паяльники. Основная часть паяльника (рис. 1) — нагревательный элемент (обмотки) 4 представляет собой провод из сплаванихрома, намотанный виток к витку на стальную трубку и изолированный от нее слюдой. Обмотки могут быть двухслойными или выполняться в виде съемного элемента. В стальную трубку с одной стороны вставляется медный паяльный стержень 1, наружный конец - рабочая часть паяльника называется жалом или носиком. На другой конец стальной трубки надевается ручка 6 из дерева или изоляционного материала, через которую пропускают шнур с вилкой. Концы шнура обматываются асбестовыми нитями 5, пропускаются через отверстия в

стальной трубке и соединяются с концами обмоток. Нагревательный элемент сверху покрыт слоем слюды и асбеста 3 для электро- и теплоизоляции. Поверх асбеста укреплен стальной кожух 2, состоящий из двух половинок, скрепляемых при помощи колечек. По форме паяльного стержня паяльники делятся на торцевые и курковые (Г-образные). Паяльники на напряжение 8, 12, 24, 36, 42 В безопасны, удобны и долговечны, так как провод обмоток имеет большую толщину.

Рисунок 1.



Подготовка паяльника к работе. Новый паяльник сначала «обжигают», чтобы в нем выгорели нитки, различные включения в бесте, масляное покрытие и т. п. Для этого паяльник включают на 1—2 ч в сеть с напряжением, указанным на паяльнике. Жало паяльника должно иметь форму клина с углом 55... 60°, которую лучше получить ковкой для создания наклепа. Налет замедляет растворение меди в канифоли и препятствует появлению раковин на жале. После этого жало зашлифовывают напильником так, чтобы грани были гладкими и на жале образовался задний угол 10... 15°. Такая форма жала способствует стеканию припоя в паяльный шов.

Запиленный или загрязнившийся паяльник необходимо залудить, т. е. покрыть тонким слоем припоя. Для этого после достаточного прогрева жало паяльника надо погрузить в канифоль и довести гранью по куску припоя. Если паяльник нормально прогреет, но не залудился, следует все операции повторить.

Технология пайки. Процесс пайки сводится к следующему. Предварительно зачищенные выводы деталей, провода т. п. покрывают тонким слоем припоя (лудят). Затем спаивают детали плотно прикладывают друг к другу. На паяльник берется необходимое количество припоя и канифоли. Паяльник прикладывается к детали с большей массой таким образом, чтобы обеспечить наилучшую теплопередачу. После растекания расплавленного припоя его распределяют плавным движением паяльника. Рекомендуется иметь два куска канифоли: первый — для очистки паяльника, второй — для пайки.

Для обеспечения надежного контактного соединения при пайке необходимо выполнение следующих требований:

1. Жало паяльника должно быть без раковин и хорошо облужено.
2. Паяльник должен быть хорошо прогрет. Признак достаточного прогрева — вскипание канифоли (но не сгорание) и обильное выделение дыма.
3. Количество флюса, вносимого в место пайки, должно быть минимальным. Флюс не должен растекаться за пределы места пайки.
4. Количество припоя, вносимого в место пайки, определяется опытным путем таким образом, чтобы обеспечивалось заполнение отверстий и просматривались контуры деталей.

5. Место пайки должно быть достаточно прогрето паяльником до полного растекания припоя.
6. Соединяемые детали должны быть неподвижными до полного затвердевания припоя.
7. Время пайки одного контактного соединения - не более 5 секунд.

Для повышения механической прочности облуженный проводник закрепляют у контакта механически, а пайка обеспечивает электропроводность между спаиваемыми деталями. Пайка «внакладку» или «встык» допускается только в лабораторных макетах. При перегреве пайка получается темной и шероховатой, а при недогреве непрочной, и на ее выполнение тратится много времени.

Контроль качества паяемых соединений. Качество пайки проверяется внешним осмотром в необходимых случаях с применением лупы. Хорошо выполненной пайкой следует считать такую, на которой ясно видны контуры соединенных деталей (витки, колечки, изгибы), но все щели заполнены припоем. Пайка имеет глянцевитую поверхность, без трещин, наплывов, острых выпуклостей.

Механическую прочность пайки проверяют пинцетом с надетыми на его концы трубками из поливинилхлорида. Усилие натяжения вдоль оси провода должно быть не более 10 Н. Запрещается перегибать провод около места пайки. Проверке подлежат все припаянные жилы проводов и выводы электрорадиодеталей. После контроля пайки и приемки места спая окрашивают прозрачным цветным лаком, наносимым на место спая в виде небольшого мазка мягкой кисточкой.

#### Упражнение 1

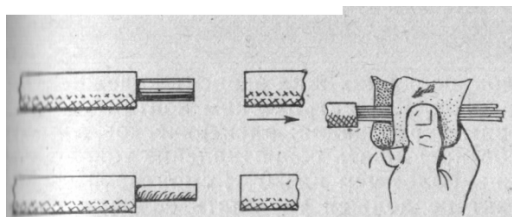
##### Организация рабочего места

1. Подготовить необходимые инструменты, приспособления.
2. Проверить оборудование.

#### Упражнение 2

##### Зачистка проводов

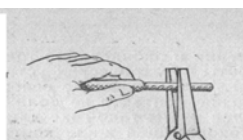
1. Снять стриппером с 3 многопроволочных медных проводов изоляцию на расстоянии 8... 10 мм. Стриппер необходимо держать режущими частями таким образом, чтобы зазор между его режущими частями был больше диаметра жилы, но меньше диаметра изоляции.
2. Зачистить жилу монтерским ножом или наждачной бумагой



#### Упражнение 3

##### Подготовка проводов.

1. Многопроволочную жилу свернуть плоскогубцами без насечек.
2. Одну сторону 3-х многожильных проводов соединить вместе, скрутив в одну жилу.



## Упражнение 4

### Подготовка к пайке и лужению

- 1.Подготовить рабочее место и паяльник к пайке.
- 2.Запиленный или загрязнившийся паяльник необходимо залудить, т. е. покрыть тонким слоем припоя. Для этого после достаточного прогрева жало паяльника надо погрузить в канифоль и довести гранью по куску припоя. Если паяльник нормально прогреет, но не залудился, следует все операции повторить.

