

Коми Республикаса велӧдан, наука да том йӧз политика министерство  
Министерство образования, науки и молодежной политики Республики Коми  
Государственное профессиональное образовательное учреждение  
«Сыктывкарский целлюлозно – бумажный техникум»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ОП.01 ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА  
для обучающихся по специальности  
35.02.04 Технология комплексной переработки древесины

г. Сыктывкар, 2020

**РАССМОТРЕН**

на заседании предметно-цикловой комиссии информационных дисциплин  
ГПОУ «СЦБТ»  
Протокол № 10  
«19» июня 2019 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора по УПР  
ГПОУ «СЦБТ»

\_\_\_\_\_ Соколова Е.В.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Председатель ПЦК: \_\_\_\_\_ Шулепов В.А.  
Разработчик: \_\_\_\_\_ Расов Д.Д.

---

Учебно-методическое пособие по выполнению графических контрольных работ для обучающихся по учебной дисциплине ОП.01 Инженерная и компьютерная графика разработано на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее - ФГОС), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 453 от 07.05.2014 г. и примерной программы по специальности среднего профессионального образования (далее - СПО) 35.02.04 Технология комплексной переработки древесины, Рабочей программы учебной дисциплины ОП.01 Инженерная и компьютерная графика ОП СПО по специальности 35.02.04 Технология комплексной переработки древесины.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка.....	5
2. Основные сведения по оформлению чертежей .....	7
3. Перечень графических работ.....	11
4. Инструкции по выполнению графических работ.....	13
4.1.Раздел 1. Геометрическое черчение.....	13
Графическая работа № 1. Линии чертежа.....	13
Графическая работа № 2. Выполнение надписей чертежными шриф- тами.....	15
Графическая работа № 3. Выполнение штриховки в зависимости от вида материала .....	18
Графическая работа № 4. Оформление рамки чертежа с основной надписью.....	24
Графическая работа № 5. Оформление титульного листа.....	27
Графическая работа № 6. Деление окружности на равные ча- сти.....	28
..	
Графическая работа № 7. Сопряжения: двух пересекающихся пря- мых линий; прямой линии с окружностью; двух заданных окружно- стей.....	33
Графическая работа № 8. Построение овала.....	40
Графическая работа № 9. Построение эвольвенты окружности или спирали Архимеда.....	42
4.2.Раздел 2. Рабочие машиностроительные чертежи и эскизы дета- лей.....	44
Графическая работа № 10. Построение третьей проекции модели по двум заданным.....	44

Графическая работа № 10. Построение изображения детали, состоящего из половины вида и половины соответствующего разреза.....	67
.....	
Графическая работа № 11. Выполнение эскиза детали.....	68
Графическая работа № 12. выполнение рабочего чертежа детали.....	71
Графическая работа № 13. Резьбовые соединения.....	81
Графическая работа № 14. выполнение шпоночного соединения и шлицевого соединения.....	100
Графическая работа № 15. зубчатые передачи.....	108
Графическая работа № 16. Условное обозначение швов, выполняемых пайков, склеиванием, сшиванием .....	115
Графическая работа № 17. Выполнение сборочного чертежа.....	126
4.3. раздел 3. основы компьютерного проектирования.....	136
Графическая работа № 18. Выполнение чертежей в программе Компас 3D.....	136
Графическая работа № 19. Схемы.....	161
5. Список литературы .....	177
Приложение 1. Образец титульного листа .....	178
Приложение 2. Образец оформления графического листа.....	179

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

При подготовке специалистов среднего профессионального образования (далее - СПО) 35.02.04 Технология комплексной переработки древесины важное место занимает изучение курса инженерной и компьютерной графики. Курс инженерной и компьютерной графики включает основные разделы черчения и является основной базой для изучения последующих технических дисциплин.

Инженерная и компьютерная графика–дисциплина, обучающая методам изображения предметов и общим правилам черчения.

В данном учебно–методическом пособии изложены теоретические сведения, вопросы для самоконтроля, даны методические рекомендации по выполнению различных чертежей, а также приведены графические задания и примеры их выполнения.

В учебно–методическом приведен большой объем графического материала, позволяющего его использовать в качестве аналога при выполнении чертежей деталей, сборочных чертежей и чертежей для детализирования.

Изложенного материала достаточно, чтобы развить пространственное воображение у обучающихся, помочь разобраться в понятиях изучаемого предмета, закрепить знания по всем разделам дисциплины, получить навыки в оформлении конструкторской документации.

Для выполнения заданий обучающийся должен знать следующие требования стандартов ЕСКД:

- размеры основных форматов листов для выполнения чертежей;
- типы и размеры линий чертежа;
- размеры и форму прописных и строчных букв русского алфавита, цифр и знаков;
- выполнение рамки чертежа, форму, содержание и размеры граф основной надписи.

Обучающийся должен уметь:

- пользоваться чертежными инструментами и готовить их к работе;
- выполнять различные линии и надписи на чертежах;
- заполнять графы основной надписи.

#### *Требования к оформлению графических работ*

При выполнении графических заданий обучающийся должен выполнить чертеж, в котором построить заданное изображение по заданным параметрам на листе формата А4 или А3 в соответствии с выбранным масштабом, если формат не оговорен в условии задания.

Графические задания выполняются простыми карандашами (твердость Т, ТМ, М) на листе чертежной бумаги формата А4 (210x297) или А3 (420x297) и оформляется по образцу, приведенному ниже. В прилагаемом образце необходимо изменить ФИО обучающегося, номер группы и номер варианта графической работы, а также учебный год. (Приложение 2).

В заданиях на графические работы, содержащие варианты для индивидуального выполнения обучающимся, номер варианта соответствует последней цифре зачетной книжки. Если последняя цифра зачетной книжки ноль, то следует выполнять вариант 10.

## 2. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ

Чертеж – это технический документ, содержащий изображения детали и все необходимые данные для ее изготовления и контроля. Приводимые изображения, в совокупности с нанесенными размерами, должны полностью раскрыть форму детали и ее конструктивные особенности. Главная задача – выбор оптимального количества изображений и рационального нанесения необходимых размеров.

Для обеспечения единства понимания чертежей и изготовления по ним требуемых изделий, они должны выполняться с соблюдением определенных графических условностей. Эти условности сведены в Государственные стандарты.

Стандарт – нормативно-технический документ по стандартизации, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утвержденный (принятый) компетентным органом.

Все стандарты ЕСКД распределены по группам, имеющим соответствующий шифр: 1, 2, 3, ..., 9:

- 0 – общие положения;
- 1 – основные положения;
- 2 – классификация и обозначение изделий в конструкторских документах;
- 3 – общие правила выполнения чертежей;
- 4 – правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения;
- 5 – правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений);
- 6 – правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации;
- 7 – правила выполнения схем;
- 8 – правила выполнения документов строительных и судостроения;
- 9 – прочие стандарты.

Соблюдение стандартов обязательно для всех, а их не соблюдение преследуется законом.

При выполнении заданий следует изучить: ГОСТ 2.301-68\* – форматы; ГОСТ 2.302-68\* – масштабы; ГОСТ 2.303-68\* – линии; ГОСТ 2.304-81\* – шрифты чертежные; ГОСТ 2.306-68 – обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах; ГОСТ 2.307-68\* – нанесение размеров; ГОСТ 2.104-68\* – основные надписи.

### Форматы

Форматы листов чертежей определяют размеры внешней рамки, выполняемой тонкой линией (рис. 1).

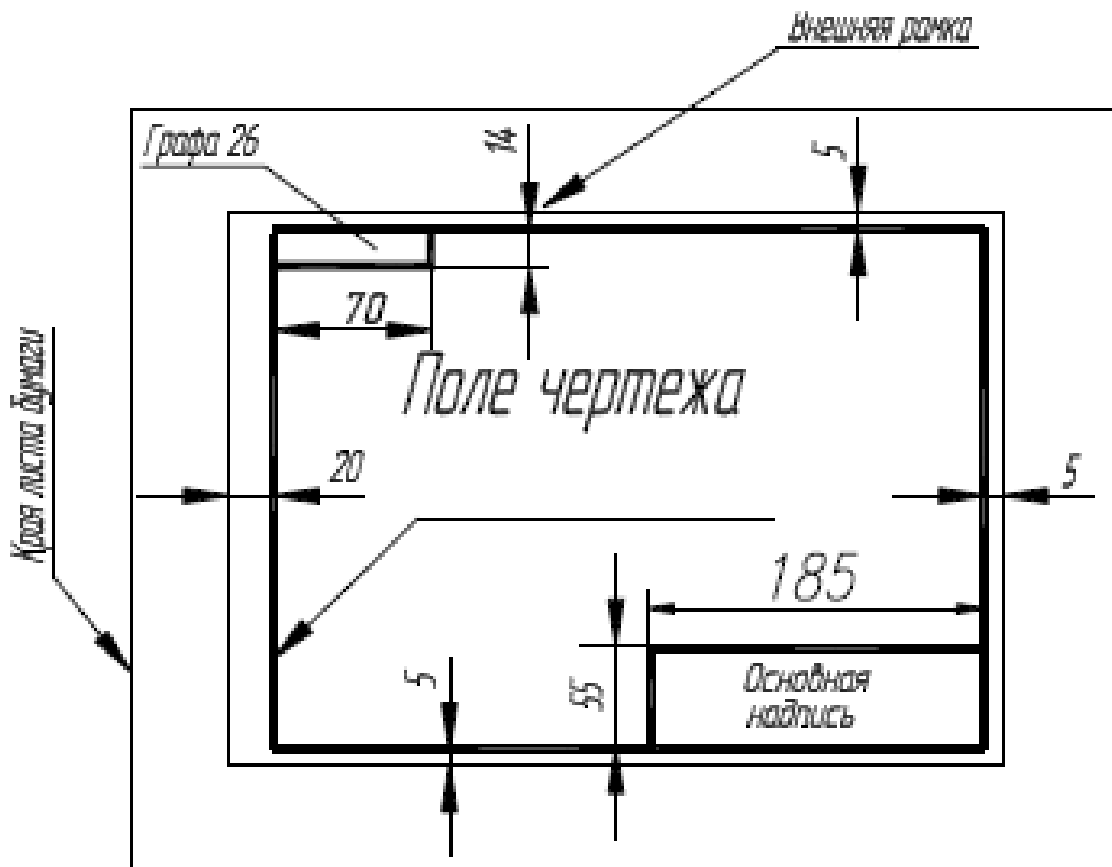


Рис. 1

ГОСТ 2.301-68 устанавливает следующие основные форматы чертежей и их обозначения (рис. 2).



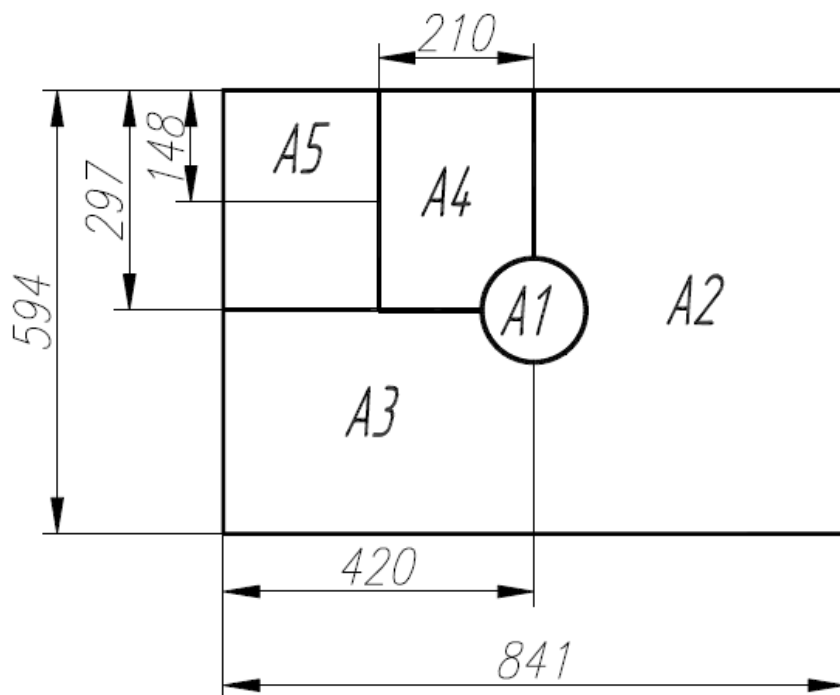


Рис. 2

Обозначения форматов и их размеры представлены в табл. 1.

Таблица 1

### Обозначения и размеры форматов

Обозначения форматов	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата, мм	841x1189	594x841	210x594	297x420	210x297

При необходимости допускается применение формата A5 с размерами сторон 148x210.

Формат А0 является основным. Его площадь равна 1 м<sup>2</sup>. Другие форматы получаются в результате деления пополам предыдущего формата линией, параллельной его меньшей стороне.

### **Масштабы**

Масштабом называют отношение линейных размеров изображаемого изделия к его размерам в натуре.

В зависимости от сложности и величины изображаемых изделий масштабы, согласно ГОСТ 2.302 - 68, выбираются из следующего ряда:

а) масштабы уменьшения

1:2, 1:2,5, 1:4, 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:40, 1:50, 1:75, 1:100 и т.д.;

б) натуральная величина 1:1;

в) масштабы увеличения 2:1, 2,5:1, 4:1, 5:1, 10:1, 20:1, 40:1, 50:1, 100:1.

При выборе масштаба следует руководствоваться удобством пользования чертежом.

Применение произвольных масштабов, отличающихся от вышеуказанных, не допускается.

Масштаб, указанный в графе, имеющей заголовок «Масштаб» (в основной надписи в таблицах), обозначают: 1:1; 1:2; 2:1 и т. д.

Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают в скобках (без буквы М) рядом с обозначением изображения. Например: А (1:2), Б - Б (2:1).

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Таблица 2

№ графи- ческой работы	Наименование	Формат
<b>Раздел 1. Геометрическое черчение</b>		
1	Линии чертежа	А4
2	Выполнение надписей чертежными шрифтами	А3
3	Выполнение штриховки в зависимости от вида материала	-
4	Оформление рамки чертежа с основной надписью	А4
5	Оформление титульного листа	А4
6	Деление окружности на равные части.	А4
7	Сопряжения: двух пересекающихся прямых линий; прямой линии с окружностью; двух заданных окружностей	А3
8	Построение эллипса	А4
9	Построение эвольвенты окружности или спирали Архимеда	А4
<b>Раздел 2. Рабочие машиностроительные чертежи и эскизы деталей</b>		
9	Построение третьей проекции модели по двум заданным	А4
10	Построение изображения детали, состоящее из половины вида и половины соответствующего разреза	А4
11	Выполнение эскиза детали	А4
12	Выполнение рабочего чертежа детали. Нанесение размеров на чертежах деталей, допусков и посадок, Обозначение шероховатости поверхности детали	А3
13	Резьбовые соединения: винтовые, шпилечные, трубные. Упрощенное изображение болтового соединения	А4
14	Выполнение шпоночного соединения и шлицевого соединения	А3
15	Условное обозначение швов, выполняемых пайкой, склеиванием, сшиванием (составить таблицу)	-
16	Выполнение сборочного чертежа. Заполнение спецификации	А4

<b>Раздел 3. Основы компьютерного проектирования</b>		
17	Выполнение чертежей в программе Компас 3D	-
18	Прочитать предложенную кинематическую принципиальную схему, назвать входящие элементы и связи между ними.	-

## 4. ИНСТРУКЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

### 4.1. РАЗДЕЛ 1. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

#### ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА

Задание: Выполнить линии чертежа в соответствии с данным изображением на рисунке 3. Графическую работу выполнить на формате А4.

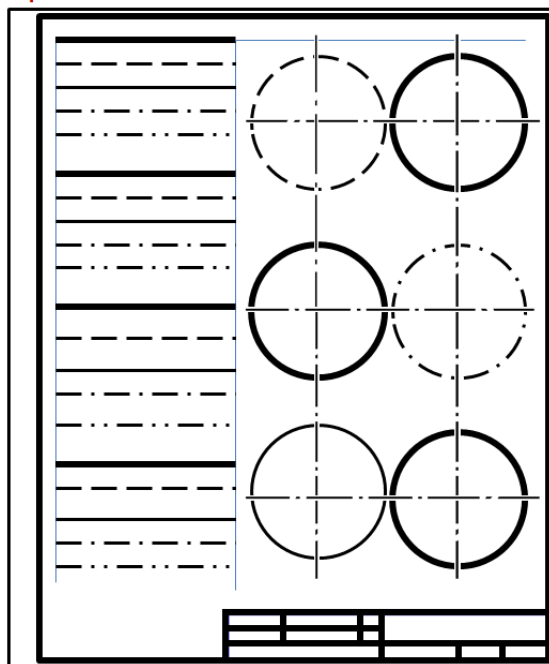


Рис. 3 Пример оформления графической работы №1

#### Теоретический материал

Приступая к выполнению листа, необходимо изучить начертания и основные назначения линий на чертежах по ГОСТ 2.303–68.

При выполнении учебных чертежей надо учитывать, что от правильного применения линий по их назначению, правильного выбора их толщин, качественного выполнения штриховых и штрихпунктирных линий в большей мере зависит удобство пользования чертежом.

ГОСТ 2.303-68 устанавливает начертания и основные назначения линий на чертежах всех отраслей промышленности и строительства (Рис. 4):

- 1) сплошная толстая основная,
- 2) сплошная тонкая,

- 3) штриховая,
- 4) штрихпунктирная тонкая,
- 5) сплошная волнистая,
- 6) утолщенная.

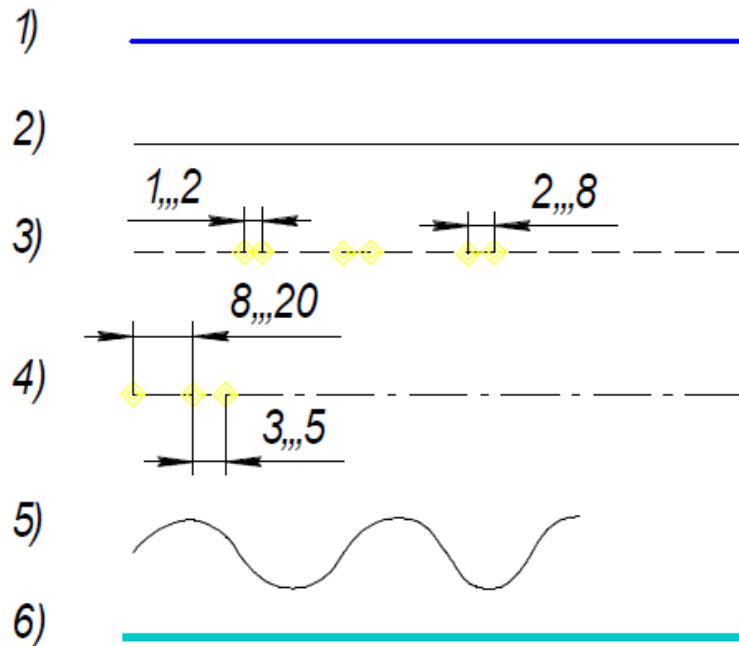


Рис. 4

Толщина сплошной основной линии  $S$  должна быть  $0,5...1,4$  мм, в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа.

Толщина линий должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Рекомендуется основным линиям (линиям видимого контура) при обводке придавать толщину  $0,8...1,0$ , штриховым линиям (линиям невидимого контура) –  $0,4...0,5$ , остальным –  $0,25...0,3$  мм.

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях выбирают в зависимости от величины изображения. Штрихи в линии и промежутки между ними должны быть одинаковой длины.

Штрихпунктирные линии должны начинаться, пересекаться и заканчиваться штрихами.

*Вопросы для самоконтроля*

1. Каково назначение линий чертежа?
2. В каких пределах выбирается толщина сплошной основной линии?
3. Каковы назначение сплошной тонкой линии и ее толщина?
4. Каковы назначение волнистой линии и ее толщина?
5. Какова толщина штриховой линии?
6. Каковы назначение и толщина штрихпунктирной линии?

## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2. ВЫПОЛНЕНИЕ НАДПИСЕЙ ЧЕРТЕЖНЫМИ ШРИФТАМИ

Задание. Выполнить графическую работу в соответствии с данным изображением на рисунке 5. Графическую работу выполнить на листе формата А3, размеры не проставлять. Приступая к выполнению листа, необходимо изучить ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные.



Рис. 5. Пример оформления графической работы №2

### Теоретический материал

#### Шрифты чертежные

Все надписи на чертежах должны быть выполнены чертежным шрифтом. Начертание букв и цифр чертежного шрифта устанавливается стандартом ГОСТ 2.304-81\*. Стандарт определяет высоту и ширину букв и цифр, толщину линий обводки, расстояние между буквами, словами и строками (Табл. 3 и Рис. 6).

Шрифт может быть как с наклоном (около  $75^\circ$ ), так и без наклона.



Стандарт устанавливает следующие размеры шрифта: 1,8 (не рекомендуется, но допускается при выполнении чертежей тушью); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

За размер (h) шрифта принимают величину, определяемую высотой прописных (заглавных) букв в миллиметрах.

Высота измеряется перпендикулярно к основанию строки. Нижние элементы букв Д, Ц, Щ и верхний элемент буквы Й выполняют за счет промежутков между строками.

Толщину (d) линий шрифта определяют в зависимости от высоты шрифта. Она равна  $0,1h$ .

Ширина (g) букв зависит от размера шрифта и выбирается из таблицы 2.

Высота строчных букв примерно соответствует высоте следующего меньшего размера шрифта. Так, высота строчных букв размера 10 равна 7, размера 7 равна 5 и т.д.

Верхние и нижние элементы строчных букв выполняются за счет расстояний между строками и выходят за строку на  $3d$ .

Расстояние между буквами и цифрами в словах принимают равными  $0,2h$  или  $2d$ , между словами и числами –  $0,6h$  или  $6d$ . Расстояние между нижними линиями строк берут равным  $1,7h$  или  $17d$ .

Высота букв и цифр, выполненных в карандаше, должна быть не менее 3,5 мм.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие типы шрифтов устанавливает ГОСТ 2.304–81?
2. Что называют размером шрифта?
3. Какова разница между строчными и прописными буквами?
4. Каково соотношение ширины буквы, толщины линии шрифта и высоты его?

## Относительные размеры букв и знаков

Параметры шрифта	Обозначения	Относительный размер	Размеры, мм							
			1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Размер шрифта – высота прописных букв и цифр	h	(10/10)h	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Высота строчных букв	c	(7/10)h	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
Толщина линий шрифта	d	(1/10)h	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Расстояние между буквами	a	(2/10)h	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Минимальный шаг строк	b	(17/10)h	3	4	6	8,5	12	17	24	34
Минимальное расстояние между словами	e	(6/10)h	1,1	1,5	2,1	3	4,2	6	1,4	1

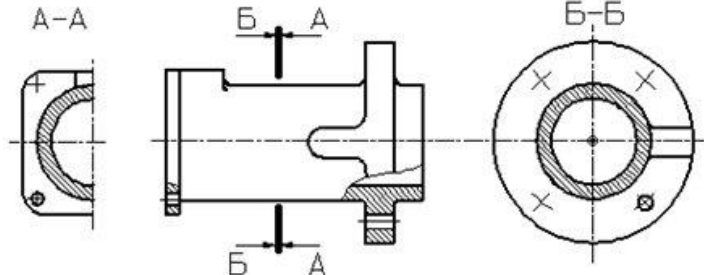
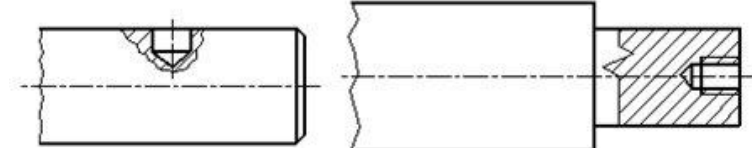
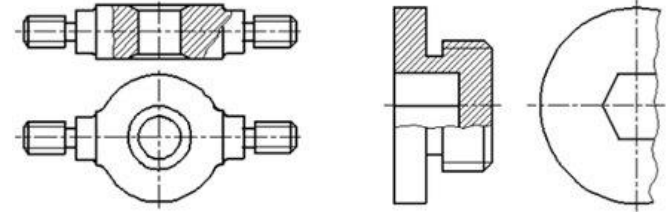
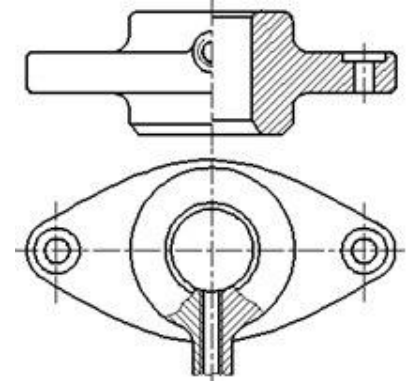
<i>Шрифт чертежный (тип Б) по ГОСТ 2.304-81*</i>		
<i>Наименование</i>	<i>Ширина</i>	<i>Конструкция букв, цифр и знаков</i>
<i>Прописные буквы</i>	<i>5d</i>	<i>Г Е З С</i>
	<i>6d</i>	<i>Б В И Й К Л Н О П</i>
	<i>7d</i>	<i>Р Т У Ц Ч Ъ Э Я</i>
	<i>8d</i>	<i>А Д М Х Ы Ю</i>
<i>Строчные буквы</i>	<i>4d</i>	<i>с</i>
	<i>5d</i>	<i>а б в г д е з и й к л н о п р у х</i>
	<i>6d</i>	<i>ц ч ъ э я</i>
	<i>7d</i>	<i>м ь ы ю</i>
<i>Цифры</i>	<i>3d</i>	<i>1</i>
	<i>5d</i>	<i>2 3 4 5 6 7 8 9 0</i>
<i>Латинские буквы</i>		<i>R X x Y y Z z</i>
<i>Знаки</i>		<i>№ ∅ □ ° &gt; ▸</i>

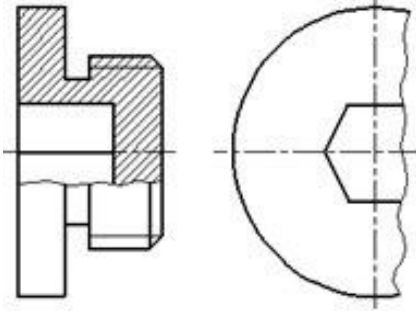
Рис. 6

### ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. ВЫПОЛНЕНИЕ ШТРИХОВКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА МАТЕРИАЛА

Задание: В таблице 4 выполнить штриховку в зависимости от вида материала в графе «Выполнение штриховки»

Таблица 4

№	Вид изображения с условной штриховкой	Материал, из которого изготовлено изделие	Выполнение штриховки
1		Фторопласт	
2		Сталь 45	
3		Стекло	
4		Древесина	

5		Чугун ВЧ4	
---	---	-----------	--

### Теоретический материал

#### **Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах**

В современном машиностроении и в других отраслях промышленности для изготовления изделий используют самые разнообразные материалы – сталь, чугун, цветные металлы и их сплавы, пластмассы и др.

Материал, из которого должно быть изготовлено изделие, указывают соответствующим обозначением в основной надписи чертежа.

Однако для удобства пользования чертежом в сечениях (в том числе и входящих в состав разрезов) наносят установленные ГОСТ 2.306-81\* графические обозначения материалов, характеризующие материал только в общих чертах. При изображении металлов и твердых сплавов линии штриховки наносят под углом  $45^\circ$  к линиям рамки чертежа в одну и ту же сторону на всех разрезах, сечениях, относящихся к одной и той же детали. Расстояние между линиями выбирают в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений (для учебных чертежей рекомендуется 2...3 мм). Оно должно быть одинаковым для всех сечений данной детали, выполняемых в одном и том же масштабе и с наклоном в одну и ту же сторону.

При совпадении направления линии штриховки с контурными или осевыми линиями вместо угла  $45^\circ$  применяют угол  $30^\circ$  или  $60^\circ$  (Рис.7,8).

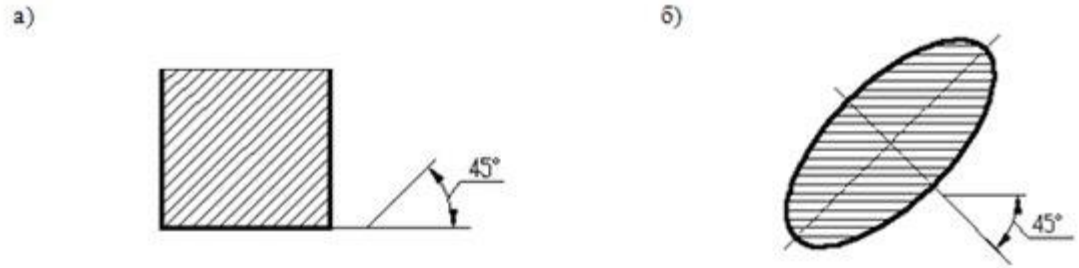


Рис. 7 - Направление штриховки под углом  $45^{\circ}$  к линии контура изображения (а) или к его оси (б)

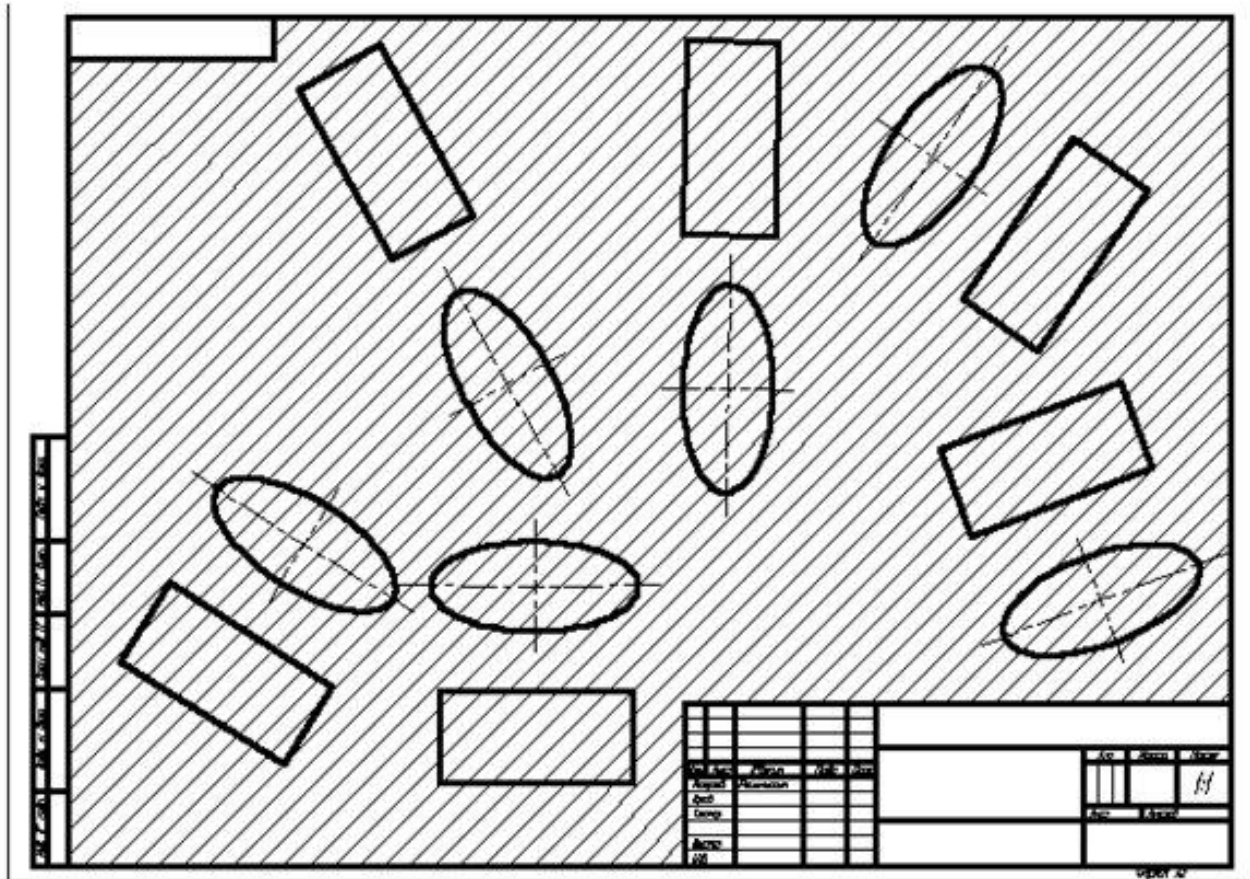
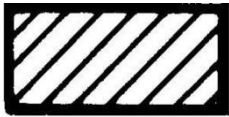


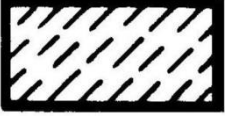
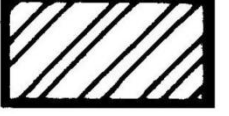

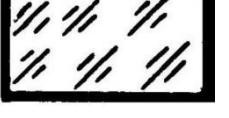
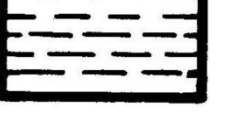
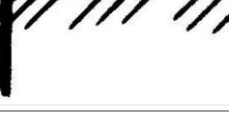


Рис.8 - Направление штриховки под углом  $45^{\circ}$  к линиям рамки чертежа

Штриховку смежных сечений наносят для одного сечения вправо, а для другого – влево или изменяют расстояние между линиями.

Графическое обозначение материалов в сечениях в зависимости от вида материалов приведено в таблице 5.

Таблица 5

Материал	Обозначение
1. Металлы и твердые сплавы (Общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида материала должно соответствовать)	
2. Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных далее.	
3. Древесина	
4. Камень естественный	
5. Керамика и силикатные материалы для кладки	
6. Бетон	
7. Стекло и другие светопрозрачные материалы	
8. Жидкости	
9. Грунт естественный	

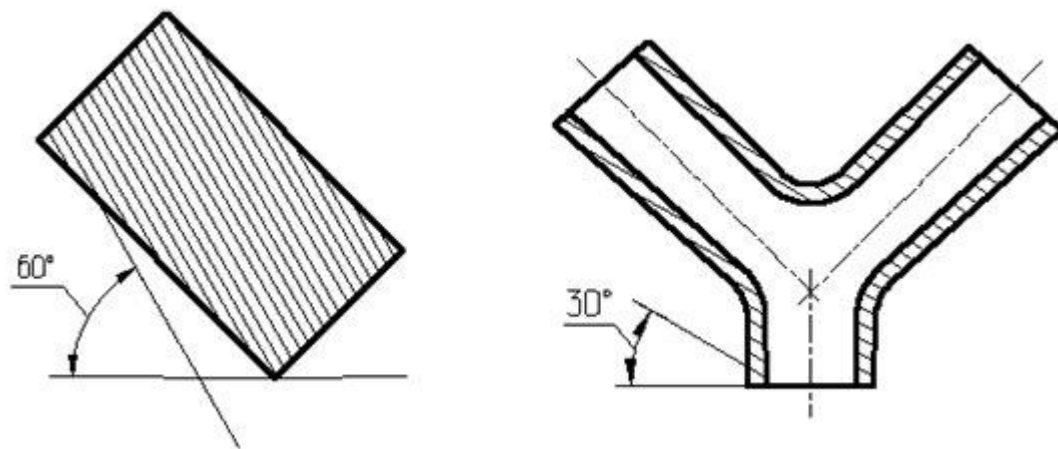


Рис.9 - Направление штриховки под углом 60° или 30°

Узкие и длинные площади сечений (толщиной от 2 до 4 мм) следует штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, остальную площадь сечений толщиной менее 2 мм показывают зачерненной.

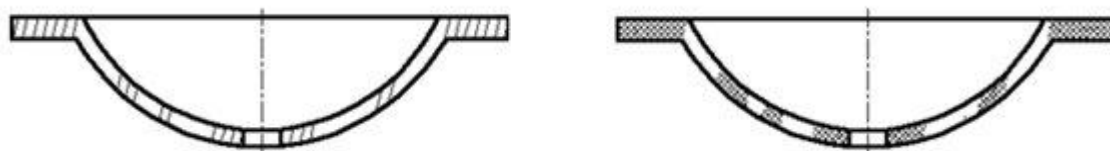


Рис.10 - Штриховка узких и длинных площадей

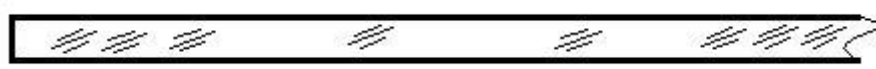


Рис.11 - Штриховка стекла

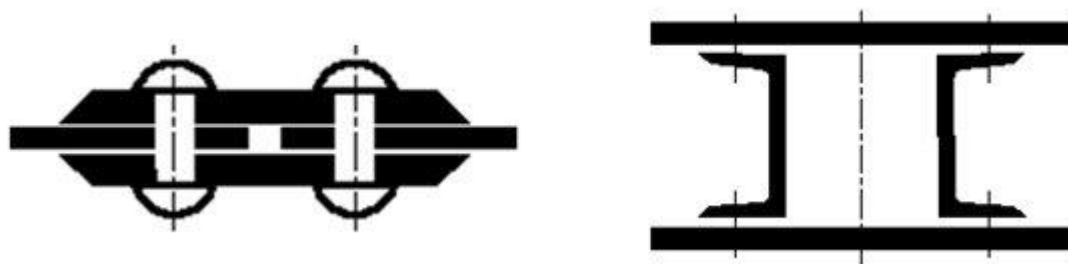


Рис.12 - Штриховка зачернением

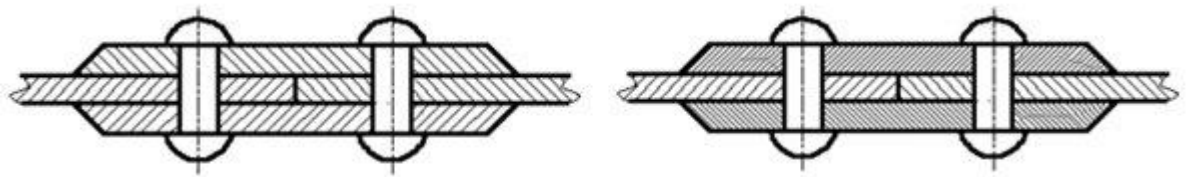


Рис.13 - Пример штриховки сборочной единицы

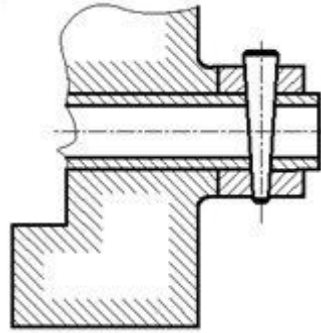


Рис.14 - Пример штриховки больших площадей.



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. ОФОРМЛЕНИЕ РАМКИ ЧЕРТЕЖА С ОСНОВНОЙ НАДПИСЬЮ

Задание. Выполнить внутреннюю рамку на листе формата А4, в правом нижнем углу выполнить основную надпись по ГОСТ 2.104-2006.

Теоретический материал

### Основные надписи

ГОСТ 2.104-68\* устанавливает форму и порядок заполнения основных надписей на чертежах. Содержание, расположение и размеры граф основной надписи должны соответствовать форме 1 (Рис. 15).

В графе (2): ИГ – условное наименование кафедры; 001 – номер задания; 001 – номер варианта; 001 – номер детали.

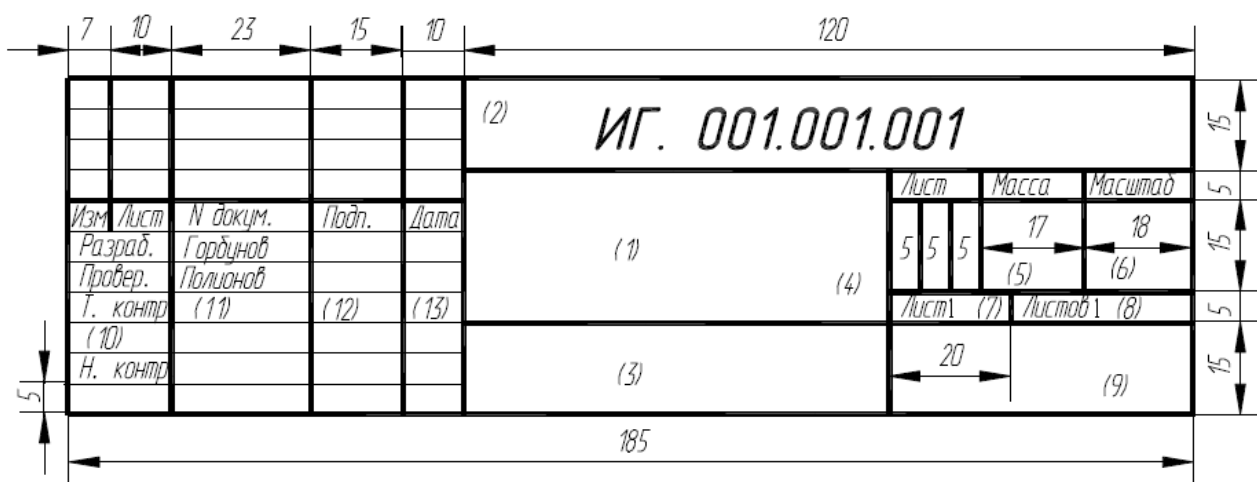


Рис. 15

На формате А4 основная надпись располагается только вдоль нижней короткой стороны листа, а на других форматах в правом нижнем углу как вдоль короткой, так и вдоль длинной сторон.

Графа 26 помещается в левом верхнем углу чертежа (Рис. 16,а) при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа или в правом верхнем углу (Рис.16,б) при расположении основной надписи, содержащей обозначение чертежа, повернутое на 180°, вдоль короткой стороны листа.

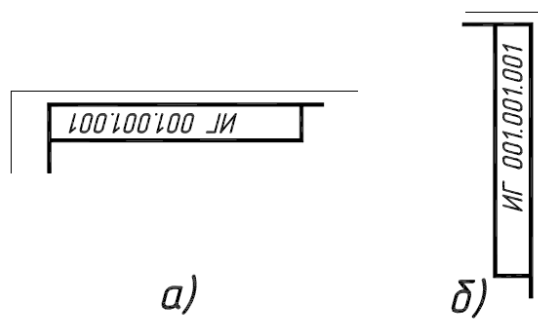


Рис. 16

На формате А4 графу 26 располагают, как показано на рисунке 16, а.

Графы основной надписи заполняются шрифтом с соответствующей высотой букв и имеют следующее содержание (Табл. 6).

Таблица 6

**Порядок заполнения граф основной надписи**

Графа	Наименование	Номер шрифта
1	Наименование чертежа	7
2	Обозначение чертежа	7
3	Обозначение материала детали	7
4	Литера чертежа	5
5	Масса	5
6	Масштаб	5
7	Порядковый номер листа	3,5
8	Количество листов	3,5
9	Наименование предприятия (института)учебная группа	7
10	Характер работы: - разработал, - проверил, - утвердил	3,5
11	Фамилии лиц, подписавших чертеж	3,5
12	Подписи лиц	
13	Даты	
26	Обозначение чертежа	7

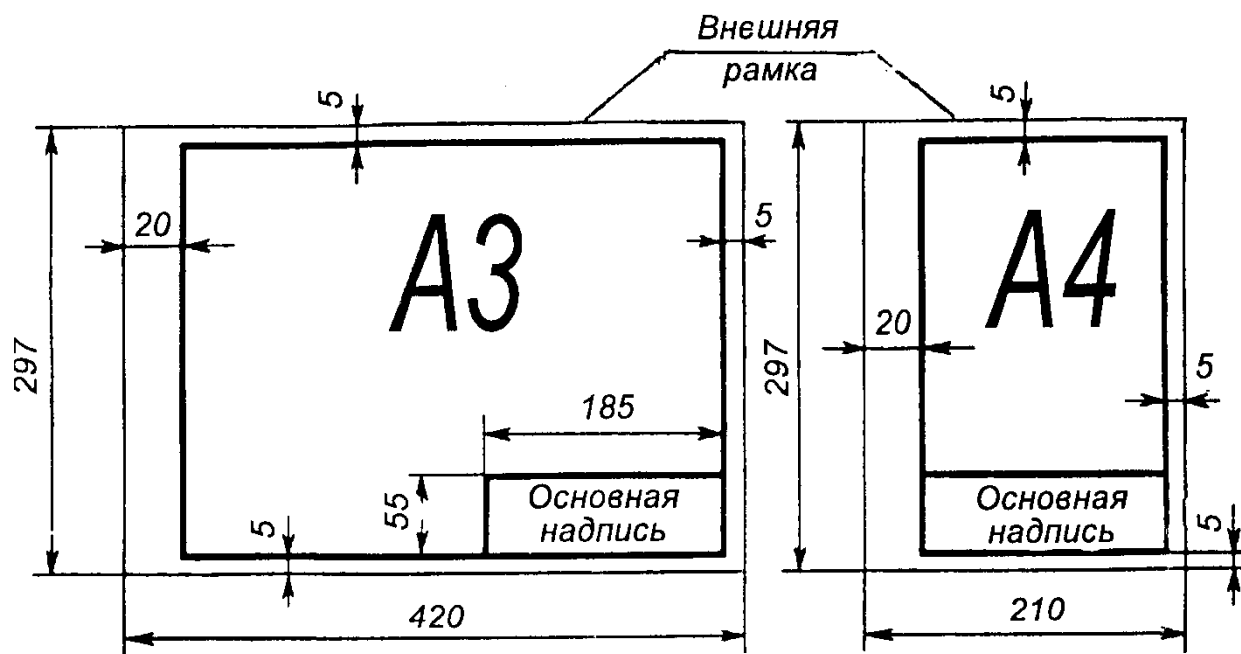


Рис. 17. Пример расположения основной надписи чертежа на листах А4 А3

## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. ОФОРМЛЕНИЕ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Задание. Оформить титульный лист на формате А4 согласно образца (Рис 18).

*Образец оформления титульного листа*

Государственное бюджетное профессиональное образовательное  
учреждение Иркутской области «Усть-Илимский техникум  
лесопромышленных технологий и сферы услуг»  
(ГБПОУ «УИ ТЛТУ»)

ГРАФИЧЕСКАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ОП.01 ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Выполнил(а):  
студент(ка) группы \_\_\_\_\_  
специальность  
35.02.04 Технология комплексной  
переработки древесины  
заочная форма обучения  
Фамилия И.О.

Проверил(а):  
преподаватель \_\_\_\_\_  
Отметка \_\_\_\_\_  
Подпись \_\_\_\_\_

Усть-Илимск, 20 \_\_\_\_

51

Рис. 18 Образец оформления титульного листа

## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

Задание. Выполните на листе формата А4 следующие построения:

1. Деление окружности на три, шесть и двенадцать равных частей.
2. Деление окружности на пять равных частей.
3. Деление окружности на семь равных частей

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить теоретический материал «Деление окружности на равные части с помощью циркуля».

### Теоретический материал

#### **Деление окружности на четыре равные части**

Штрихпунктирные центровые линии, проведенные перпендикулярно одна другой, делят окружность на четыре равные части. Последовательно соединив их концы, получим правильный четырехугольник (рис. 19).

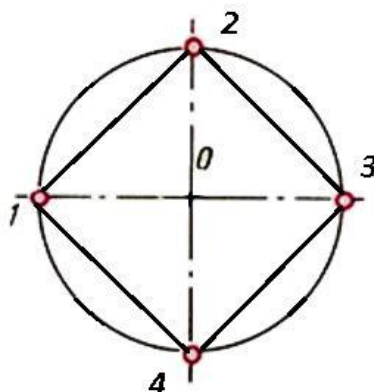


Рис.19. Деление окружности на 4 равные части.

#### **Деление окружности на восемь равных частей**

Чтобы разделить окружность на восемь равных частей, дуги, равные четвертой части окружности, делят пополам. Для этого из двух точек, ограничивающих четверть дуги, как из центров радиусов окружности выполняют засечки за ее пределами. Полученные точки соединяют с центром окружностей и на пересечении их с линией окружности получают точки, делящие четвертные участки пополам, т. е. получают восемь равных участков окружности (рис. 20).

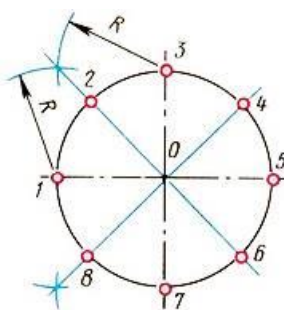


Рис.20. Деление окружности на 8 равных частей.

### Деление окружности на шестнадцать равных частей

Разделив циркулем дугу, равную  $1/8$ , на две равные части, нанесём засечки на окружность. Соединив все засечки, отрезками прямых, получим правильный шестнадцатиугольник.

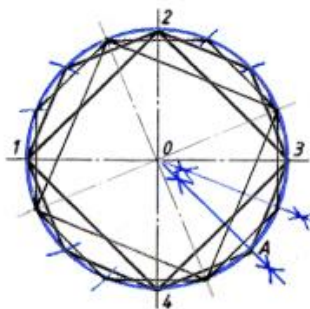


Рис.21. Деление окружности на 16 равных частей.

### Деление окружности на три равные части

Чтобы разделить окружность радиуса  $R$  на 3 равные части, из точки пересечения центральной линии с окружностью (например, из точки  $A$ ) описывают как из центра дополнительную дугу радиусом  $R$ . Получают точки 2 и 3. Точки 1, 2, 3 делят окружность на три равные части.

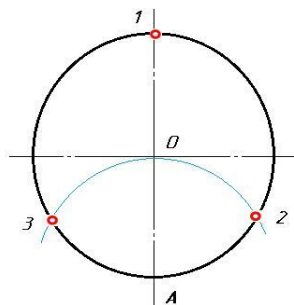


Рис. 22. Деление окружности на 3 равные части.

## Деление окружности на шесть равных частей

Сторона правильного шестиугольника, вписанного в окружность, равна радиусу окружности (Рис. 23.).

Для деления окружности на шесть равных частей надо из точек **1** и **4** пересечения центральной линии с окружностью сделать на окружности по две засечки радиусом **R**, равным радиусу окружности. Соединив полученные точки отрезками прямых, получим правильный шестиугольник.

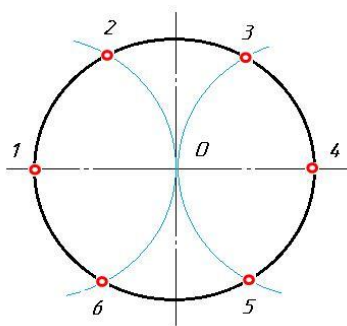


Рис. 23. Деление окружности на 6 равных частей

## Деление окружности на двенадцать равных частей

Чтобы разделить окружность на двенадцать равных частей, надо окружность поделить на четыре части взаимно перпендикулярными диаметрами. Приняв точки пересечения диаметров с окружностью **A**, **B**, **C**, **D** за центры, величиной радиуса проводят четыре дуги до пересечения с окружностью. Полученные точки **1**, **2**, **3**, **4**, **5**, **6**, **7**, **8** и точки **A**, **B**, **C**, **D** разделяют окружность на двенадцать равных частей (рис. 24).

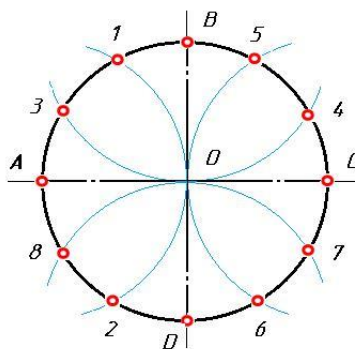


Рис. 24. Деление окружности на 12 равных частей

### Деление окружности на пять равных частей

Из точки **A** проведем дугу тем же радиусом, что и радиус окружности до пересечения с окружностью – получим точку **B**. Опустив перпендикуляр с этой точки – получим точку **C**. Из точки **C** – середины радиуса окружности, как из центра, дугой радиуса **CD** сделаем засечку на диаметре, получим точку **E**. Отрезок **DE** равен длине стороны вписанного правильного пятиугольника. Сделав радиусом **DE** засечки на окружности, получим точки деления окружности на пять равных частей.

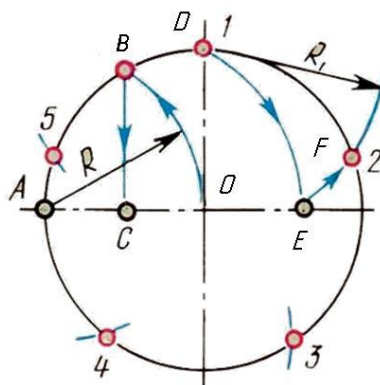


Рис. 25. Деление окружности на 5 равных частей

### Деление окружности на десять равных частей

Разделив окружность на пять равных частей, легко можно разделить окружность и на 10 равных частей. Проведя прямые от получившихся точек через центр окружности до противоположных сторон окружности – получим ещё 5 точек.

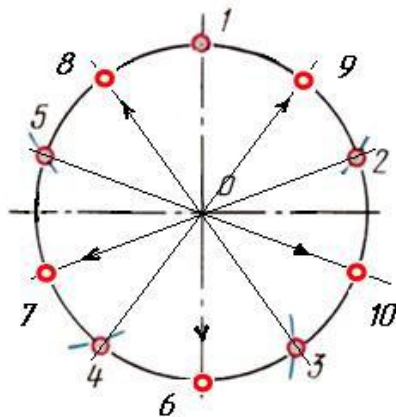


Рис.26. Деление окружности на 10 равных частей



## Деление окружности на семь равных частей

Чтобы разделить окружность радиуса  $R$  на 7 равных частей, из точки пересечения центральной линии с окружностью (например, из точки  $A$ ) описывают как из центра дополнительную дугу **этим же** радиусом  $R$  – получают точку  $B$ . Опустив перпендикуляр с точки  $B$  – получим точку  $C$ . Отрезок  $BC$  равен длине стороны вписанного правильного семиугольника.

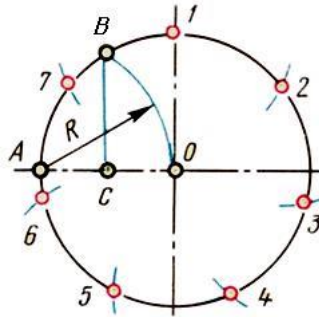


Рис. 27. Деление окружности на 7 равных частей

### Вопросы для самоконтроля

1. Как разделить окружность на 3, 4, 5, 6 равных частей геометрическими способами?
2. Как разделить окружность на любое число частей?

**ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7. СОПРЯЖЕНИЯ: ДВУХ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ПРЯМЫХ ЛИНИЙ; ПРЯМОЙ ЛИНИИ С ОКРУЖНОСТЬЮ; ДВУХ ЗАДАННЫХ ОКРУЖНОСТЕЙ**

Задание. Построить изображение плоского контура детали с выполнением сопряжений. Исходные данные приведены на рисунке 28. Оформить на листе формата А4. Приступая к выполнению работы, необходимо изучить теоретический материал «Правила построения сопряжений».

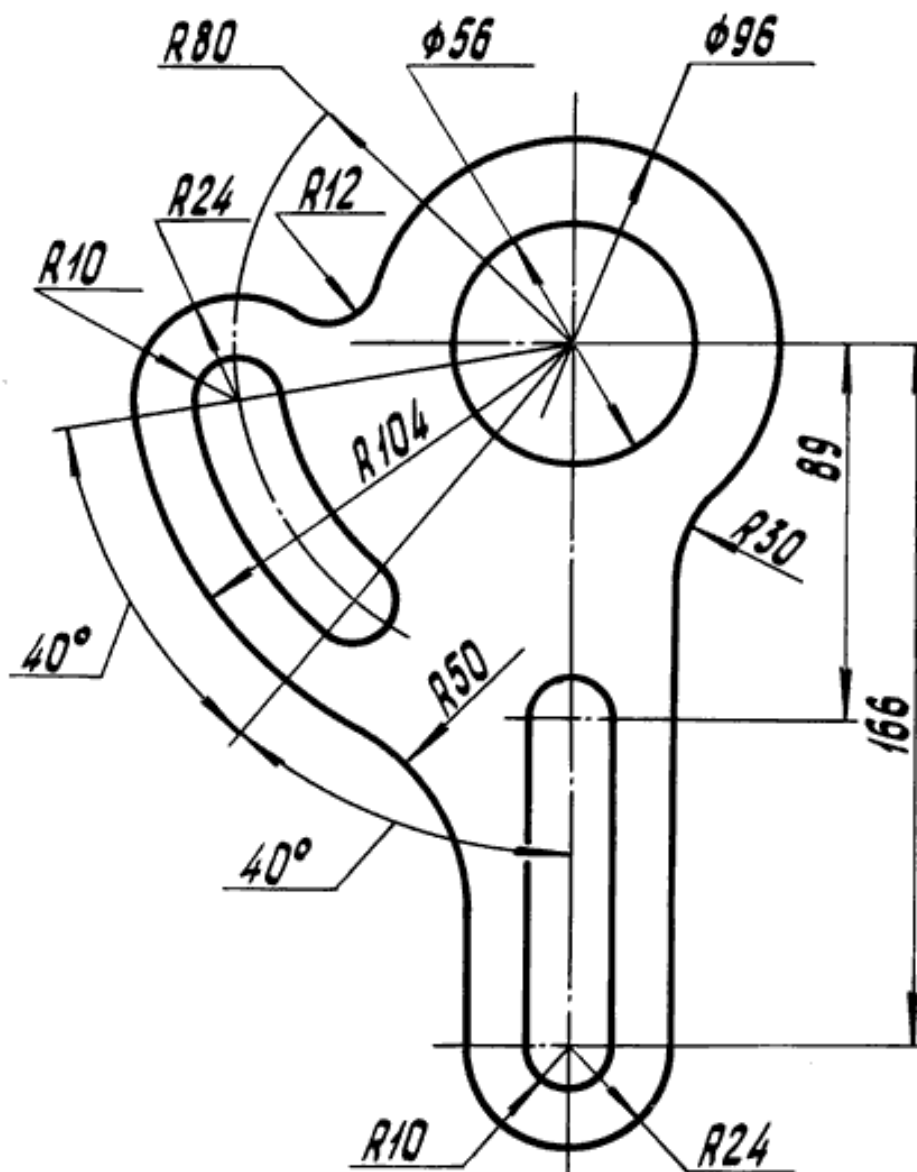


Рис. 28. Образец выполнения графической работы № 6

## Правила построения сопряжений

**Сопряжение двух сторон угла (острого и тупого) дугой заданного радиуса  $R$**  выполняют следующим образом:

Параллельно сторонам угла на расстоянии, равном радиусу дуги  $R$ , проводят две вспомогательные прямые линии.

Точка пересечения этих прямых (точка  $O$ ) будет центром дуги радиуса  $R$ , т.е центром сопряжения.

Из точки  $O$  описывают дугу, плавно переходящую в прямые – стороны угла.

Дугу заканчивают в точках сопряжения  $n$  и  $n_1$ , которые являются основаниями перпендикуляров, опущенных из центра  $O$  на стороны угла.

При построении сопряжения сторон прямого угла центр дуги сопряжения проще находить с помощью циркуля.

Из вершины угла  $A$  проводят дугу радиусом  $R$  до взаимного пересечения в точке  $O$ , являющейся центром сопряжения.

Из центра  $O$  описывают дугу сопряжения.

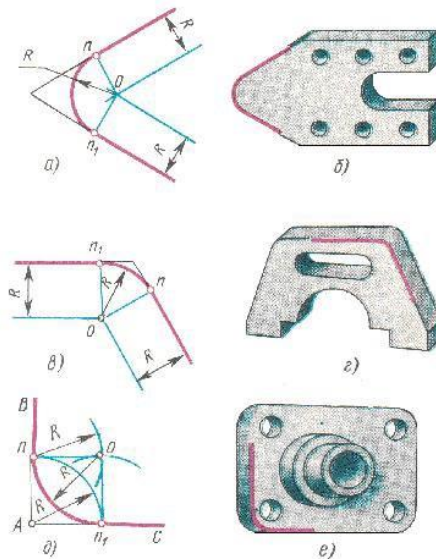


Рис. 29. Пример построения сопряжения двух сторон угла

**Сопряжение прямой с дугой окружности** может быть выполнено при помощи дуги с внутренним касанием дуги и внешним касанием. На рисунке 30 (а, б) показано сопряжение дуги окружности радиусом  $R$  и прямой линии  $AB$  дугой окружности радиуса  $r$  с внешним касанием.

Для построения такого сопряжения проводят окружность радиуса  $R$  и прямую  $AB$ .

Параллельно заданной прямой на расстоянии, равном радиусу  $r$  (радиус сопрягающей дуги), проводят прямую  $ab$ .

Из центра  $O$  проводят дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов  $R$  и  $r$ , до пересечения ее с прямой  $ab$  в точке  $O_1$ . Точка  $O_1$  является центром дуги сопряжения. Точку сопряжения находят на пересечении прямой  $OO_1$  с дугой окружности радиуса  $R$ . Точка сопряжения  $O_1$  на данную прямую  $AB$ .

При помощи аналогичных построений могут быть найдены точки  $O_2$ ,  $c_2$ ,  $c_3$ . На рисунке 30(а, б) показан кронштейн, при вычерчивании которого необходимо выполнить построения, описанные выше.

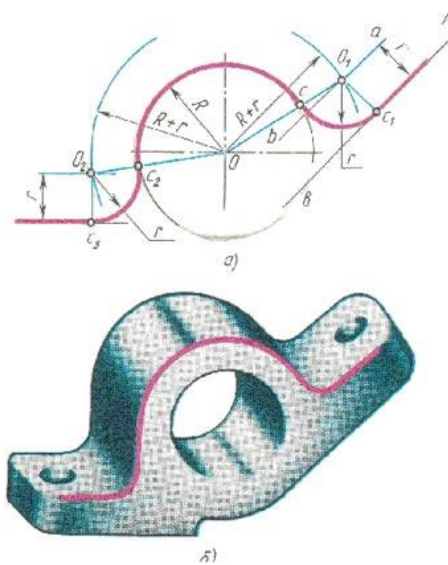


Рис. 30. Пример сопряжения прямой с дугой окружности

При вычерчивании маховика, выполнено **сопряжение дуги радиуса  $R$  с прямой  $AB$**  дугой радиуса  $r$  с внутренним касанием.

Центр дуги сопряжения  $O_1$  находится на пересечении вспомогательной прямой, проведенной параллельно данной прямой на расстоянии  $r$ , с дугой вспомогательной окружности, описанной из центра  $O$  радиусом, равным разности  $R-r$ .

Точка сопряжения с  $1$  является основанием перпендикуляра, опущенного из точки  $O_1$  на данную прямую.

Точку сопряжения с находят на пересечении прямой  $OO_1$  с сопрягаемой дугой.

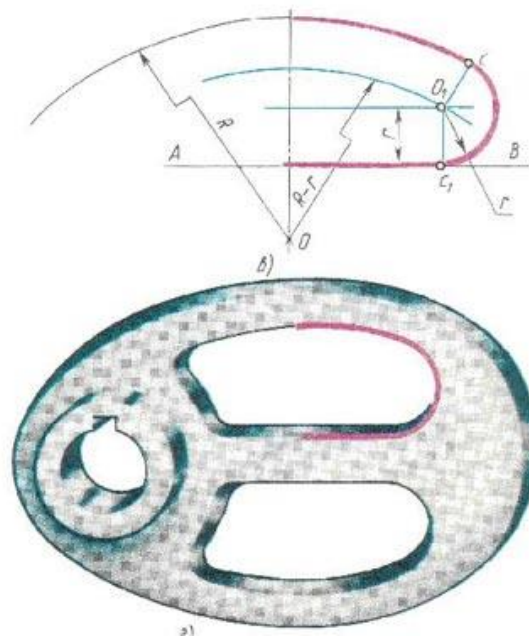


Рис. 31. Пример построения сопряжения прямой с дугой окружности

Построение **сопряжения между двух дуг окружностей.**

Сопряжение двух дуг окружностей может быть **внутреннее и внешнее.**

**При внутреннем сопряжении** центры  $O$  и  $O_1$  сопрягаемых дуг находятся внутри сопрягающей дуги радиуса  $R$ .

**При внешнем сопряжении** центры  $O$  и  $O_1$  сопрягаемых дуг радиусов  $R_1$  и  $R_2$  находятся вне сопрягающей дуги радиуса  $R$ .

Построение внешнего сопряжения:

Задано:

а) радиусы сопрягаемых окружностей  $R$  и  $R_1$ ; б) расстояния между центрами этих дуг;

в) радиус  $R$  сопрягающей дуги;

Требуется:

а) определить положение центра  $O_2$  сопрягающей дуги;

б) найти точки сопряжения  $s$  и  $s_1$ ;

в) провести дугу сопряжения;

### **Построение внутреннего сопряжения:**

Показано на рисунке 32(б). По заданным расстояниям между центрами на чертеже намечают центры  $O$  и  $O_1$ , из которых описывают сопрягаемые дуги радиусов  $R$  и  $R_1$ . Из центра  $O_1$  проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги  $R$  и сопрягаемой дуги  $R_2$ , а из центра  $O$  – радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги  $R$  и сопрягаемой дуги  $R_1$ . Вспомогательные дуги пересекутся в точке  $O_2$ , которая и будет искомым центром сопрягающей дуги. Для нахождения точек пересечения продолжения прямых  $O_2O$  и  $O_2O_1$  с сопрягаемыми дугами являются искомыми точками сопряжения (точки  $s$  и  $s_1$ ).

Построение внутреннего сопряжения:

Задано:

а) радиусы  $R$  и  $R_1$  сопрягаемых дуг окружностей;

б) расстояния между центрами этих дуг;

в) радиус  $R$  сопрягающей дуги;

Требуется:

а) определить положение  $O_2$  сопрягающей дуги;

б) найти точки сопряжения  $s$  и  $s_1$ ;

в) провести дугу сопряжения;

**Построение внешнего сопряжения** показано на рисунке 32(в).

По заданным расстояниям на чертеже находят точки  $O$  и  $O_1$ , из которых описывают сопрягаемые дуги радиусов  $R_1$  и  $R_2$ .

Из центра  $O$  проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги  $R_2$  и сопрягающей  $R$ .

Вспомогательные дуги пересекутся в точке  $O_2$ , которая будет искомым центром сопрягающей дуги.

Для нахождения точек сопряжения центры дуг соединяют прямыми линиями  $OO_2$  и  $O_1O_2$ .

Эти две прямые пересекают сопрягаемые дуги в точках сопряжения  $s$  и  $s_1$ .

Из центра  $O_2$  радиусом  $R$  проводят сопрягающую дугу, ограничивая ее точками  $S$  и  $S_1$ .

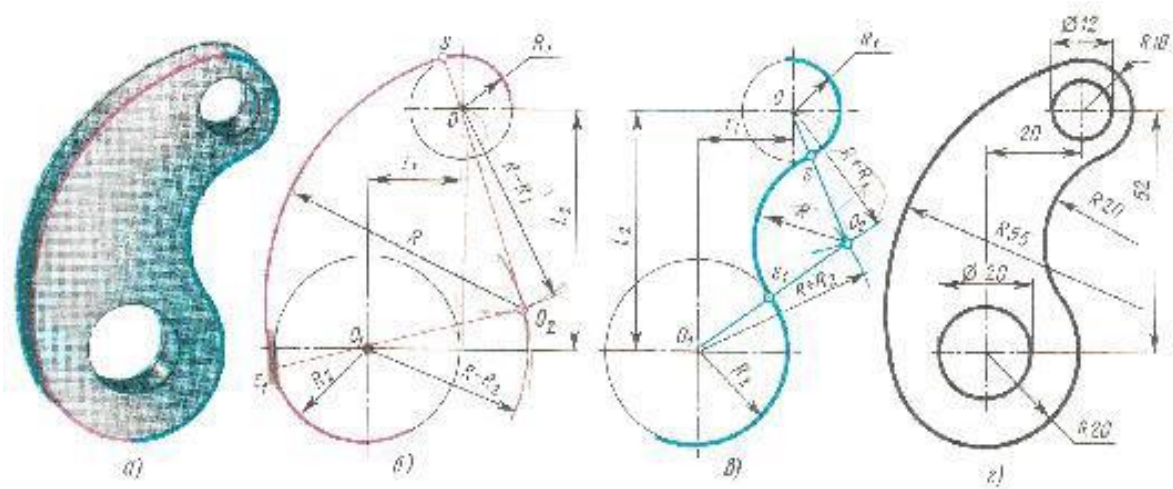


Рис. 32. Пример построение внешнего сопряжения

### Построение смешанного сопряжения.

Пример смешанного сопряжения показан на рисунке 33.

Задано:

- а) Заданы радиусы  $R$  и  $R_1$  сопрягаемых дуг сопряжения;
- б) расстояния между центрами этих дуг;
- в) радиус  $R$  сопрягающей дуги;

Требуется:

- а) определить положение центра  $O_2$  сопрягающей дуги;
- б) найти точки сопряжения  $s$  и  $s_1$ ;
- в) провести дугу сопряжения;

По заданным расстояниям между центрами на чертеже намечают центры  $O$  и  $O_1$ , из которых описывают сопрягаемые дуги радиусов  $R_1$  и  $R_2$ .

Из центра  $O$  проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги  $R_1$  и сопрягающей  $R$ , а из центра  $O_1$  – радиусом, равным разности радиусов  $R$  и  $R_2$ .

Вспомогательные дуги пересекутся в точке  $O_2$ , которая будет искомым центром сопрягающей дуги.

Соединив точки  $O$  и  $O_2$  прямой, получают точку сопряжения  $s_1$ ; соединив точки  $O_1$  и  $O_2$ , находят точку сопряжения  $s$ .

Из центра  $O_2$  проводят дугу сопряжения от  $s$  до  $s_1$ .

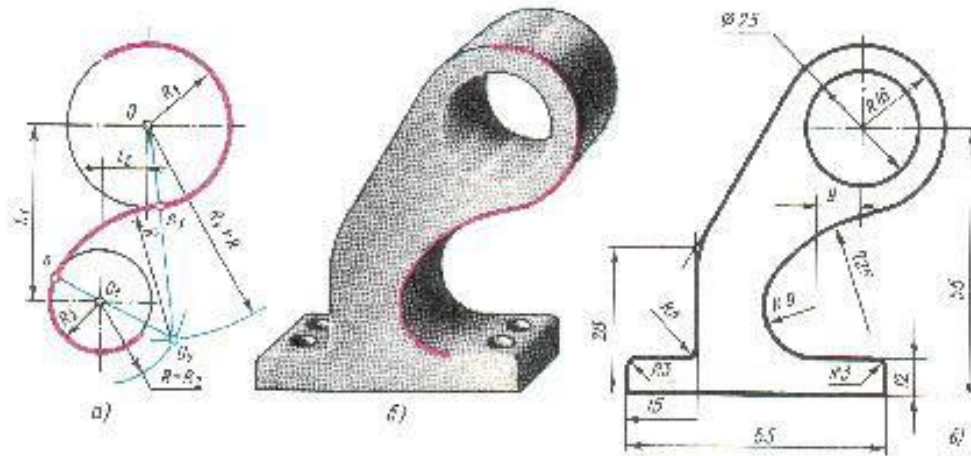


Рис. 33. Пример построения смешанного сопряжения

### *Вопросы для самоконтроля*

1. В каких случаях применяется сопряжение?
2. Как выполнить сопряжение, в какой последовательности?
3. Что представляют собой лекальные кривые?



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. ПОСТРОЕНИЕ ОВАЛА

Задание. Построить овал по двум осям: большая ось равна 100 мм, малая – 50 мм. Оформить на листе формата А4.

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить теоретический материал «Построение овала по двум его осям».

### Теоретический материал

#### Построение овала по двум его осям АВ и CD

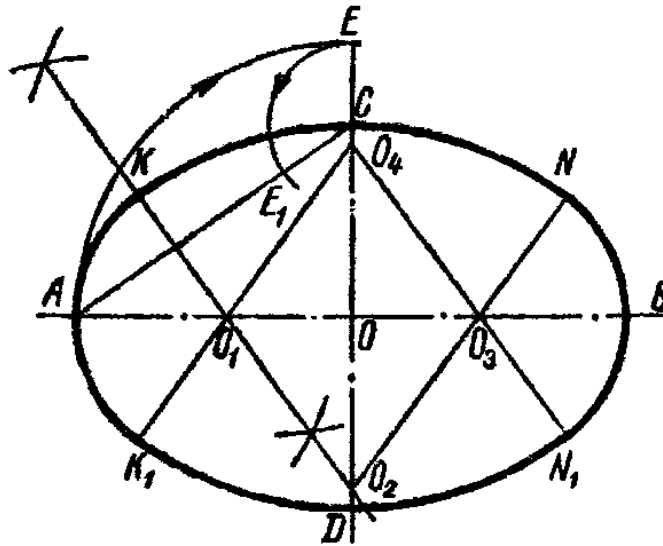


Рис.34 Построение овала.

Построение производится дугами окружности из центров  $O_1, O_2, O_3, O_4$ .

Для нахождения центров  $O_1$  и  $O_2$  на малой оси отложить отрезок  $OE=OA$  – длина большой полуоси.

Соединить концы осей линий  $AC$ . Из точки  $C$  описать дугу радиусом  $CE$  до пересечения с линией  $AC$ . Получить точку  $E_1$ .

$CE$  – разность полуосей.

Разделить отрезок  $AE_1$  на две равные части. Восстановить перпендикуляр из середины отрезка  $AE_1$ . Пересечение перпендикуляра с большой и малой осями даст центры  $O_1$  и  $O_2$ .

Найти центры  $O_3$  и  $O_4$  таким же способом. Можно найти центры  $O_3$  и  $O_4$  и как точки, симметричные  $O_1$ ,  $O_2$ .

Провести дуги  $KA_1K_1$  и  $NBN_1$  из центров  $O_1$  и  $O_3$  радиусом  $O_1A$ .

Провести дуги  $KCN$  и  $K_1DN_1$  из центров  $O_2$  и  $O_4$  радиусом  $O_2C$ .

## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9. ПОСТРОЕНИЕ ЭВОЛЬВЕНТЫ ОКРУЖНОСТИ ИЛИ СПИРАЛИ АРХИМЕДА

Задание. Построить эвольвенты окружности или спирали Архимеда (по выбору). Оформить на листе формата А4.

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить теоретический материал «Правила построения эвольвенты окружности и спирали Архимеда».

Теоретический материал

**Эвольвента круга** (Рисунок 35) – это плоская кривая, образуемая точкой на прямой, которая перемещается без скольжения по неподвижной окружности заданного радиуса. Эта кривая иногда называется разверткой окружности.

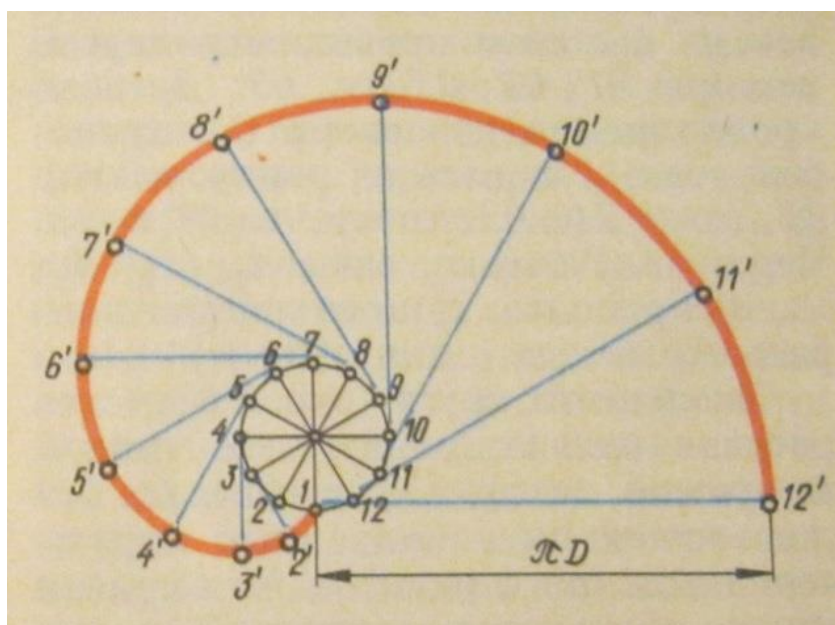


Рис. 35 Эвольвента круга

Построение эвольвенты начинается с деления заданной окружности на произвольное число равных частей, например двенадцать. В точках 1, 2, 3 и т.д. проводим касательные к окружности. На каждой из этих касательных последовательно откладываем длину окружности, равную  $\pi D/12$ , в точке 1, затем  $2\pi D/12$  – в точке 2 и т.д. На касательной к точке 12 откладываем длину окружности, равную  $\pi D$ .

Соединяя последовательно плавной кривой по лекалу полученные точки  $1'$ ,  $2'$ ,  $3'$  и т.д., получим кривую, называемую эвольвентой.

**Спираль Архимеда** (Рис. 36) – плоская кривая, описываемая точкой, движущейся по радиусу-вектору, который вращается в плоскости вокруг неподвижной точки  $O$ .

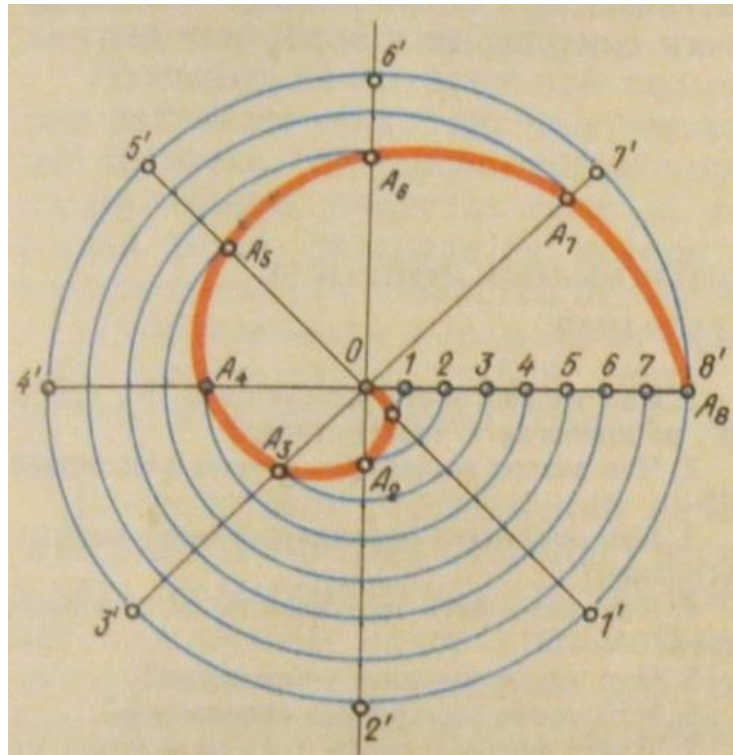


Рис. 36 Спираль Архимеда

Построим спираль Архимеда по заданному шагу. Шаг спирали  $A8$  делим на несколько частей, например, на 8. Из точки  $O$  как из центра проводим окружность радиуса  $R$ , равного шагу, и делим ее тоже на восемь частей и проводим радиус-векторы  $01'$ ,  $02'$ ,  $03'$ , ...,  $08'$ . Дугами, проведенными из центра  $O$ , переносим точку 1 с шага на радиус-вектор  $01'$ , точку 2 на  $02'$ , точку 3 на  $03'$  и т.д. Через полученные точки  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ , ...,  $A_8$  проводим кривую линию-спираль Архимеда (один оборот).

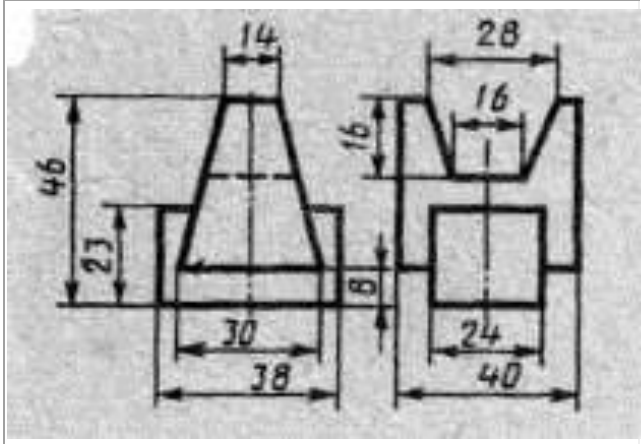
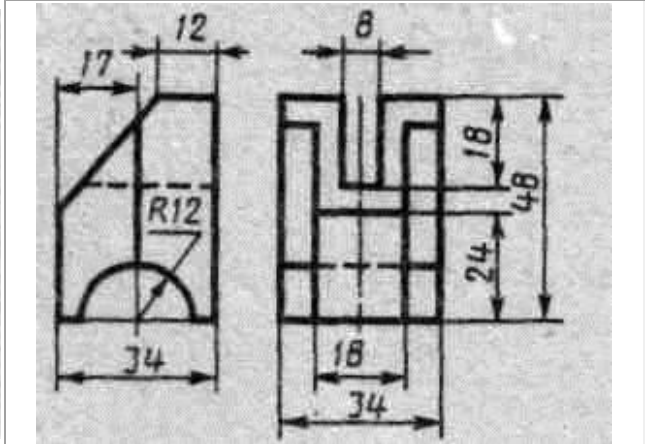
## 4.2. РАЗДЕЛ 2. РАБОЧИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И ЭСКИЗЫ ДЕТАЛЕЙ

### ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10. ПОСТРОЕНИЕ ТРЕТЬЕЙ ПРОЕКЦИИ МОДЕЛИ ПО ДВУМ ЗАДАНЫМ

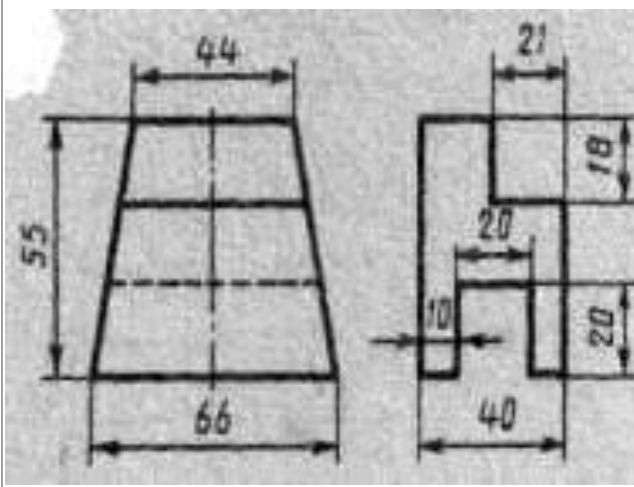
Задание. Построить третью проекцию модели по двум заданным. Нанести размеры. Оформить рамку и основную надпись. Работу выполнить на листе Ф.А4. Исходные данные приведены ниже в таблице 7. Номер варианта соответствует последней цифре зачетной книжки.

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить ГОСТ 2.305-2008. Виды, разрезы, сечения.