## Упражнение 5

### Подготовка к пайке

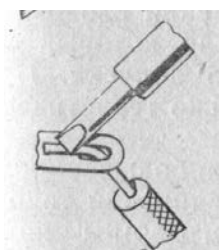
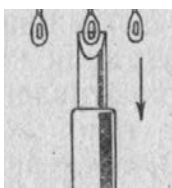
- 1.Пролудить жилы по всей длине. Для этого нанести на провод и клемму флюс, взять на паяльник капельку припоя и прогреть жилу. Операцию выполнить таким образом, чтоб не загрязнилась и не оплавилась изоляция проводов.



## Упражнение 6

### Пайка электрических соединений

- 1.Подготовить клемму к пайке. Для этого приложить жало паяльника к клемме, прогреть плавно провести паяльником от начала к концу лепестка.. Подвести жало паяльника снизу под лепесток, прогреть и убрать паяльник так, чтобы освободилось отверстие в лепестке клеммы.
- 2.Пинцетом вставить жилу по центру отверстия и плотно прижать к лепестку клеммы. Выполнить пайку так, чтобы отверстие лепестка было заполнено припоем и просматривались контуры жилы.



### Ход выполнения работы:

- 1.Ознакомиться с практическим занятием.
- 2.Выполнить, в соответствии со своим вариантом, задание практического занятия.
- 3.Ответить на контрольные вопросы.
- 4.Сделать вывод о проделанной работе.

## **Содержание отчета**

1. В практическом занятии необходимо отразить следующее:
  - А) Название практического занятия.
  - Б) Цель практического занятия.
  - В) Задание.
2. Выполненное практическое занятие в соответствии с заданием.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод.

## **Контрольные вопросы:**

1. В чем особенность подготовки паяльника к работе?
2. Какие припои вы знаете? В чем их отличие?
3. Как производится пайка?
4. Техника безопасности при лужении и пайке?

## **Практическое занятие №11**

**Тема:** Склеивание

**Цель работы:** Способствовать формированию опыта склеивания деталей.

### **Задание:**

1. Изучить приемы выполнения склеивания ;
2. Выбрать инструменты и приспособления для склеивания
3. Выполнить склеивание согласно задания.
4. Ответить на контрольные вопросы.

### **Пояснения к работе:**

Клеевое соединение - неразъемное соединение деталей с помощью клея, наносимого на соединение поверхности.

Склеивание применяется для закрепления элементов на платах, шасси и лицевых панелях, для соединения различных прокладок и уплотнительных колец с металлическими деталями; вообще склеивают материалы и их сплавы, натуральные, синтетические и слоистые материалы, стекло, керамику.

Замена сварки, пайки, заклепочных соединений склеиванием уменьшает массу конструкции, позволяет соединить почти любые материалы, упрощает процесс сборки. По сравнению с другими способами соединения достоинство клеевого соединения состоит в равномерности распределения механических напряжений по шву. Обычно в зоне соединения при склеивании не возникает коррозия, в большинстве случаев эти соединения непроницаемы для паров, жидкостей, герметичны, вакуумплотны, поглощают вибрации (снижают шум). В этом состоят основные преимущества клеевого соединения.

Клеевые соединения не выдерживают длительное время большие нагрузки, при повышенных температурах, особенно во влажной атмосфере или при низких температурах снижается прочность клеевого соединения. В этом состоят основные недостатки таких соединений.

Для качественного соединения необходима соответствующая подготовка склеивающих поверхностей и достаточное смачивание клеящим веществом.

Вид клеевого соединения выбирается так, чтобы возникали в нем в основном сдвигающие нагрузки, а остальные виды нагрузок были минимальными (рис.1).

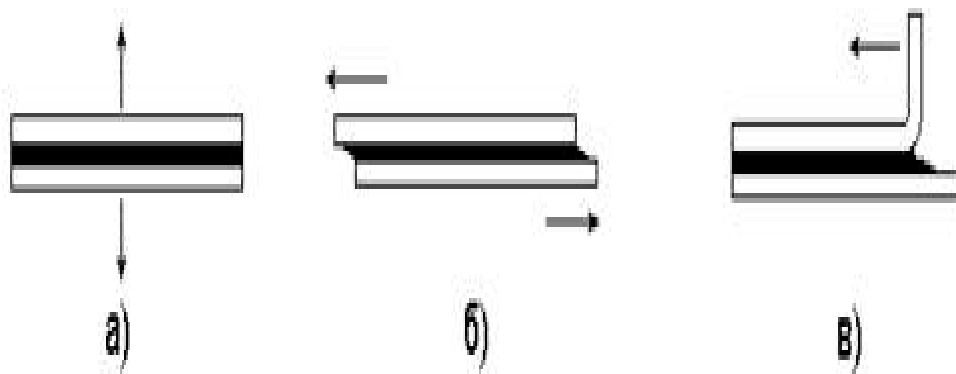


Рис.1. Виды нагрузок на клеевые соединения: а) растяжение; б) сдвиг; в) сдвигание

Вид клеевого соединения определяется конфигурацией детали и нагрузкой. Прочным клеевым соединением является одинарная нахлестка, двойная нахлестка, нахлестка с подсечкой, соединение с скошенными кромками, полушиповое, с двойной накладкой, со скошенными накладками и др. (Рис.2.). Кроме того клеевые соединения часто применяют в комбинации с другими типами соединений (сварными, клепанными, резьбовыми) для придания соединениям дополнительных свойств - герметичности, прочности, вибростойкости.

При выборе клея необходимо учитывать физико-химические и технические свойства, а также условия эксплуатации изделия.

Технологический процесс склеивания состоит из следующих операций:

1. подготовка поверхностей клеиваемых деталей,
2. подготовка клея,
3. нанесение клея на склеиваемые поверхности,
4. сушка (открытая выдержка) нанесенного клея перед сборкой соединяемых деталей,
5. сборка деталей,
6. запрессовка,
7. отверждение клеевых швов (открытая выдержка при определенных температуре и давлении в течении заданного времени),
8. зачистка клеевых соединений,
9. контроль качества соединения.

Качество подготовки поверхностей в значительной мере определяет прочность соединения. Соединение склеиваемых деталей производится в приспособлениях, обеспечивающих при отверждении клея фиксирование деталей в определенном положении. Фиксирование деталей выполняют с помощью стальных стяжных лент, болтовых соединений снабженных пружинами, грузов, струбцин, скоб, прессов. При склеивании на всю поверхность должно действовать постоянное давление. Величина давления зависит от марки клея. Отверждение клея производится в нагревательных печах, обеспечивающих равномерный нагрев.