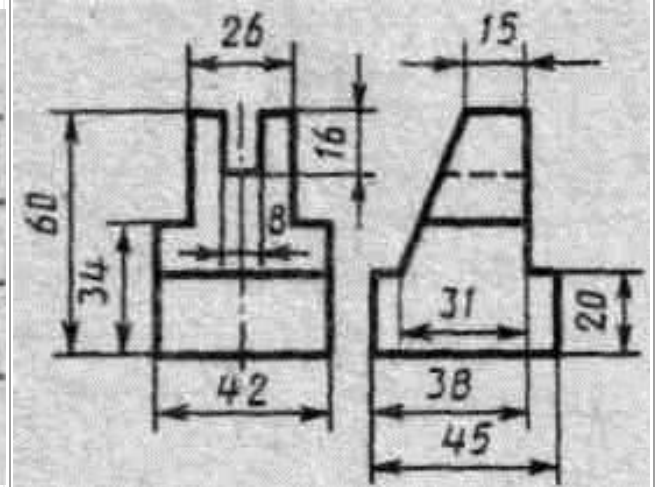
Таблица 7

Вариант 0	Вариант 1
	

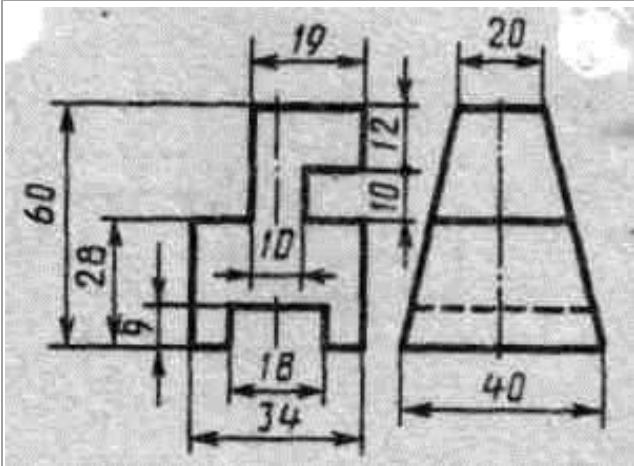
Вариант 2



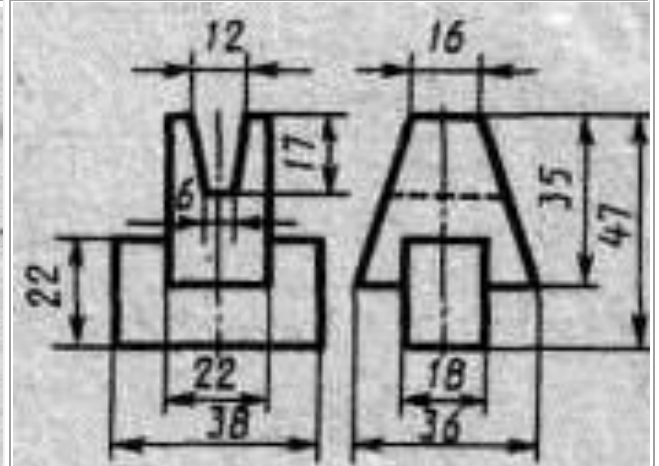
Вариант 3



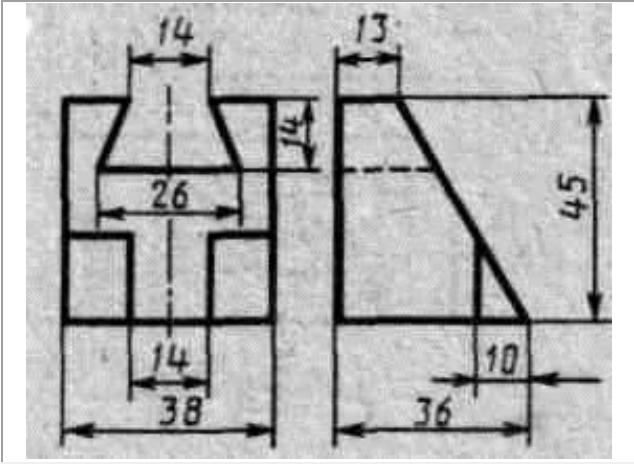
Вариант 4



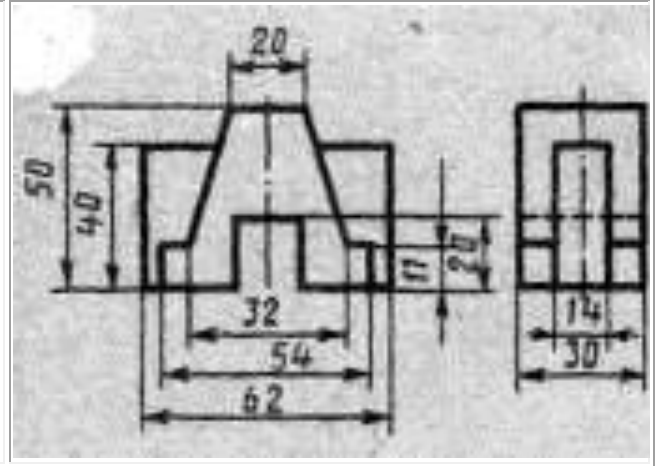
Вариант 5

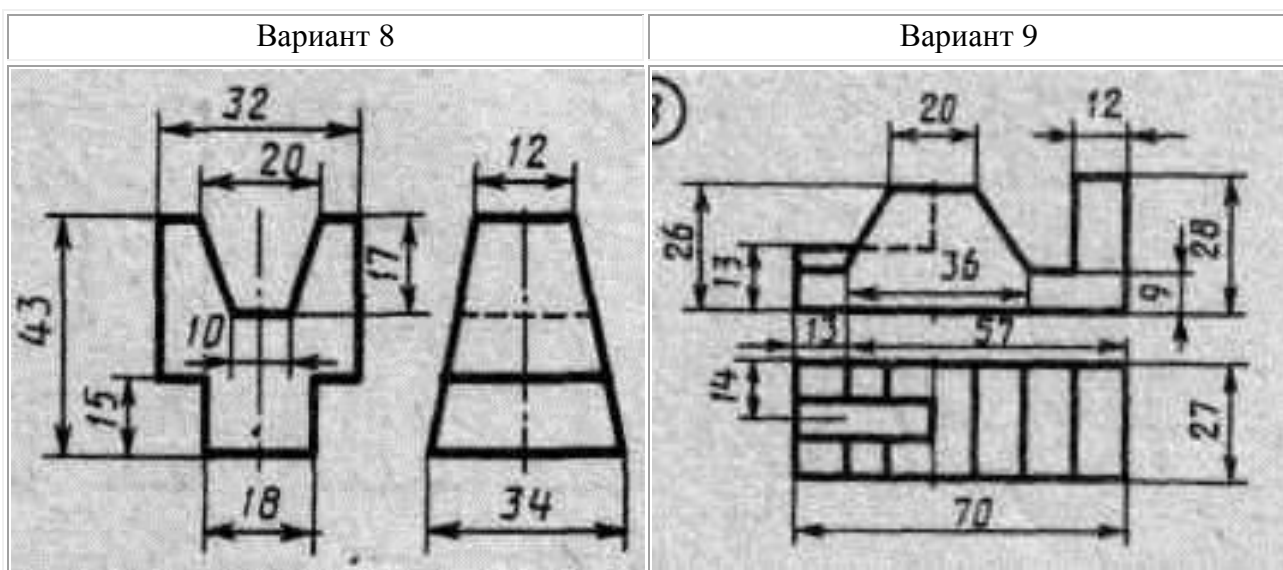


Вариант 6



Вариант 7





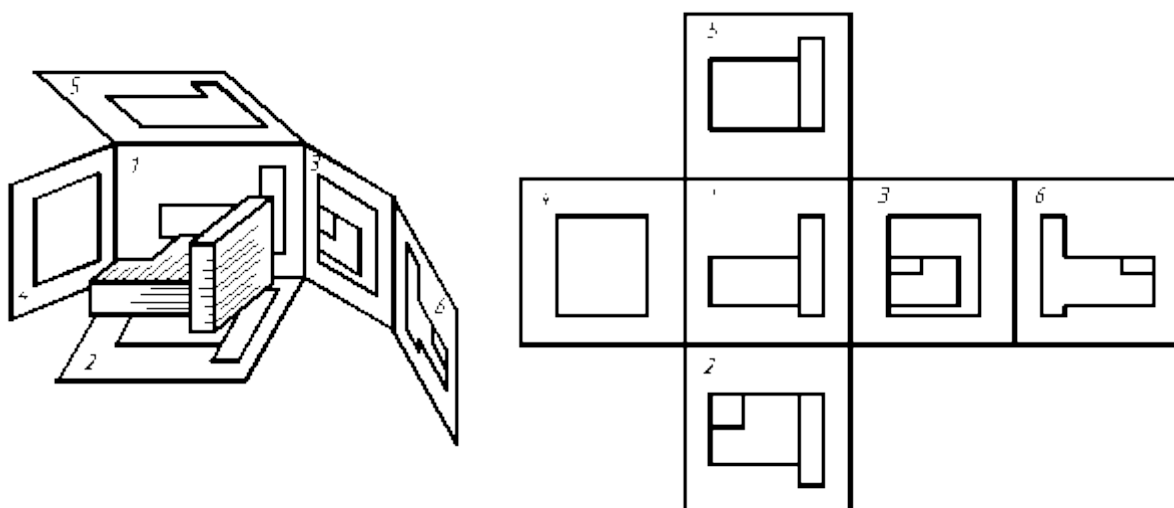
### Теоретический материал

Теоретический материал, дающий понятия видов, разрезов и сечений, рассмотрен в ГОСТ 2305-81.

Проекция — изображение предмета на плоскости проекций со всеми видимыми и невидимыми подробностями.

Вид — это изображение видимой части поверхности предмета. Виды делятся на три группы: основные, дополнительные, местные.

Основные виды — это виды предмета, полученные проецированием на место основных плоскостей проекций, установленных ГОСТ 2305-81 (Рис. 37).



**Всего насчитывается шесть основных видов:**

- 1) вид спереди (главный). Проекция на  $p_2$ ;
- 2) вид сверху. Проекция на  $p_1$ ;
- 3) вид слева. Проекция на  $p_3$ ;
- 4) вид справа. Проекция на  $p_3$ ;
- 5) вид снизу. Проекция на  $p_2$ ;
- 6) вид сзади. Проекция на  $p_1$ .

На практике чаще используют первые три вида, остальные три - в случае необходимости. Довольно редко встречается деталь, которая требует выполнения всех шести видов.

При выполнении чертежа детали важно выбрать главный вид (вид спереди). При выборе главного вида необходимо учесть, что он должен давать наиболее полное представление о форме модели. Виды сверху и слева должны быть расположены в проекционной связи с видом спереди, но проводить на чертеже оси проекции, линии связи и постоянную комплексного чертежа не нужно.

Дополнительный вид — это изображение на плоскости, не параллельной ни одной из основных плоскостей, но перпендикулярной одной из них (рис. 38а). На чертеже на проекции детали на ту плоскость, которой дополнительный вид перпендикулярен, стрелкой отмечают направление взгляда и рядом со стрелкой ставят прописную букву русского алфавита. Сам дополнительный вид должен иметь заголовок с соответствующей буквой, например: «Вид А».



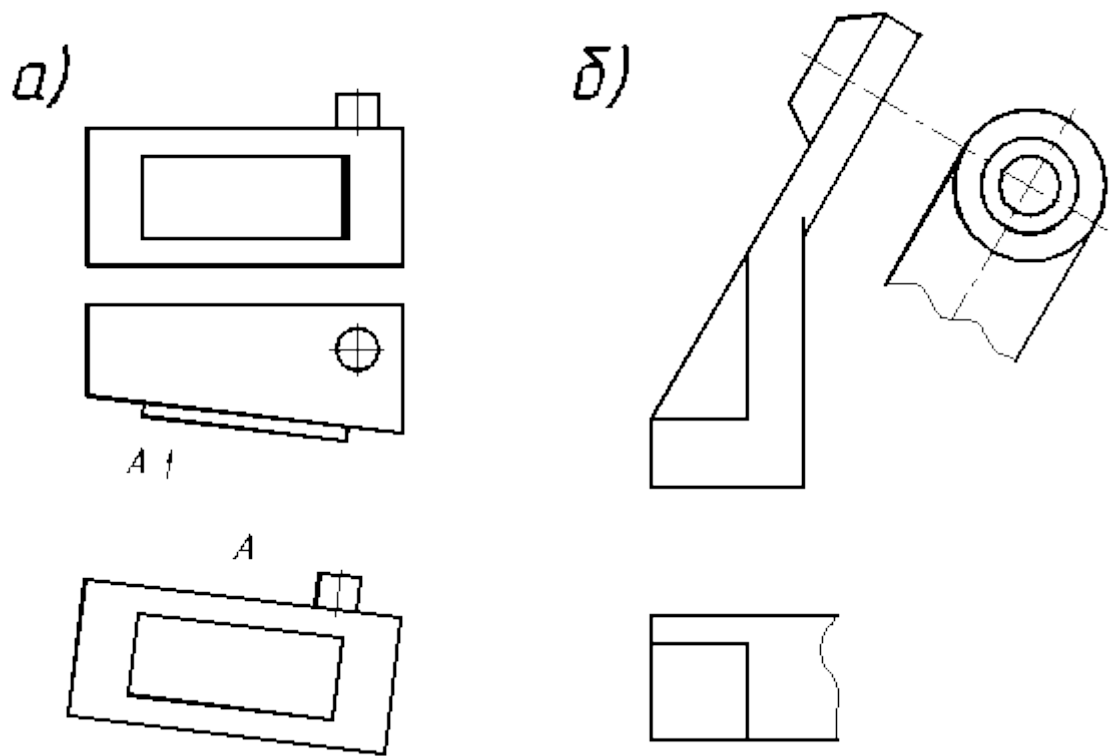


Рис.38.Дополнительный и местный вид

Местный вид – это изображение ограниченной части предмета (Рис.38 б). Ограничивается часть предмета тонкой волнистой линией.

Кроме изображения видимой части предмета, часто возникает необходимость показать и внутреннюю часть предмета. Для этой цели на чертежах выполняются разрезы и сечения.

Разрезом называют мысленное рассечение предмета одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Разрезы делятся на простые и сложные.

Простые разрезы — секущая плоскость параллельна какой-то основной плоскости проекции. Разрез может быть горизонтальным, фронтальным, профильным, вертикальным и поперечным.

Если деталь симметрична, то выполняется половина вида с половиной простого разреза. Такой разрез называется *совмещенным* – совмещение части вида и части разреза (Рис.39 а, б).

При совмещении разделяющей линией служит ось симметрии (т.е. штрихпунктирная линия). Если на изображении предмета ось симметрии совпадает с ребром, то для раскрытия конструкции детали линия вычерчивается немного больше или немного меньше половины разреза (в зависимости от того, где находится ребро: в виде или разрезе). Границей между видом и разрезом в этом случае служит тонкая волнистая линия (Рис.39 б).

Местный разрез — это разрез, выполненный на ограниченной части детали (рис.39 в). Ограничивается тонкой волнистой линией.

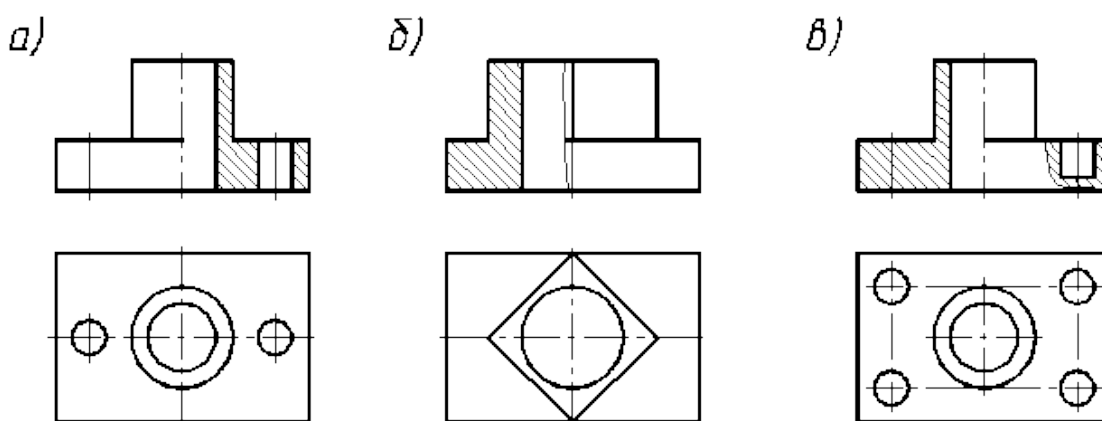


Рис.39. Совмещение вида с разрезом

Сложные разрезы — деталь рассекается несколькими плоскостями. Существуют два вида сложных разрезов: ломаный и ступенчатый.

Ломаный разрез — секущих плоскостей, как правило, две, и эти плоскости пересекаются под углом друг к другу (Рис. 40 а).

Особенностью выполнения ломаного разреза является совмещение секущих плоскостей. В связи с этой особенностью вид, на котором выполнен ломаный разрез не всегда совпадает с видимым контуром, иногда видимый контур искажается.

На одном из видов обозначается линия ломаного сечения — место выхода секущих плоскостей и место их пересечения. Для обозначения линии ломаного

разреза пользуются разомкнутой линией. К штрихам этой линии пририсовываются стрелки для обозначения направления взгляда и буквенное обозначение разреза. Вид, на котором выполнен ломаный разрез озаглавляется буквами разомкнутой линии (например, "А-А"). Место пересечения плоскостей на разрезе не дает никакой дополнительной линии или границы.

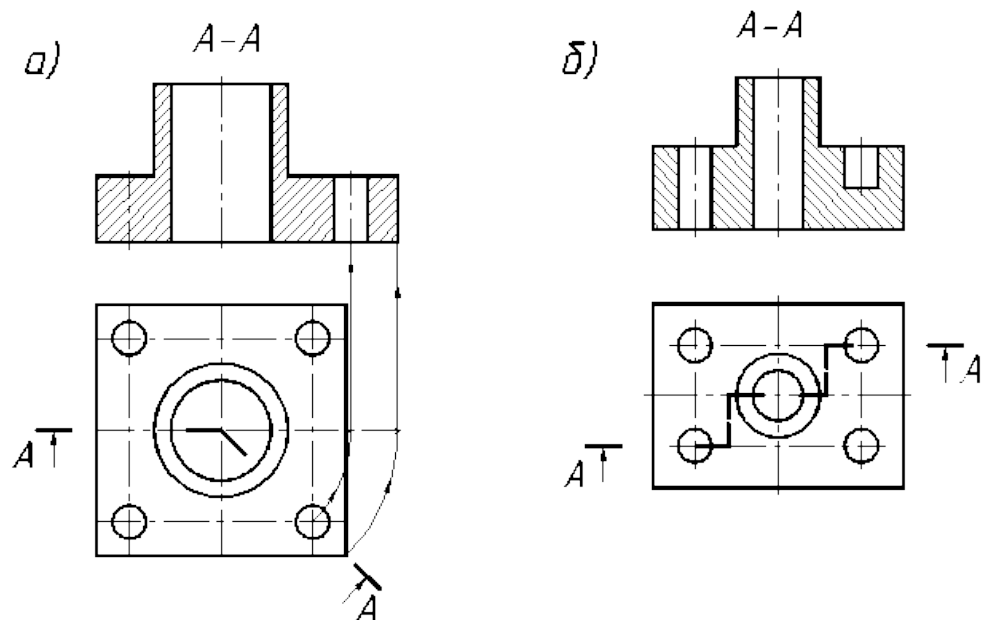


Рис. 40 Ломанный и ступенчатый разрезы

Ступенчатый разрез — секущих плоскостей не меньше двух, и они расположены параллельно друг другу (Рис.40 б). Так же, как при выполнении ломаного разреза, обозначается линия разреза. Место перехода разреза с одной плоскости на другую выглядит на чертеже в виде ступенек (отсюда и название разреза). В разрезе место перехода с одной плоскости на другую никак не обозначается. Так же, как и ломанный разрез, ступенчатый разрез должен иметь заголовок в виде буквенного обозначения линии разреза (например, "Б-Б").

Сечением называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что попадает в секущую плоскость (Рис.41). Сечение может быть наложенным - если изображение предмета совмещено с видом; или вынос-

ным — если изображение сечения вынесено за пределы вида детали. При выполнении выносного сечения необходимо обозначить линию сечения, и само сечение должно иметь заголовок.

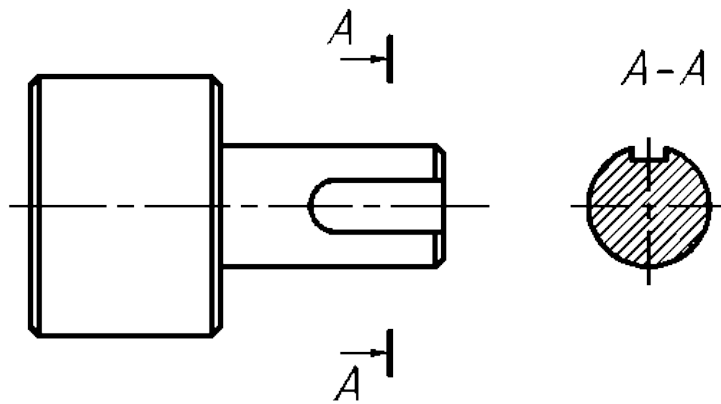


Рис. 41. Сечение

В ГОСТ 2305-81 приведен ряд особенностей и условностей, которые нужно учесть, выполняя разрезы и сечения.

Если секущая плоскость направлена вдоль тонкой стенки или ребра жесткости, то разрезанная этой плоскостью стенка показывается незаштрихованной и ограничивается сплошной линией видимого контура. Если в подобных элементах детали имеется местное сверление или углубление, то для его раскрытия выполняется местный разрез (Рис.42).

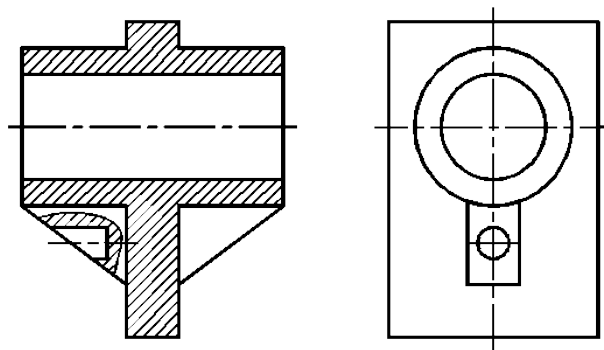


Рис.42. Местный разрез

Поперечный разрез тонкой стенки изображается по общим правилам, т.е. та часть, которая попадает в секущую плоскость заштриховывается.

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывается полностью. В случае если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных частей, следует применять не сечение, а разрез (Рис.43).

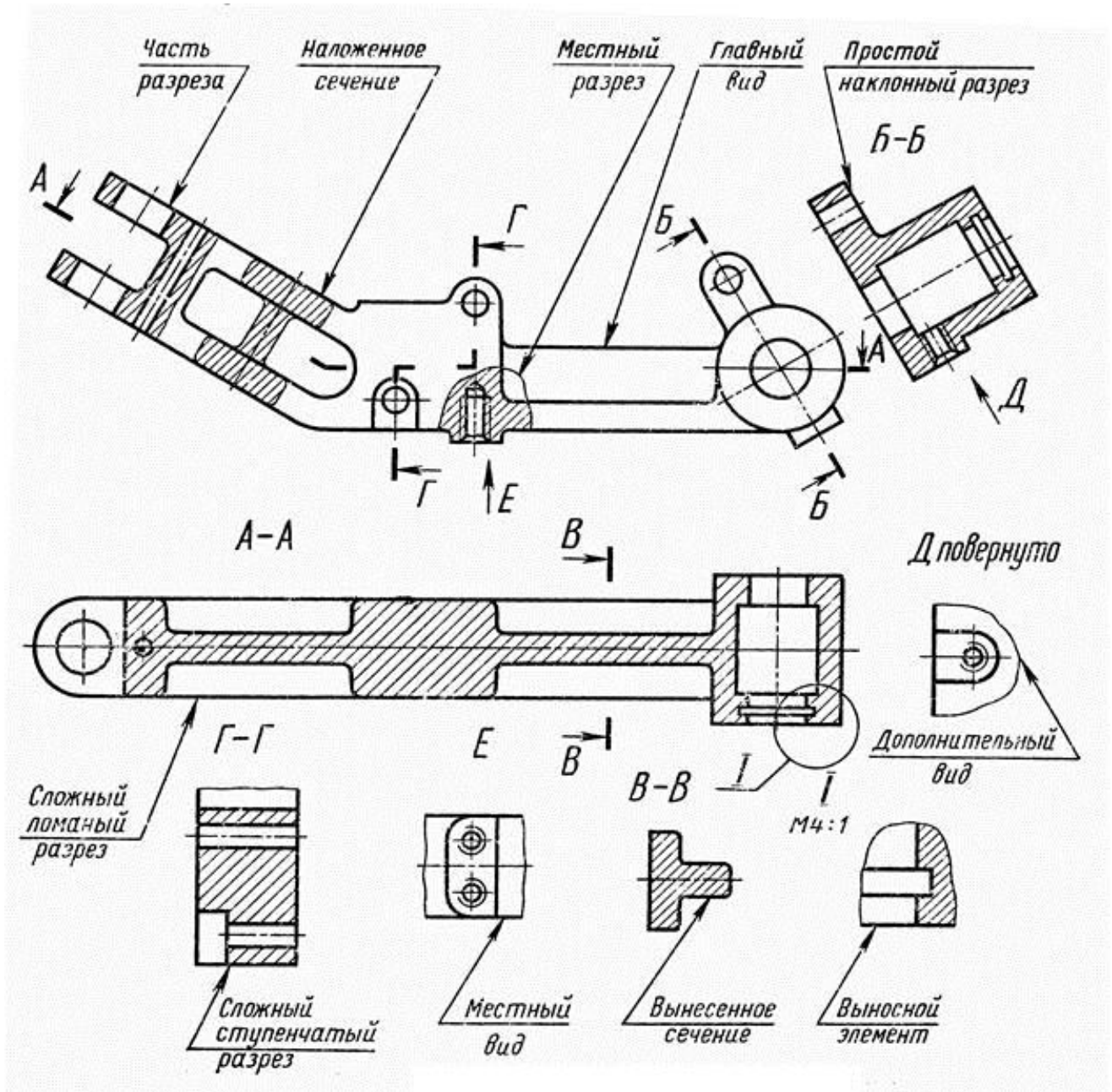


Рис. 43 Примеры разрезов и сечений

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что называется видом?
2. Перечислите основные виды. Как они располагаются относительно друг друга?
3. Что называется разрезом?
4. Какая разница между простым и сложным разрезом?
5. Как подразделяются разрезы в зависимости от положения секущей плоскости?
6. Что такое местный разрез?
7. Чем отличается сечение от разреза?

### **Нанесение размеров**

Чертеж детали дает представление об изображаемой детали, а простановка размеров позволяет судить о ее действительных размерах.

Общие правила нанесения размеров на чертежах устанавливает ГОСТ 2.307-68\*.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Отрезок прямой, соединяющий две точки, расстояние между которыми надо измерить, называется размерной линией. Прямая, ограничивающая концы размерной линии и являющаяся продолжением контурной, называется выносной линией. Размерные и выносные линии выполняют сплошными тонкими линиями. Размерную линию желательно наносить вне контура изображения. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1-5 мм.

Над размерной линией ставится размерное число, соответствующее действительным размерам детали. В пределах одного чертежа размерные числа выполняют цифрами одного размера (обычно для учебных чертежей применяют шрифт размером 5 мм).

Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения, угловые – в градусах, минутах и секундах (например, 30°). Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля детали. Каждый размер на чертеже наносят только один раз. Повторение размера не допускается.

Размерные линии проводят параллельно отрезку, размер которого указывают, а выносные линии – перпендикулярно размерным (Рис. 44), за исключением случаев, когда они вместе с измеряемым отрезком образуют параллелограмм (Рис. 45)

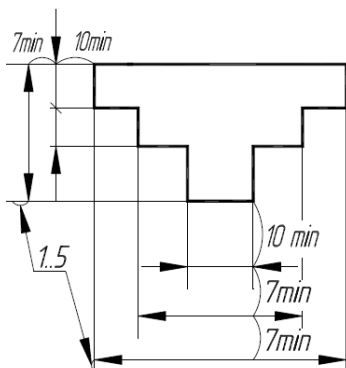


Рис. 44

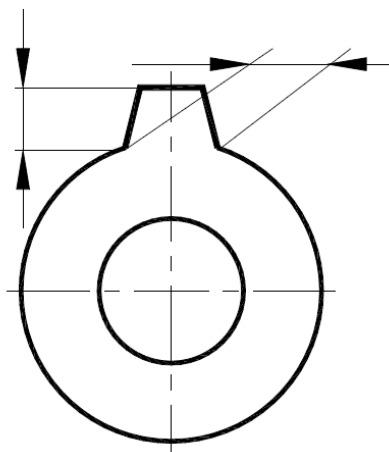


Рис.45

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями – 7 мм, а между размерной и линией контура – не менее 10 мм (Рис.44). Выносные линии должны выходить за концы стрелок на 1...5 мм.

Размерные числа наносят над размерной линией на расстоянии 0,5...1,0 мм и возможно ближе к ее середине. При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий размерные числа над ними рекомендуется наносить в шахматном порядке (Рис. 46).

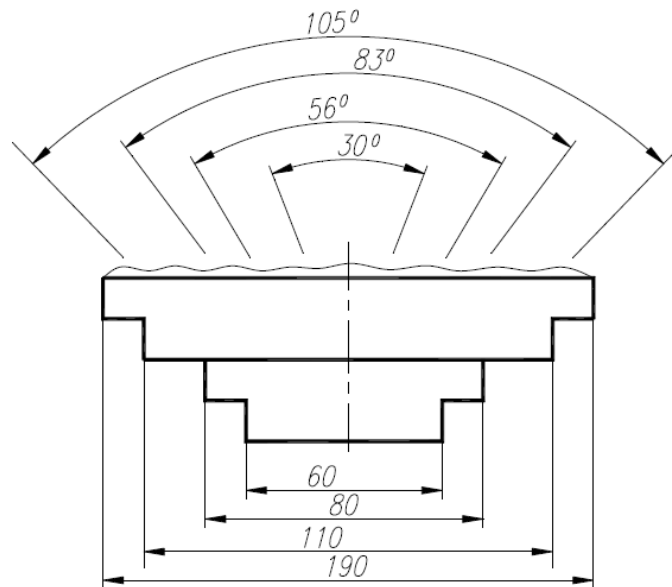


Рис. 46

Размерная линия ограничивается стрелками, которыми она упирается в выносные, осевые или контурные линии. Величина стрелок выбирается в зависимости от толщины линий видимого контура, рекомендуется для учебных чертежей  $l = 5 \dots 7$  мм и должна быть приблизительно одинакова на всем чертеже (Рис. 47).

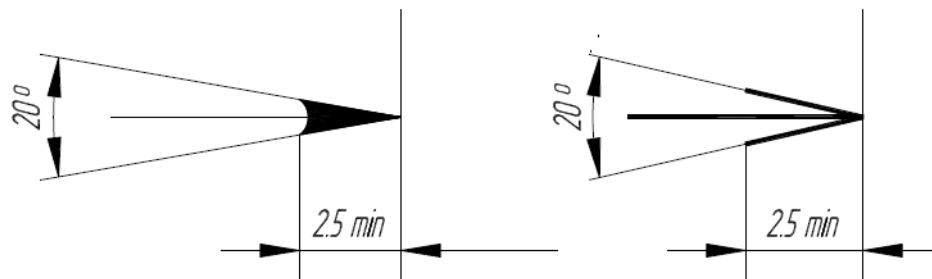


Рис. 47

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные линии и стрелки наносят, как показано на чертеже (Рис. 48).



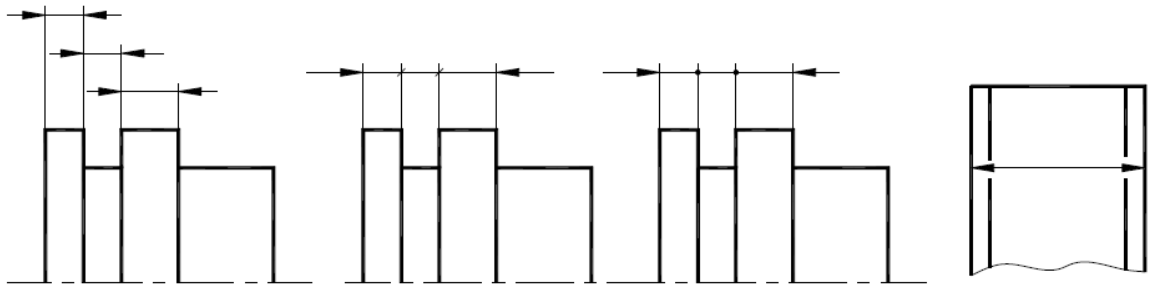


Рис. 48

Рис. 49

Рис. 50

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменить засечками, наносимыми под углом  $45^\circ$  к размерным линиям или четко наносимыми точками (Рис. 49).

При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии последние должны быть прерваны (Рис. 50).

Нанесение размерных чисел в разрыве размерной линии не допускается.

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагаются, как показано на чертеже. Если необходимо нанести размер в заштрихованной зоне, соответствующее размерное число наносят на полке линии-выноски (Рис. 51).

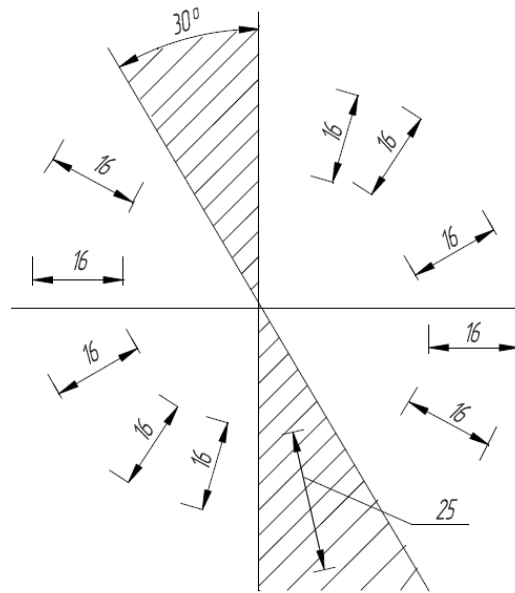


Рис. 51

Угловые размеры наносят так, как показано на чертеже. В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерными линиями со стороны их выпуклости, а в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии, – со стороны вогнутости размерных линий. В заштрихованной зоне наносить размерные числа не рекомендуется. В этом случае размерные числа указывают на горизонтально вынесенных полках (Рис. 52).

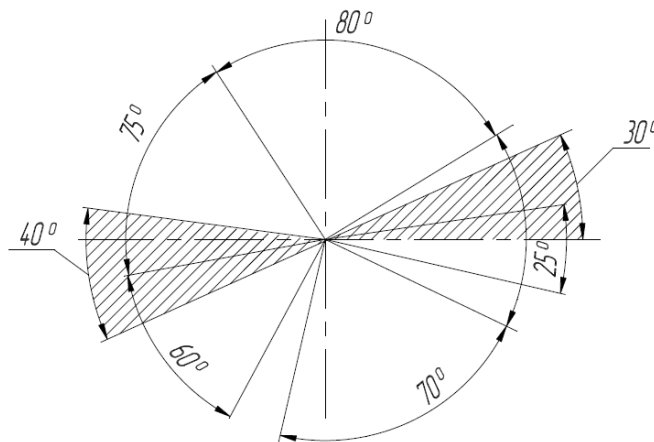


Рис. 52

При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий и относительно центра окружности.

Если для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры выносят, как показано на чертеже (Рис. 53).

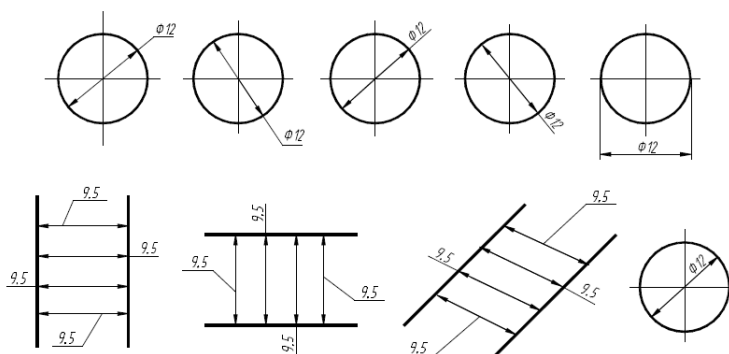


Рис. 53

Если недостаточно места для нанесения стрелок, то их наносят, как показано на чертеже (Рис. 54).

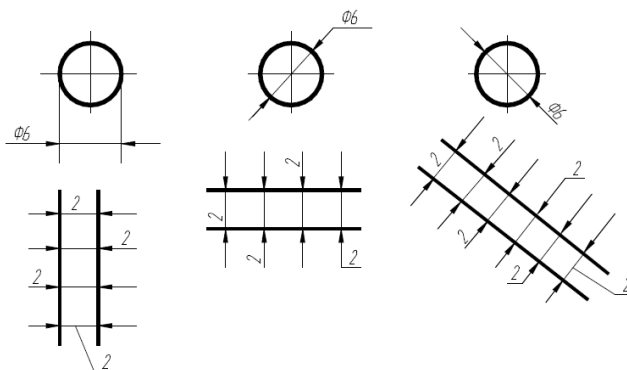


Рис. 54

В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (Рис. 55).

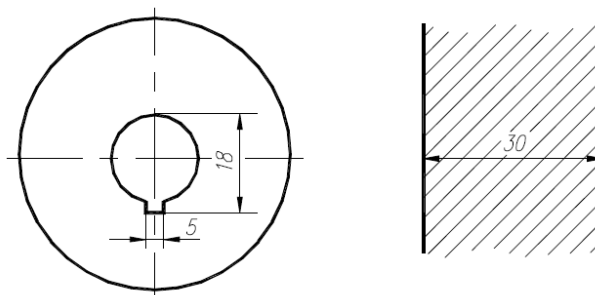


Рис. 55

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (Рис. 56).

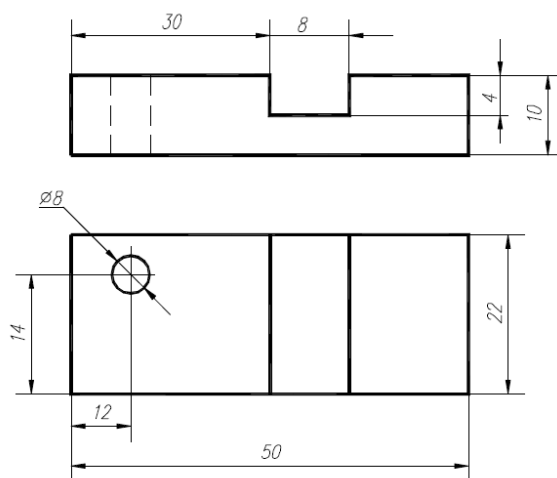


Рис. 56

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву R.

При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной прямой (Рис. 57,а).

Когда требуется указать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса выполняют с изломом (Рис. 57,б) под углом  $90^\circ$ .

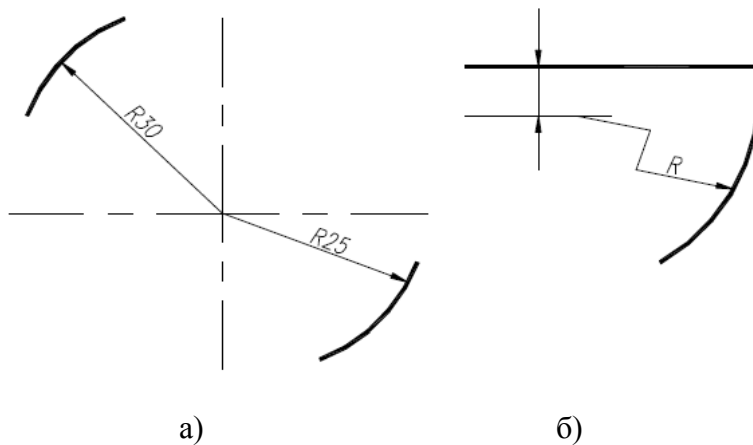


Рис. 57

На рисунке 58 показано, как надо наносить размеры угла, хорды и дуги окружности. В последнем случае над размерным числом наносят знак « $\frown$ ».

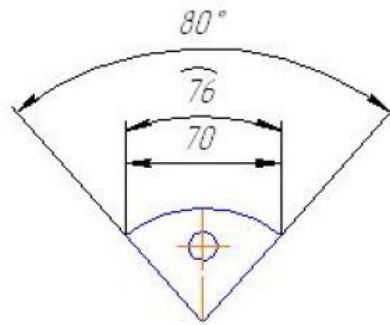


Рис. 58

Размеры радиусов наружных и внутренних скруглений наносят, как показано на рисунке 59.

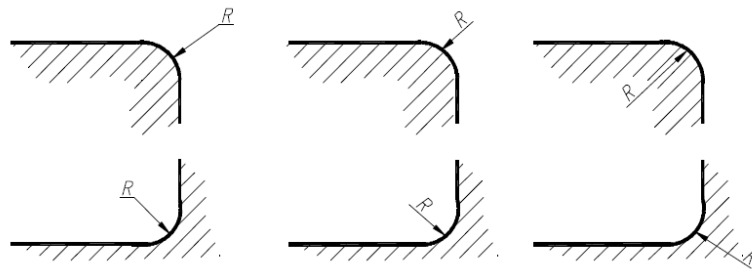


Рис. 59

При нанесении размера диаметра перед размерным числом изображают знак «Ж».

Изображение сферы осуществляется, как показано на рисунке 60. Размер знака для обозначения сферы равен высоте размерного числа.

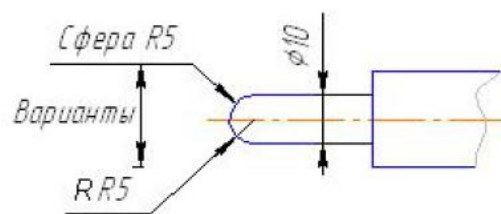


Рис. 60

Размеры квадрата наносят, как показано на рисунке 61 и равным высоте размерного числа.

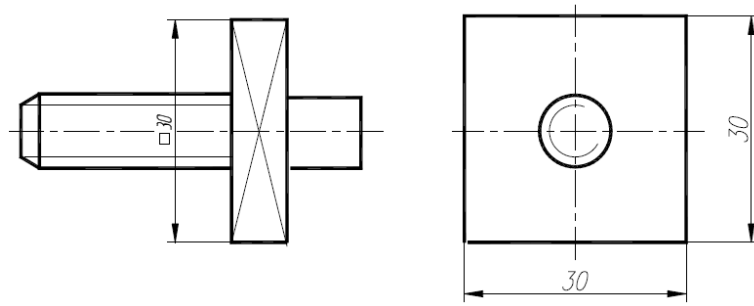


Рис. 61

На практике часто встречаются элементы деталей в виде конуса вращения или усеченного конуса вращения, которые определяют соответственно два и три размера (Рис. 62), задаваемых в зависимости от условий различным образом: углом  $\alpha$  или  $\alpha/2$ , одним из диаметров (чаще величиной  $D$  – для наружных конусов и  $d$  – для внутренних (Рис.63) и размером, соответственно  $L$  или  $l$ .

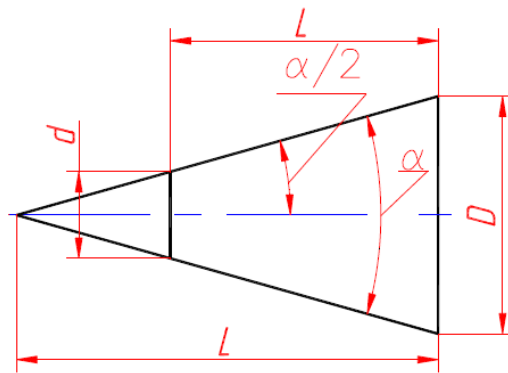


Рис. 62. Конус вращения

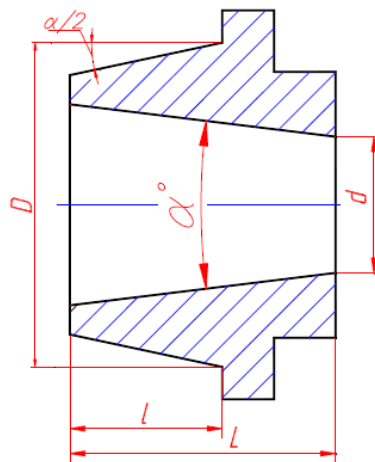


Рис. 63. Образмеривание внутреннего и наружного конусов

Задание конуса размерами  $D$ ,  $d$  и  $L$  (рис. 64,а) из-за трудностей изготовления применяется редко.

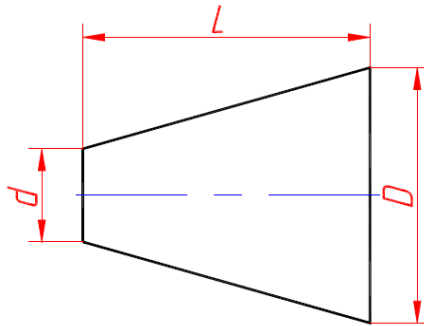


Рис. 64,а. Задание конуса размерами  $D$ ,  $d$  и  $L$

Размеры конуса могут быть заданы диаметром поперечного сечения конуса (Рис. 65), размер Ж30, конусностью  $C$ , определяемой как отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса вращения к расстоянию между ними или удвоенному тангенсу половины угла при вершине конуса

$$C = \frac{D-d}{L} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

т.е. конусность равна удвоенному уклону образующей конуса к его оси.

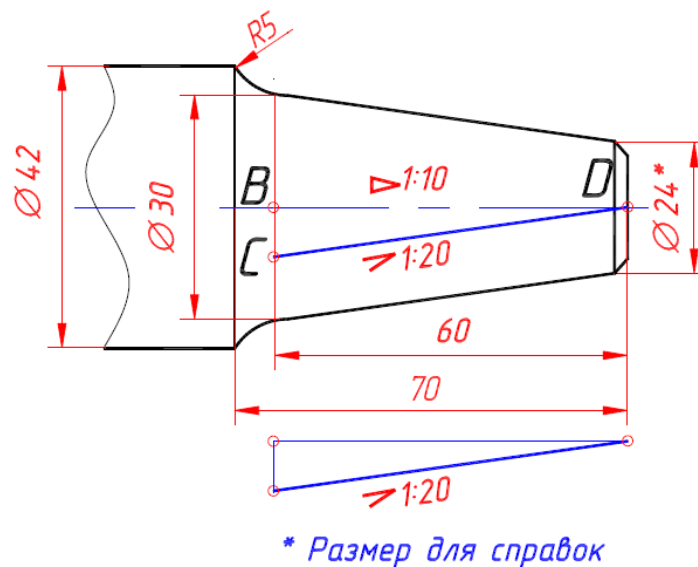


Рис.65. Обозначение конусности

Конусность может быть задана отношением двух чисел (Рис. 66), или десятичной дробью.

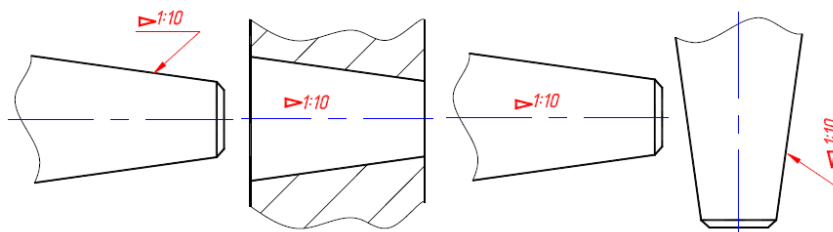


Рис.66. Обозначение конусности отношением двух чисел

Знак конусности, острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса, наносят перед размерным числом, располагая в зависимости от положения оси конуса и обстановки (Рис. 67).