Сборку склеиваемых деталей производят запрессовкой в пневматических, гидравлических, винтовых прессах, автоклавах и с помощью специальных приспособлений.

Контроль соединения в готовых изделиях выполняют по этапам:

- внешний осмотр изделия, простукивание и проверка с помощью специальных приборов без разрушения соединения
- испытания образцов - свидетелей или образцов, вырезанных из изделий
- испытания разрушением определенного процента изделий от серии и др.

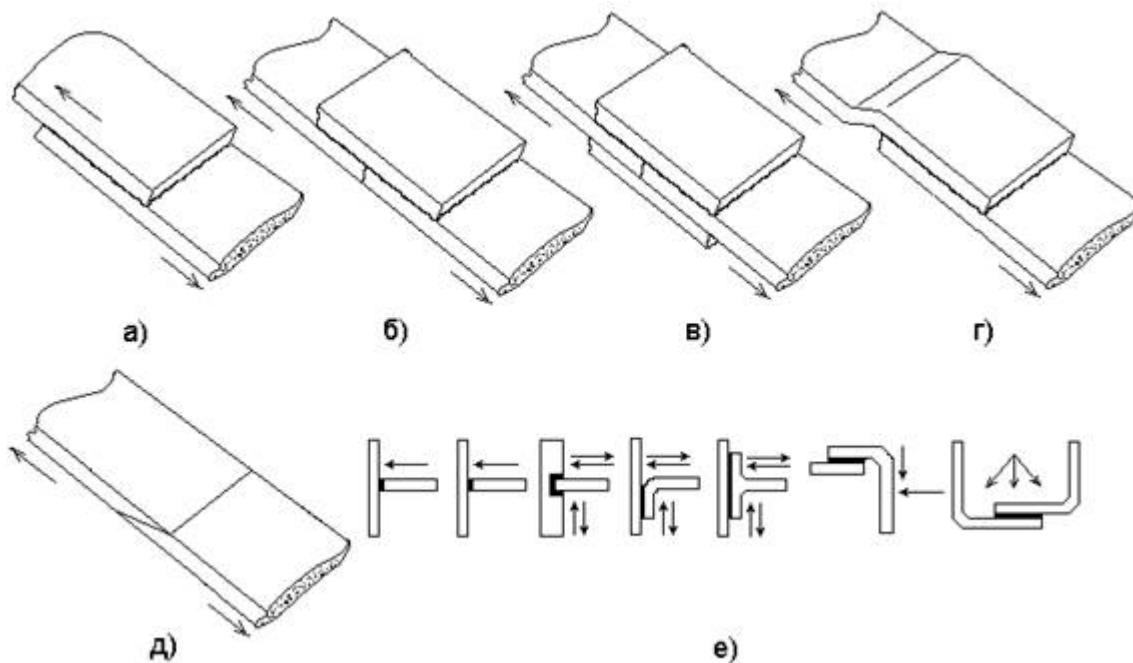


Рис.2. Виды клеевых соединений с рекомендуемым действием нагрузок (указаны стрелкой): а) одинарная нахлестка б) встык с односторонней накладкой в) встык с двусторонней накладкой г) нахлестка с подсечкой д) со скошенными кромками е) угловые соединения

Склеивание деталей — это последний вид сборки неподвижных неразъемных соединений, при котором между поверхностями деталей сборочного узла вводится слой специального вещества, способного неподвижно скреплять их — клея.

### **Практическая часть:**

Произвести склеивание детали в соответствии с требованиями чертежа.

### **Ход выполнения работы:**

1. Ознакомиться с практическим занятием.
2. Выполнить, в соответствии со своим вариантом, задание практического занятия.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

### **Содержание отчета**

1. В практическом занятии необходимо отразить следующее:
  - А) Название практического занятия.
  - Б) Цель практического занятия.
  - В) Задание.
2. Выполненное практическое занятие в соответствии с заданием.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какое соединение относится к неразъемным соединениям.
2. Для чего применяется склеивание.
3. Виды нагрузок на клеевые соединения.
4. Из каких операций состоит технологический процесс склеивания.
5. Как выполняют контроль соединения готовых изделий.



## **Заключение**

В данных методических рекомендациях описаны обязательные практические занятия студентов при изучении учебной дисциплины «Основы технической механики и слесарных работ». В описании практических занятий указан алгоритм их проведения и источники получения информации.

Методические рекомендации содержат список основной и справочной литературы, необходимой при выполнении практических занятий студентами.

В дальнейшем методические рекомендации могут перерабатываться при изменении Федеральных государственных стандартов и требований к содержанию и оформлению методических разработок.

## Список литературы

### Основные источники:

1. Вереина Л.И. Техническая механика: учебник- М.: Издательский центр «Академия», 2019г.
2. Вереина Л.И., М.М.Краснов. Техническая механика.-М.: издательский центр «Академия», 2017г.

### Дополнительная литература:

1. Нестеренко В.М., Мысьянов В.М. Технология электромонтажных работ: учебное пособие, 2013г
2. Макиенко Н.И. Слесарное дело с основами материаловедения Изд. 4-е. – М.: высшая школа, 2013
3. Покровский Б.С., Скакун В.А. Справочник слесаря. – М: издательский центр Академия, 2013

### Электронные ресурсы:

1. Слесарное дело. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.slesarnoedelo.ru](http://www.slesarnoedelo.ru), с регистрацией. – Загл. с экрана
2. Техническая литература [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.tehlit.ru>
3. Портал нормативно-технической документации. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.pntdoc.ru>
4. Книжный портал. Техника [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.bookivedi.ru>

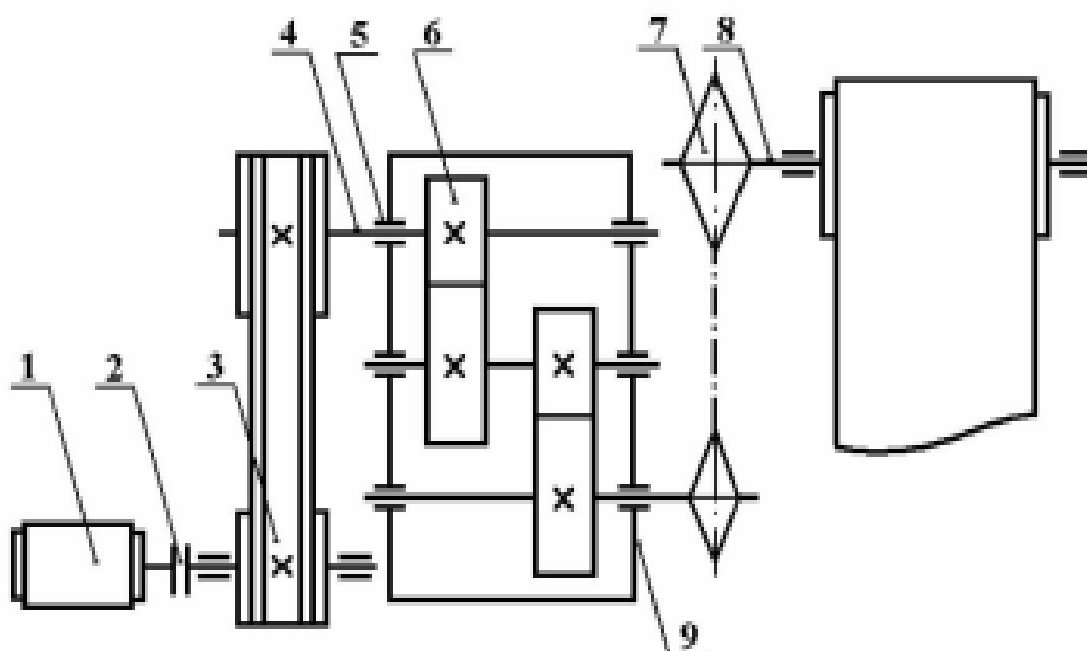


Рис.1. Кинематическая схема электромеханического привода:

1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – клиноременная передача; 4 – вал; 5 – подшипник; 6 – зубчатая передача; 7 – цепная передача; 8 – РВМ (рабочий вал машины); 9 – корпус редуктора

**Примечание**

Поз. 8 и 9 расшифровывается преподавателем, поз. 1 – 7 – студенты определяют самостоятельно.

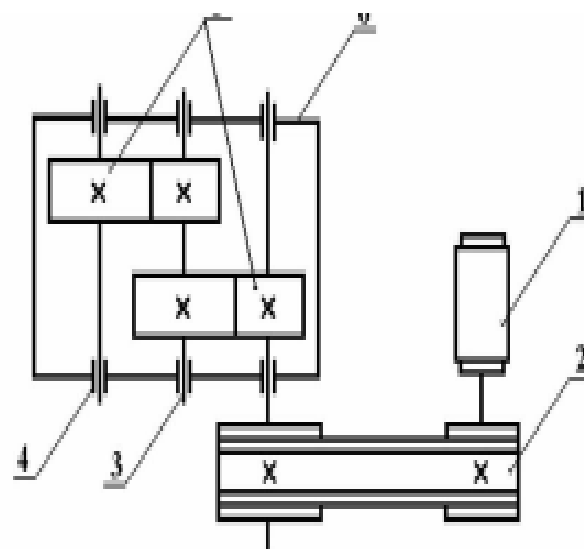


Рис. 2. Кинематическая схема привода с цилиндрическим зубчатым редуктором:

1 – электродвигатель; 2 – клиноременная передача; 3 – вал; 4 – подшипник; 5 – зубчатая передача; 6 – корпус редуктора

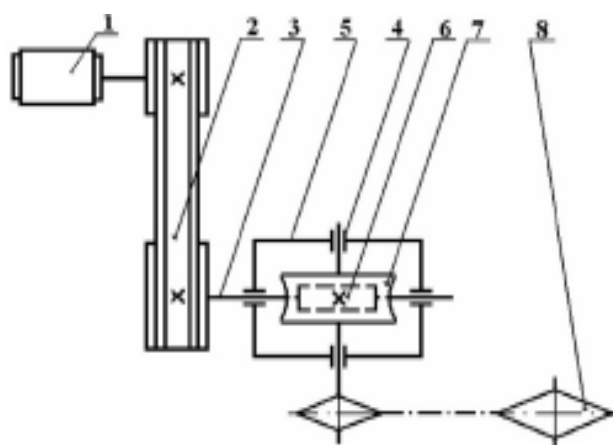


Рис. 3. Кинематическая схема привода с червячным редуктором:

1 – электродвигатель; 2 – клиноременная передача; 3 – вал; 4 – подшипник; 5 – корпус редуктора; 6 – червяк; 7 – червячное колесо; 8 – цепная передача

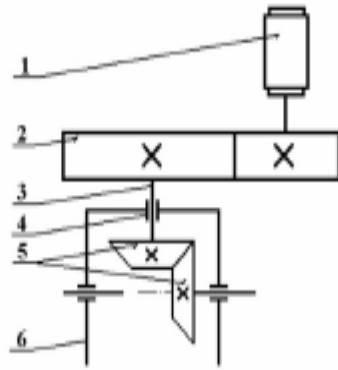


Рис. 4. Кинематическая схема привода с коническим зубчатым редуктором:

1 – электродвигатель; 2 – открытая зубчатая передача; 3 – вал; 4 – подшипник; 5 – коническая зубчатая передача; 6 – корпус редуктора

### Исходные параметры

Наименование параметра		Обозначение	Значение
1. Число зубьев	шестерни		32
	колеса		64
2. Нормальный модуль, мм			5
3. Ширина венца	шестерни		60
	колеса		60
4. Коэффициент смещения	шестерни		0
	колеса		0
5. Угол наклона			16°15'
6. Наличие модификации головки зуба		-	Нет
7. Степень точности передачи по <a href="#">ГОСТ 1643</a>		-	7
8. Шероховатость поверхности по <a href="#">ГОСТ 2789</a> , мкм			2,0
9. Циклограмма нагружения		-	Постоянная нагрузка =1970 Н·м
10. Частота вращения ведущего зубчатого колеса, мин			1500
11. Требуемый ресурс, ч			1000
12. Отклонение положения контактных линий вследствие упругой деформации и зазора в подшипниках, мкм			0
13. Марка стали	шестерни	-	25ХГМ
	колеса	-	40Х
14. Способ упрочняющей обработки	шестерни	-	Нитроцементация хромомарганцевой стали с молибденом с закалкой с нитроцементационного нагрева
	колеса	-	Закалка при нагреве ТВЧ, закаленный слой повторяет очертания впадины
15. Толщина упрочненного слоя, мм	шестерни		0,8...1,1
	колеса		-
16. Твердость поверхности зуба (средняя)	шестерни		58 HRC
	колеса		50 HRC
17. Твердость сердцевины зуба (средняя)	шестерни		300 HV
	колеса		300 HV
18. Предел текучести материала, МПа	шестерни		1000

2. Определение геометрических и кинематических параметров, используемых в расчетах на прочность, приведено в табл.38.