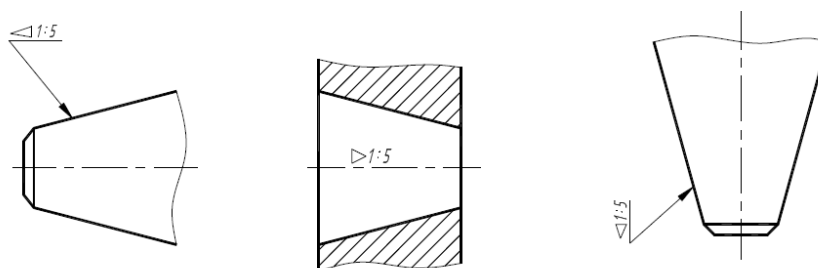


Рис. 67

Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак « < », острый угол, которого должен быть направлен в сторону уклона (Рис.68). Размер уклона указывается в виде соотношения или в процентах.

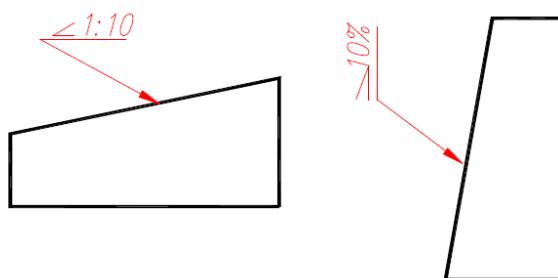


Рис. 68

Размеры фасок под углом  $45^\circ$  наносят, как показано на рисунке 69.



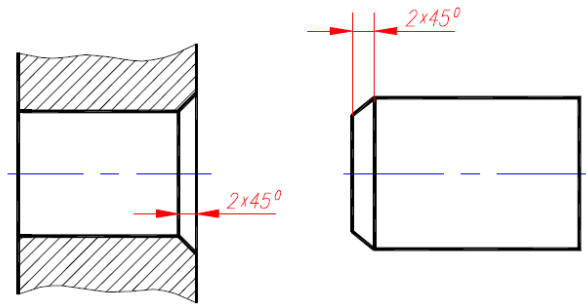


Рис. 69

Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам – линейным и угловым размерами или двумя линейными размерами (Рис. 70).

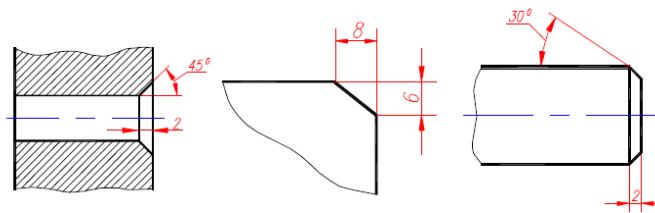


Рис. 70

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия (отверстия, фаски, пазы, спицы и пр.), как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (Рис. 71,а).

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (Рис. 71,б).

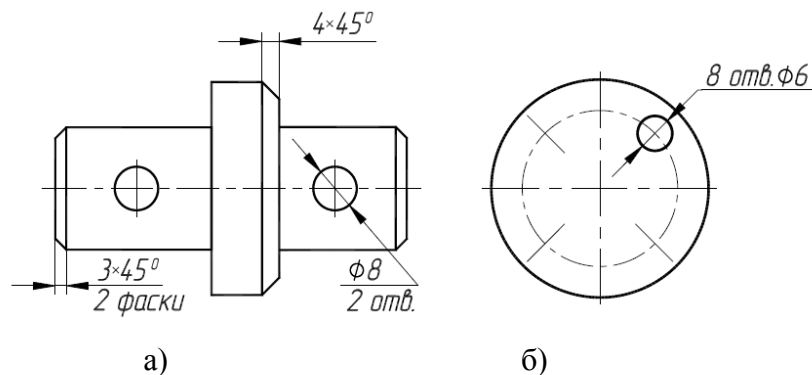


Рис. 71

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстия), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (Рис. 72).

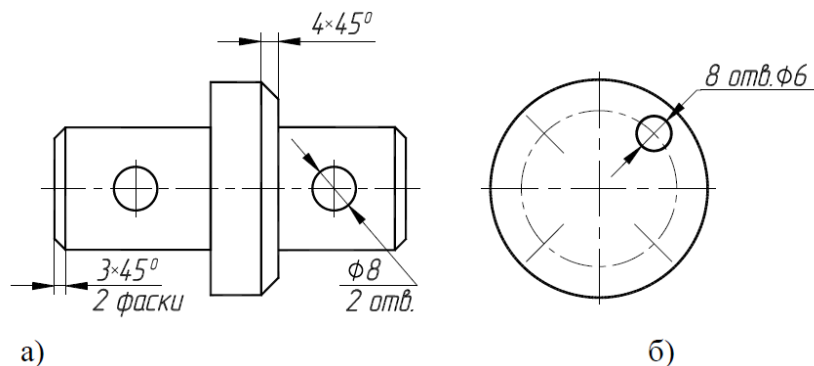


Рис. 72

При наличии у детали скруглений размеры частей детали наносят без учета скруглений, а радиусы скруглений проставляют отдельно (Рис. 73).

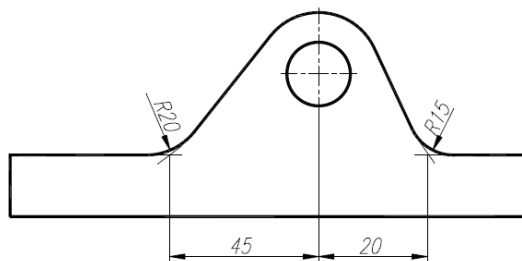


Рис. 73

Размерные линии можно проводить с обрывом:

а) при указании размера диаметра окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично, при этом обрыв делают дальше центра окружности (Рис. 74);

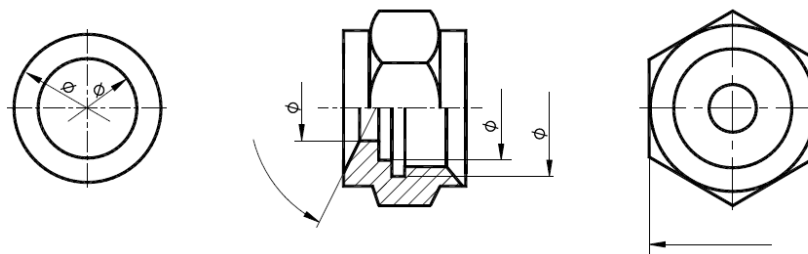


Рис. 74

б) при изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (Рис. 75).

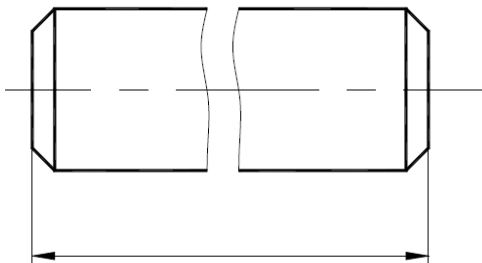


Рис. 75

При нанесении размеров нужно помнить, что размерные числа должны быть согласованы с ГОСТ 6636-69, который устанавливает четыре ряда чисел для выбора линейных размеров в машиностроении в пределах 0,001...20000 мм, причем числа первого ряда нужно предпочитать числам второго, числа второго ряда – числам третьего и т.д. Размерные числа, определенные путем обмера детали или чертежа общего вида, необходимо согласовывать с числами, рекомендуемыми данным стандартом.

На чертежах плоских деталей, т.е. деталей, форма которых ограничена плоскостями, стоит буква S, это толщина детали, а на круглых, т.е. валах, втулках, фланцах, штуцерах и др. нет никаких пояснений (технология изготовления данных деталей во внимание не принимать).

## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЕТАЛИ, СОСТОЯЩЕГО ИЗ ПОЛОВИНЫ ВИДА И ПОЛОВИНЫ СООТВЕТСТВУЮЩЕГО РАЗРЕЗА

**Задание.** Построить изображение детали, состоящее из половины вида и половины соответствующего разреза, увеличив изображение в два раза. Работу выполнить на листе ф.А4. Исходные данные приведены ниже на рисунке 76.

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить ГОСТ 2.305-2008. Виды, разрезы, сечения.

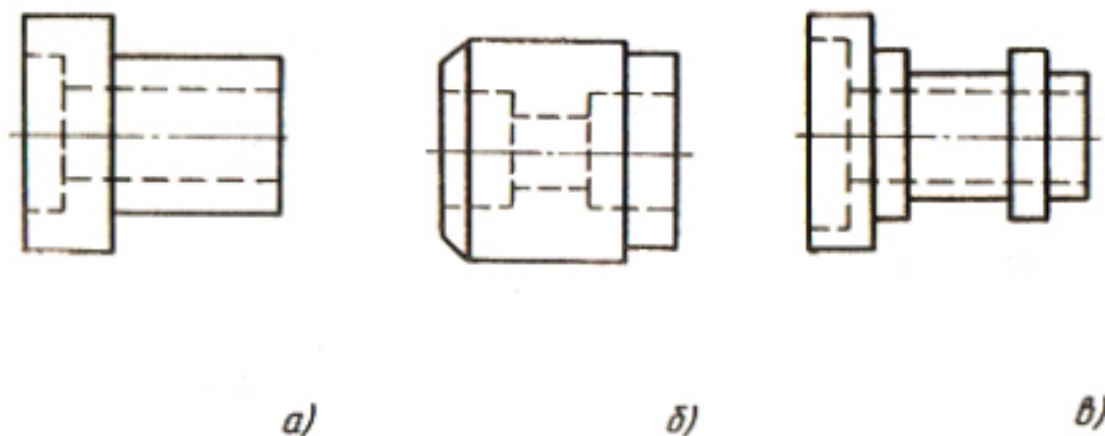


Рис. 76.Задание для выполнения графической работы № 10

### Теоретический материал.

Теоретический материал аналогичен материалу к графической работе № 9.

## **ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11. ВЫПОЛНЕНИЕ ЭСКИЗА ДЕТАЛИ**

Задание. Выполнить эскиз детали (деталь подобрать самостоятельно). Работу выполнить на листе ф.А4 или ф.А3 в соответствии с выбранным масштабом.

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить правила выполнения эскизов и рабочих чертежей по ГОСТ 2.301-68.

Теоретический материал

### **Эскизы деталей**

К эскизам относят чертежи, предназначенные для разового пользования в производстве. Изображение предмета на эскизе выполняется по правилам прямоугольного проецирования, но от руки с соблюдением пропорций между частями изображаемого предмета на глаз.

Эскизами пользуются конструкторы при проектировании новых машин и т.д. Эскизы применяются при ремонте оборудования, когда вместо вышедшей из строя детали надо изготовить новую. Тогда с натуры снимают эскиз детали.

Эскизы должны быть выполнены в соответствии со стандартами ЕСКД на чертежи. Линии на эскизе должны быть ровными и четкими. Все надписи выполняются чертежным шрифтом.

Эскизы выполняют обычно на бумаге в клетку. Это удобнее и быстрее. Выполняют эскизы мягким карандашом (М или 2М).

Для обмера детали при съемке эскиза с натуры используют различные измерительные инструменты.

Для более точных измерений используют штангельциркуль. Им измеряют линейные размеры, диаметры цилиндрических элементов (наружные и внутренние), глубину отверстий и углублений.

### **Порядок выполнения эскиза**

Приступая к выполнению эскиза, надо внимательно ознакомиться с деталью: по – возможности выяснить ее назначение, уяснить общую геометрическую форму детали, форму отдельных ее частей. Мысленно разделить деталь на части,

имеющие форму простых геометрических тел. Выбирая главный вид, необходимо помнить, что он дает наиболее полное представление о форме детали, выбрать необходимое количество видов. Надо помнить, что, используя знаки диаметра и квадрата можно сократить число видов.

Например, необходимо выполнить эскиз данной детали с натуры (Рис. 77).

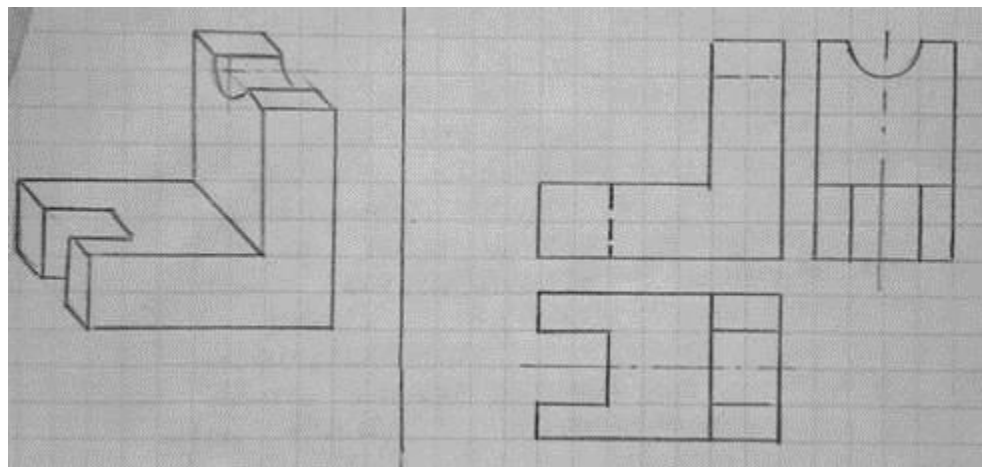
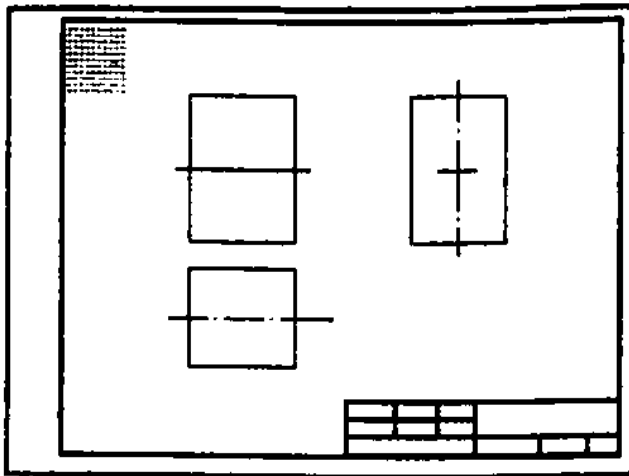


Рис. 77. Пример эскиза детали

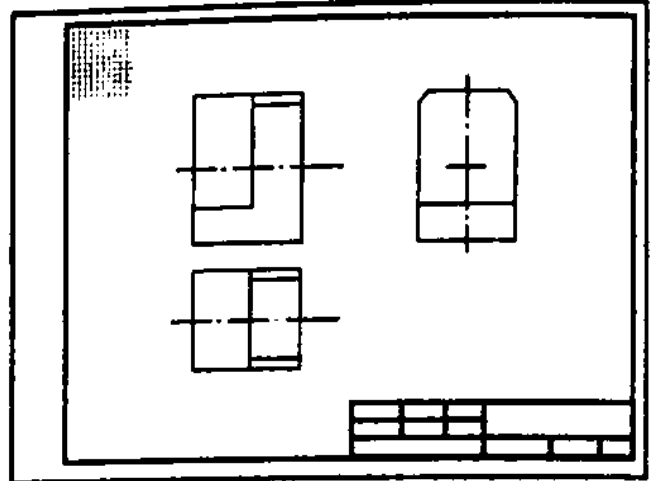
Последовательность составления эскиза разбирается по таблице, по которой ведется подробное объяснение:

- а. выбрать формат, наметить места для видов и если деталь симметричная, провести оси симметрии.
- б. наметить тонкими линиями виды детали, соблюдая глазомерно пропорциональность частей предмета и проекционную связь.
- в. убедившись в правильности изображений, удалить все лишние линии.
- г. нанести выносные и размерные линии.
- д. обмерить деталь и проставить размерные числа. Обвести эскиз
- е. заполнить основную надпись, где указать название детали, материал, из которого она изготовлена. Проверить эскиз.

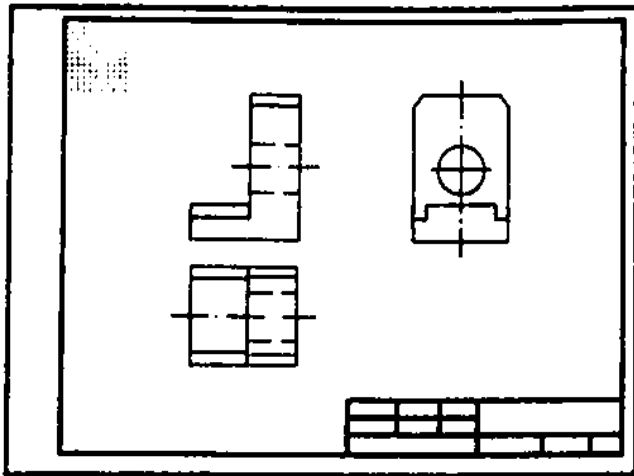
Последовательность выполнения эскиза приведена в таблице 8.



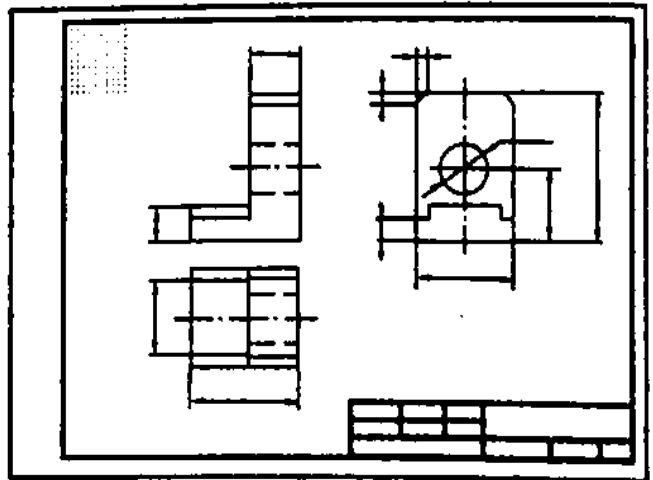
а)



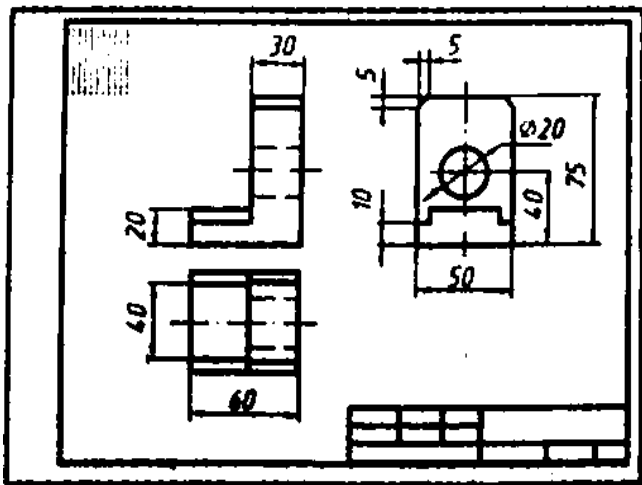
б)



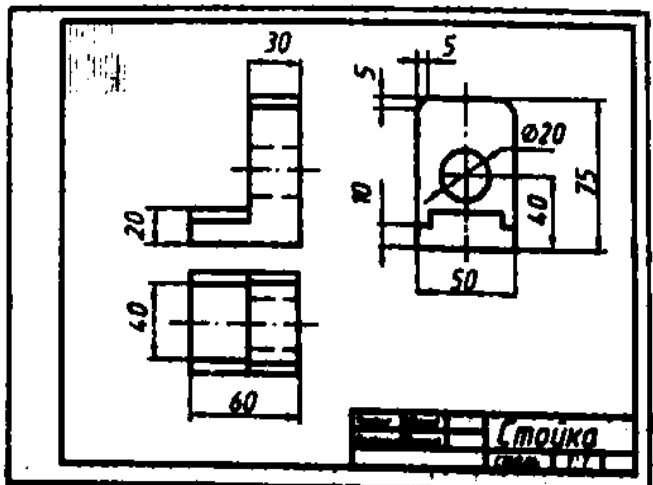
в)



г)



д)



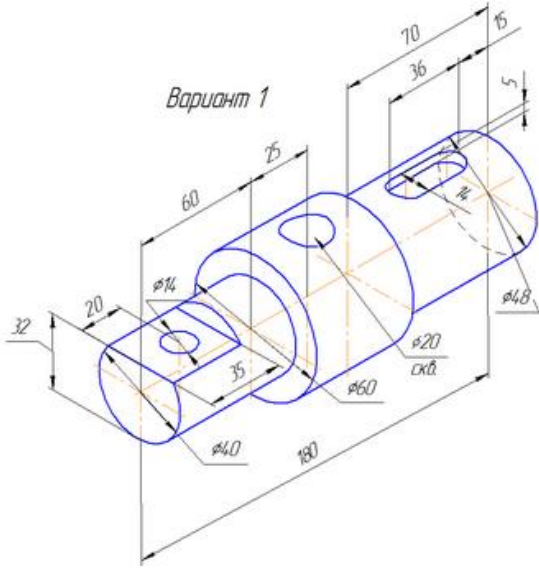
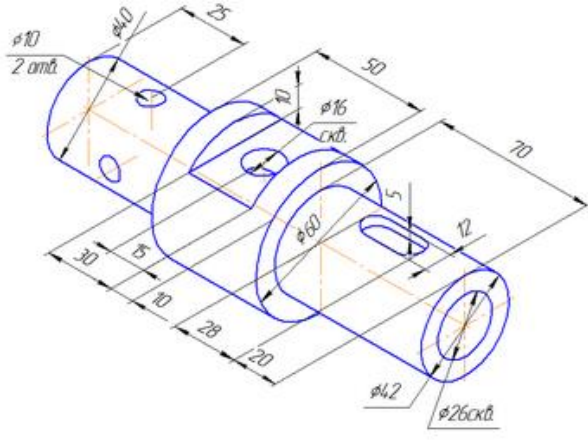
е)

## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ

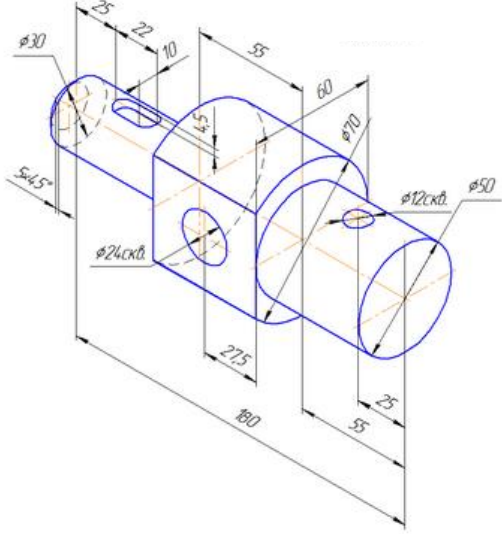
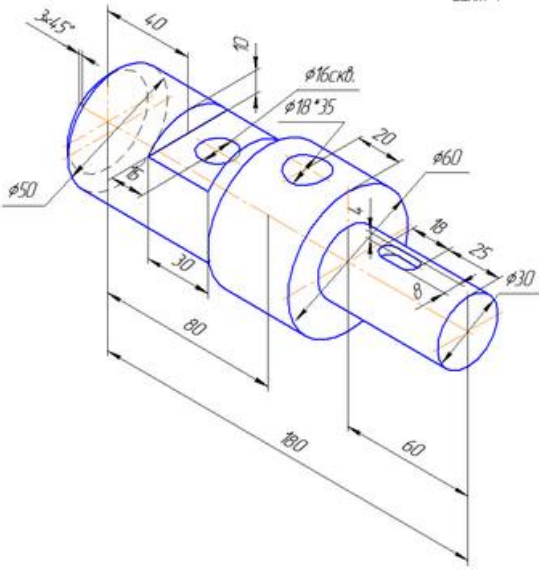
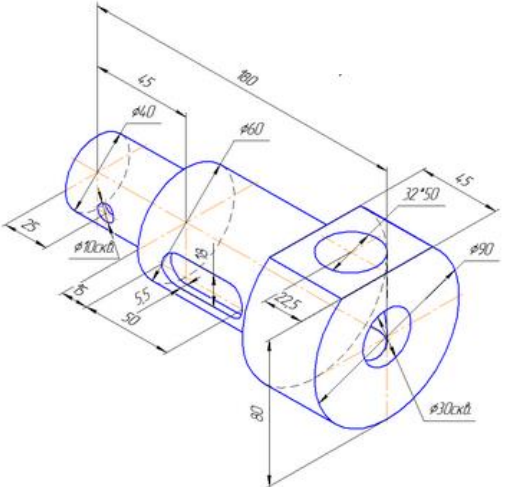
Задание. Выполнить рабочий чертеж детали. Нанести размеры, допуски и посадки, обозначить шероховатость поверхности детали. Номер варианта соответствует последней цифре зачетной книжки. Исходные данные приведены ниже в таблице 9.

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить правила выполнения эскизов и рабочих чертежей по ГОСТ 2.301-68, правила обозначения шероховатости на чертеже по ГОСТ 2.309-73.

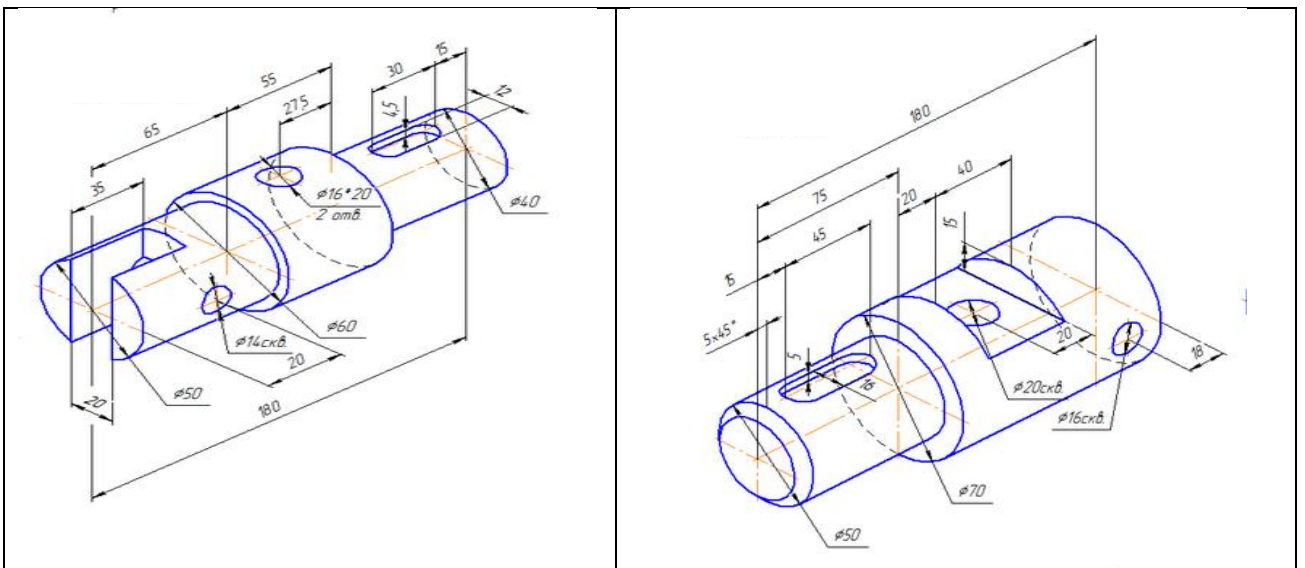
Таблица 9

Вариант 0	Вариант 1
<p>Выполнить рабочий чертеж детали «Вал» из Стали 45 ГОСТ 1050-88</p> 	<p>Выполнить рабочий чертеж детали «Вал» из Стали 45 ГОСТ 1050-88</p> 



Вариант 2	Вариант 3
<p data-bbox="235 233 820 300">Выполнить рабочий чертеж детали «Вал» из Стали 45 ГОСТ 1050-88</p> 	<p data-bbox="844 233 1429 300">Выполнить рабочий чертеж детали «Вал» из Стали 45 ГОСТ 1050-88</p> 
<p data-bbox="454 1192 600 1226">Вариант 4</p>	<p data-bbox="1096 1192 1242 1226">Вариант 5</p>
<p data-bbox="235 1234 820 1302">Выполнить рабочий чертеж детали «Вал» из Стали 45 ГОСТ 1050-88</p> 	<p data-bbox="844 1234 1429 1302">Выполнить рабочий чертеж детали «Вал» из Стали 45 ГОСТ 1050-88</p>

<p align="center"><b>Вариант 6</b></p>	<p align="center"><b>Вариант 7</b></p>
<p>Выполнить рабочий чертеж детали «Вал» из Стали 45 ГОСТ 1050-88</p>	<p>Выполнить рабочий чертеж детали «Вал» из Стали 45 ГОСТ 1050-88</p>
<p align="center"><b>Вариант 8</b></p>	<p align="center"><b>Вариант 9</b></p>
<p>Выполнить рабочий чертеж детали «Вал» из Стали 45 ГОСТ 1050-88</p>	<p>Выполнить рабочий чертеж детали «Вал» из Стали 45 ГОСТ 1050-88</p>



### Теоретический материал

#### **Выполнение чертежей деталей**

Выполнение чертежа детали начинают с выбора главного вида детали и компоновки чертежа. Как известно из курса проекционного черчения, главный вид детали располагают на месте фронтальной плоскости проекций, т. е. в верхнем левом углу любого формата чертежа (Рис. 78). Главный вид должен давать наиболее полное представление о детали. Грамотный и продуманный выбор главного вида позволяет сократить количество изображений до необходимого минимума. При выборе главного вида нужно учитывать так же положение детали, которое она занимает в механизме во время его работы или положение детали при ее изготовлении. Изображение детали именно в этих положениях на главном виде позволяет быстрее распознавать конструкцию детали в целом и ее элементы.

Также при выборе главного вида следует учитывать следующие условия:

— по возможности большее количество осей отверстий и других элементов ориентируют параллельно фронтальной плоскости проекций, на которой изображается главный вид;

—привалочная плоскость детали (плоскость, по которой деталь соединяется с другой деталью) должна, быть расположена горизонтально или параллельно профильной плоскости проекций, если изображается вид слева.

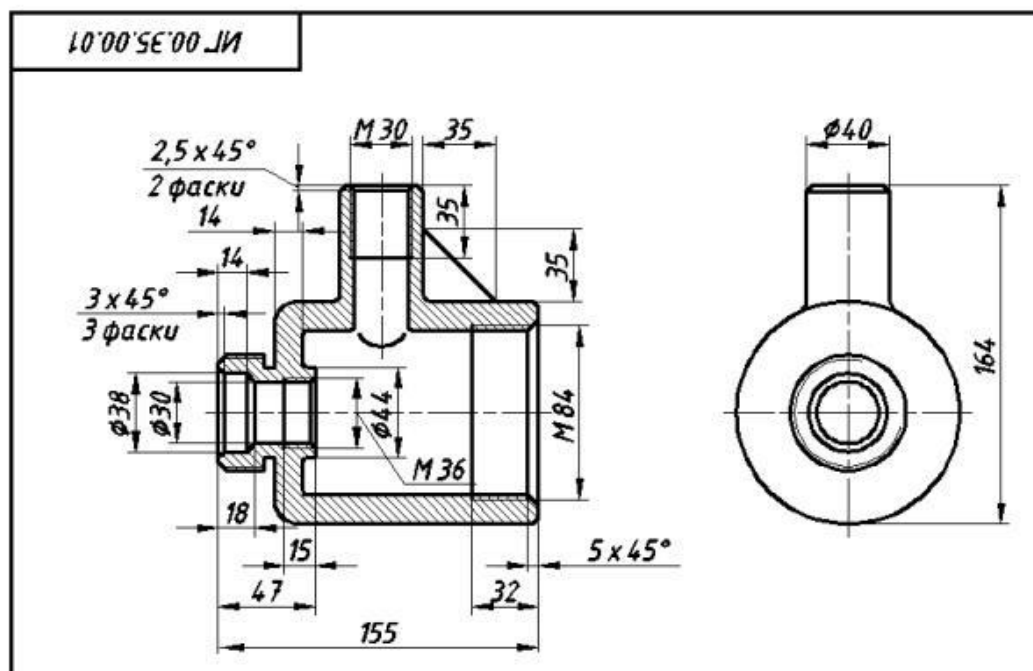


Рис. 78

Кроме главного вида, чертеж детали, как правило, содержит и другие различные изображения в необходимом количестве (Рис. 79). Количество изображений определяется только формой детали, а не количеством ее изображений на чертеже общего вида.

Изображения детали должны определять ее форму с исчерпывающей полнотой, на чертеже должны быть заданы размеры всех элементов детали

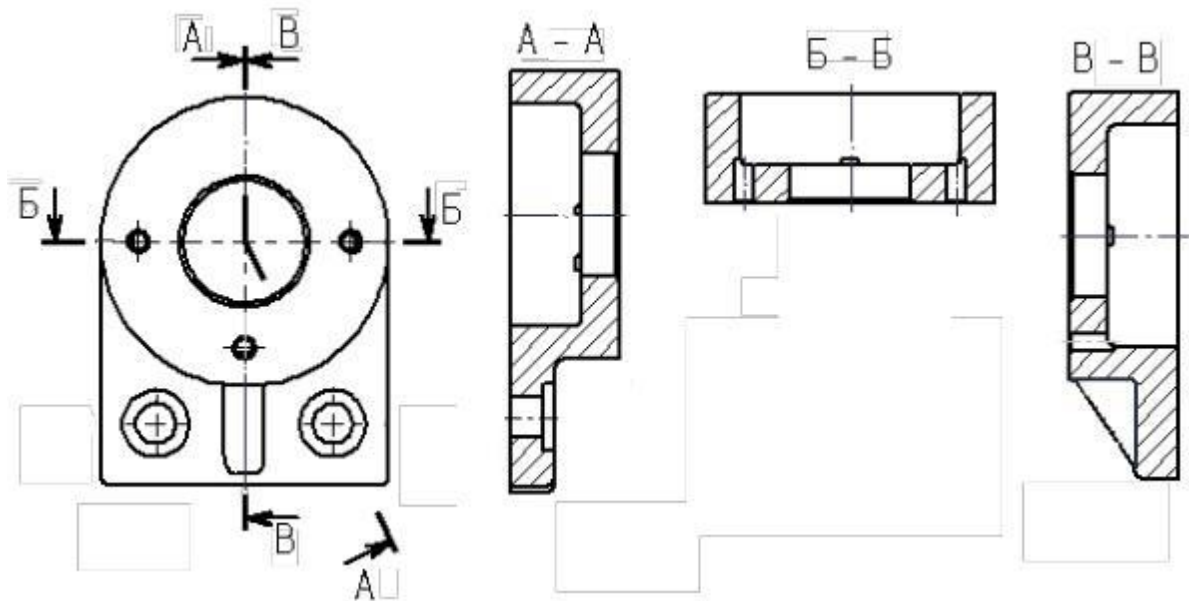


Рис. 79

и размеры их взаимного положения. Для того чтобы грамотно выполнять изображения на чертежах различных деталей, необходимо:

- четко представлять получение изображений по методу параллельного прямоугольного проецирования;
- уметь читать форму отдельных элементов детали по чертежу, используя при необходимости линии связи между изображениями;
- уметь (мысленно) расчленять детали на простые элементы — геометрические тела;
- знать особенности применения разрезов и сечений;
- знать установленные стандартами условности, применяемые для изображения тех элементов деталей (резьбы, шлицы, зубья венцов зубчатых колес и звездочек и т. д.), которые потребовались бы при точном вычерчивании сложных и трудоемких построений;
- знать, в каких случаях необходимы изображения на дополнительную плоскость и способы их построения.

Невозможно изготовить деталь, зная только ее размеры и форму, поэтому на чертеже детали размещают данные о материале, шероховатости поверхностей,

технические требования к точности изготовления и пр. Эти данные излагают в виде изображений, условных знаков и текстовых записей на поле чертежа в специально отведенных для этого местах и по определенным правилам.

Шероховатость участков поверхностей — величина, характеризующая неровность поверхности, измеряемая в микрометрах. Шероховатость поверхности — важный показатель в технической характеристике изделия, влияющий на эксплуатационные свойства деталей и узлов машин — износостойкость трущихся поверхностей, усталостную прочность, коррозионную устойчивость, сохранение натяга при неподвижных посадках и т.п. Шероховатость в значительной степени определяет срок службы деталей. Требования к шероховатости поверхности указывают числовым значением (или диапазоном значений) одного или нескольких параметров и базовой длиной. При назначении численных параметров в первую очередь уделяют особое внимание соприкасающимся участкам поверхностей различных деталей при их совместной эксплуатации и технологическим методам обеспечения этих параметров. Для этих участков назначают более точные значения шероховатости. Для неотчетливых поверхностей шероховатость поверхности определяется требованиями технической эстетики, коррозионной стойкости и технологией изготовления. Обозначение шероховатости поверхностей чертежах указывается специальным символом с числовыми значениями, который устанавливает ГОСТ 2.309. Знак обозначения шероховатости с пояснениями изображен на рисунке 80.

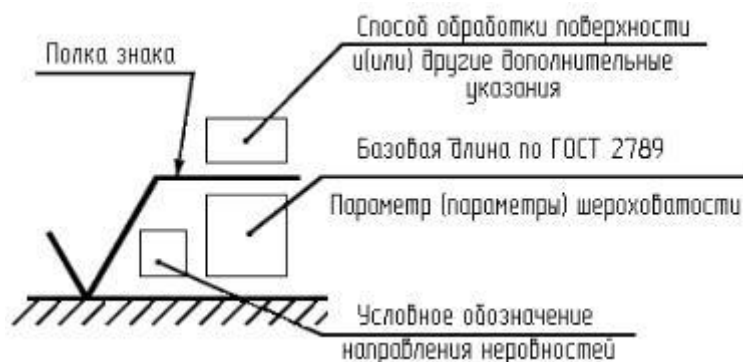


Рис. 80

Примеры нанесения знаков шероховатости показаны на рис. 83.

Элементы детали после изготовления могут оказаться несколько смещенными относительно друг друга, а их геометрическая форма отличаться от теоретической, поэтому на чертеже детали указывают допустимые отклонения формы и расположения участков поверхностей.

Отклонения формы и расположения поверхностей возникают в процессе обработки деталей из-за неточности и деформации станка, инструмента и приспособления, деформации обрабатываемого изделия, неравномерности припуска на обработку, неоднородности материала заготовки и т. п. В подвижных соединениях эти отклонения приводят к уменьшению износостойкости деталей вследствие повышенного удельного давления на выступах неровностей, к нарушению плавности хода, шуму и т. д. В неподвижных соединениях отклонения формы и расположения поверхностей вызывают неравномерность натяга, вследствие чего снижаются прочность соединения, герметичность и точность центрирования.

В сборках эти отклонения приводят к погрешностям базирования деталей друг относительно друга, деформациям, неравномерным зазорам, что вызывает нарушения нормальной работы отдельных узлов и механизма в целом.

Отклонения формы и расположения поверхностей снижают технологические показатели изделий. Они существенно влияют на точность и трудоемкость сборки, снижают точность измерения размеров, влияют на точность базирования детали при изготовлении и контроле. Различают отклонения формы: овальность, выпуклость, вогнутость, отклонение от цилиндричности, неплоскостность и др., и отклонения расположения: отклонения от перпендикулярности, параллельности, несоосности, несимметричности и т. д. Обозначения на чертежах допусков формы и расположения поверхностей выполняют по ГОСТ 2.308.

Допуски формы и расположения поверхностей указывают на чертежах условными обозначениями (Рис. 81) в прямоугольной рамке, разделенной на ча-

сти: в первой части — знак допуска; во второй части — числовое значение допуска, а при необходимости и длину нормируемого участка; в третьей и последующих частях — буквенное обозначение баз.

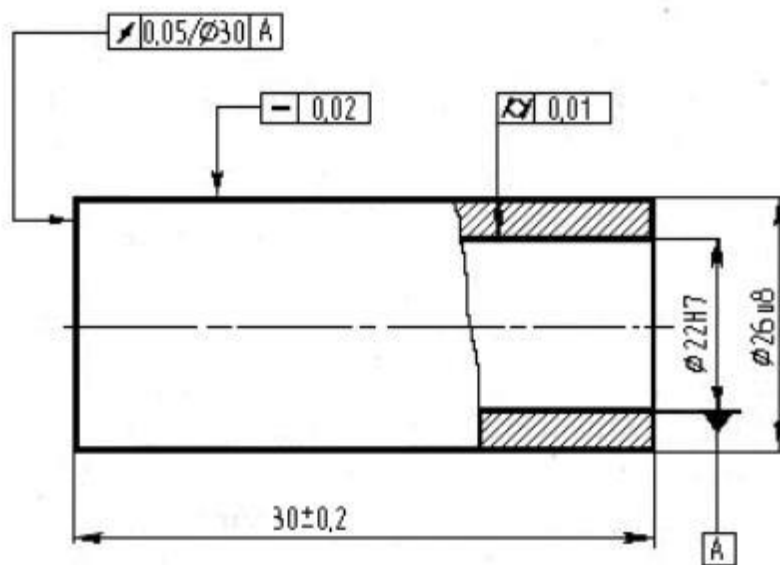


Рис. 81

Действительные размеры детали всегда отличаются от заданных номинальных на небольшую величину. Действительные размеры после изготовления могут оказаться несколько больше или меньше заданных значений размеров в чертеже, но если каждый из них не выходит за допустимые пределы, деталь считается годной. Эти пределы и называют допуском на размер. Поэтому размеры на чертеже детали всегда указывают с допусками, т. е. предельными отклонениями для этих размеров. Пределы возможных отклонений действительных размеров от заданных выражаются в микронах (1 микрон = 0,001 мм).

Размер, для которого указывают поле допуска, обозначают числом (номинальный размер) и условным обозначением, состоящим из букв и цифр, например: 24g6, 24H6, 30k8. Буква обозначает качество.

Квалитетом называют совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров. Всего установлено 19 квалитетов: от 0, 1, 2, 3, ... до ... 15, 16, 17 (самый грубый). При выборе большего



квалитета увеличивается допуск и нарушаются условия работы сопряженных деталей, при выборе точного качества повышается себестоимость детали, поэтому рациональный выбор качества на производстве имеет большое значение.

Предельные отклонения линейных размеров могут быть также указаны числовыми значениями предельных отклонений или условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений.

Примеры записей размеров с указанием допуска:  $60+0,25$ ,  $60-0,033$ . На рис. 81 приведены три разных записи одного и того же допуска сопрягаемых деталей. Примеры указанных допусков размеров также приведены на рисунках 81, 82 и чертеже детали (Приложение 1).

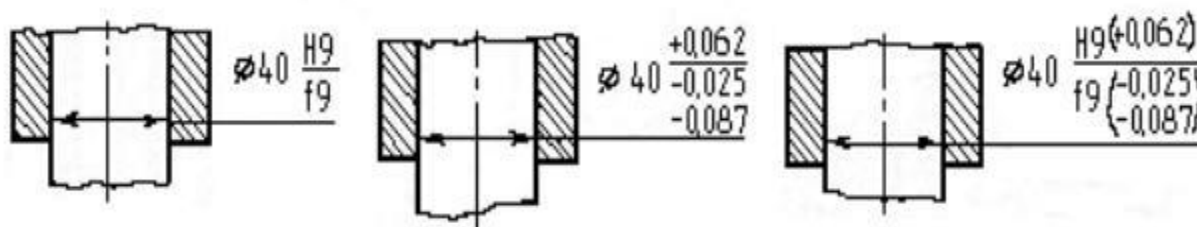


Рис. 82

Внешняя среда, в которой будет эксплуатироваться деталь, может оказывать разрушающее действие на поверхности детали. С целью противодействия и защиты против изнашивания или придания материалу специальных свойств, поверхность детали покрывают специальными материалами — покрытиями. Большинство покрытий выполняют гальваническим и химическим способами. Вид покрытия поверхностей детали определяется по установленным обозначениям, которые указывают в технических требованиях на поле чертежа, а на самих изображениях отмечают поверхности, подлежащие покрытию. Пример записи вида покрытия приведен в чертеже детали на рис. 83.