Таблица 38

**Определение геометрических и кинематических параметров, используемых в расчете на прочность**

Наименование параметра	Обозначение	Номер таблицы и пункта	Метод определения
1. Делительный угол профиля в торцовом сечении		Табл.20, п.1.1	$\alpha_f = \arctg \frac{\operatorname{tg}20^\circ}{\cos\beta} =$ $= \arctg \frac{0,364}{0,96} = 20,76^\circ$
2. Угол зацепления		Табл.20, п.1.2	$\operatorname{inv} \alpha_{fW} = \frac{2(x_1 + x_2)\operatorname{tg}20^\circ}{z_1 + z_2} + \operatorname{inv} \alpha_f,$ <p>так как <math>x_1 + x_2 = 0</math>, то</p> $\alpha_{fW} = \alpha_f = 20,76^\circ$
3. Межосевое расстояние, мм		Табл.20, п.1	$a_w = \frac{(z_1 + z_2)m \cdot \cos \alpha_f}{2 \cos \beta \cos \alpha_{fW}} =$ $= \frac{(32 + 64) \cdot 5 \cdot 0,935}{2 \cdot 0,96 \cdot 0,935} = 250$
4. Делительные диаметры, мм		Табл.20, п.3	$d_1 = \frac{mz_1}{\cos \beta} = \frac{5 \cdot 32}{0,96} = 166,667$ $d_2 = \frac{mz_2}{\cos \beta} = \frac{5 \cdot 64}{0,96} = 333,334$
5. Диаметры вершин зубьев, мм		Табл.20, п.5	$d_{a1} = d_1 + 2m(1 + x_1) =$ $= 166,667 + 2 \cdot 5 = 176,667,$ $d_{a2} = d_2 + 2m(1 + x_2) =$ $= 333,334 + 2 \cdot 5 = 343,334$
6. Основные диаметры, мм		Табл.20, п.4	$d_{b1} = d_1 \cos \alpha_f = 166,667 \cdot 0,935 =$ $= 155,834,$ $d_{b2} = d_2 \cos \alpha_f = 333,334 \cdot 0,935 =$ $= 311,666$

7. Углы профиля зуба в точках на окружностях вершин		Табл.20, п.6.1	$\alpha_{a1} = \arccos \frac{d_{b1}}{d_{a1}} =$ $= \arccos \frac{155,834}{176,667} = 29,11^\circ$
			$\alpha_{a2} = \arccos \frac{d_{b2}}{d_{a2}} =$ $= \arccos \frac{311,666}{343,334} = 24,80^\circ$
8. Составляющие коэффициента торцового перекрытия		Табл.20, п.6.1	$\varepsilon_{a1} = \frac{z_1(\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_{fw})}{2\pi} =$ $= \frac{32 \cdot (0,534 - 0,379)}{2\pi} = 0,790$ $\varepsilon_{a2} = \frac{z_2(\operatorname{tg} \alpha_{a2} - \operatorname{tg} \alpha_{fw})}{2\pi} =$ $= \frac{64 \cdot (0,462 - 0,379)}{2\pi} = 0,846$
9. Коэффициент торцового перекрытия		Табл.20, п.6	$\varepsilon_\alpha = \varepsilon_{a1} + \varepsilon_{a2} = 0,790 + 0,846 =$ $= 1,64$
10. Осевой шаг		Табл.20, п.7.1	$p_x = \frac{\pi m}{\sin \beta} = \frac{\pi \cdot 5}{0,280} = 56,13$
11. Коэффициент осевого перекрытия		Табл.20, п.7	$\varepsilon_\beta = \frac{b_w}{p_x} = \frac{60}{56,13} = 1,07$
12. Суммарный коэффициент перекрытия		Табл.20, п.8	$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta = 1,64 + 1,07 = 2,71$
13. Основной угол наклона		Табл.20, п.9	$\beta_b = \arcsin(\sin \beta \cos 20^\circ) =$ $= \arcsin(0,280 \cdot 0,94) = 15,25^\circ$
14. Эквивалентные числа зубьев		Табл.20, п.10	$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{32}{0,885} = 36,2$ $z_{v2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{64}{0,885} = 72,4$
15. Окружная скорость, м/с		Табл.20, п.10	$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60000} = \frac{\pi \cdot 166,7 \cdot 1500}{60000} = 13,1$

3. Пример расчета на контактную выносливость приведен в табл.39.



## Расчет на контактную выносливость

Наименование параметра	Обозначение	Номер таблицы и пункта	Метод определения
1. Коэффициент, учитывающий механические свойства сопряженных зубчатых колес		Табл.6, п.1	Для стальных зубчатых колес $Z_E = 190$
2. Коэффициент, учитывающий форму сопряженных поверхностей зубьев в полюсе зацепления		Табл.6, п.2	$Z_H = \frac{1}{\cos \alpha_t} \sqrt{\frac{2 \cos \beta_b}{\operatorname{tg} \alpha_{tw}}} =$ $= \frac{1}{0,935} \sqrt{\frac{2 \cdot 0,965}{0,379}} = 2,41$
3. Коэффициент, учитывающий суммарную длину контактных линий		Табл.6, п.3	$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}} = \sqrt{\frac{1}{1,64}} = 0,781$
4. Окружная сила, Н		Табл.6, п.4	$F_{Ht} = \frac{2000 \cdot 1970}{166,7} = 25635$
5. Коэффициент, учитывающий внешнюю динамическую нагрузку		Табл.6, п.5	Поскольку в циклограмме учтены внешние нагрузки, принято $K_A = 1$
6. Проверка на резонансную зону	-	Табл.6, п.6	$\frac{vz_1}{1000} = \frac{13,1 \cdot 32}{1000} = 0,42 < 1$  Это свидетельствует, что резонансная зона далеко и расчет можно проводить по основной формуле
7. Коэффициент, учитывающий влияние проявления погрешностей зацепления на динамическую нагрузку		Табл.8	При твердости $H_1 > 350$ HV и $H_2 > 350$ HV для косых зубьев $\delta_H = 0,004$
8. Коэффициент, учитывающий влияние разности шагов зацепления зубьев шестерни и колеса		Табл.9	Для 7-й степени точности по нормам плавности при модуле $m = 5$ $g_0 = 53$
9. Удельная окружная динамическая сила, Н/мм		Табл.6, п.6.1	$w_{Hv} = \delta_H g_0 v \sqrt{\frac{a_w}{u}} =$ $= 0,004 \cdot 53 \cdot 13,1 \cdot \sqrt{\frac{250}{2}} = 31,0$