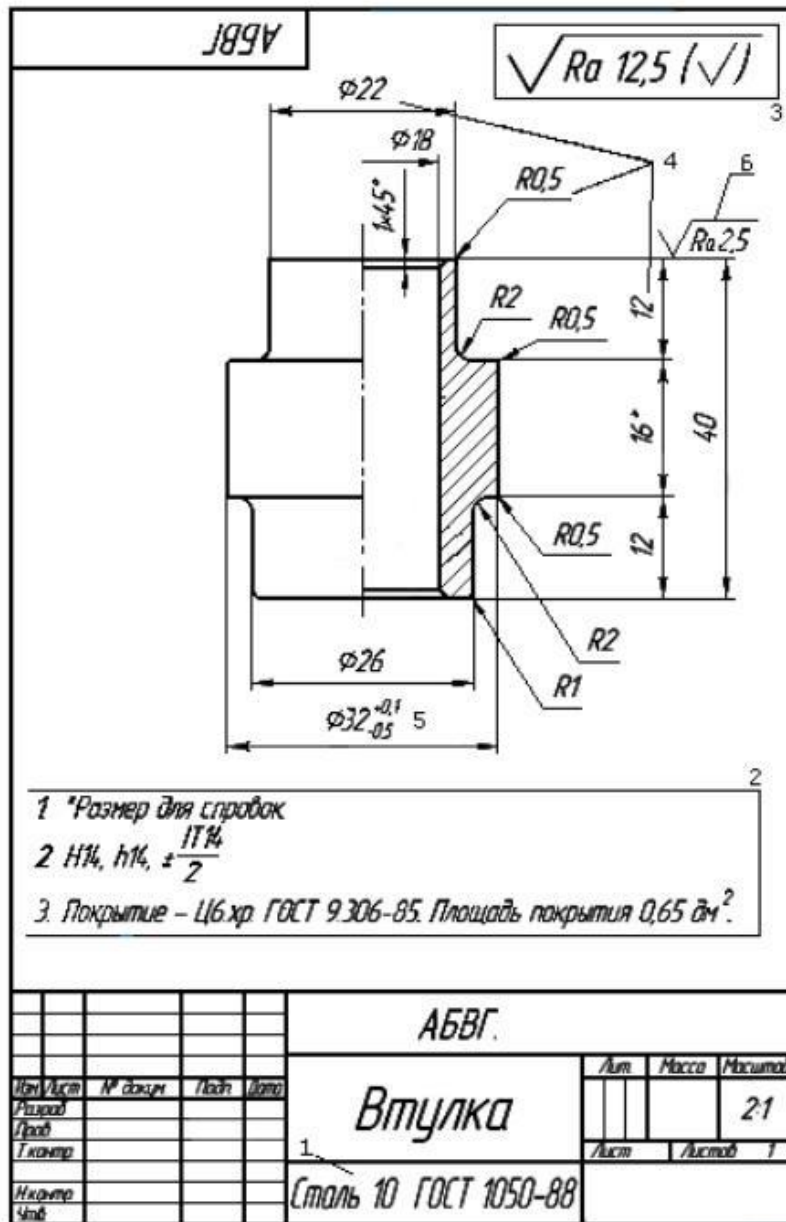


Рис. 83. Пример чертежа детали

## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

*Задание.* Вычертить два вида упрощенного изображения соединения болтом, общий вид которого показан на рис. 83. Работу выполнить на листе ф.А4. Относительные размеры деталей болтового соединения вычислить по формулам, приведенным ниже. Диаметр болта (ГОСТ 7798-70) определить по варианту из табл. 10.

Длину болта принять от 60 до 100 мм в зависимости от диаметра болта. Кроме болта в соединение входят гайка и шайба.

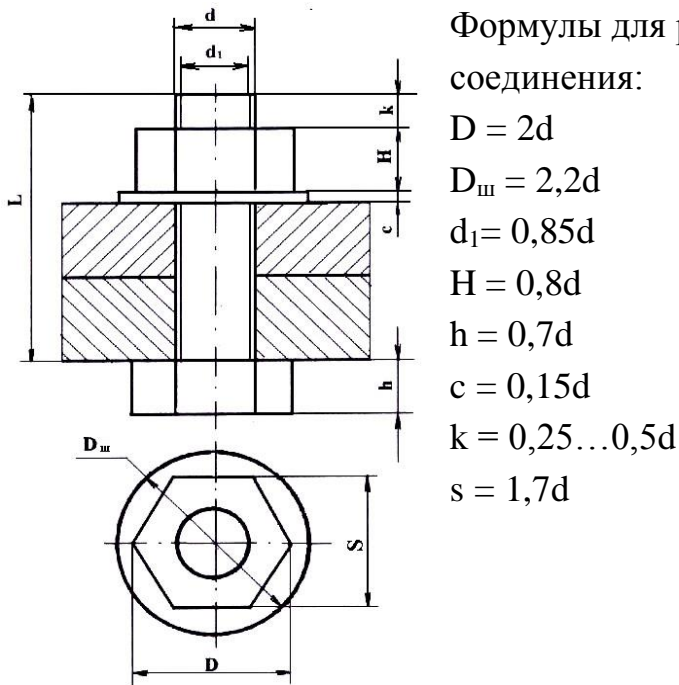


Рис. 84. Соединение болтом

Таблица 10

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
d	9	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36	42

На законченном чертеже нанести размер длины болта и обозначить резьбу. Для стандартных болтов применить метрическая резьба.

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить правила обозначения резьбы по ГОСТ 24705-2004 (ИСО 724:1993) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры.

### Теоретический материал

Резьбовое соединение - соединение деталей при помощи резьбы.

**Резьба** - чередующиеся выступы и впадины на поверхности тела вращения, расположенные по винтовой линии; применяется как средство соединения, уплотнения или обеспечения заданных перемещений деталей машин, механизмов, приборов, аппаратов, сооружений (Рис.85).

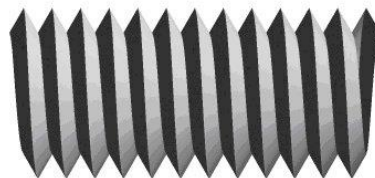


Рис.85 - Резьба

### **Основные параметры резьбы**

**Виток резьбы** - часть резьбы, образованной при одном повороте профиля вокруг оси вращения (Рис.86).

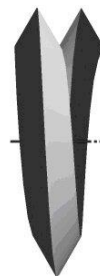


Рис.86 - Виток резьбы

**Наружный диаметр резьбы ( $d$ )** - диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или вписанного во впадины внутренней резьбы (Рис.87).

**Номинальный диаметр резьбы** - диаметр, условно характеризующий размеры резьбы и используемый при ее обозначении.

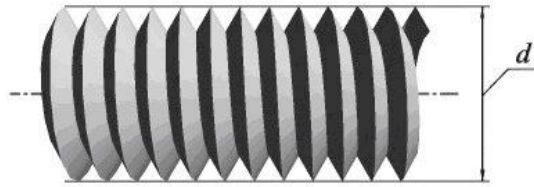


Рис.87 - Наружный диаметр резьбы

**Внутренний диаметр резьбы ( $d_1$ )** - диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или описанной вокруг вершин внутренней резьбы (Рис.88).

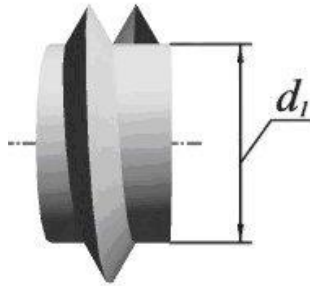


Рис.88 - Внутренний диаметр резьбы

**Профиль резьбы** - плоская фигура, получаемая в плоскости, проходящей через ось резьбы.

**Высота профиля ( $H$ )** - радиально измеренная высота основного расчетного теоретического профиля (высота исходного треугольного профиля), общего для резьбы на стержне и в отверстии.

**Угол профиля** - угол между боковыми сторонами профиля, измеренный в осевой плоскости резьбы (Рис.89).

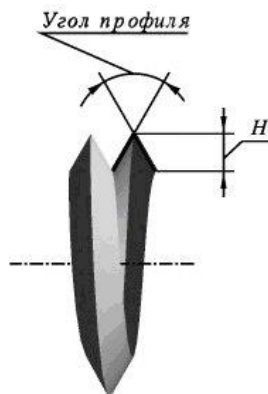


Рис.89 - Профиль резьбы

**Шаг резьбы ( $P$ )** - расстояние между соседними одноименными точками профиля в направлении, параллельном оси резьбы той же винтовой поверхности (Рис.90).

**Ход резьбы ( $P_h$ )** – расстояние по линии, параллельной осирезьбы, между исходной средней точкой на боковой стороне резьбы и средней точкой, полученной при перемещении исходной по винтовой линии на угол  $360^\circ$ , в однозаходной резьбе ход равен шагу, в многозаходной - произведению шага на число заходов  $n: P_h = nP$  (Рис.90.)

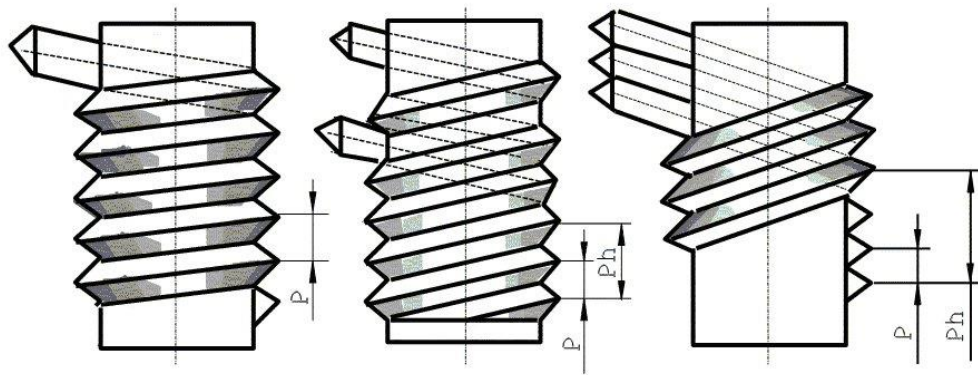


Рис.90 - Основные параметры резьбы

**Рабочая высота профиля ( $h$ )** - наибольшая высота соприкосновения сторон профиля резьбовой пары, измеренная радиально (Рис.91).

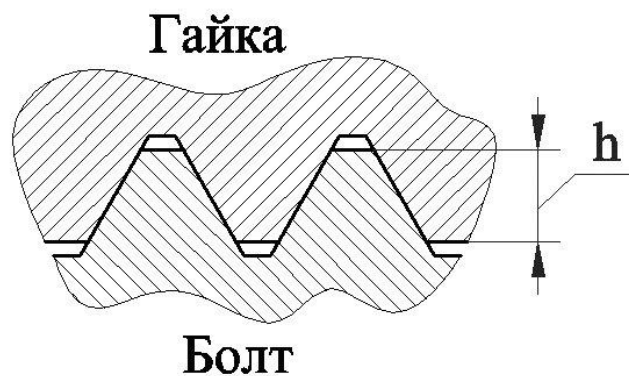


Рис.91 - Рабочая высота профиля

**Длина свинчивания ( $L$ )** - длина участка взаимного перекрытия наружной и внутренней резьб в осевом направлении.

## Классификация резьб

Для классификации резьбы используются следующие основные признаки (Рис.92):

- форма профиля;
- форма поверхности, на которой выполнена резьба;
- расположение резьбы;
- величина шага;
- число и направление заходов;
- эксплуатационное назначение.



Рис.92 - Классификация резьб

### Резьба метрическая

Профиль резьбы установлен ГОСТ 9150-81 и представляет собой треугольник с углом при вершине  $60^\circ$  (Рис.93).

Это основной вид крепежной резьбы, предназначенной для соединения деталей непосредственно друг с другом или с помощью стандартных изделий, имеющих метрическую резьбу, таких как болты, винты, шпильки, гайки.

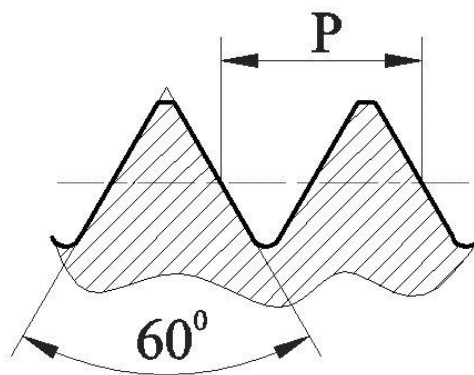


Рис.93 - Профиль метрической резьбы

Основные элементы и параметры ее задаются в миллиметрах (ГОСТ 24705-81).

Согласно ГОСТ 8724-81 метрические резьбы выполняются с крупным и мелким шагом на поверхностях диаметров от 1 до 68 мм - свыше 68 мм резьба имеет только мелкий шаг, причем мелкий шаг резьбы может быть разным для одного и того же диаметра, а крупный имеет только одно значение. Крупный шаг в условном обозначении резьбы не указывается. Например: для резьбы диаметром 10 мм крупный шаг резьбы равен 1,5 мм, мелкий - 1,25; 1; 0,75; 0,5 мм.

Примеры условного обозначения:

M18-6g резьба метрическая наружная номинальный диаметр 18мм шаг крупный, поле допуска резьбы 6g;

M18x0,5-6g резьба метрическая наружная номинальный диаметр 18 мм, поле допуска резьбы 6g, шаг мелкий  $P=0,5$ ;

M18LH-6g резьба метрическая наружная номинальный диаметр 18мм шаг крупный, поле допуска резьбы 6g, левая;

M18-6H резьба метрическая внутренняя номинальный диаметр 18мм шаг крупный, поле допуска резьбы 6H.

## Резьба дюймовая



В настоящее время не существует стандарт, регламентирующий основные размеры дюймовой резьбы. Ранее существовавший ОСТ НКТП 1260 отменен, и применение дюймовой резьбы в новых разработках не допускается.

Резьба треугольного профиля с углом при вершине  $55^\circ$  (Рис.94).

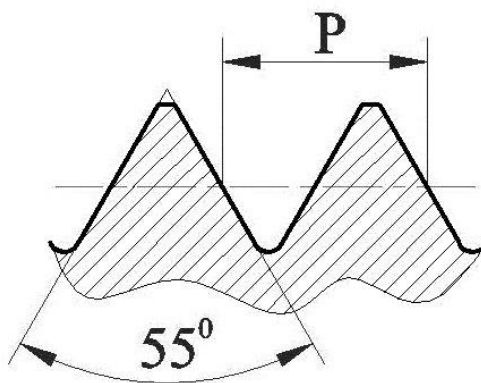


Рис.94 - Профиль дюймовой резьбы

### **Трубная цилиндрическая резьба**

В соответствии с ГОСТ 6367-81 трубная цилиндрическая резьба имеет профиль дюймовой резьбы, т. е. равнобедренный треугольник с углом при вершине, равным  $55^\circ$  (Рис.95).

Резьба стандартизована для диаметров от  $1/16''$  до  $6''$  при числе шагов  $z$  от 28 до 11. Номинальный размер резьбы условно отнесен к внутреннему диаметру трубы (к величине условного прохода). Так, резьба с номинальным диаметром 1 мм имеет диаметр условного прохода 25 мм, а наружный диаметр 33,249 мм.

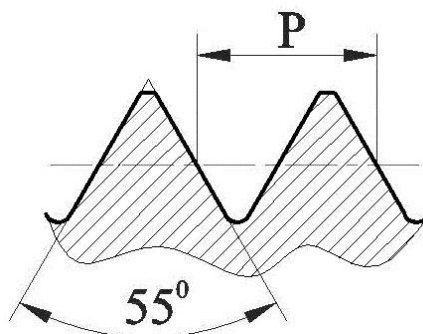


Рис.95 - Профиль трубной цилиндрической резьбы

Примеры условного обозначения:

G1<sup>1/2</sup>-А резьба трубная цилиндрическая, 1<sup>1/2</sup> условный проход в дюймах, класс точности А;

G1<sup>1/2</sup>LH-B-40 резьба трубная цилиндрическая, 1<sup>1/2</sup> условный проход в дюймах, левая, класс точности В, длина свинчивания 40 мм.

### Резьба трапецеидальная

Резьба с профилем в виде равнобочной трапеции с углом 30° (Рис. 96). Применяется для передачи возвратно-поступательного движения или вращения в тяжело нагруженных подвижных резьбовых соединениях. Часто используется при изготовлении ходовых винтов, согласно ГОСТ 24738-81 выполняется на поверхностях диаметров от 8 до 640 мм.

Трапецеидальная резьба может быть *однозаходной* (ГОСТ 24738-81, ГОСТ 24737-81) и *многозаходной* (ГОСТ 24739-81). ГОСТ 9484-81 устанавливает профиль трапецеидальной резьбы.

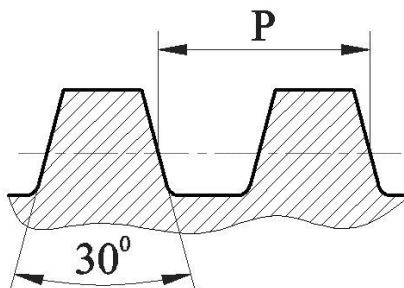


Рис.96 - Профиль трапецеидальной резьбы

Пример условного обозначения:

Tr40x6 - трапецеидальная однозаходная резьба с наружным диаметром 40 мм, шагом 6 мм.

### Резьба упорная

Резьба с профилем в виде не равнобочной трапеции с углом рабочей стороны 3° и нерабочей - 30° (Рис.97). Упорная резьба, как и *трапецеидальная*, может быть *однозаходной* и *многозаходной*. Выполняется на поверхностях диаметров от 10 до 640 мм (ГОСТ 10177-82). Применяется для передачи больших усилий, действующих в одном направлении: в домкратах, прессах и т.д.

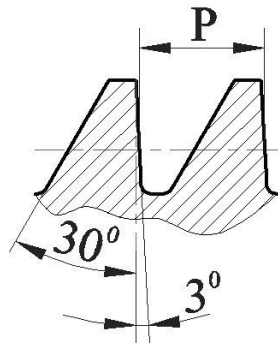


Рис.97 - Профиль упорной резьбы

Пример условного обозначения:

S80X10 - упорная однозаходная резьба с наружным диаметром 80 мм, шагом 10 мм;

S80X20(P10) - упорная многозаходная резьба с наружным диаметром 80 мм, величина хода 20 мм, шаг 10 мм

### **Резьба прямоугольная (квадратная)**

Резьба с прямоугольным (или квадратным) нестандартным профилем, поэтому все ее размеры указываются на чертеже. Применяется для передачи движения тяжело нагруженных подвижных резьбовых соединений. Обычно выполняется на грузовых и ходовых винтах (Рис.98).

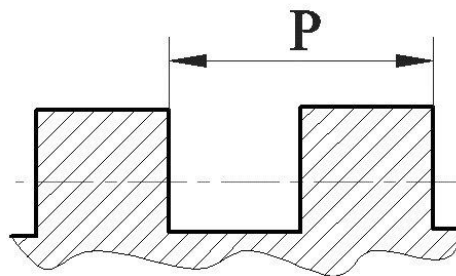


Рис.98 - Профиль прямоугольной резьбы

### **Резьба круглая**

Резьба с круглым профилем (ГОСТ 9484-81) (Рис.99). Обладает сравнительно большим сроком службы и повышенным сопротивлением при значительных нагрузках. Применяется для часто свинчиваемых соединений (шпиндели, вентили и т.д.), работающих в загрязненной среде, а также для тонкостенных деталей с накатанной или штампованной резьбой, например, цоколь электролампы.

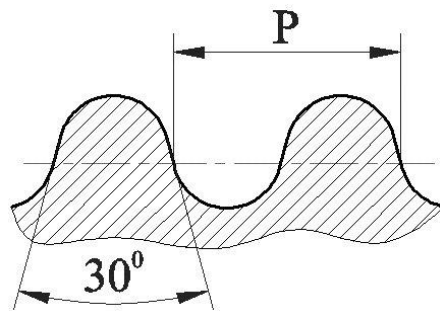


Рис.99 - Профиль круглой резьбы

Пример условного обозначения:

Rd16 - круглая резьба с наружным диаметром 16 мм.

Если резьба круглая применяется в соединениях санитарно-технической арматуры, то обозначение будет следующим: Kp12x 2,54 ГОСТ 13536-68.

### **Изображение резьбы**

ГОСТ 2.311-68 устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах.

Резьбу на стержне изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по внутреннему диаметру.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбег, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную 3/4 окружности, разомкнутую в любом месте (Рис.100).

Расстояние между тонкой линией и сплошной основной принимают в пределах не менее 0,8 мм и не больше шага резьбы P.

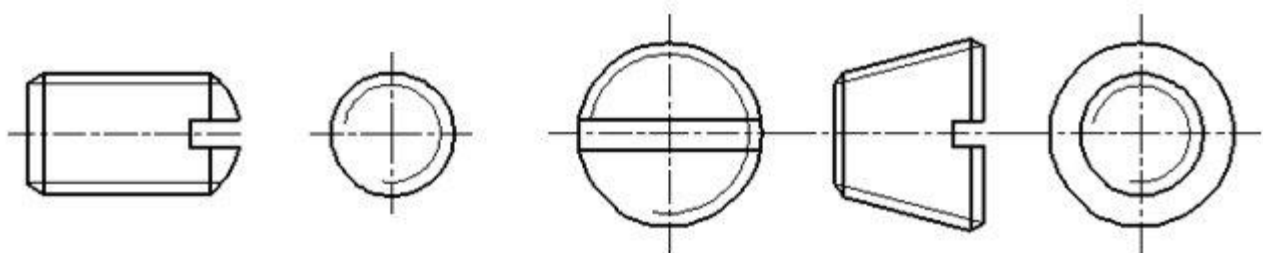


Рис.100 - Изображение резьбы на стержне

Резьбу в отверстиях (Рис.101) изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по наружному диаметру.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте.

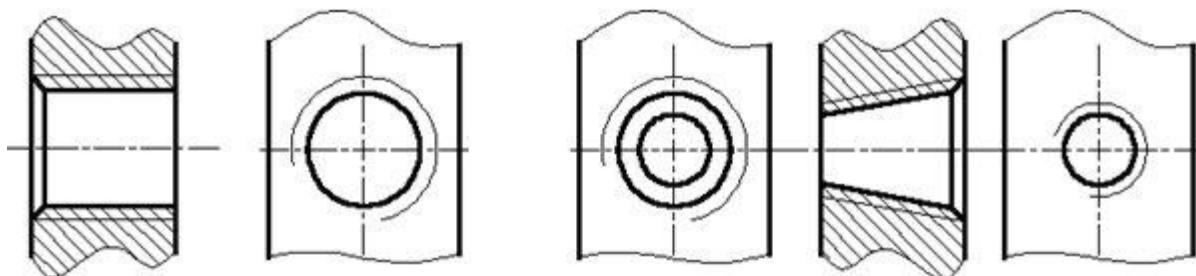


Рис. 101 - Изображение резьбы в отверстии

Резьбу, показываемую как невидимую (Рис. 102), изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру.

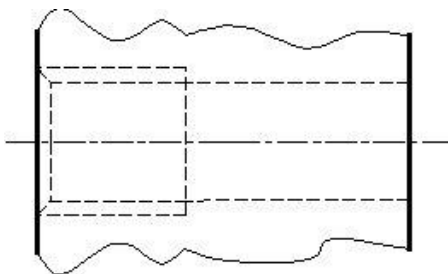


Рис. 102 - Изображение невидимой резьбы

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстиях с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображены как невидимая (Рис. 102, 103).

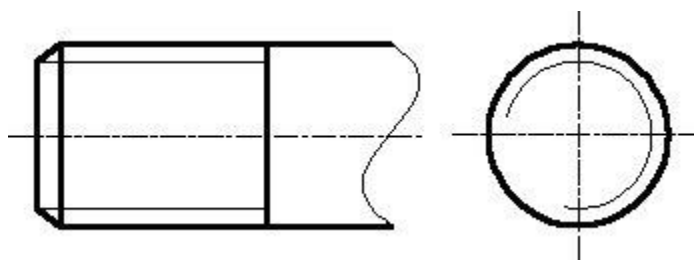


Рис. 103 - Изображение границы резьбы

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстиях, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии (Рис 104).

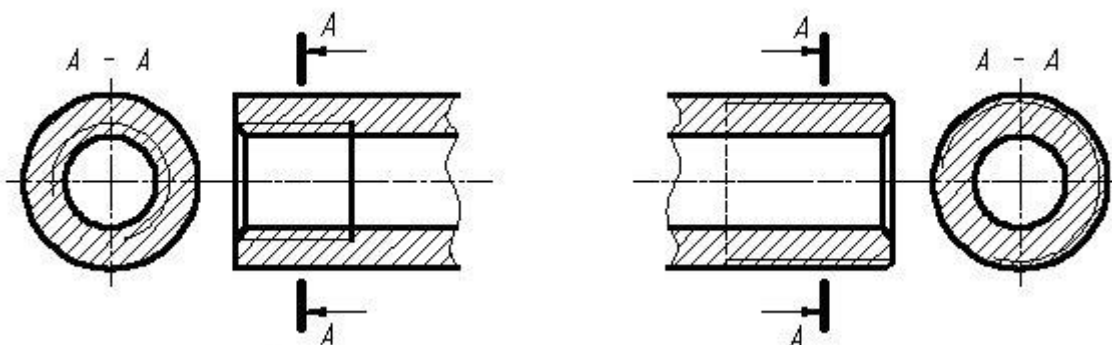


Рис. 104 - Изображение резьбы в разрезе

Допускается изображать недорез резьбы, как показано рисунке 105.

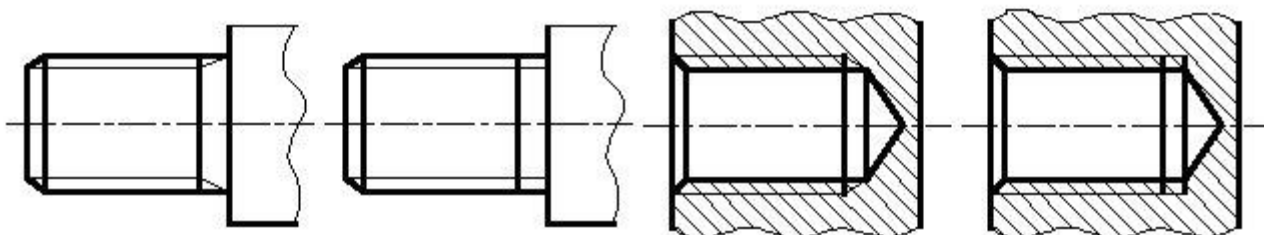


Рис.105 - Изображение недореза резьбы

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на рисунках, даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы (Рис.106).



Рис.106 - Упрощение в изображении резьбы

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, не изображают (Рис. 106). Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

На разрезах резьбового соединения в изображениях на плоскости параллельной к его оси, в отверстии показывается только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (Рис.107).

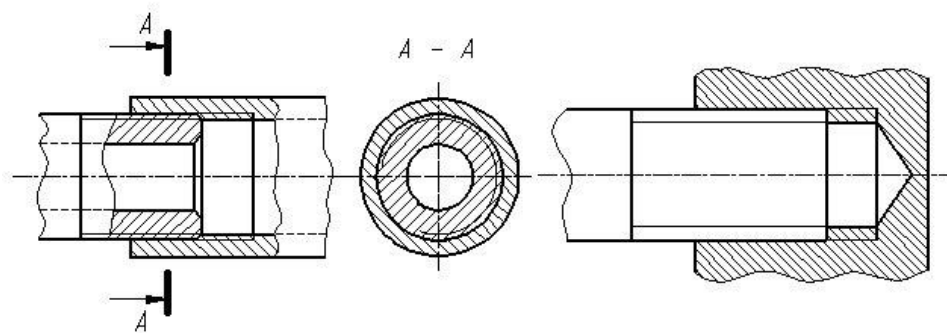


Рис.107 - Разрез резьбового соединения

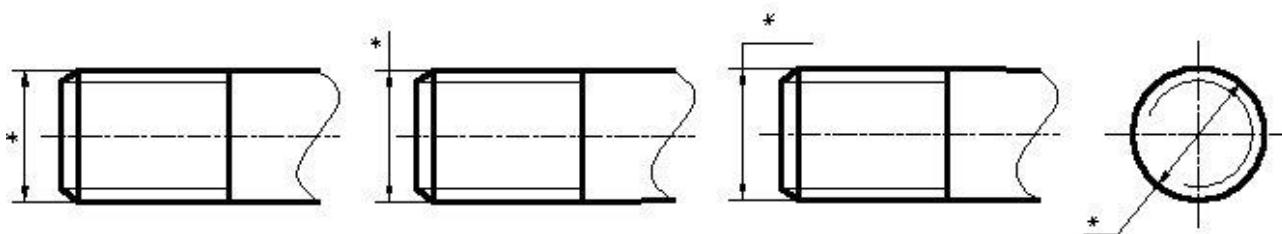


Рис.108- Обозначение наружной резьбы

Обозначение резьб указывают по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб и относят их для всех резьб, кроме конической и трубной цилиндрической, к наружному диаметру, как показано на рисунках 108 и 109.

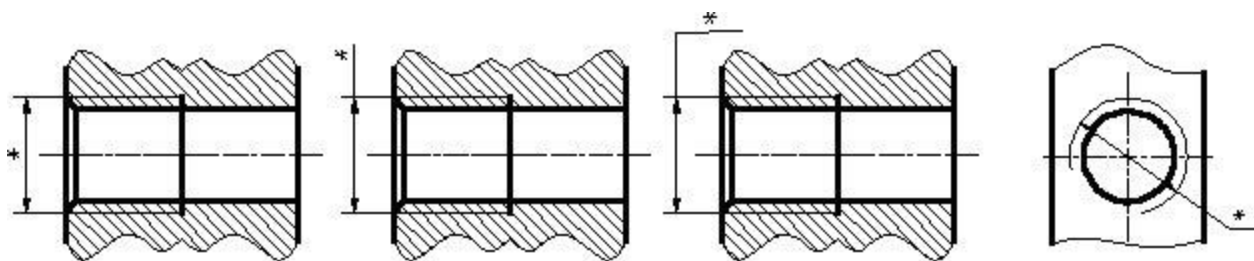


Рис.109 - Обозначение внутренней резьбы

Обозначение конической и трубной цилиндрической резьбы наносят, как показано на рисунке 110.

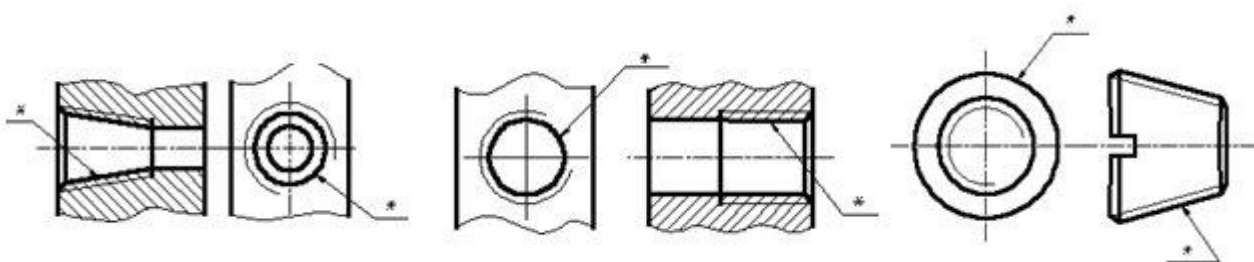


Рис.110 - Обозначение конической и трубной резьбы

### Крепежные детали

**Крепёжные детали** - детали для неподвижного соединения частей машин и конструкций. К ним обычно относят детали резьбовых соединений: **болты, винты, шпильки, гайки, шурупы, шайбы, шплинты**, а также **штифты**.

Основным параметром резьбовых крепежных деталей является резьба, форма и размеры которой соответствуют стандартам.

**Болт** (Рис.111) - крепёжная деталь для разъёмного соединения частей машин и сооружений в виде стержня с резьбой на одном конце и шести- или четырёхгранной головкой на другом. Конструкции болтов весьма разнообразны в зависимости от назначения болтового соединения. Болты изготавливают из углеродистой, низколегированной или специальной стали, латуни и др.





Рис.111 - Болт

**Винт**(Рис.112) - изделие цилиндрической или конической формы с резьбовой поверхностью. Различают винты, с потайной, полупотайной, полукруглой, шестигранной, цилиндрической и гладкой головками.



Рис.112 - Винт

**Гайка** (Рис.113) - деталь резьбового соединения или винтовой передачи, имеющая отверстие с резьбой.

Крепёжная гайка в резьбовом соединении навинчивается на конец болта или шпильки или же на резьбовой участок вала, оси для закрепления от осевого перемещения сидящих на них деталей - подшипников качения, шкивов ит. п.

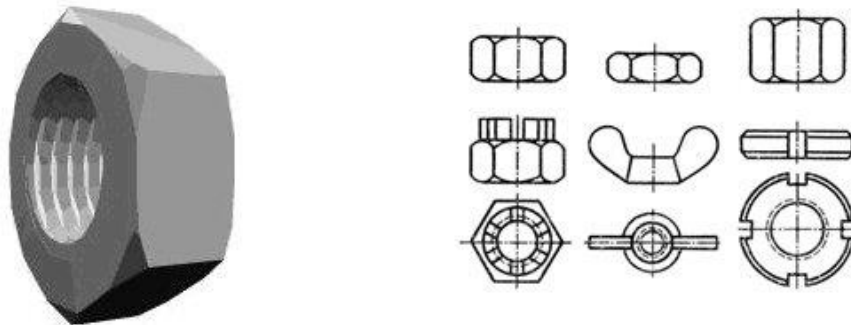


Рис.113 - Гайки

**Шпилька**, крепёжная деталь, представляющая собой металлический стержень с резьбой на обоих концах (Рис.114). Конец шпильки ввинчивается в одну из соединяемых деталей, а другая деталь прижимается к первой при навинчивании гайки на другой конец шпильки.



Рис.114 - Шпилька

**Шайба** (Рис.115), деталь, подкладываемая под гайку или головку болта для предупреждения смятия поверхностей соединяемых деталей, предохранения их от царапин при завинчивании гаек, винтов и для перекрытия зазора между стержнем болта и отверстием в деталях.

Шайбы общего назначения применяют для увеличения площади опоры, если опорная поверхность из мягкого материала или неровная, а также если отверстие под винт продолговатое или увеличенного диаметра. Косую и сферические шайбы используют для устранения перекоса гайки или головки винта при затяжке. Быстросъемную шайбу применяют в приспособлениях для экономии времени на снятие обработанной детали и установку новой. Пружинная шайба уменьшает опасность самоотвинчивания винтов или гаек благодаря силам упругости сжатой шайбы.

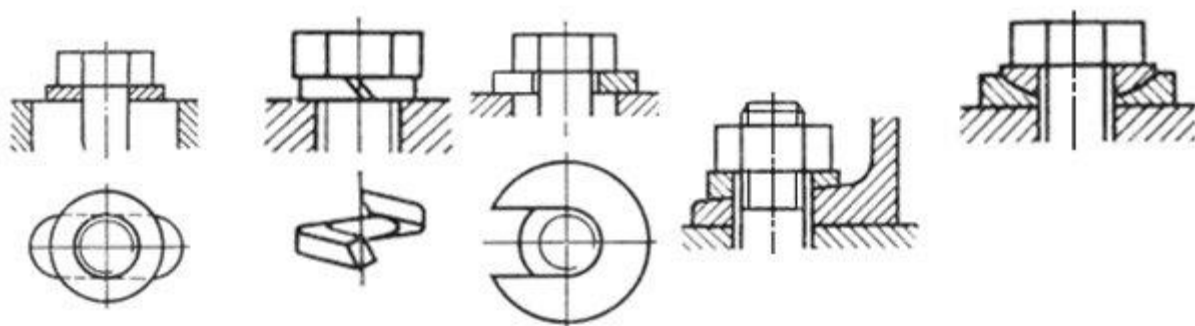


Рис.115 - Шайбы

Стопорная (запирающая) шайба путём отгибания её частей устраняет возможность поворота гайки или винта относительно опорной детали или вала (Рис.116).

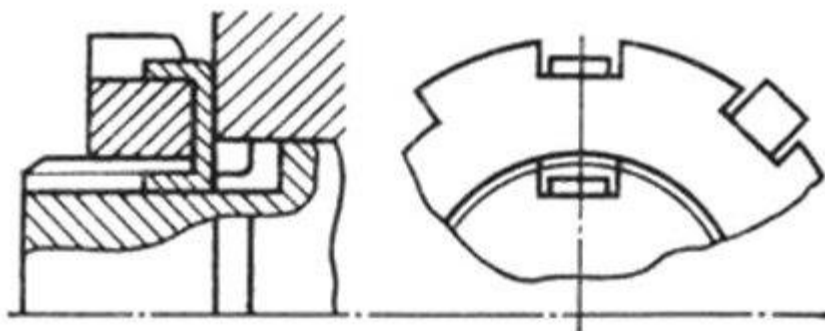


Рис.116 - Стопорная шайба

**Болтами, гайками и шайбами** осуществляют **болтовые соединения** (Рис.117), при которых не требуется нарезания резьбы в соединяемых деталях, однако должно быть предусмотрено место для размещения головки болта.

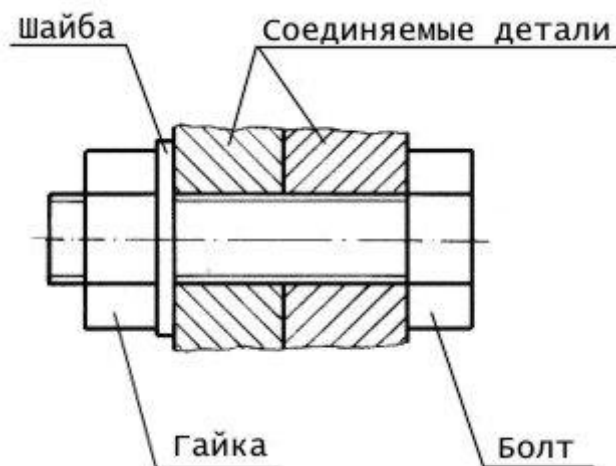


Рис.117 - Болтовое соединение

Стопорные шайбы предотвращают самоотвинчивание болтов и гаек при вибрациях и ударах.

Если размещение болтов затруднено или нежелательно делать сквозное отверстие в деталях, используют винты и шпильки.

### **Упрощенные изображения крепежных деталей**

ГОСТ 2.315-79 устанавливает упрощенные и условные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах и чертежах общего вида. Форму изображения выбирают в зависимости от назначения и масштаба чертежа. Крепёжные

детали, у которых на чертеже диаметры стержней равны 2 мм и менее, изображают условно. Размер изображения должен давать полное представление о характере соединения.

Упрощенное изображение соединения деталей с применением болта, шайбы и гайки представлено на рисунке 118.

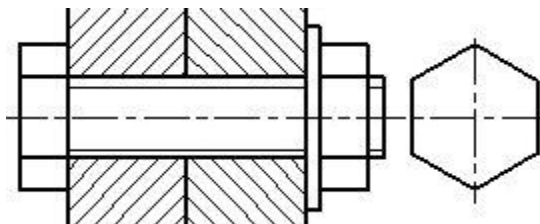


Рис.118 - Упрощенное изображение болтового соединения

Упрощенное соединение деталей с применением шпильки, корончатой гайки и шплинта представлено на рисунке 119.

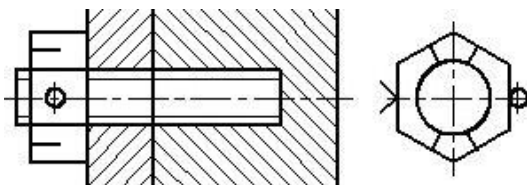


Рис.119 - Упрощенное изображение соединения шпилькой

Упрощенное соединение деталей с применением винта с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ представлено на рисунке 120.

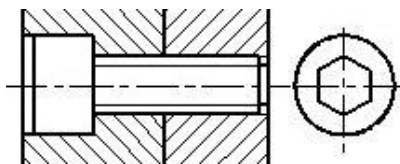


Рис.120 - Упрощенное изображение винтового соединения

Упрощенное соединение деталей винтом с цилиндрической головкой представлено на Рис.121.

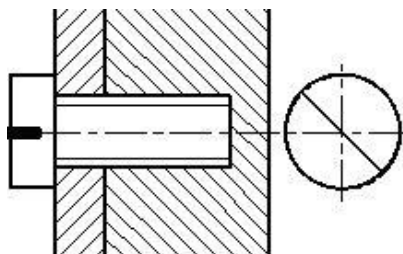


Рис.121 - Упрощенное изображение соединения винтом с цилиндрической головкой

Упрощенное соединение деталей винтом с потайной головкой представлено на рисунке 122.