10. Динамическая добавка		Табл.6, п.6	$\nu_H = \frac{w_{Hv} b_w d_1}{2000 \cdot T_{1H} K_A} =$ $= \frac{31,0 \cdot 60 \cdot 166,7}{2000 \cdot 1970 \cdot 1} = 0,08$
11. Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении		Табл.6, п.6	$K_{Hv} = 1 + \nu_H = 1 + 0,08 = 1,08$
12. Допуск на погрешность направления зуба, мкм		Табл.5, п.7.1	По <a href="#">ГОСТ 1643-81</a> для 7-й степени точности по нормам контакта при ширине зубчатого венца $b_1 = 60$ , $F_\beta = 16$
13. Отклонение положения контактных линий вследствие погрешностей изготовления, мкм		Табл.6, п.7.1.1.1	$f_{kZ} = 0,5 \cdot F_\beta = 0,5 \cdot 16 = 8$
14. Фактическое отклонение положения контактных линий в начальный период работы передачи, мкм		Табл.6, п.7.1.1	$f_{kY}^0 = f_{kE} + f_{kZ} = 0 + 8 = 8$
15. Удельная нормальная жесткость пары зубьев, Н/(мм·мкм)		Табл.6, п.7.1.2	При $x_1 = 0$ и $x_2 = 0$ $\frac{1}{c'} = 0,05139 + \frac{0,1425}{z_{v1}} + \frac{0,1860}{z_{v2}} =$ $= 0,05139 + \frac{0,1425}{36,2} + \frac{0,1860}{72,4} = 0,0578,$ $c' = 17,3$
16. Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий в начальный период работы передачи		Табл.6, п.7.1	$K_{H\beta}^0 = 1 + \frac{0,4 f_{kY}^0 b_w c' \cos \alpha_t}{F_{H\beta} Z_\epsilon^2 K_A K_{Hv}} =$ $= 1 + \frac{0,4 \cdot 8 \cdot 60 \cdot 17,3 \cdot 0,935}{25635 \cdot 0,781^2 \cdot 1 \cdot 1,08} = 1,18$
17. Коэффициент, учитывающий приработку зубьев		Табл.6, п.7.2	$K_{Hw} = 1 - \frac{20}{(0,01 \cdot H_{Hv} + 2)^2 \cdot (\nu + 4)^{0,25}} =$ $= 1 - \frac{20}{(0,01 \cdot 510 + 2)^2 (13,1 + 4)^{0,25}} = 0,804$

18. Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий		Табл.6, п.7	$K_{H\beta} = 1 + (K_{H\beta}^0 - 1)K_{Hw} =$ $= 1 + (1,18 - 1) \cdot 0,804 = 1,14$
19. Средняя удельная торцовая жесткость зубьев пары зубчатых колес, Н/(мм·мкм)		Табл.6, п.8.1	$c_{\gamma} = c' \cdot (0,75\varepsilon_{\alpha} + 0,25) =$ $= 17,3 \cdot (0,75 \cdot 1,64 + 0,25) = 25,6$
20. Предельные отклонения шага зацепления, мкм		Табл.6, п.8.1	По <a href="#">ГОСТ 1643-81</a> для 7-й степени точности по нормам плавности при модуле $m = 5$ и соответствующих делительных диаметрах $d_1 = 166,7$ и $d_2 = 333,3$ $f_{pb1} = 19$ и $f_{pb2} = 19$
21. Предел контактной выносливости, МПа	$\sigma_{H\lim 2}$	Табл.12	$\sigma_{H\lim 2} = 17 \cdot H_{HRC_3} + 200 =$ $= 17 \cdot 50 + 200 = 1050$
22. Уменьшение погрешности шага зацепления в результате приработки, мкм		Табл.10	$y_{\alpha 1} = 0,075 \cdot 19 = 1,4$ $y_{\alpha 2} = \frac{160}{\sigma_{H\lim}} \cdot f_{pb} = \frac{160}{1050} \cdot 19 = 2,9$ $y_{\alpha} = \frac{y_{\alpha 1} + y_{\alpha 2}}{2} = \frac{1,4 + 2,9}{2} = 2,1$
23. Коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями		Табл.6, п.8	При $\varepsilon_{\gamma} > 2$ $K_{H\alpha} = 0,9 + 0,4 \sqrt{\frac{2(\varepsilon_{\gamma} - 1)}{\varepsilon_{\gamma}}} \times$ $\times \frac{c_{\gamma} b_w (a_{\gamma} f_{pb_2} - y_{\alpha})}{F_t K_A K_{H\beta} K_{Hv}} =$ $= 0,9 + 0,4 \sqrt{\frac{2 \cdot (2,71 - 1)}{2,71}} \times$ $\times \frac{25,6 \cdot 60 \cdot (0,3 \sqrt{19^2 + 19^2} - 2,1)}{25635 \cdot 1 \cdot 1,14 \cdot 1,08} = 1,02$
24. Коэффициент нагрузки		Формула (33)	$K_H = K_A K_{Hv} K_{H\beta} K_{H\alpha} = 1 \cdot 1,08 \times$ $\times 1,14 \cdot 1,02 = 1,26$
25. Контактное напряжение при МПа	=1,	Формула (32)	$\sigma_{HO} = Z_E Z_H Z_{\varepsilon} \sqrt{\frac{F_{tH}}{b_w d_1} \cdot \frac{u+1}{u}} =$ $= 190 \cdot 2,41 \cdot 0,781 \cdot \sqrt{\frac{25635}{60 \cdot 166,7} \cdot \frac{2+1}{2}} = 700$
26. Расчетное		Формула	$\sigma_H = \sigma_{HO} \sqrt{K_H} = 700 \cdot \sqrt{1,26} = 784$