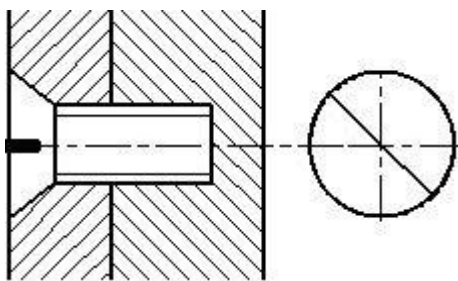


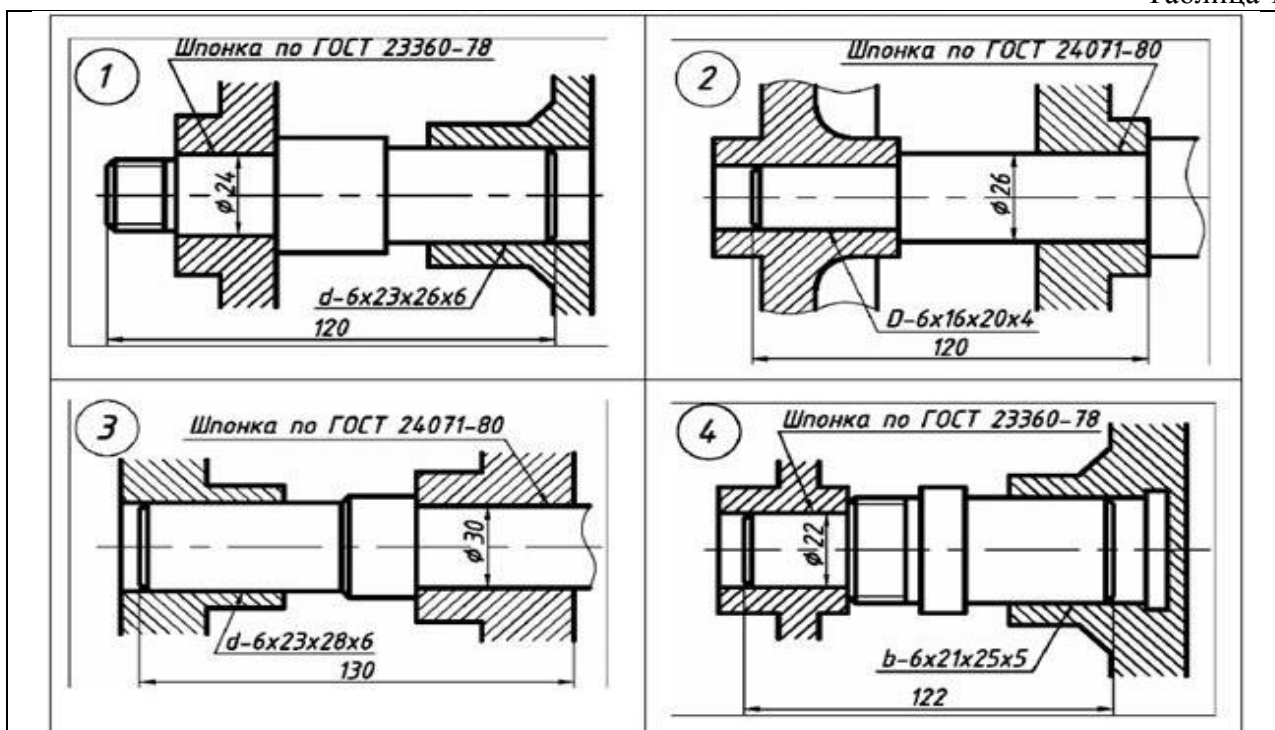
Рис.122 - Упрощенное изображение соединения винтом с потайной головкой

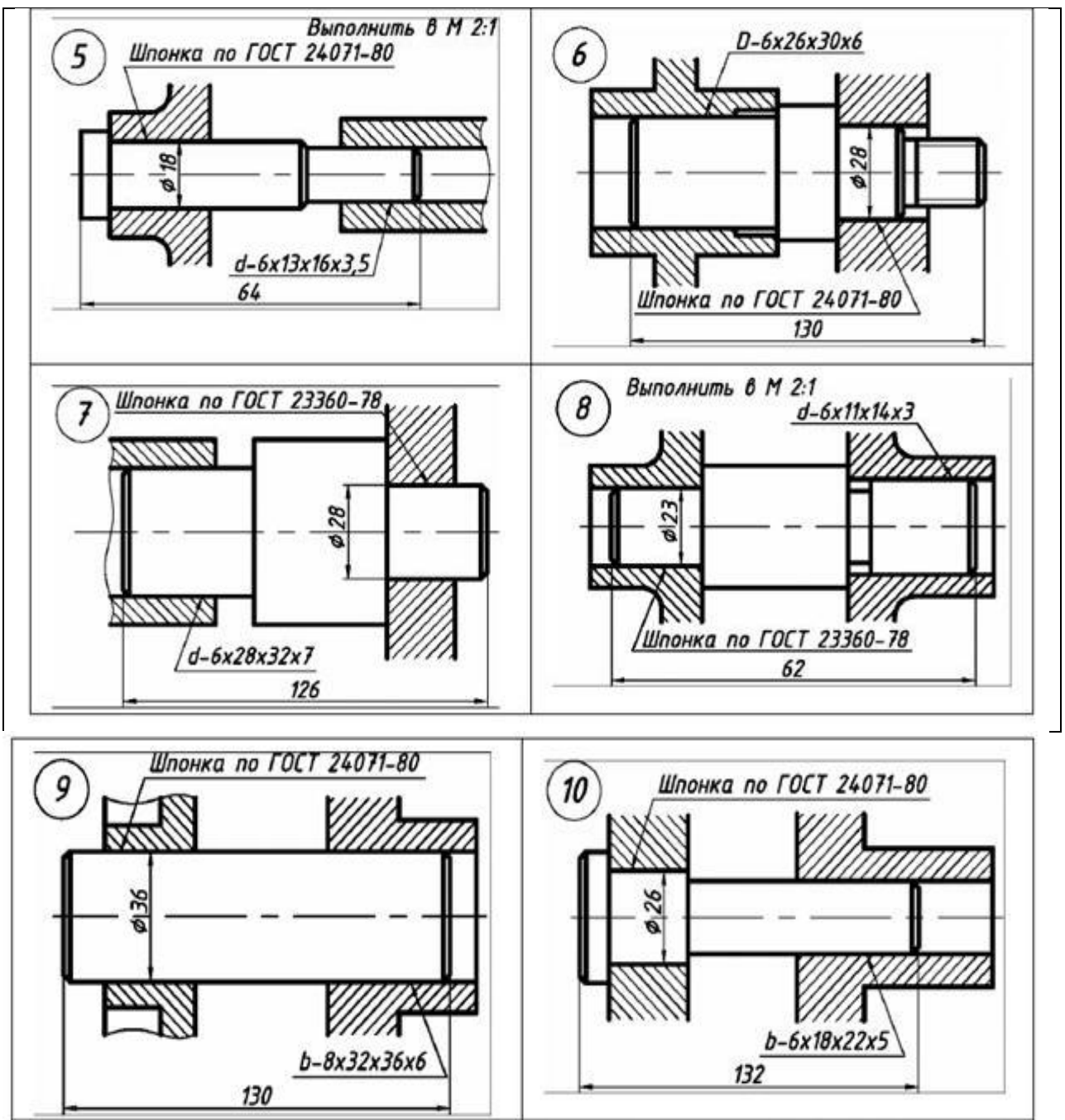
## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14. ВЫПОЛНЕНИЕ ШПОНОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ И ШЛИЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ

Задание. Выполнить чертеж шпоночного и шлицевого соединения на листе ф. А3. Исходные данные приведены ниже в таблице 11. Номер варианта соответствует последней цифре зачетной книжки. Если последняя цифра равна нулю, то вариант задания 10. Образец выполнения дан на рисунке 123.

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить виды неразъемных соединений, правила обозначения на чертеже шпоночных и шлицевых соединений по ГОСТ1139-80.

Таблица 11





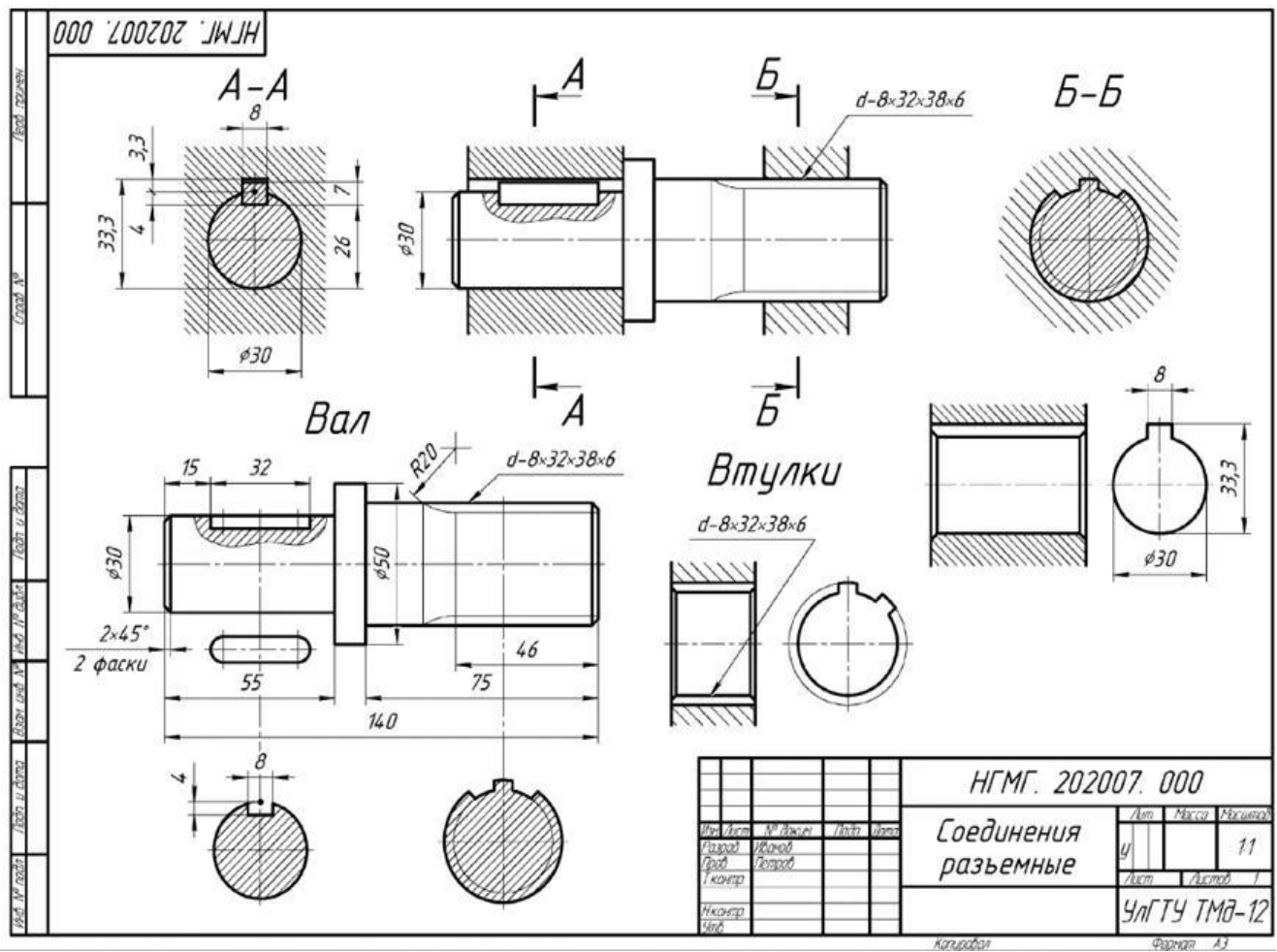


Рис. 123 Образец выполнения графической работы № 14

### Теоретический материал

#### Шлицевое соединение

Эти соединения называют **многошпоночными**, в нем шпонки выполнены как одно целое с валом, что позволяет передавать большие крутящие моменты по сравнению со шпоночным соединением.

Кроме того, шлицевое соединение хорошо обеспечивает взаимное центрирование втулки (колеса) и вала, что очень важно для валов с большим числом оборотов.

Вал (Рис.123) имеет равномерно расположенные впадины (шлицы), между которыми находятся зубья. Зубья входят во впадины втулки, образуя шлицевое соединение. Профили зубьев и впадин бывают **прямобочные, эвольвентные и**



треугольные (Рис.122). Наиболее широко применяют прямоугольное соединение. Размеры шлицевых соединений установлены стандартами.

**Основные параметры:** число зубьев  $z$ , внутренний диаметр  $d$ , наружный диаметр  $D$ , ширина зуба  $b$ .

Шлицевое соединение изображают согласно ГОСТ 2.409-74\* упрощенно (Рис.124).

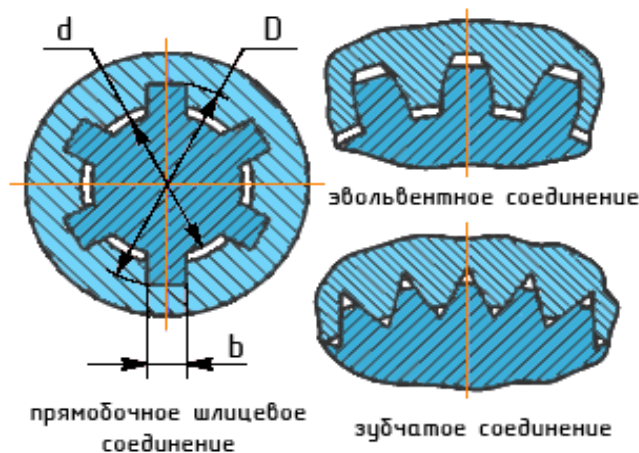


Рисунок 122 — Профили шлицев



Рисунок 123 — Вал со шлицами

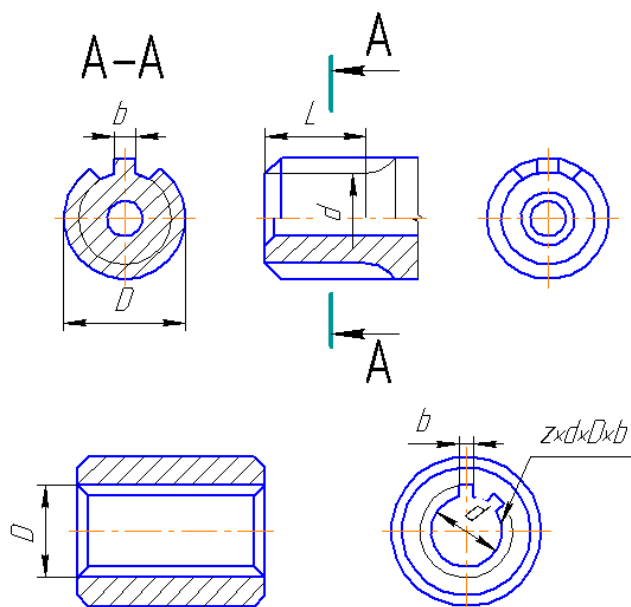


Рис.124. Пример детали со шлицевым хвостовиком и фрагменты чертежей деталей  
 Размеры шлицевых прямобочных соединений приведены в таблице 12.

Таблица 12

Размеры шлицевых прямобочных соединений по ГОСТ 1139-80 (СТ СЭВ 188-75), мм					
Легкая серия		Средняя серия		Тяжелая серия	
Номинальный размер «z» x «d» x «D»	b	Номинальный размер «z» x «d» x «D»	b	Номинальный размер «z» x «d» x «D»	b
6x23x26	6	6x11x14	3	10x16x20	2,5
6x26x30	6	6x13x16	3,5	10x18x23	3
6x28x32	7	6x16x20	4	10x21x26	3
8x32x36	6	6x18x22	5	10x23x29	4
8x36x40	6	6x21x25	5	10x26x32	4
8x42x46	8	6x23x28	6	10x28x35	4
8x46x50	9	6x26x32	6	10x32x40	5
8x52x58	10	6x28x34	7	10x36x45	5
8x56x62	10	8x32x38	6	10x42x52	6
8x62x68	12	8x36x42	7	10x46x56	7

«z» — число шлицев, «d» — внутренний диаметр, «D» — наружный диаметр, «b» — ширина шлица

### Соединение шпонкой

Шпоночное соединение применяют для фиксации деталей при передаче крутящих моментов (Рис.124). Крутящий момент от вала через шпонку передается на втулку. Конструкция и размеры шпонок регламентируются стандартами.

На валу выполняют (фрезеруют) паз, повторяющий профиль шпонки на глубину, определяемую Таблицей 13.

В детали, одеваемой на вал, выполняют сквозной паз шириной, равной ширине шпонки, глубиной, определяемой Таблицей 13.

Параметры шпонки и пазов в соединяемых деталях зависят от диаметра вала в месте шпоночного соединения (Таблица 13).

Шпонки общего назначения подразделяют на **призматические, клиновидные, сегментные.**

Наиболее широко используются **призматические** шпонки (Рис.125). Боковые грани у этих шпонок — рабочие, под верхней имеется зазор. Сечение шпонки зависит от диаметра вала (Таблица 13), длина — от передаваемого крутящего момента и конструктивных особенностей соединения.

**Обозначение:** Шпонка 2-18x11x100 ГОСТ 23360-78, где 2 — исполнение 18x11 — сечение (18 — ширина \* 11 - высота), 100 — длина.

Последовательность сборки: шпонка закладывается в паз вала, деталь одевается на вал и шпонку смещением ее вдоль оси вращения вала.

Шпонка закрепляет втулку только от проворачивания. Требуется крепление втулки от возможного осевого смещения!

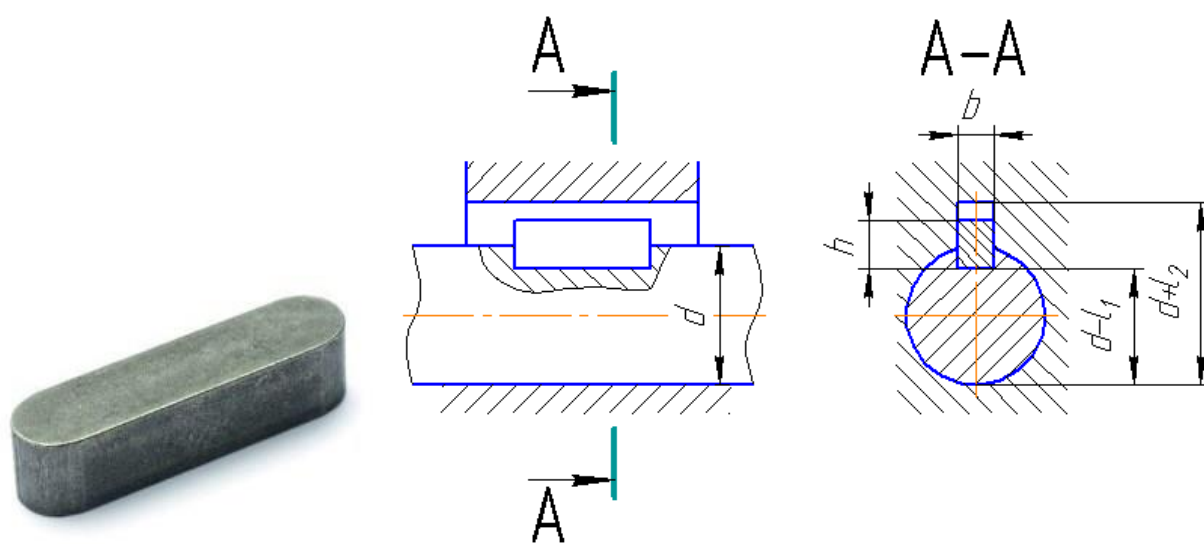


Рис.125

Шпонки призматические по ГОСТ 23360-78, мм								
Диаметр вала, $d$	Размеры сечения шпонки		Глубина вала		Радиус закругления паза, $r$ или фаска, $s$ , $45^\circ$		Длина шпонки, $l$	Фаска для шпонки, $s$
	$b$	$h$	вал, $t_1$	втулка, $t_2$	наим.	наиб.		
от 6 до 8	2	2	1,2	1,0	0,08	0,16	от 6 до 20	0,15 – 0,25
св. 8 >> 10	3	3	1,8	1,4			6 – 36	
>> 10 >> 12	4	4	2,5	1,8			8 – 45	
св. 12 >> 17	5	5	3	2,3	0,16	0,25	10 – 56	0,25 – 0,40
>> 17 >> 22	6	6	3,5	2,8			14 – 70	
>> 22 >> 30	8	7	4	3,3			18 – 90	
св. 30 >> 38	10	8	5	3,3	0,25	0,4	22 – 110	0,40 – 0,60
>> 28 >> 44	12	8	5	3,3			28 – 140	
>> 44 >> 50	14	9	5,5	3,8			32 – 160	
>> 50 >> 58	16	10	6	4,3			45 – 180	
>> 58 >> 65	18	11	7	4,4			50 – 200	
св. 65 >> 75	20	12	7,5	4,9	0,4	0,6	56 – 220	0,60 – 0,80
>> 75 >> 85	22	14	9	5,4			63 – 250	

## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15. ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

**Задание.** Начертить на формате А4 сборочный чертёж зубчатой цилиндрической передачи, если известны следующие параметры:

Модуль зацепления  $m = 3,5$

Число зубьев колеса  $z_1 = 24$

Число зубьев шестерни  $z_2 = 12$

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить виды зубчатых передач, правила расчета зубчатых зацеплений.

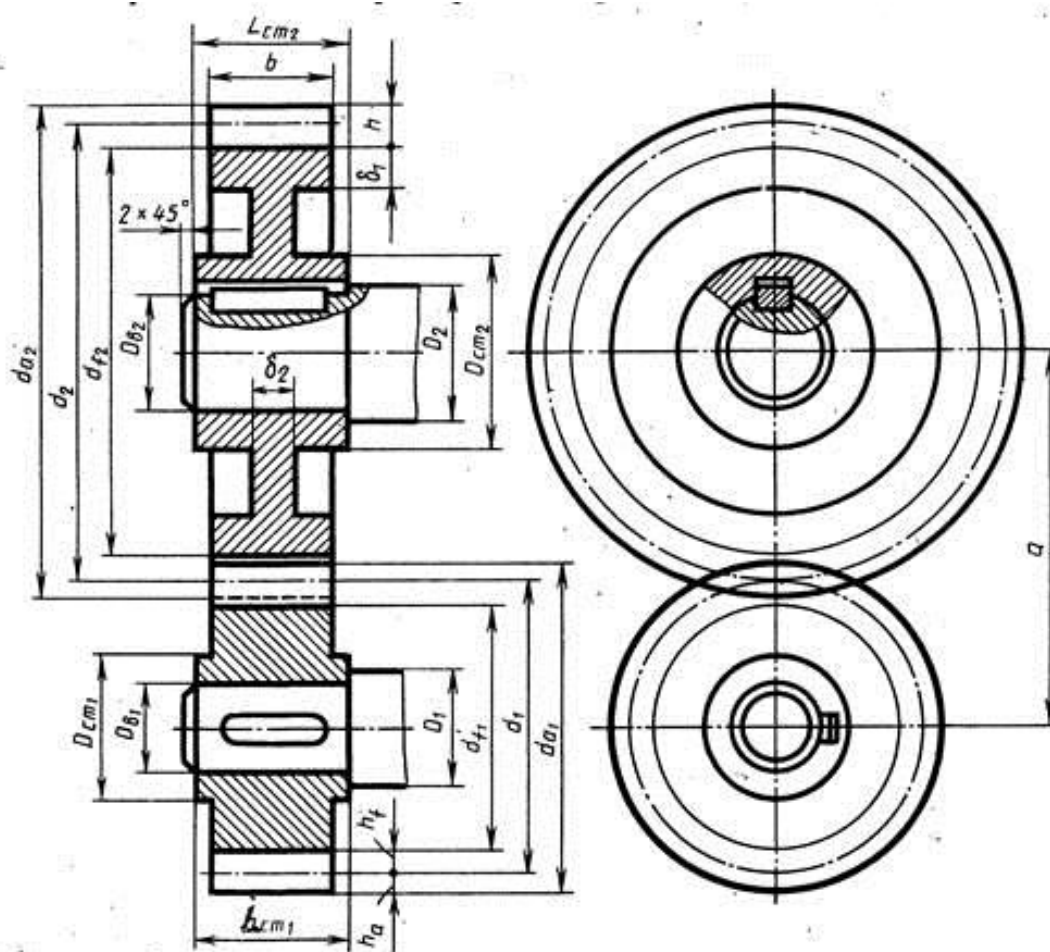


Рис.126. Образец выполненного задания

### Теоретический материал

Зубчатые передачи применяют для передачи вращательного движения между валами.

На рисунке 127, а изображены два цилиндрических катка, катящихся один по-другому без проскальзывания. Преобразуем катки в зубчатые колеса, прорезав на них с этой целью впадины и нарастив выступы, образующие зубья определенного профиля (Рис. 127 б).

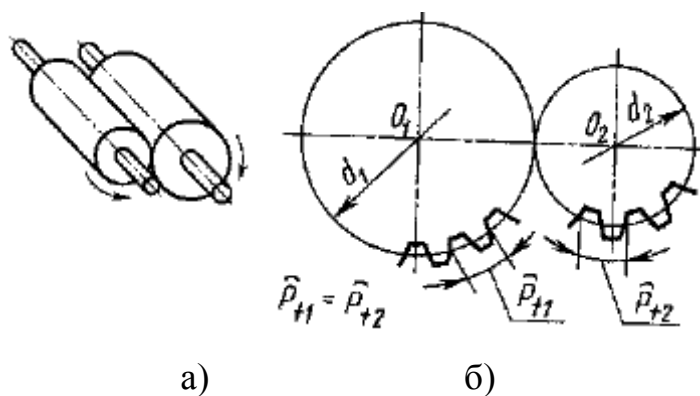


Рис. 127. Образование зубчатой передачи

Необходимое условие возможности работы передачи – это равенство окружных шагов, измеренных по дугам начальных окружностей.

Широкое применение зубчатых передач обуславливает многообразие конструктивных форм зубчатых колес. Наиболее просты по конструктивному исполнению зубчатые колеса малого диаметра. Они представляют собой сплошной цилиндр с зубьями и отверстием для посадки на вал (Рис. 128 а). В колесах больших диаметров обод и ступица колеса соединяются между собой с помощью диска с отверстиями. Для обеспечения жесткости диск может быть выполнен с ребрами (Рис. 128 б).

Если требуется установка бесшумной и плавной передачи, то применяют косозубые (Рис. 128 в) и шевронные колеса (Рис. 128 г).

Для передачи вращательного движения при различном положении валов применяют конические, червячные и реечные передачи.

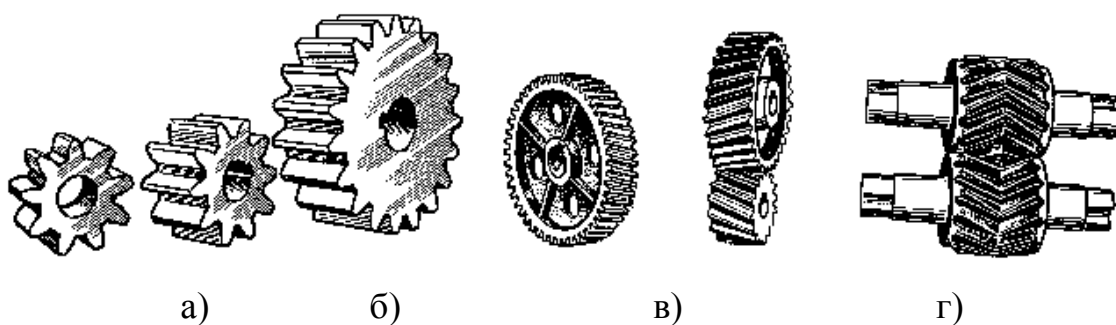


Рис. 128. Виды зубчатых колес: а – сплошной диск; б – диск с ребром; в – косозубое; г – шевронное

### Элементы зубчатых передач

На рисунке 129 дано упрощенное наглядное изображение цилиндрического прямозубого колеса.

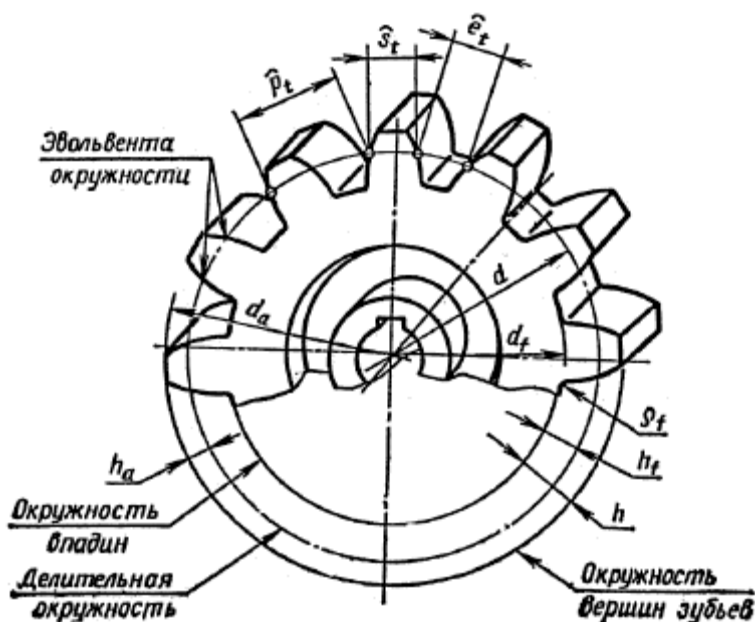


Рис. 129. Упрощенное наглядное изображение цилиндрического прямозубого колеса

Основными параметрами зубчатого колеса согласно ГОСТ 16531-70 являются:  $d$  – диаметр делительной окружности;  $d_a$  – диаметр окружности выступов;  $d_f$  – диаметр окружности впадин;  $P_t$  – окружной делительный шаг зубьев, представляющий собой расстояние между одноименными профилями соседних

зубьев по дуге делительной окружности;  $S_t$  – окружная толщина зуба;  $e_t$  – окружная ширина впадины зуба;  $h_a$  – высота головки зуба;  $h_f$  – высота ножки зуба;  $Z$  – число зубьев.

Основным расчетным параметром зубчатого зацепления является модуль зацепления

$$m = \frac{P_t}{\pi}$$

Так как длина делительной окружности  $\pi d = P_t Z$ , то

$$d = m Z; \quad m = \frac{d}{Z}$$

Из этих уравнений следует два определения модуля:

- это линейная величина, в  $\pi$  раз меньшая окружного шага;
- это число миллиметров делительного диаметра, приходящихся на один зуб.

Модуль является основным расчетным параметром зубчатой передачи. Его значения (0,05...100 мм) при проектировании выбирают из ГОСТ 9563-60, пример рекомендуемых значений приведен в таблице 14.

Таблица 14

Рекомендуемые значения модулей

Ряд	Модуль зацепления, (m), мм													
1	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
2	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	18	22

### Расчет и вычерчивание зубчатых колес

Выполнение эскиза или чертежа прямозубого колеса с натуры проводится в следующей последовательности:



1. Штангенциркулем измеряют диаметр окружности вершин  $d_a$ .
2. Подсчитывают число зубьев  $z$ .

3. Определяют модуль зацепления зубьев по формуле: 
$$m = \frac{d_a}{z + 2}.$$

Полученное значение модуля надо округлить до ближайшего (по ГОСТ 9563-60, табл. 14).

4. Подсчитывают диаметры:

- Делительный  $d = m_{cm} z$ ;
- окружности вершин  $d_a = m_{cm} (z + 2)$ ;
- окружности впадин  $d_f = m_{cm} (z - 2,5)$ .

5. Определяют размеры остальных элементов зубчатого колеса путем непосредственного измерения.

6. Вычерчивают зубчатое колесо согласно ГОСТ 2.402-68, который предусматривает следующие условности:

- зубья зубчатых колес не вычерчивают, и изображаемые детали ограничивают поверхностями выступов. Если необходимо показать профиль зуба, то его вычерчивают на выносном элементе;
- допускается показывать профили зубьев на ограниченном участке изображения детали (Рис. 130 а);
- окружности и образующие поверхностей выступов зубьев показывают сплошными основными линиями;
- делительные окружности показывают штрихпунктирными тонкими линиями;
- окружности впадин зубьев в разрезах и сечениях показывают сплошными основными линиями;
- если секущая плоскость проходит через ось зубчатого колеса, то на разрезах зубья условно совмещают с плоскостью чертежа и показывают нерассе-ченными независимо от угла наклона зуба;

- если необходимо показать направление зубьев, то на изображение наносят три сплошные тонкие линии с соответствующим наклоном (Рис. 130 б);
- согласно ГОСТ 2.403-75 на рабочих чертежах цилиндрических зубчатых колес выполняют полный фронтальный разрез и ось колеса располагают горизонтально.
- на изображении зубчатого колеса должны быть указаны: диаметр вершин зубьев; ширина зубчатого венца; размеры фасок или радиусы притупления на кромках зубьев; шероховатость боковых поверхностей зубьев; необходимые конструктивные размеры;
- на чертеже зубчатого колеса должна быть помещена таблица параметров зубчатого венца, которая состоит из 3-х частей: основные данные; данные для контроля; справочные данные.

Из рисунка 131 видно, как определить дополнительные параметры косозубого колеса. Таблица параметров в учебных целях дана сокращенной.

Таблица 15

Расположение таблицы, размеры граф указаны в соответствии с ГОСТ 2.403-75.

В таблицу внесены следующие данные:

1. модуль  $m$ ;
2. число зубьев  $z$ ;
3. номер стандарта для исходного контура (ГОСТ 137555-81). Это значит, что в данном случае зубья должны иметь эвольвентный профиль и нормальную высоту, то есть нарезание зубчатого

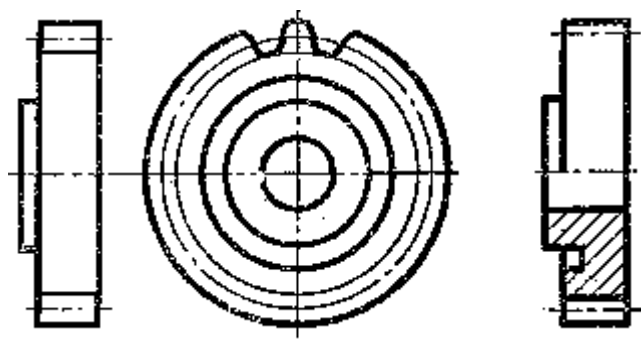


Рис. 130. Условные изображения зубчатого колеса

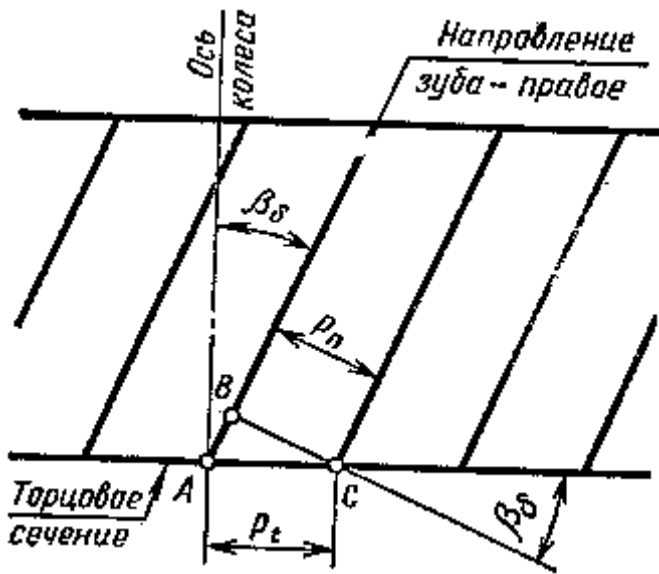


Рис. 131. Определение параметров косозубого колеса

венца будет производиться нормальным зуборезным инструментом;

4. коэффициент смещения  $X$  с соответствующим знаком (при отсутствии смещения следует проставлять  $0$ );
5. степень точности изготовления зубьев – по ГОСТ 1643-81; (данное колесо следует изготовить по допускам 8-й степени точности).

Для косозубого колеса в таблицу параметров добавляют: угол наклона зуба  $\beta$  и направление линии зуба.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Если оси валов параллельны, то применяют
  - конические передачи
  - червячные передачи
  - цилиндрические
2. К какому виду передач относится данное изображение?
  - Коническая передача
  - Винтовая передача
  - Червячная передача

## **ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16. УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ШВОВ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ПАЙКОВ, СКЛЕИВАНИЕМ, СШИВАНИЕМ**

Задание. Составить таблицу по условному обозначению швов, выполняемых пайкой, склеиванием, сшиванием письменно в тетради.

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить виды неразъемных соединений, правила условных обозначений швов, выполняемых пайкой, склеиванием, сшиванием.

### Теоретический материал

Соединения деталей делятся на разъёмные и неразъёмные.

Разъёмные соединения можно многократно разбирать на отдельные детали, а затем эти детали снова соединять в сборочную единицу. К разъёмным соединениям относятся резьбовые, шпоночные, шлицевые (зубчатые), штифтовые и другие соединения. При попытке разобрать неразъёмное соединение детали разрушаются (полностью или частично) или деформируются.

К неразъёмным соединениям относятся соединения деталей склеиванием, пайкой, сваркой, сшиванием, заклёпками, металлическими скобками и другие.

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений в конструкторских документах изделий устанавливает ГОСТ 2.312-72.

Условные изображения и обозначения соединений, получаемых клёпкой, пайкой, склеиванием, сшиванием и металлическими скобками, в конструкторских документах изделий устанавливает ГОСТ 2.313-82.

### **Сварные соединения**

Сварка – получение неразъёмного соединения деталей путём образования межзатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании или пластическом деформировании.

Стандартные сварные швы показаны на рисунке 132.

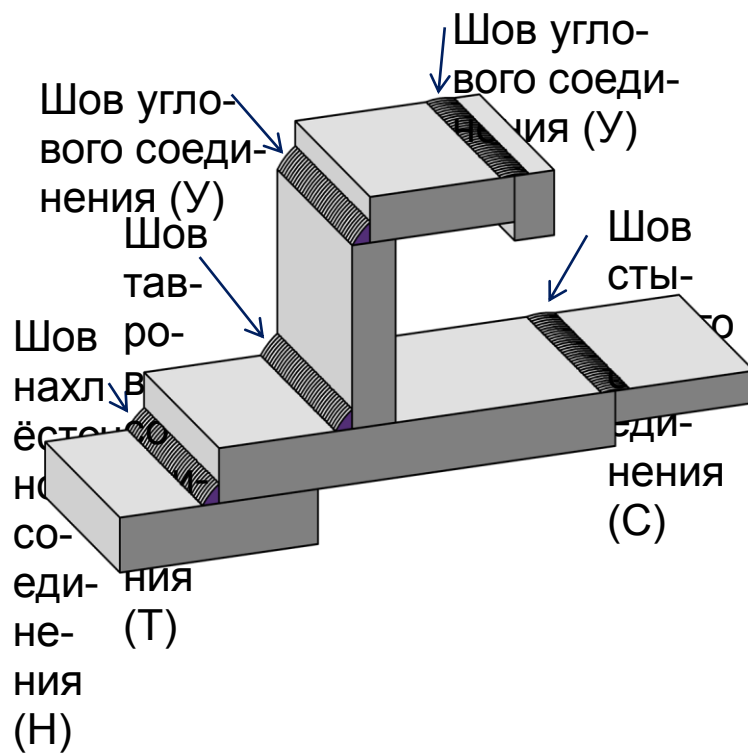


Рис. 132 Виды сварных швов

Видимый шов сварного соединения изображают сплошной основной линией, невидимый шов – штриховой линией. От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой.

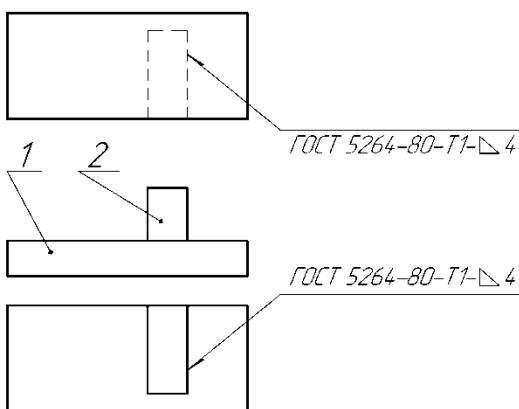


Рис. 133 Пример обозначения сварных швов

Условное обозначение видимого шва (шов на лицевой стороне) пишут над полкой. Условное обозначение шва находящегося с оборотной стороны (невидимый шов) пишут под полкой. Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва.

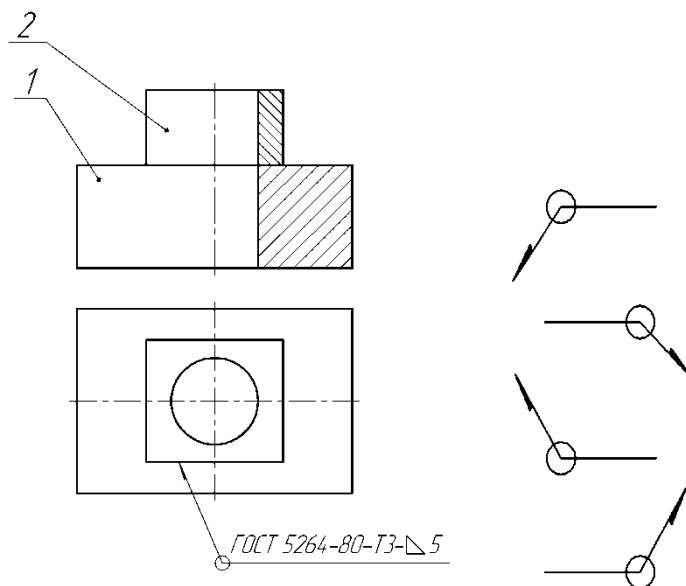


Рис. 134. Размещение знака «Шов по замкнутой линии»

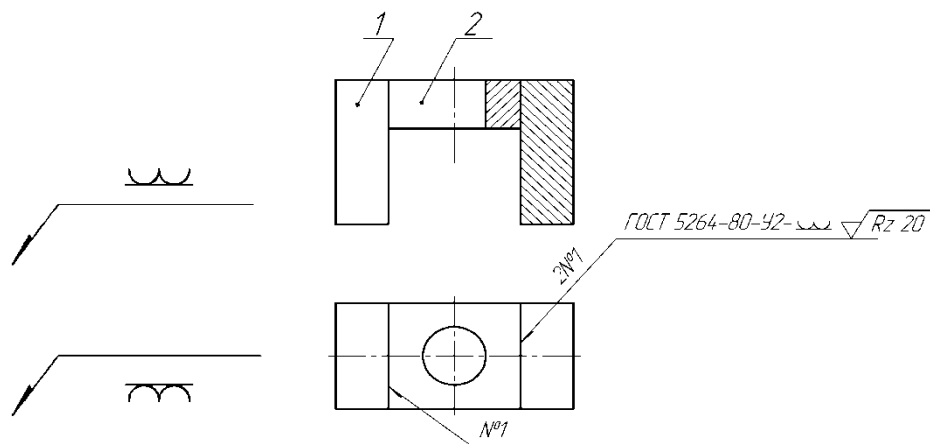


Рис. 135. Знак «Напльвы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу»

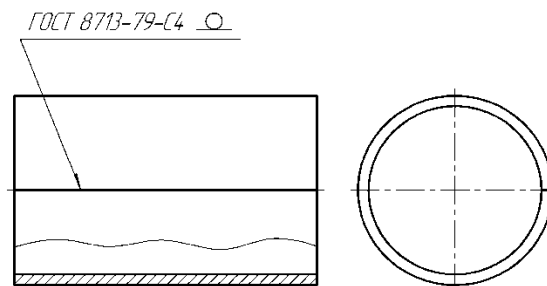


Рис. 136. Знак «Усиление шва снять»

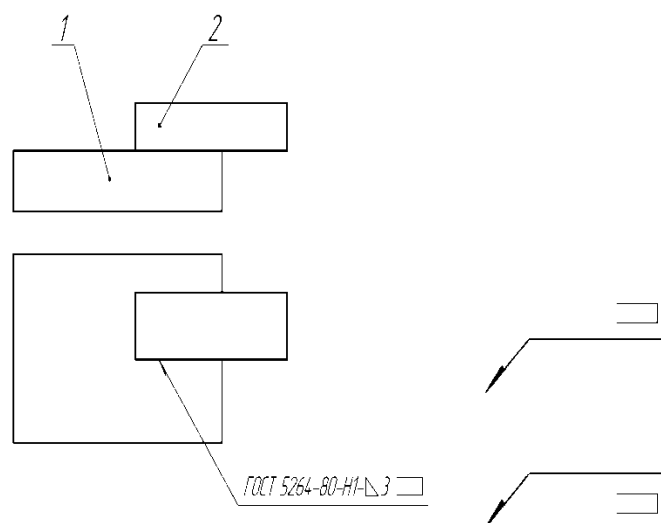


Рис. 137. Знак «Шов по незамкнутой линии»

### Соединения склеиванием

Склеивание – неразъёмное соединение деталей с помощью какой-либо марки клея. На чертеже марку клея указывают в технических требованиях, например,

«Клей БФ-4 ГОСТ 12172-74»,

«Клей ВС-10Т ГОСТ 22345-77»,

«Клей ТКФ-4 Инструкция НИИПМ № 933»,

«Клей «ЭПВА» ТУ 6-15-552-71»,

«Клей «Бальзамин-М» ГОСТ 14887-80».

На чертеже швы, полученные склеиванием, на видах и разрезах изображают сплошной утолщённой линией. От шва проводят линию-выноску, которая

начинается стрелкой, указывающей на шов. На линии-выноске сплошной толстой основной линией изображают условный знак, напоминающий букву «К». Прямой элемент знака перпендикулярен линии-выноске, а наклонные элементы – под углом  $45^\circ$  к ней и направлены остриём в сторону изображения шва.

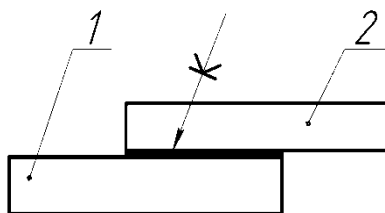


Рис. 137. Обозначение соединения склеиванием

Шов, выполненный по замкнутому контуру, обозначается на чертеже окружностью с диаметром 3...5 мм. Окружность чертят сплошной тонкой линией и располагают на конце линии-выноски.

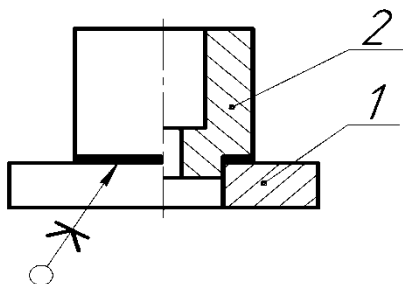


Рис. 138. Обозначение шва, выполненного по замкнутому кругу

Если поверхности деталей соединения, покрытые клеем, на изображении не видны (на данном чертеже это вид сверху), то стрелку на линии-выноске не ставят (Рис. 139).