контактное напряжение, МПа		(31)	
27. Пределы контактной выносливости, МПа	$\sigma_{H\lim}$	Табл.12	Для цементированной шестерни $\sigma_{H\lim 1} = 23 \cdot H_{HRC_3} = 23 \cdot 59 = 1360$ ; для колеса, закаленного с нагревом ТВЧ $\sigma_{H\lim 2} = 17 \cdot H_{HRC_3} + 200 =$ $= 17 \cdot 50 + 200 = 1050$
28. Коэффициенты запаса прочности		Табл.11, п.2	Для шестерни и колеса с поверхностным упрочнением зубьев принимаем $\gamma_{H1} = 1,2$ и $\gamma_{H2} = 1,2$
29. Базовые числа циклов напряжений, соответствующие пределу выносливости	$N_{H\lim}$	Табл.11, п.3.1	$N_{H\lim 1} = 30 \cdot H_{HB}^{2,4} = 30 \cdot 590^{2,4} = 134 \cdot 10^6$ , так как $N_{H\lim} > N_{H\lim \max} = 120 \cdot 10^6$ , то $N_{H\lim 1} = 120 \cdot 10^6$ , $N_{H\lim 2} = 30 \cdot 470^{2,4} = 77,6 \cdot 10^6$
30. Суммарное число циклов напряжений		-	$N_{K1} = 60z_1 L_h = 60 \cdot 1500 \cdot 1000 = 90 \cdot 10^6$ , $N_{K2} = N_{K1} \cdot \frac{z_1}{z_2} = 90 \cdot 10^6 \times \frac{32}{64} = 45 \cdot 10^6$
31. Коэффициент долговечности		Табл.11, п.3	$Z_M = \sqrt[6]{\frac{N_{H\lim 1}}{N_{K1}}} = \sqrt[6]{\frac{120 \cdot 10^6}{90 \cdot 10^6}} = 1,05$ , $Z_{M2} = \sqrt[6]{\frac{N_{H\lim 2}}{N_{K2}}} = \sqrt[6]{\frac{78 \cdot 10^6}{45 \cdot 10^6}} = 1,10$
32. Коэффициент, учитывающий шероховатость сопряженных поверхностей зубьев		Табл.11, п.4	При шероховатости поверхности с $Ra = 2$ мкм $Z_R = 0,95$
33. Коэффициент, учитывающий окружную скорость		Табл.11, п.5	При $H > 350$ HV $Z_{v1} = Z_{v2} = 0,925 \cdot v^{0,05} =$ $= 0,925 \cdot 13,1^{0,05} = 1,05$
34. Коэффициент, учитывающий влияние смазки		Табл.11, п.6	$Z_L = 1$
35. Коэффициент, учитывающий размер зубчатого колеса		Табл.11, п.7	Поскольку $d_1 < 700$ и $d_2 < 700$ , то $Z_{x1} = Z_{x2} = 1$

36. Допускаемые контактные напряжения зубчатых колес		Формула (36)	$\sigma_{HP1} = \frac{\sigma_{Hlim1} Z_M}{S_{H1}} Z_R Z_{v1} Z_L Z_{X1} =$ $= \frac{1360 \cdot 1,05}{1,2} \cdot 0,95 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 1 = 1190,$ $\sigma_{HP2} = \frac{\sigma_{Hlim2} Z_{N2}}{S_{H2}} Z_R Z_{v2} Z_L Z_{X2} =$ $= \frac{1050 \cdot 1,10}{1,2} \cdot 0,95 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 1 = 960$
37. Допускаемое контактное напряжение передачи		П.3.1.2	$0,5 \cdot (1190 + 960) = 1075,$ $1,25\sigma_{HP2} = 1,25 \cdot 960 = 1200$
			<p>В качестве принимают меньшее из этих двух значений, т.е.</p> $\sigma_{HP} = 1075$
38. Сопоставление расчетного и допускаемого напряжений	-	-	$\sigma_H = 784 < \sigma_{HP} = 1075$ , следовательно, обеспечена усталостная выносливость по контакту

4. Пример расчета на выносливость при изгибе приведен в табл.40.

Таблица 40

#### Расчет на изгибную выносливость

Наименование параметра	Обозначение	Номер таблицы и пункта	Метод определения
1. Окружная сила, Н		Табл.13, п.1	$F_{Ft} = \frac{2000 \cdot 1970}{166,7} = 25635$
2. Коэффициент, учитывающий внешнюю динамическую нагрузку		Табл.13, п.2	<p>Поскольку в циклограмме учтены внешние нагрузки, принимают</p> $K_A = 1$
3. Коэффициент, учитывающий влияние проявления погрешностей зацепления на динамическую нагрузку		Табл.13, п.3.1.1	<p>Для косозубой передачи</p> $\delta_F = 0,06$
4. Коэффициент, учитывающий влияние разности шагов зацепления зубьев		Табл.9	<p>Для 7-й степени точности по нормам плавности при модуле <math>m = 5</math></p> $g_0 = 53$

шестерни и колеса			
5. Удельная окружная динамическая сила, Н/мм		Табл.12, п.3.1	$w_{Fv} = \delta_F g_0 v \sqrt{\frac{a_w}{u}} =$ $= 0,006 \cdot 53 \cdot 13,1 \sqrt{\frac{250}{2}} = 46,6$
6. Динамическая добавка		Табл.13, п.3	$\nu_F = \frac{w_{Fv} b_w d_1}{2000 \cdot T_{1F} \cdot K_A} =$ $= \frac{46,6 \cdot 60 \cdot 166,7}{2000 \cdot 1970 \cdot 1} = 0,12$
7. Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении		Табл.13, п.3	$K_{Fv} = 1 + \nu_F = 1 + 0,12 = 1,12$
8. Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий		Табл.13, п.4	$h = 2m = 2 \cdot 5 = 10,$ $N_F = \frac{(b/h)^2}{(b/h)^2 + b/h + 1} =$ $= \frac{\left(\frac{60}{10}\right)^2}{\left(\frac{60}{10}\right)^2 + \frac{60}{10} + 1} = 0,837,$ $K_{F\beta} = (K_{H\beta})^{N_F} = 0,14^{0,837} = 1,12$
9. Коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями		Табл.13, п.5	$K_{F\alpha} = K_{H\alpha} = 1,02$
10. Коэффициент, учитывающий форму зуба и концентрацию напряжений		Табл.13, п.6	<p>Для зубчатых колес, нарезанных фрезой без протуберанца</p> $Y_{FS} = 3,47 + \frac{13,2}{z_v} - 27,9 \frac{x}{z_v} + 0,092x^2,$ $Y_{FS1} = 3,47 + \frac{13,2}{36,2} = 3,83,$ $Y_{FS2} = 3,47 + \frac{13,2}{72,4} = 3,65$
11. Коэффициент, учитывающий наклон зуба		Табл.13, п.7	$Y_{\beta} = 1 - \varepsilon_{\beta} \cdot \frac{\beta}{120}$ $= 1 - 1,07 \cdot \frac{16,25}{120} = 0,855$
12. Коэффициент, учитывающий перекрытие		Табл.13	$Y_{\varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon_{\alpha}} = \frac{1}{1,64} = 0,61$