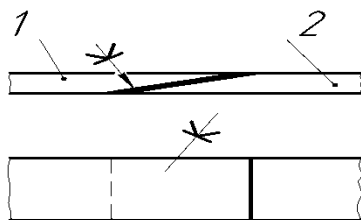




Рис. 139.

### Соединения пайкой

Пайка представляет собой процесс соединения металлических деталей, посредством заполнения зазора между ними расплавленным припоем. Припой – металл или сплав, имеющий более низкую температуру плавления, чем температура плавления материалов соединяемых деталей.

На чертеже марку припоя указывают в технических требованиях, например, «ПОС61-П ГОСТ 21931-76», «ПМЦ-48 ГОСТ 23137-78».

На чертеже швы, полученные пайкой, на видах и разрезах изображают сплошной утолщённой линией. От шва проводят линию-выноску, которая начинается стрелкой, указывающей на шов. На линии-выноске сплошной толстой основной линией изображают условный знак «U», в виде полуокружности. Средняя часть дуги направлена в сторону изображения шва (Рис. 140).

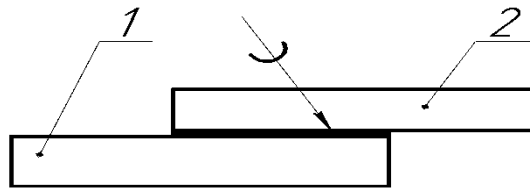


Рис. 140

Шов, выполненный по замкнутому контуру, обозначается на чертеже окружностью с диаметром 3...5мм. Окружность чертят сплошной тонкой линией и располагают на конце линии-выноски (Рис. 141).

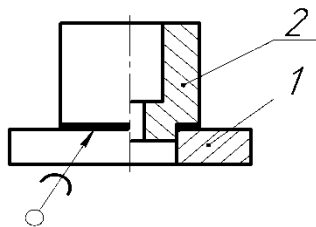


Рис. 141

### Соединения сшиванием

Сшивание – неразъёмное соединение деталей из мягких материалов с помощью ниток и им подобными материалами. Обозначение ниток или других материалов, используемых для сшивания деталей, и другие необходимые сведения о них и о характеристике шва приводятся в технических требованиях чертежа. Обозначения ниток или других материалов в технических требованиях указываются по соответствующему стандарту или техническому условию, например, «Нитки х/б ГОСТ 6309-93», «Нить капроновая ОСТ 17-330-84», «Шнур капроновый ОСТ 15-79-74».

Шов, получаемый при сшивании, на видах показывают тонкой сплошной линией. От изображения шва проводят линию-выноску. На линии-выноске сплошной толстой основной линией изображают условный знак, напоминающий латинскую букву «N» (Рис. 142).

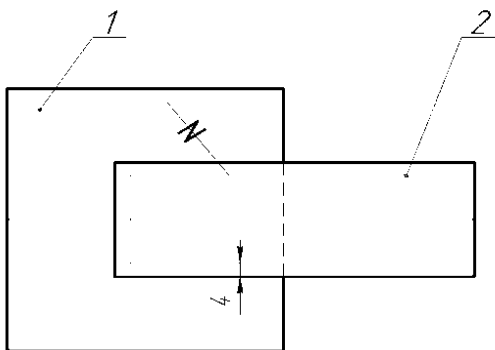


Рис. 142

Если соединение имеет несколько рядов швов, то на чертеже изображают только один шов, расположенный ближе к краю. Количество швов и расстояние между швами указывают под полкой линии выноски. Например, надпись под полкой линии-выноски «2×5» означает, что соединение выполняется двумя параллельными швами, а расстояние между ними – 5 миллиметров (Рис. 143).

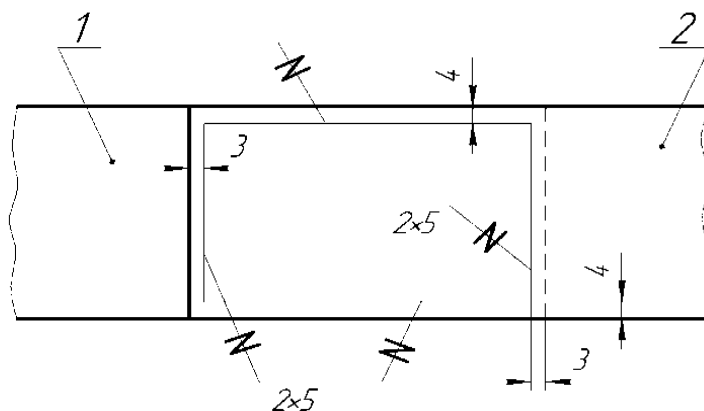


Рис. 143

### Соединения заклёпками

Соединение заклёпками – неразъёмное соединение деталей при помощи заклёпок. Используемые в соединении типы заклёпок и их размеры указывают в спецификации, например, «Заклёпка  $12 \times 26$  ГОСТ 10303-80»

Заклёпка – крепёжная деталь, состоящая из цилиндрического стержня с закладной головкой. При расклёпывании конца стержня заклёпки на ней образуется замыкающая головка.

В заклёпочном соединении формы закладной и замыкающей головок одной заклёпки могут быть одинаковыми или разными.

В условном обозначении заклёпки указывают диаметр её стержня, длину и номер стандарта, например, *Заклёпка  $8 \times 20$  ГОСТ 10299-80*.

На сборочных чертежах заклёпки могут быть начерчены конструктивно или условно.

ГОСТ 2.313-82 устанавливает условные изображения стержней и различных головок заклёпок на чертежах заклёпочных соединений (Рис. 144).

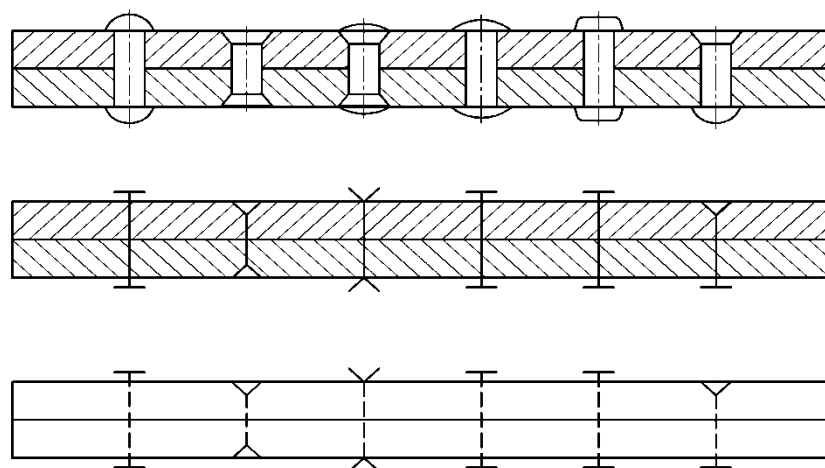


Рис. 144

Если изделие имеет ряд клёпаных соединений с заклёпками одного типа и одного размера, то одну или две заклёпки надо показать установленным ГОСТ 2.313-82 условным изображением, остальные – осевыми и центровыми (крестиками) линиями (Рис. 145). Размеры заклёпки и форму её головки определяют по условному обозначению в спецификации в разделе «Стандартные изделия».

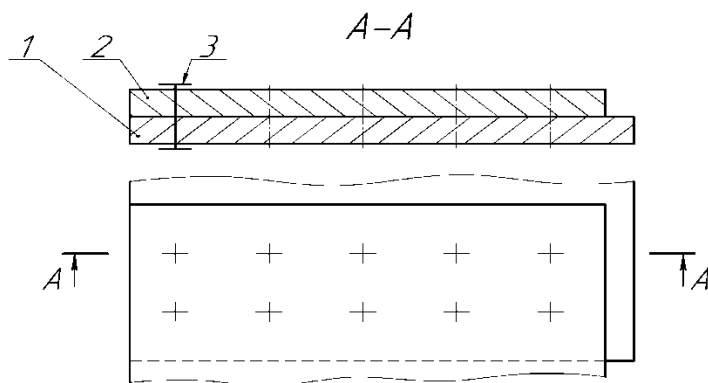


Рис. 145

Если в соединении используются заклёпки различных типов и (или) различных размеров, то изображения одинаковых заклёпок отмечают одним и тем же условным знаком или одинаковыми буквами (Рис. 146).

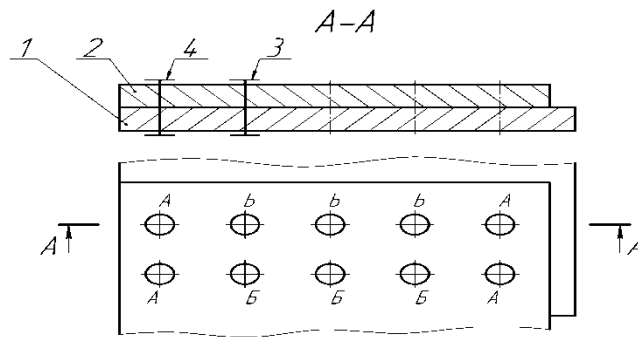


Рис. 146

### Соединения металлическими скобками

Соединение металлическими скобками – неразъёмное соединение деталей из мягких материалов при помощи металлических скобок.

На чертежах соединений деталей при помощи металлических скобок, как и на чертежах клееных и паяных соединений, изображают стрелку и линию-выноску, а на ней сплошной основной линией – условный знак.

Стрелку и линию-выноску с условным знаком вычерчивают с той стороны, с какой скобка вставляется в соединяемые детали.

На чертеже соединения деталей внахлестку на линии-выноске изображают условный знак в виде квадратной скобки «[». На чертеже углового соединения деталей на линии-выноске изображают условный знак похожий на знак «больше» – «>» (Рис. 147).

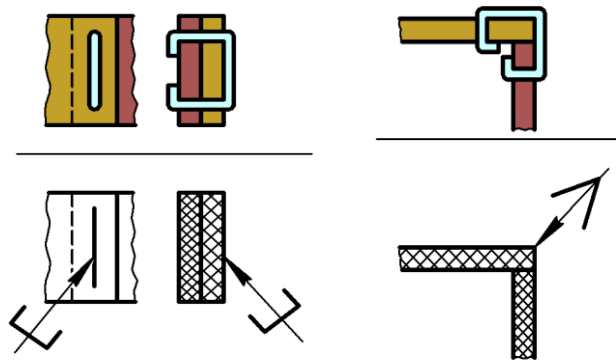


Рис. 147

Если несколько металлических скобок в соединении расположены последовательно, то на чертеже их изображают одной сплошной основной линией (Рис. 148). Данные о скобках и о расстоянии между ними в соединении, при необходимости, могут быть написаны в технических требованиях чертежа.

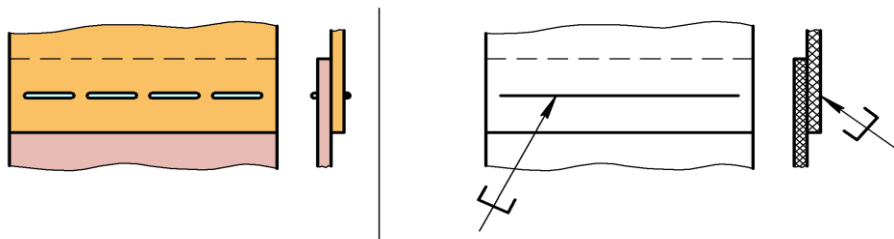


Рис. 148

Соединение металлическими скобками, выполненное по замкнутой линии, на чертеже изображают сплошной замкнутой линией.

Соединение металлическими скобками, выполненное по замкнутой линии, на чертеже изображают сплошной замкнутой линией.

В условном обозначении такого шва используют окружность с диаметром 3...5мм. Окружность чертят сплошной тонкой линией и располагают на конце линии-выноски (Рис. 149).

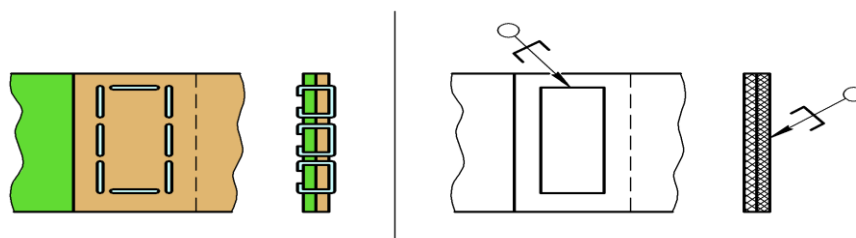


Рис. 149

При изображении ряда металлических скобок, на чертеже условно показывают только крайние скобки и соединяют их тонкой линией (Рис. 150). Расстояние между скобками, при необходимости, приводят в технических требованиях чертежа.



Рис. 150

## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17.ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

Задание. Оформить спецификацию к сборочному чертежу блока, представленному ниже на рисунке 151. Работу выполнить на листе ф.А4.

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить правила оформления сборочных чертежей по ГОСТ 2.109 –73, составление спецификации по ГОСТ 2.106-96.

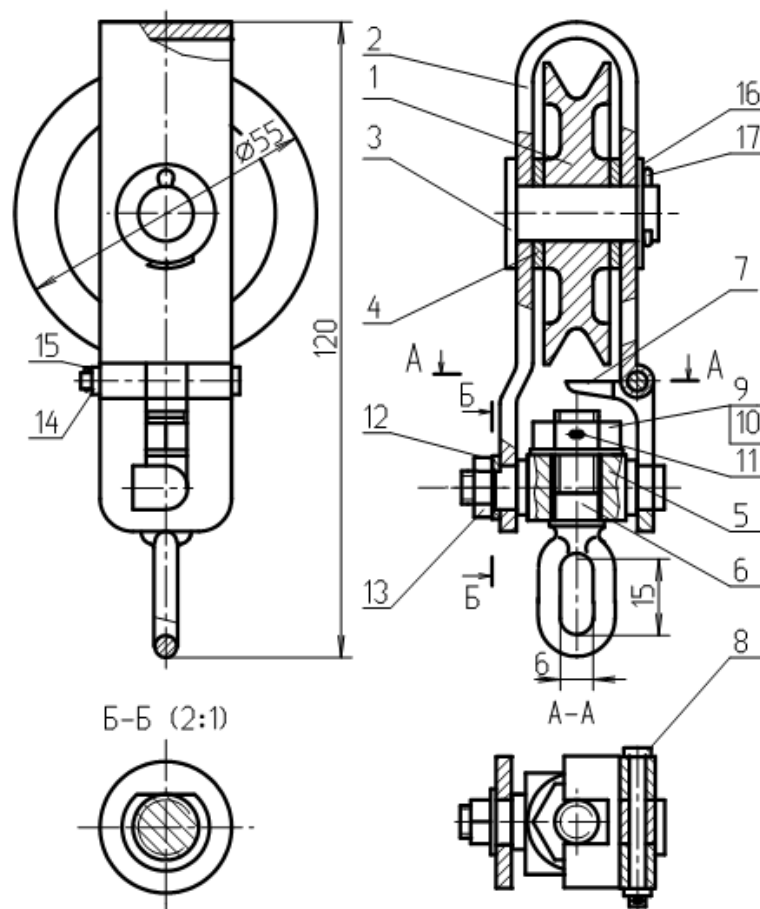


Рис. 151. Блок

### Теоретический материал

#### **Чертежи сборочные**

Количество сборочных чертежей должно быть минимальным, но достаточным для рациональной организации производства (сборки и контроля) изделий.



При необходимости на сборочных чертежах приводят данные о работе изделия и о взаимодействии его частей.

Сборочный чертеж должен содержать:

а) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

Допускается на сборочных чертежах помещать дополнительные схематические изображения соединения и расположения составных частей изделия;

б) размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу.

Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющие характер сопряжения;

в) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п., а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);

г) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

д) габаритные размеры изделия;

е) установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;

ж) техническую характеристику изделия (при необходимости);

з) координаты центра масс (при необходимости).

При указании установочных и присоединительных размеров должны быть нанесены:

- координаты расположения, размеры с предельными отклонениями элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями;

– другие параметры, например, для зубчатых колес, служащих элементами внешней связи, модуль, количество и направление зубьев.

На сборочном чертеже допускается изображать перемещающиеся части изделия в крайнем или промежуточном положении с соответствующими размерами. Если при изображении перемещающихся частей затрудняется чтение чертежа, то эти части допускается изображать на дополнительных видах с соответствующими надписями, например: "Крайнее положение каретки поз. 5".

На сборочном чертеже изделия допускается помещать изображение пограничных (соседних) изделий ("обстановки") и размеры, определяющие их взаимное расположение (Рис.152).

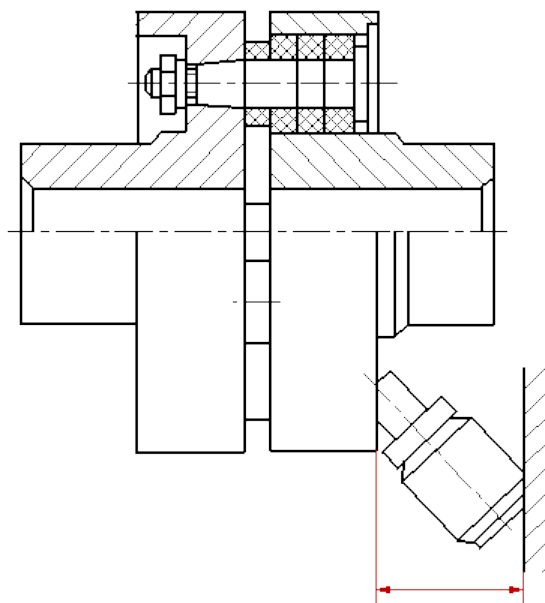


Рис. 152. Блок

Составные части изделия, расположенные за обстановкой, изображают как видимые. При необходимости допускается изображать их как невидимые.

Предметы «обстановки» выполняют упрощенно и приводят необходимые данные для определения места установки, методов крепления и присоединения изделия. В разрезах и сечениях "обстановку" допускается не штриховать.

Если на сборочном чертеже необходимо указать наименования или обозначения изделий, составляющих "обстановку", или их элементов, то эти указания

помещают непосредственно на изображении "обстановки" или на полке линии-выноски, проведенной от соответствующего изображения, например: "Автомат давления (обозначение)"; "Патрубок маслоохладителя (обозначение)" и т. п.

На сборочном чертеже изделия вспомогательного производства (например, штампа, кондуктора и т. п.) допускается помещать в правом верхнем углу операционный эскиз.

Сборочные чертежи следует выполнять, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов Единой системы конструкторской документации и настоящего стандарта.

На сборочных чертежах допускается не показывать:

а) фаски, округления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;

б) зазоры между стержнем и отверстием;

в) крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают соответствующую надпись, например: "Крышка поз.3 не показана";

г) видимые составные части изделий или их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями;

д) надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачные.

Допускается на сборочных чертежах составные части изделий и их элементы, расположенные за прозрачными предметами, изображать как видимые, например: шкалы, стрелки приборов, внутреннее устройство ламп и т. п.

Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков (Рис. 153).

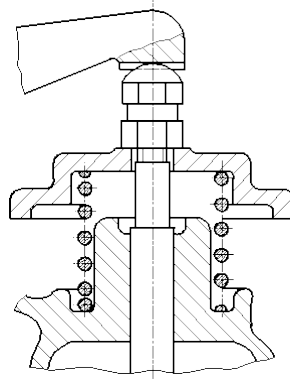


Рис. 153. Пример изображения винтовой пружины на сборочном чертеже

На сборочных чертежах применяют следующие способы упрощенного изображения составных частей изделий:

а) на разрезах изображают не рассечёнными составные части, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи. Допускается выполнять чертежи так, как показано на рисунке 154;

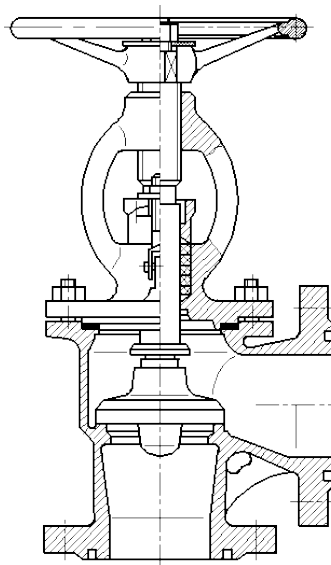


Рис.154. Пример оформления сборочного чертежа задвижки

б) типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают внешними очертаниями (рис. 155).

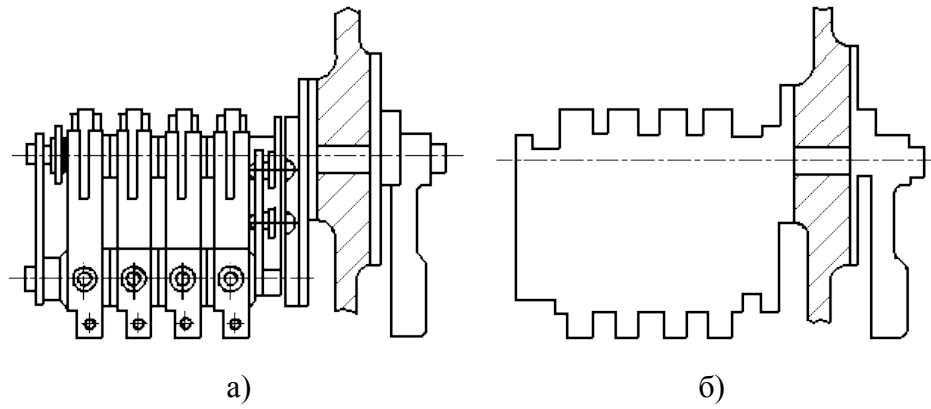


Рис.155 Пример изображения типовых, покупных и других широко применяемых изделий

Внешние очертания изделия, как правило, следует упрощать, не изображая мелких выступов, впадин и т. п. (Рис. 156, 157а, б).

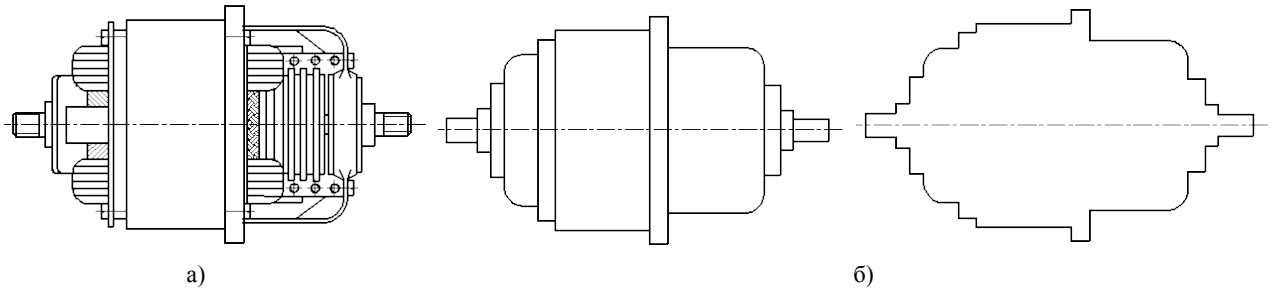
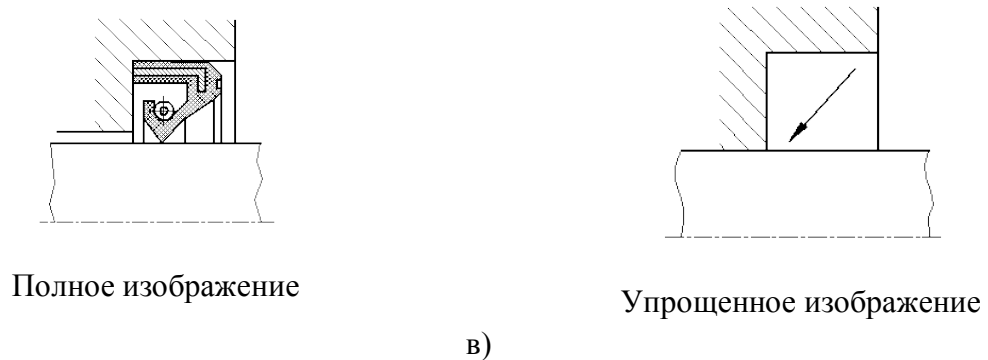


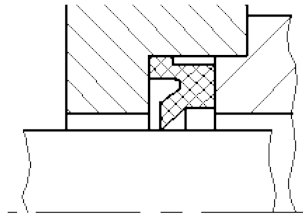
Рис.157

На сборочных чертежах допускается уплотнения изображать условно, как показано на рисунке 158 (в, г, д), указывая стрелкой направление действия уплотнения.

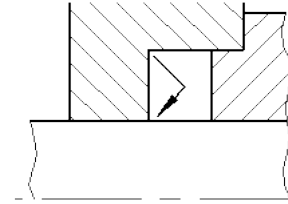
Таблица 16



в)

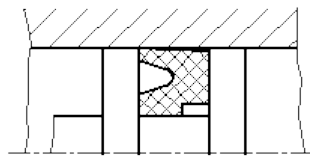


Полное изображение

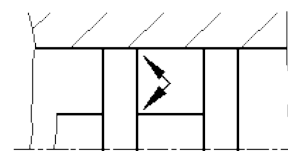


Упрощенное изображение

г)



Полное изображение



Упрощенное изображение

д)

Рисунок 158. Примеры оформления упрощенных изображений

На сборочных чертежах уплотнения изображать условно, как показано на рисунке 158 (в, г, д), указывая стрелкой направление действия уплотнения.

На сборочных чертежах, включающих изображения нескольких одинаковых составных частей (колес, опорных катков и т. п.), допускается выполнять полное изображение одной составной части, а изображения остальных частей - упрощенно в виде внешних очертаний.

Сварное, паяное, клееное и тому подобное изделие из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая границы между деталями изделия сплошными основными линиями (Рис. 159). Допускается не показывать границы между деталями, т. е. изображать конструкцию как монолитное тело.

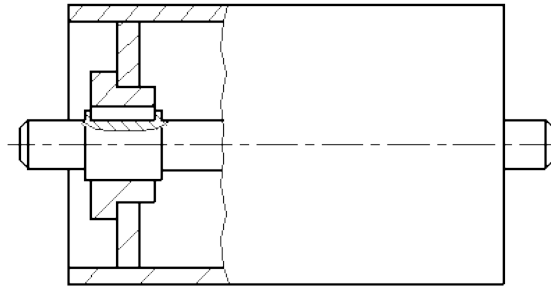


Рис.159. Пример изображения сварной сборочной единицы на сборочном чертеже изделия

Если необходимо указать положение центра масс изделия, то на чертеже приводят соответствующие размеры и на полке линии-выноски помещают надпись: "Ц.М."

Линии центров масс составных частей изделия наносят штрихпунктирной линией, а на полке линии-выноски делают надпись: "Линия Ц. М."

### **Номера позиций**

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей.

Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и заменяющих их разрезах.

Номер позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии.

Номер позиций наносят на чертеже, как правило, один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей.

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций:

а) для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления (Рис. 1160). Если крепежных деталей две и более и при этом разные составные части крепятся одинаковыми крепежными деталями, то количество их допускается проставлять в скобках после номера соответствующей позиции и указывать только для одной единицы закрепляемой составной части, независимо от количества этих составных частей в изделии;

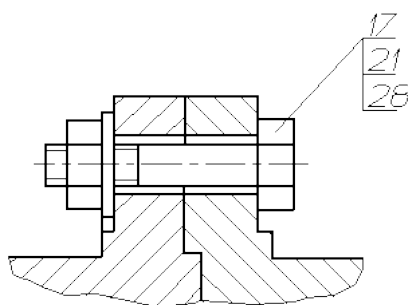


Рис.160. Пример группы крепежных деталей на сборочном чертеже

б) для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключающей различное понимание, при невозможности подвести линию-выноску к каждой составной части (Рис. 161).

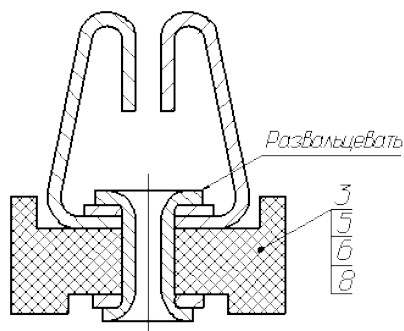


Рис. 161. Пример изображения на сборочном чертеже группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью

В этих случаях линию-выноску отводят от закрепляемой составной части;

в) для отдельных составных частей изделия, если графически изобразить их затруднительно, в этом случае допускается на чертеже эти составные части не



показывать, а местонахождение их определять при помощи линии-выноски от видимой составной части и на поле чертежа, в технических требованиях помещать соответствующее указание, например: "Жгуты поз.12под скобками обернуть прессшпаном поз.22".

Примеры оформления спецификации даны на рисунке 162.

Код	Кол	Поме- чение	Наименование	Обозначение	Лист	Лист	Лист
			Документация				
44			Сборочный чертёж	...XXXXXX_СБ			
			Детали				
54	1		Электроник	...XXXXXX			
			Сталь			1	
			Материалы				
	2		Стекло				
			металлокерамический				ке
				...XXXXXXX...			
				ЗОЛОТНИК			
				Лист 1 / Листов 1			

Рис. 162. Пример оформления спецификации

### 4.3. РАЗДЕЛ 3. ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

#### ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 18. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ В ПРОГРАММЕ КОМПАС 3D

Задание. Ответить на вопросы:

1. Перечислить основные пакеты прикладных программ САПР и их возможности.
2. Какие основные задачи решаются системой КОМПАС-3D?

Работу выполнить в тетради:

Теоретический материал

#### **Виды САПР**

**Унификация**– рациональное уменьшение числа типов, видов и размеров объектов одинакового функционального назначения. Объектами унификации наиболее часто являются отдельные изделия, их составные части, детали, комплектующие изделия, марки материалов и т. п. Проводится унификация на основе анализа и изучения конструктивных вариантов изделий, их применимости путем сведения близких по назначению, конструкции и размерам изделий, их составных частей и деталей к единой типовой (унифицированной) конструкции.

В настоящее время унификация является наиболее распространенной и эффективной формой стандартизации. Конструирование аппаратуры, машин и механизмов с применением унифицированных элементов позволяет не только сократить сроки разработки и уменьшить стоимость изделий, но и повысить их надежность, сократить сроки технологической подготовки и освоения производства.

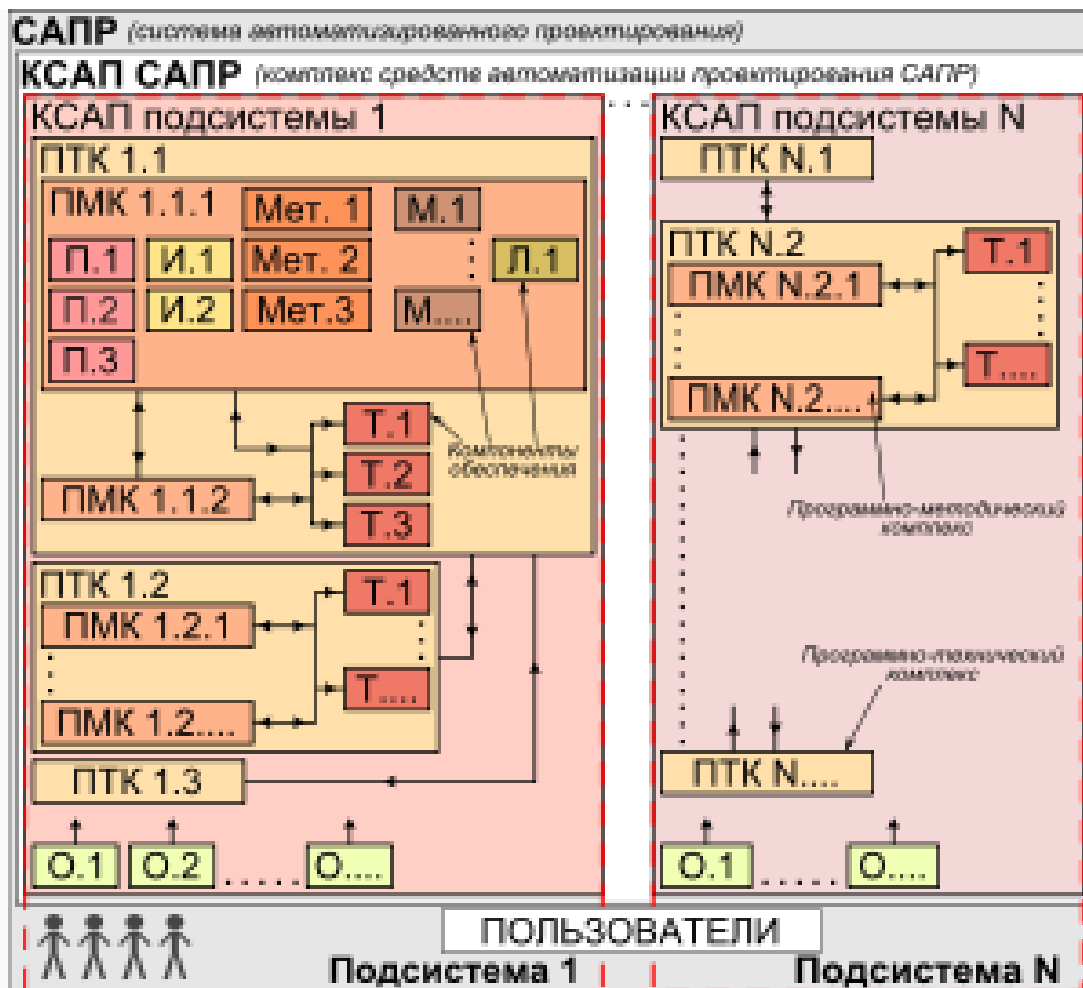


Рис. 163. Структура САПР

В соответствии с ГОСТ, в структуре САПР выделяют следующие элементы:

- КСАП САПР — комплекс средств автоматизации проектирования САПР
  - Подсистемы САПР, как элемент структуры САПР, возникают при эксплуатации пользователями КСАП подсистем САПР.
  - КСАП-подсистемы САПР— совокупность ПМК, ПТК и отдельных компонентов обеспечения САПР, не вошедших в программные комплексы, объединённая общей для подсистемы функцией.
  - ПТК — программно-технические комплексы
    - компоненты обеспечения ПТК САПР
    - ПМК— программно-методические комплексы

- компоненты обеспечения ПМК САПР
- компоненты обеспечения САПР, не вошедшие в ПМК и ПТК

Совокупность КСАП различных подсистем формируют КСАП всей САПР в целом.

Цель технологического проектирования состоит в автоматизированной выдаче технологических документов, разработке алгоритмов управления координатографами и другими периферийными устройствами и методов автоматического получения фотошаблонов, служащих руководящими материалами, в системе производства

Система КОМПАС-3D предназначена для создания как чертежей (2D моделирование) так и трехмерных моделей (3D моделирование). Система обладает собственным математическим ядром и параметрической технологией. Основная задача, решаемая системой - это моделирование изделий с целью сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство. Кроме быстрого получения конструкторско-технологической документации система позволяет:

- > передавать в электронном виде геометрию детали в расчетные пакеты;
- > передавать электронные копии изделий для их изготовления на станки с числовым программным управлением;
- > создавать дополнительные изображения деталей для составления каталогов и иллюстраций к технической документации.

Система автоматизированного проектирования (САПР) родилась в 60-е годы прошлого века, но лишь с бурным развитием вычислительной техники последнего десятилетия стало возможным создание аппаратных и программных средств машинной графики. Полный переход на автоматизированное проектирование позволит уменьшить время создания чертежей и другой конструкторско-технологической документации, а также повысить качество выполнения документов. Конструкторские документы, выполненные традиционным способом с

помощью карандаша и ватмана, свидетельствуют о низкой производственно-технологической базе предприятия, у которого мало шансов в борьбе за крупные заказы машиностроительной продукции. Однако широкое использование компьютерной техники позволит лишь исключить рутинный труд: использование шаблонов и библиотек конструкторско-технологической документации, вычисления, моделирование производственных процессов и др. Творческий потенциал человека никакой вычислительной техникой не заменить. Поэтому разработка свежих идей и концепций создания новой техники остается прерогативой инженера и ученого.

В настоящее время невозможно себе представить современное промышленное предприятие или проектно-конструкторское бюро без компьютеров и специальных программ, предназначенных для разработки конструкторской документации или проектирования. Применение вычислительной техники в области проектирования стало свершившимся фактом и доказало свою высокую эффективность. Рыночные отношения и жесткая конкуренция заставляют руководителей предприятий и специалистов заниматься вопросами автоматизации проектно-конструкторских и технологических отделов.

Переход на компьютерное проектирование позволит сократить не только сроки разработки конструкторской и технологической документации, но и существенно повысить качество создаваемых изделий и выпускаемых документов.

Российская компания АСКОН ([www.ascon.ru](http://www.ascon.ru)) создана в 1989 г. и в настоящее время является в России ведущим разработчиком систем для автоматизации предприятий. Основным направлением деятельности компании является разработка систем для автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства, документооборота и систем управления жизненным циклом изделия (CAD/CAM/PLM систем).

В настоящее время САПР КОМПАС широко применяются в машиностроении, приборостроении, строительстве и энергетике.

X/КОМПАС используется студентами специализированных кафедр при создании курсовых и дипломных проектов.

В средней школе КОМПАС используется в рамках преподавания курсов информатики, технологии, черчения, геометрии.

Основная задача, решаемая системой КОМПАС-3D V8 - моделирование изделий с целью существенного сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство. Эти цели достигаются благодаря возможностям

- быстрого получения конструкторской и технологической документации, необходимой для выпуска изделий (сборочных чертежей, спецификаций, детализаций и т.д.),

- передачи геометрии изделий в расчетные пакеты,

- передачи геометрии в пакеты разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ,

- создания дополнительных изображений изделий (например, для составления каталогов, создания иллюстраций к технической документации и т.д.).

Основные компоненты КОМПАС-3D V8 - собственно система трехмерного твердотельного моделирования, чертежно-графический редактор и модуль проектирования спецификаций.

Система трехмерного твердотельного моделирования предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства.

Чертежно-графический редактор (КОМПАС-График) предназначен для автоматизации проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятель-

ности. Он может успешно использоваться в машиностроении, архитектуре, строительстве, составлении планов и схем - везде, где необходимо разрабатывать и выпускать чертежную и текстовую документацию.

Совместно с любым компонентом КОМПАС-3D V8 может использоваться модуль проектирования спецификаций, позволяющий выпускать разнообразные спецификации, ведомости и прочие табличные документы.

Документ-спецификация может быть ассоциативно связан со сборочным чертежом (одним или несколькими его листами) и трехмерной моделью сборки.

При разработке функций и интерфейса КОМПАС-3D V8 учитывались приемы работы, присущие машиностроительному проектированию.

Мы уверены, что вы сделали правильный выбор, начав сотрудничество с компанией АСКОН - одной из лидирующих фирм в области разработки систем автоматизированного проектирования!

Основные разделы Справочной системы перечислены в Содержании. Оно расположено на соответствующей вкладке в левой части окна, появляющегося на экране сразу после вызова справки.

Главы и входящие в них разделы представлены в оглавлении в виде пиктограмм ("книжек" и "страниц"). Чтобы увидеть содержимое главы, дважды щелкните мышью на ее пиктограмме или выделите ее название и нажмите клавишу <Enter>. Повторение этого действия приведет к сворачиванию содержимого главы в окне содержания. Для просмотра нужного раздела щелкните мышью на его названии.

Для поиска разделов справочной системы по ключевым словам активизируйте вкладку Индекс. В ней вы можете выбрать из предложенного списка ключевое слово или фразу. Для ускорения поиска можно ввести в соответствующем поле первые буквы искомого ключевого слова. После выбора ключевого слова щелкните на нем мышью или выделите его и нажмите кнопку Показать. На

экране появится раздел Справочной системы, который ассоциируется с выбранным ключевым словом. Если таких разделов несколько, на экране появится список их названий; выберите в нем нужный раздел и нажмите клавишу <Enter>.

Если список ключевых слов не содержит нужного слова или выражения, можно произвести полнотекстовый поиск. В этом случае будут найдены разделы, текст которых содержит введенное слово (или фразу). Для полнотекстового поиска активизируйте вкладку Поиск и в появившихся диалогах выберите нужный вариант поиска (обычно бывает достаточно минимальных возможностей поиска). После указания варианта поиска на вкладке Поиск появляются поля для выбора слова и содержащих его разделов (до тех пор, пока ни одно слово не выбрано, в списке видны названия всех разделов Справочной системы). Для просмотра нужного раздела щелкните мышью на его названии.

Вы можете изменить ширину области, содержащей вкладку выбора раздела. Для этого "перетащите" мышью границу, отделяющую ее от области просмотра раздела. Чтобы отключить отображение этой области выбора в окне справки, нажмите кнопку Разделы на инструментальной панели окна.

Как правило, разделы содержат "всплывающие подсказки", определения и ссылки на другие разделы. Для их вызова нужно щелкнуть мышью по выделенному цветом термину или названию раздела.

Признаком возможности вызова подсказки или другого раздела является появление курсора при прохождении его над текстом ссылки или термина. Для последовательного перебора подсказок и ссылок в разделе пользуйтесь клавишей <Tab>.

КОМПАС-3D - многооконная и многодокументная система. В ней могут быть одновременно открыты окна всех типов документов КОМПАС - моделей, чертежей, фрагментов, текстово-графических документов и спецификаций. Каждый документ может отображаться в нескольких окнах.



Команды вызываются из страниц Главного меню, контекстного меню или при помощи кнопок на Инструментальных панелях.

При работе с документом любого типа на экране отображаются Главное меню и несколько панелей инструментов: Стандартная, Вид, Текущее состояние, Компактная.

Состав меню и панелей зависит от типа активного документа. Команды, управляющие отображением инструментальных панелей, находятся в меню Вид - Панели инструментов.

Пользователь может изменять состав Главного меню и системных Инструментальных панелей, а также создавать собственные панели. Для вызова диалога, позволяющего произвести эту настройку, служит команда Сервис - Настройка интерфейса....

Для ввода параметров и задания свойств объектов при их создании и редактировании служит Панель свойств.

Работа с переменными и уравнениями ведется с помощью окна Переменные.

Для управления библиотеками и их использования предназначен Менеджер библиотек.

В Строке сообщений (если ее показ не отключен при настройке системы) отображаются подсказки по текущему действию или описание выбранной команды.

Вызов Справки по текущему действию или активному элементу интерфейса производится нажатием клавиши <F1>, вызов других типов Справки - через страницу меню Справка.

Тип документа, создаваемого в системе КОМПАС-3D, зависит от рода информации, хранящейся в этом документе. Каждому типу документа соответствует расширение имени файла и собственная пиктограмма.

**Деталь** - модель изделия, изготавливаемого из однородного материала, без применения сборочных операций (Рис. 164).

Файл детали имеет расширение m3d.