зубьев			
13. Коэффициент перегрузки		Формула (38)	$K_F = K_A K_{F\beta} K_{F\alpha} =$ $= 1 \cdot 1,12 \cdot 1,12 \cdot 1,02 = 1,28$
14. Расчетные напряжения, МПа		Формула (37)	$\sigma_{F1} = \frac{F_{Ft}}{b_1 m} K_F Y_{FS1} Y_{\beta} Y_{\epsilon} =$ $= \frac{25635}{60 \cdot 5} \cdot 1,78 \cdot 3,83 \cdot 0,855 \cdot 0,61 = 218.$ <p>При <math>b_1 = b_2</math></p> $\sigma_{F2} = \sigma_{F1} \frac{Y_{FS2}}{Y_{FS1}} = 218 \cdot \frac{3,65}{3,83} = 208$
15. Пределы выносливости зубьев, соответствующие базовому числу циклов напряжений, МПа	$\sigma_{F \lim b}^0$	Табл.15  Табл.17	<p>Для нитроцементованной шестерни из стали марки 25ХГН</p> $\sigma_{F \lim b1}^0 = 1000$ <p>Для колеса из стали марки 40Х, закаленной при нагреве ТВЧ с закаленным слоем, повторяющим очертания впадины</p> $\sigma_{F \lim b2}^0 = 580$
16. Коэффициент, учитывающий влияние шлифования переходной поверхности зуба		Табл.13, п.10.4	<p>Для зубчатых колес с нешлифованными зубьями</p> $Y_{g1} = Y_{g2} = 1$
17. Коэффициент, учитывающий влияние деформационного упрочнения		Табл.13, п.10.5	<p>При отсутствии деформационного упрочнения</p> $Y_{d1} = Y_{d2} = 1$
18. Коэффициент, учитывающий влияние двухстороннего приложения нагрузки		Табл.13, п.10.6	<p>При одностороннем приложении нагрузки</p> $Y_A = 1$
19. Коэффициент, учитывающий технологию изготовления		Табл.13, п.10.2	<p>Поскольку в технологии изготовления шестерни и колеса нет отступлений от примечаний к соответствующим табл.15 и 17</p> $Y_{T1} = 1 \text{ и } Y_{T2} = 1$
20. Предел выносливости зубьев при изгибе	$\sigma_{F \lim b}$	Табл.13, п.10	$\sigma_{F \lim b1} = \sigma_{F \lim b1}^0 \cdot Y_{g1} Y_{d1} Y_A Y_{T1} =$ $= 1000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1000,$ $\sigma_{F \lim b2} = \sigma_{F \lim b2}^0 \cdot Y_{g2} Y_{d2} Y_A Y_{T2} =$ $= 580 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 580$
21. Коэффициент, учитывающий		Табл.15	<p>Для нитроцементованной шестерни из стали марки 25ХГН</p>

нестабильность свойств материала зубчатого колеса и ответственность зубчатой передачи		Табл.17	$S'_{F1} = 1,55$ <p>Для колеса из стали марки 40X, закаленной при нагреве ТВЧ с закаленным слоем, повторяющим очертания впадины</p> $S'_{F2} = 1,7$
22. Коэффициент, учитывающий способ получения заготовки зубчатого колеса		Табл.13, п.10.3	<p>Для поковки</p> $Y_{z1} = 1 \text{ и } Y_{z2} = 1$
23. Коэффициент долговечности		Табл.13, п.9	<p>Так как <math>N_{K1} &gt; N_{F\text{lim}} = 4 \cdot 10^6</math> и <math>N_{K2} &gt; N_{F\text{lim}}</math> то <math>Y_M = Y_{N2} = 1</math></p>
24. Коэффициент, учитывающий градиент напряжений и чувствительность материала к концентрации напряжений (опорный коэффициент)		Табл.13, п.12	$Y_s = 1,08 - 0,151gm =$ $= 1,08 - 0,151g5 = 1,00$
25. Коэффициент, учитывающий шероховатость переходной поверхности		Табл.13, п.13	<p>Для нитроцементованной шестерни</p> $Y_{R1} = 0,95$ <p>Для колеса при закалке ТВЧ, когда закаленный слой повторяет очертание впадины</p> $Y_{R2} = 1,05$
26. Коэффициент, учитывающий размеры зубчатого колеса		Табл.13, п.14	$Y_{X1} = 1,05 - 0,000125d_1 =$ $= 1,05 - 0,000125 \cdot 166,7 = 1,03,$ $Y_{X2} = 1,05 - 0,000125d_2 =$ $= 1,05 - 0,000125 \cdot 333,4 = 1,01$
27. Допускаемые напряжения, МПа		Формула (39)	$\sigma_{FP1} = \frac{\sigma_{F\text{lim}b1}}{S_{F1}} Y_M Y_s Y_{R1} Y_{X1} =$ $= \frac{1000}{1,55} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1,03 = 631,$ $\sigma_{FP2} = \frac{\sigma_{F\text{lim}b2}}{S_{F2}} Y_{N2} Y_s Y_{R2} Y_{X2} =$ $= \frac{580}{1,7} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 1,01 = 362$



28. Сопоставление расчетного и допускаемого напряжений	-	-	$\sigma_{F1} = 218 < \sigma_{FP1} = 631,$ $\sigma_{F2} = 208 < \sigma_{FP2} = 362.$ <p>Следовательно, выносливость зубьев при изгибе гарантируется с вероятностью неразрушения более 99%</p>
--	---	---	--