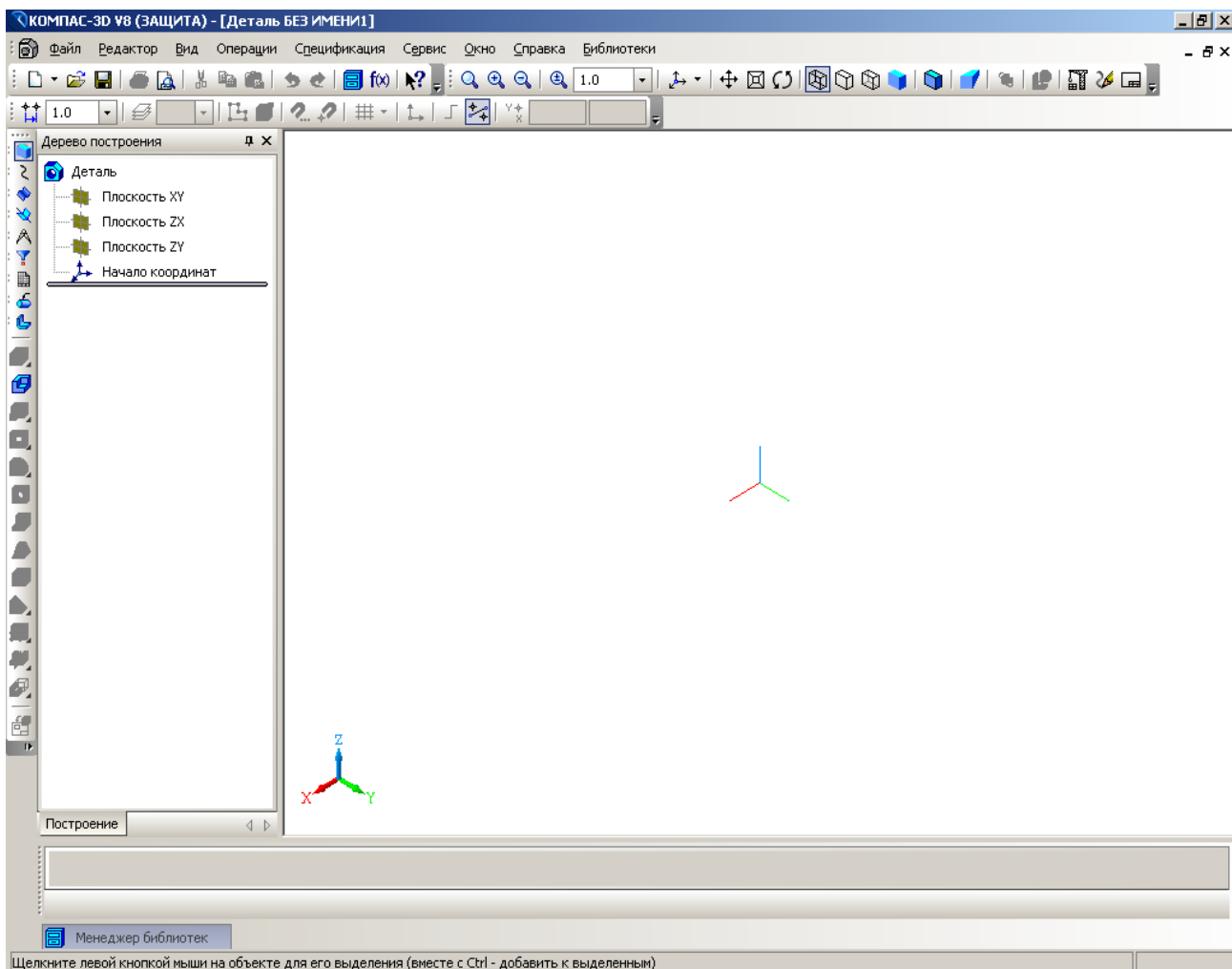


Рис. 164

**Сборка** - модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным взаимным положением. В состав сборки могут также входить другие сборки (подсборки) и стандартные изделия (Рис. 165).

Файл сборки имеет расширение a3d.

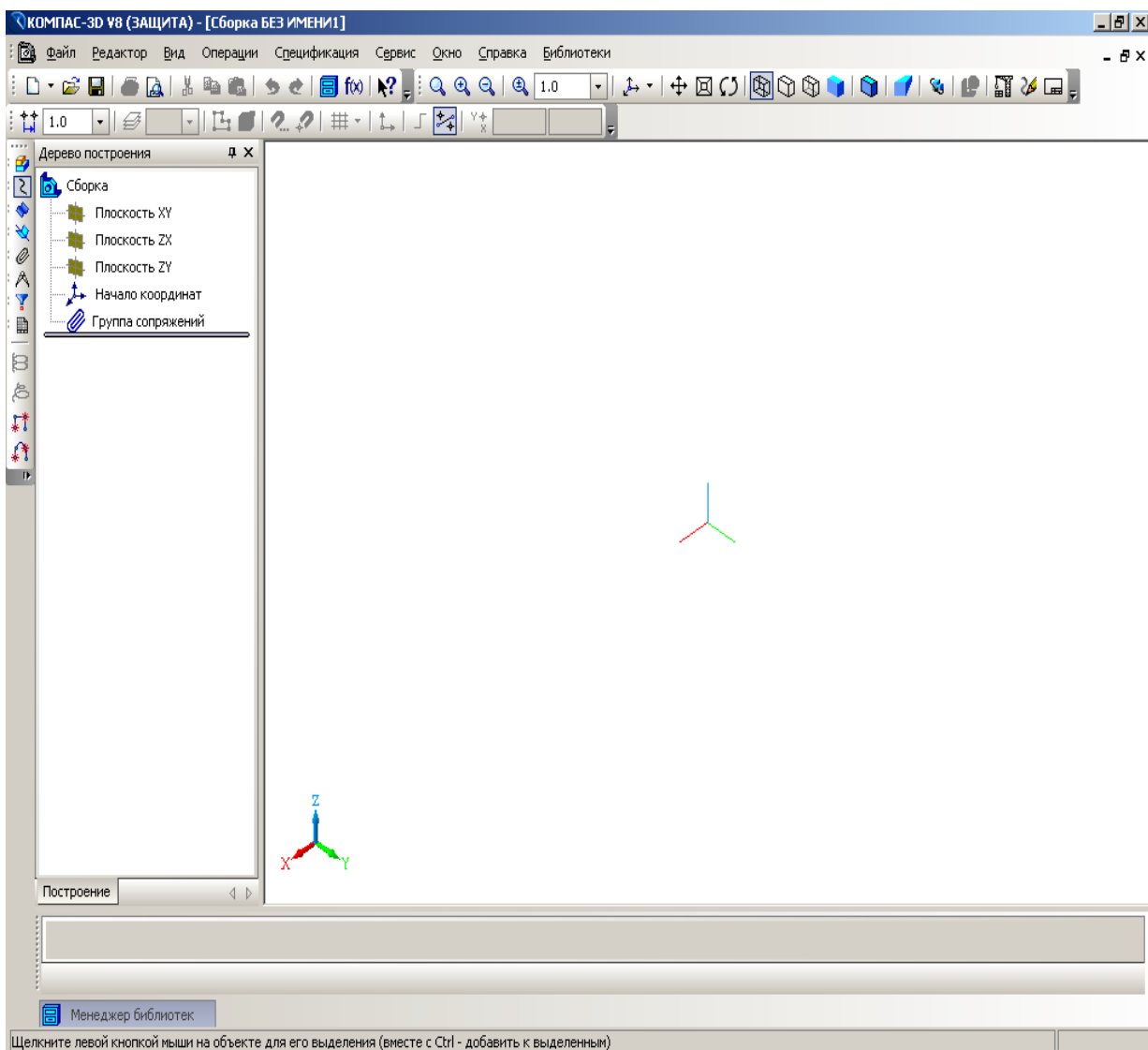


Рис. 165

**Чертеж** - основной тип графического документа в КОМПАС-3D. Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, иногда - дополнительные элементы оформления (знак неуказанной шероховатости, технические требования и т.д.). Чертеж КОМПАС-3D может содержать один или несколько листов. Для каждого листа можно задать формат, кратность, ориентацию и др. свойства. В файле чертежа КОМПАС-3D могут содержаться не только чертежи (в понимании ЕСКД), но и схемы, плакаты и прочие графические документы (Рис. 166).

Файл чертежа имеет расширение `cdw`.

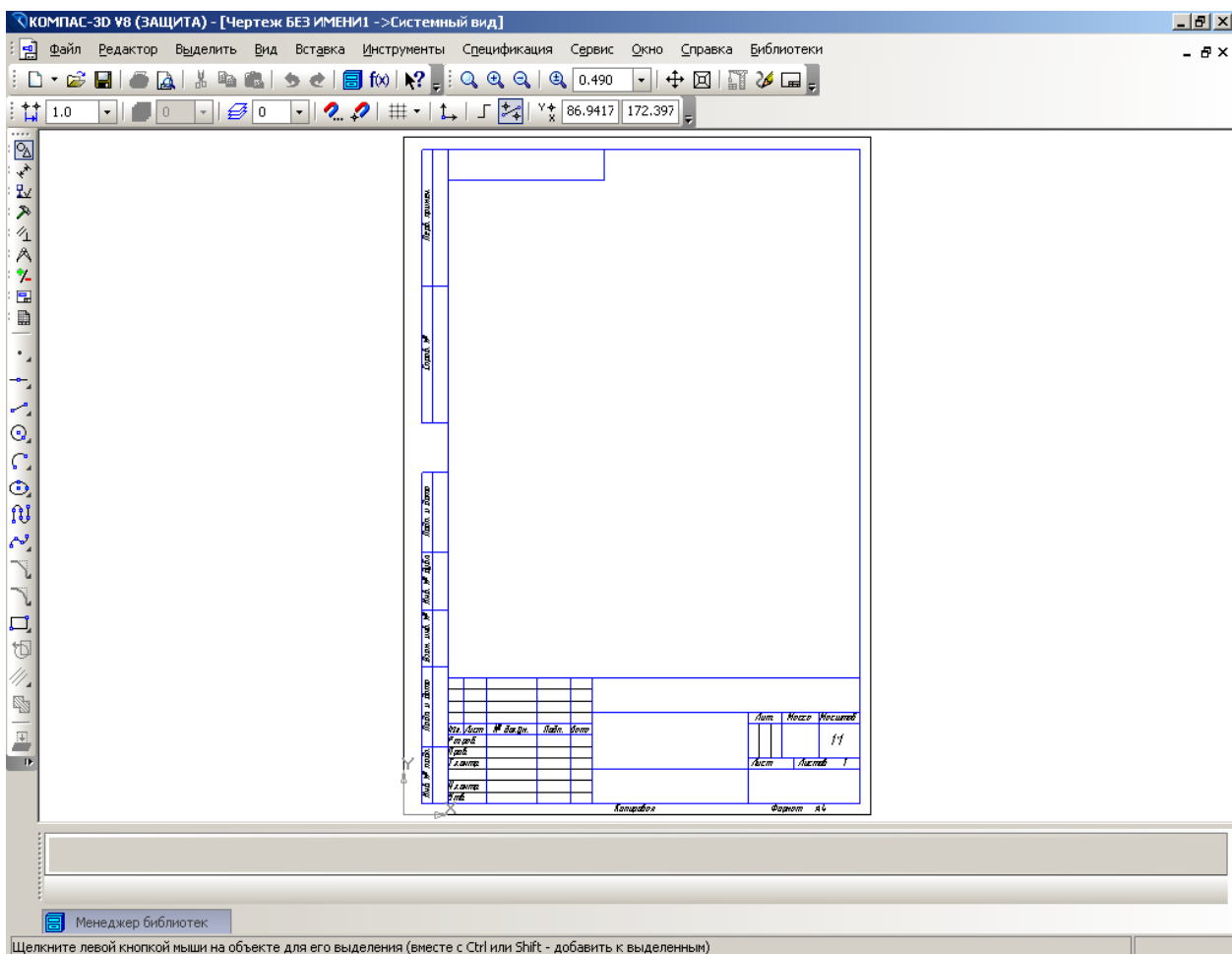


Рис. 166

**Фрагмент** - вспомогательный тип графического документа в КОМПАС-3D. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа. Он используется для хранения изображений, которые не нужно оформлять как отдельный лист (эскизные прорисовки, разработки и т.д.). Кроме того, во фрагментах также хранятся созданные типовые решения для последующего использования в других документах (Рис. 167).

Файл фрагмента имеет расширение frw.

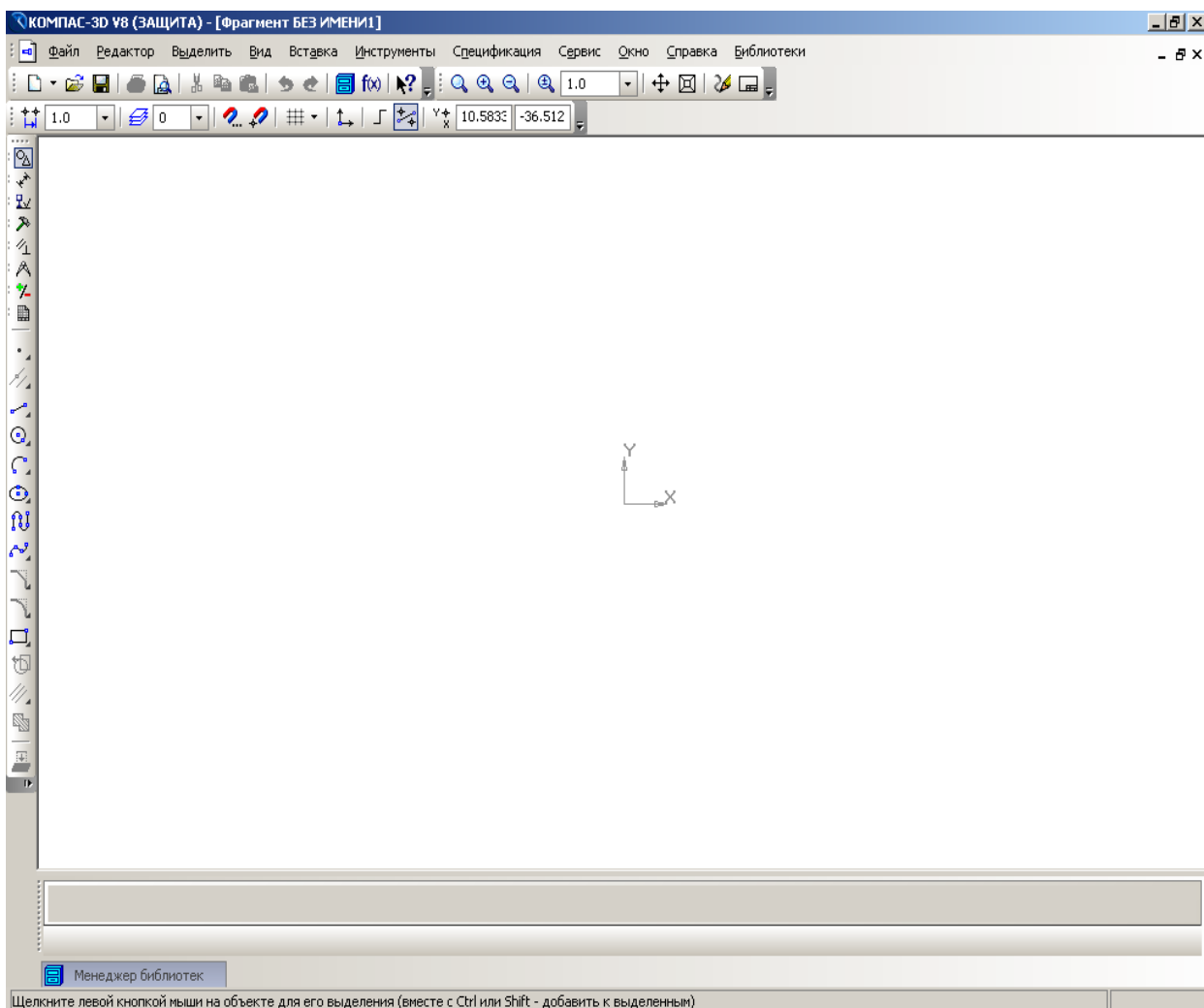


Рис. 167

**Спецификация** - документ, содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы. Спецификация оформляется рамкой и основной надписью. Она часто бывает многостраничной (Рис. 168).

Файл спецификации имеет расширение `srw`.

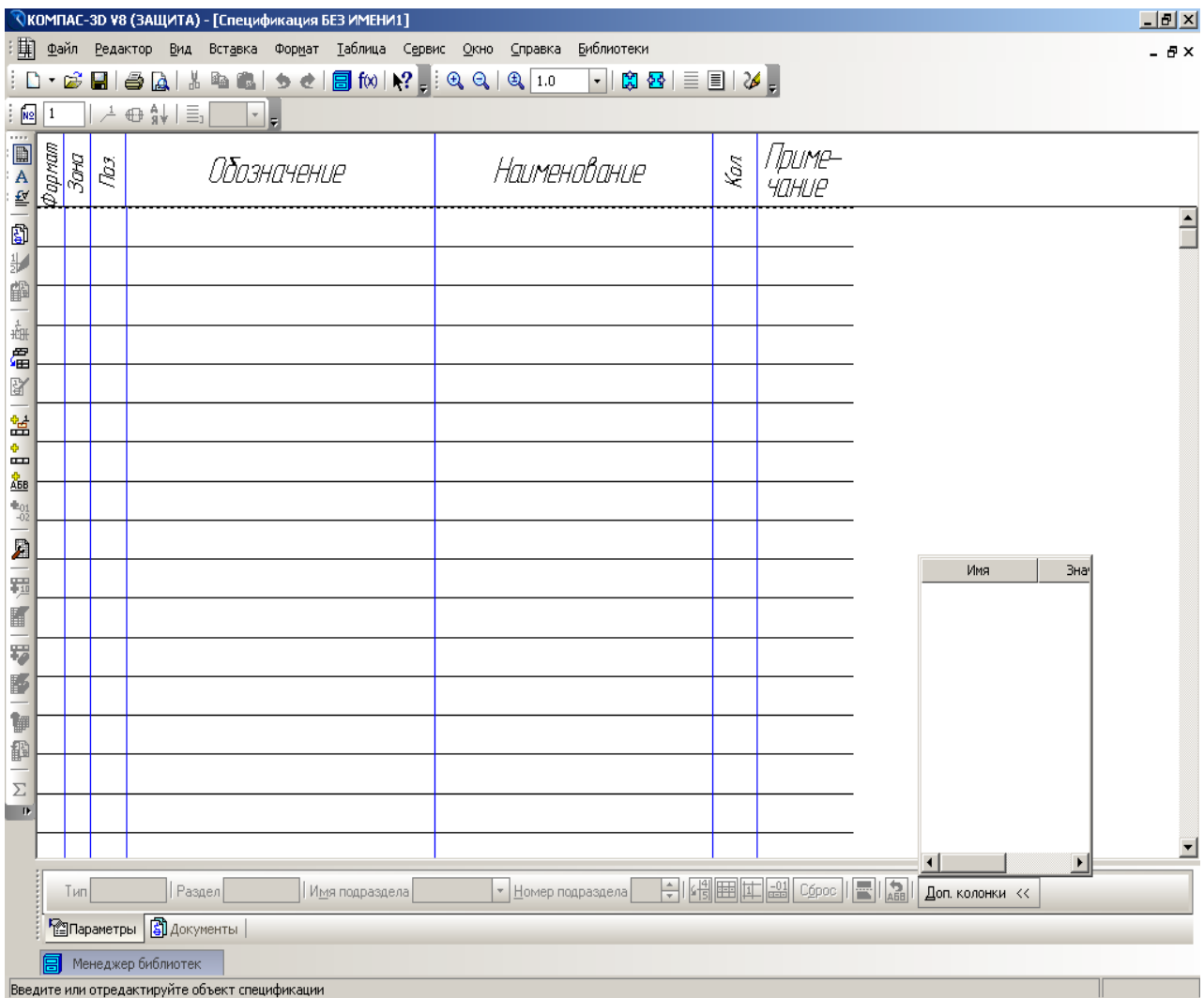


Рис. 168

**Текстовый документ** - документ, содержащий преимущественно текстовую информацию - текстовый документ. Текстовый документ оформляется рамкой и основной надписью. Он часто бывает многостраничным. В текстовом документе могут быть созданы пояснительные записки, извещения, технические условия и т.п. (Рис. 169)

Файл текстового документа имеет расширение kdw.

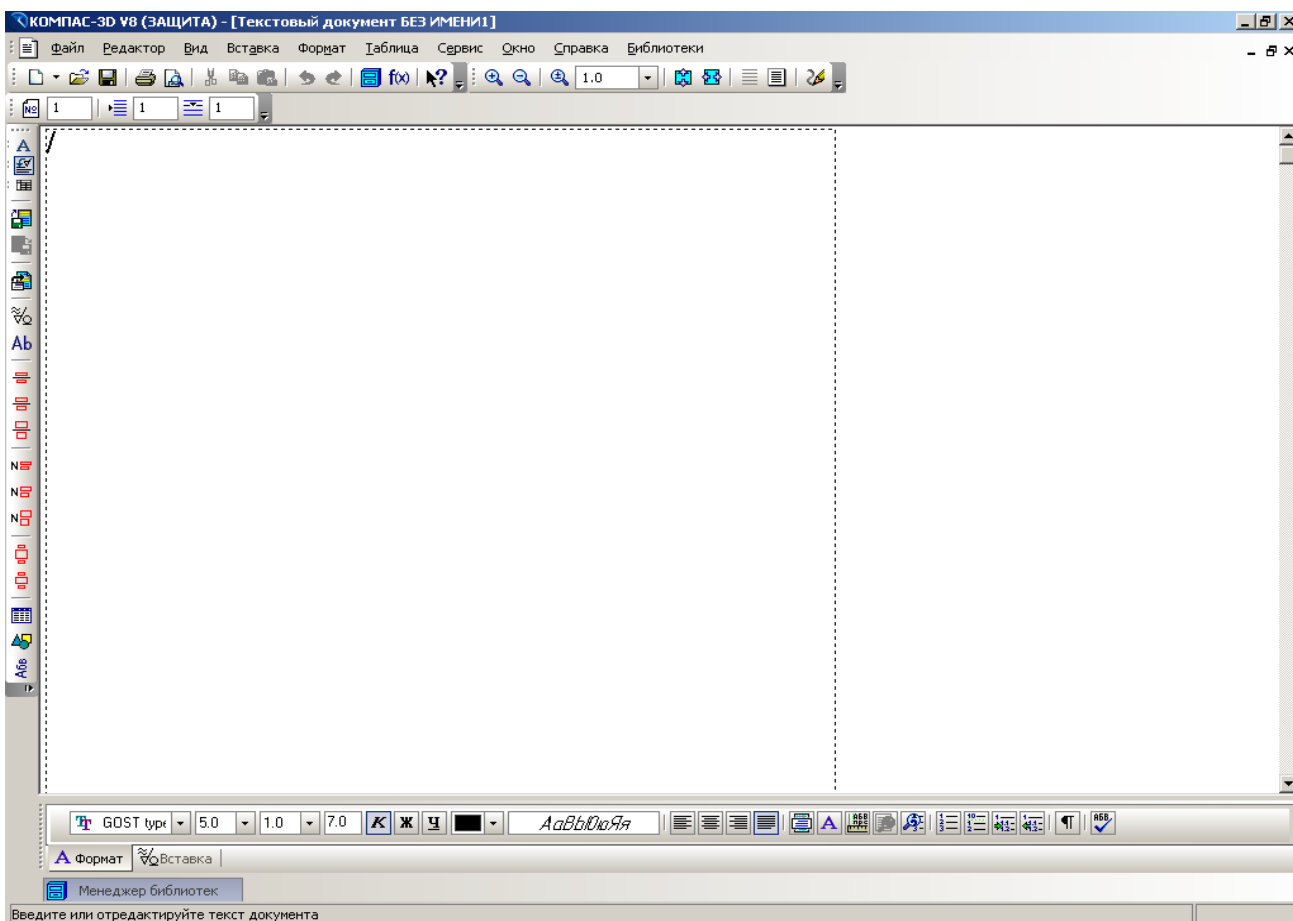


Рис. 169

В КОМПАС-3D используется метрическая система мер.

Расстояния между точками на плоскости в графических документах и между точками в пространстве вычисляются и отображаются в миллиметрах. При этом пользователь всегда работает с реальными размерами (в масштабе 1:1).

При расчете массо-моментных характеристик деталей пользователь может управлять представлением результатов, назначая нужные единицы измерений (килограммы или граммы - для массы; миллиметры, сантиметры, дециметры или метры - для длины).

Числовые параметры текстов (высота шрифта, шаг строк, значение табуляции и т.п.) задаются и отображаются в миллиметрах.

### **Ознакомление с интерфейсом системы**

Интерфейсом называется оболочка программного продукта, осуществляющая взаимосвязь между пользователем и ядром программы.

Структура интерфейса чертежно-графического редактора КОМПАС-3D показана на рисунке 170.

В первой строке интерфейса помещен Заголовок окна, где указаны название программного продукта и место размещения документа. Вторым элементом идет Главное меню, которое предлагает следующие группы команд: Файл, Редактор,

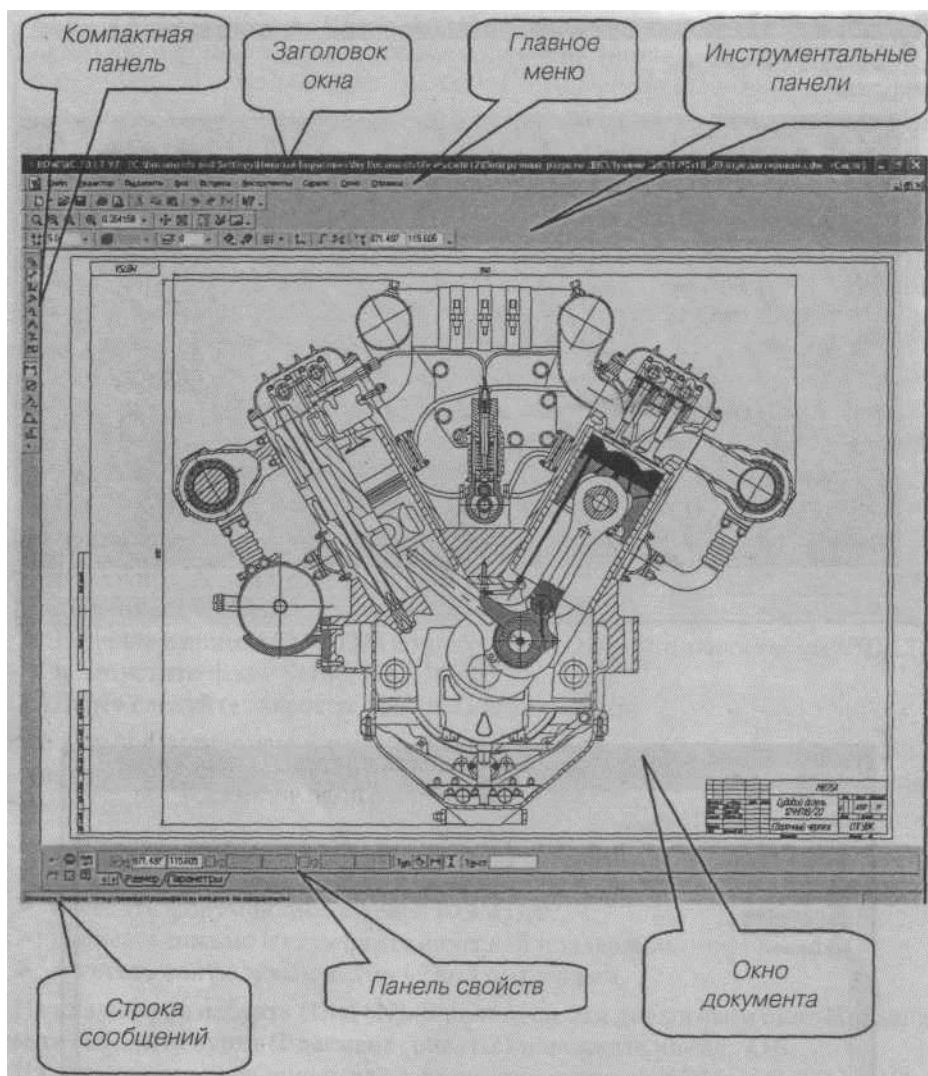


Рис. 170

Выделить, Вид, Вставка, Инструменты, Сервис, Окно и Справка. Каждая



группа - это совокупность команд, выполняющих функционально близкие действия.

Две нижние строки интерфейса занимают Панель свойств и Строка сообщений. Состав панели свойств зависит от режима работы и настройки системы. Большинство команд в этой панели продублированы в Главном меню. Это сделано в целях сокращения времени выполнения команд.

Ниже Главного меню находится блок Инструментальных панелей. Эти панели содержат кнопки вызова нужных команд. Инструментальные панели могут быть объединены в компактные панели, составом которых пользователь может управлять их размещением на экране, а также создавать собственные инструментальные панели.

В левой вертикальной части окна интерфейса находится Компактная панель, которая служит для создания чертежно-конструкторской документации. Она состоит из восьми отдельных блоков, каждый из которых содержит в себе комплект команд, необходимых для геометрических построений чертежа, простановки размеров и обозначений, редактирования, параметризации, измерения, выделения, и ассоциативные виды.

Панель свойств служит для управления процессом выполнения команды, где задаются все необходимые геометрические параметры. Панель свойств может находиться в «плавающем» или в закрепленном состоянии. Закрепление панели возможно только к правой, левой или нижней границе окна документа. Чтобы закрепить панель, «перетащите» ее за заголовок к нужной границе окна. Для возврата в «плавающее» состояние выполните обратное действие. В зависимости от геометрического объекта или процесса Панель свойств может иметь одну или несколько вкладок. Эти вкладки содержат элементы управления различного вида: поля ввода, раскрывающиеся списки, счетчики, опции и группы переключателей. Оформление Панели свойств при необходимости можно настроить.

Последнюю строчку окна интерфейса занимает Строка сообщений. В ней

может отражаться следующая информация: требование системы о вводимых данных в текущий момент, информация об участке экрана, к которому подведен курсор, информация по текущему действию системы. Строка сообщений позволяет адекватно реагировать на запросы и сообщения системы и избежать ошибок. Окно документа представляет собой рабочее поле чертежа.

## Файл

Активизация строки меню достигается щелчком мыши на изображении имени команды. Под щелчком мыши в дальнейшем понимается нажатие на левую кнопку мыши. После нажатия левой кнопкой мыши на меню Файл откроется диалоговое окно со списком команд (Рис. 171).

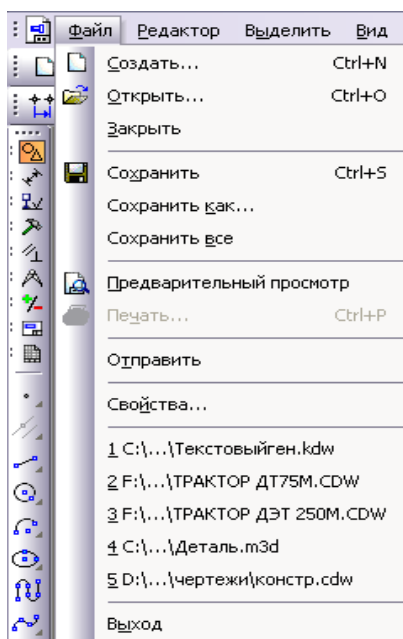


Рис. 171

## Редактор

Этот пункт главного меню доступен, если выделен один графический объект. Он вызывает процесс редактирования параметров выделенного объекта.

Другой способ запуска редактирования параметров объекта - двойной щелчок мышью по этому объекту.

Редактор имеет 16 команд, расположенных в пяти блоках: блок отмены, состоящий из двух команд, блок вырезания-вставки (3 команды), блок удаления

и трансформации объектов (3 команды), блок выделения (одна команда) и блок операций с графическими объектами (7 команд) (Рис. 172).

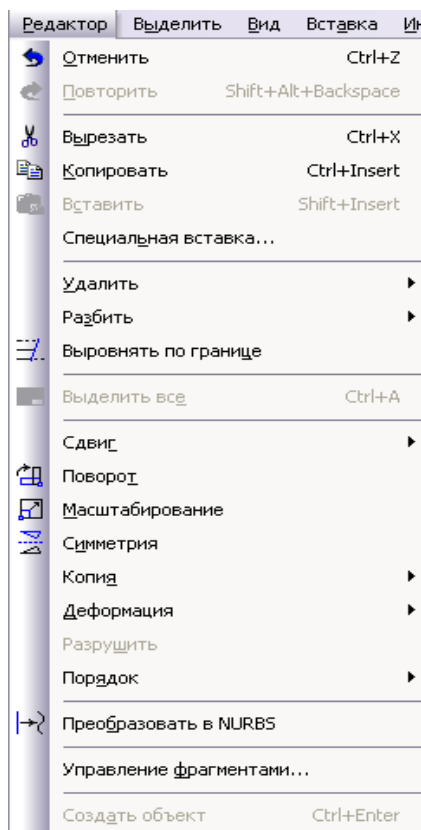


Рис. 172

### **Команды Выделить**

На этой странице Главного меню находятся команды выделения объектов чертежа или фрагмента.

С помощью команд Выделить можно выделять объекты различными способами или их комбинациями, а также отменить сделанное выделение.

Выделенные элементы будут подсвечены назначенным в диалоге настройки цветом (по умолчанию цвет выделения - зеленый).

После выделения группы элементов их можно копировать в буфер обмена, удалять, выполнять над ними различные операции редактирования и т. д. Страница меню Выделить имеет подменю из 12 команд.

Это подменю содержит следующие команды: Объект, Рамкой, Вне рамки, Секущей рамкой, Секущей ломаной, Прежний список, Слой, По типу, По стилю кривой, Исключить (Рис. 173).

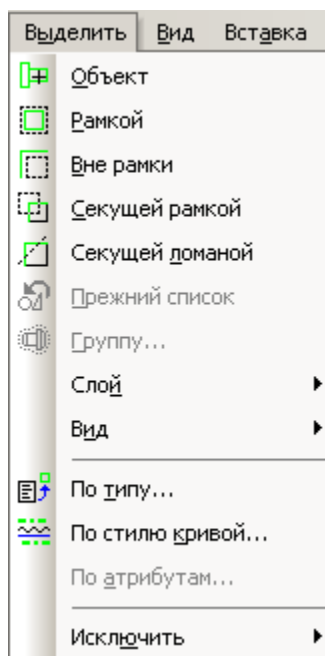


Рис. 173

## Вид

На этой странице Главного меню находятся команды управления объектов интерфейса, чертежей или фрагментов. Этот пункт Главного меню имеет подменю из семи команд (Рис. 174).

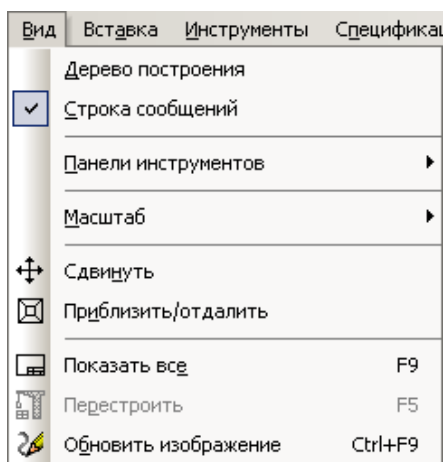


Рис. 174

## Вставка

Эта страница меню позволяет управлять слоями и системой координат. В режиме создания фрагмента содержит меню из двух команд: Слой и Локальная СК. В режиме создания чертежа имеет меню из следующих команд: Вид, Вид с модели, Слой, Технические требования, Неуказанная шероховатость, Основная надпись и локальная СК (Рис. 175).

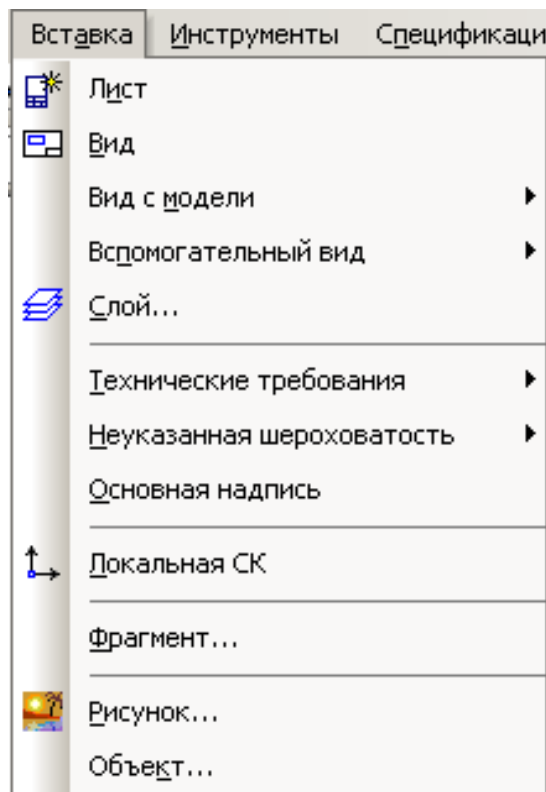


Рис. 175

## Инструменты

Эта страница меню содержит подменю из 6 команд.

Подменю содержит панели: Геометрия, Размеры, Обозначения и Параметризация. Кроме этого в этом подменю имеются команды Штриховка и Ввод текста (Рис. 176).

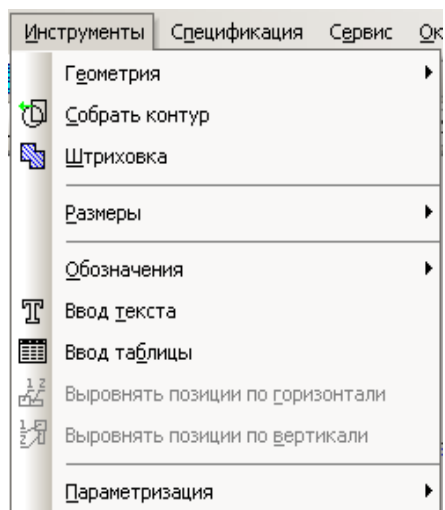


Рис. 176

## Сервис

Эта страница главного меню содержит подменю из 6 блоков команд: Операции с библиотеками, Объединить в макроэлемент, Состояние видов, Измерить, Калькулятор, Настройка интерфейса (Рис. 177).

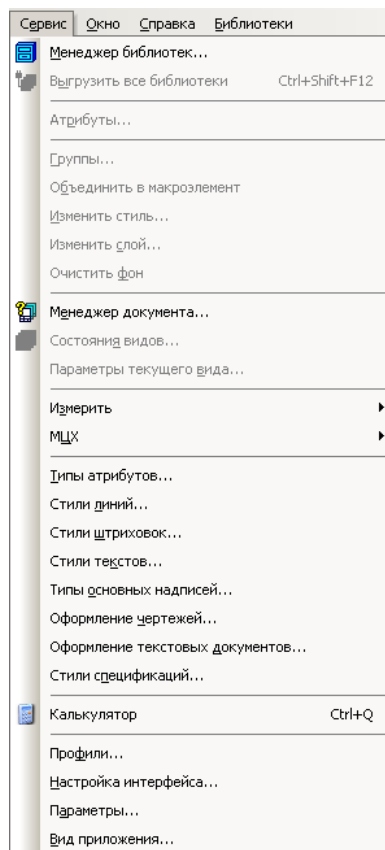


Рис. 177

## Справка

При работе над созданием чертежно-графической документации периодически возникает необходимость в оперативной справочной информации, особенно в период начального ознакомления. Справочную систему можно вызвать, нажав последнюю кнопку в Главном меню.

Страница Справка состоит из следующих разделов: Содержание, Контекстная, Что это такое, Стартовая страница, Компас в Интернете, Команды клавиатуры, О программе (Рис. 178).

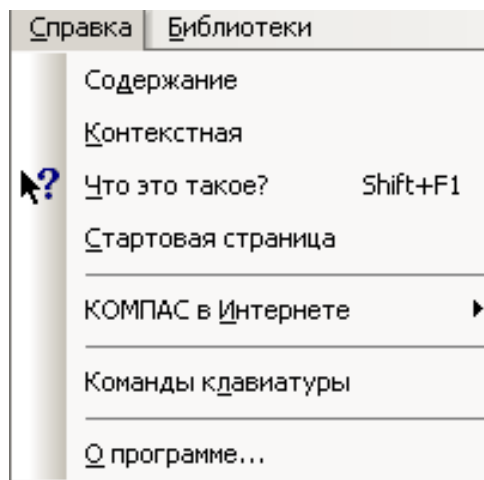


Рис. 178

## Работа с компактной панелью

Это панель, на которой расположены Кнопки переключения между Инструментальными панелями и кнопками самих Инструментальных панелей.

Состав Компактной панели зависит от типа активного документа: Чертеж, Фрагмент или Деталь. Активизация Инструментальных панелей производится с помощью Кнопок переключения. Активизация Инструментальных панелей, входящих в состав Компактной панели, с помощью меню невозможна (Рис. 179).

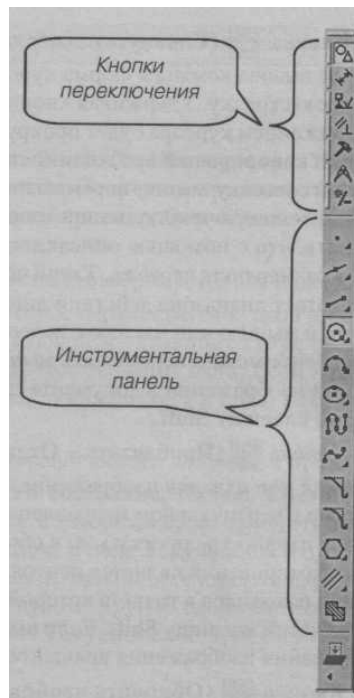


Рис. 179

Можно изменять состав Компактной панели. Рядом с кнопками переключения находятся маркеры перемещения. Чтобы извлечь из Компактной панели какую-либо Инструментальную панель, «перетащите» соответствующий ей маркер мышью за пределы Компактной панели, затем отпустите кнопку мыши. На экране появится выбранная Инструментальная панель. Соответствующая ей кнопка переключения на Компактной панели исчезнет. Обратите внимание на то, что теперь активизация этой инструментальной панели возможна с помощью меню.

Чтобы вернуть или добавить Инструментальную панель в состав Компактной панели, нажмите и удерживайте клавишу Alt. Затем мышью «перетащите» заголовок Инструментальной панели так, чтобы «наложить» ее на Компактную панель. Когда рядом с курсором появится знак плюс, отпустите кнопку мыши и клавишу Alt. Инструментальная панель будет включена в Компактную.

#### **Кнопки переключения:**

#### **Геометрия**

Панель Геометрия содержит ввод следующих геометрических примити-



вов: Точки, Вспомогательные прямые, Отрезки, Окружности, Дуги, Эллипсы, Непрерывный ввод объектов, Кривые, Ломаные, Фаски, Скругления, Прямоугольники, Многоугольник и Эквидистанты. Каждый из указанных геометрических примитивов имеет несколько способов построения.

### **Размеры**

Этот пункт страницы Главного меню позволяет автоматически проставлять необходимые размеры на чертежах и фрагментах и содержит следующие команды: Линейные, Диаметральный размер, Радиальные, Угловые и Размер высоты.

### **Обозначения**

Этот пункт страницы меню предназначен для начертания обозначений на конструкторско-технологической документации. Имеет подменю из 9 команд: Шероховатость, База, Линия-выноска, Знаки, Обозначение позиций, Допуск формы, Линия разреза, Стрелка взгляда, Обозначение центра.

### **Редактирование**

Панель редактирование доступен, если выделен один графический объект. Он вызывает процесс редактирования параметров выделенного объекта.

Другой способ запуска редактирования параметров объекта - двойной щелчок мышью по этому объекту.

Редактор имеет 16 команд, расположенных в пяти блоках: блок отмены, состоящий из двух команд, блок вырезания-вставки (3 команды), блок удаления и трансформации объектов (3 команды), блок выделения (одна команда) и блок операций с графическими объектами (7 команд).

### **Выделение**

Выделенные элементы будут подсвечены назначенным в диалоге настройки цветом (по умолчанию цвет выделения - зеленый).

Страница меню Выделить имеет подменю из 12 команд.

Это подменю содержит следующие команды: Объект, Рамкой, Вне рамки, Секущей рамкой, Секущей ломаной, Прежний список, Слой, По типу, По стилю кривой, Исключить.

## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 19. СХЕМЫ

Задание. Прочитать предложенную на рисунке 180 кинематическую принципиальную схему, назвать входящие туда элементы и связи между ними. Ответ выполнить письменно в тетради.

Приступая к выполнению работы, необходимо изучить виды схем, правила оформления условных обозначений на кинематических, гидравлических и пневматических схемах по ГОСТ 2.781-96.

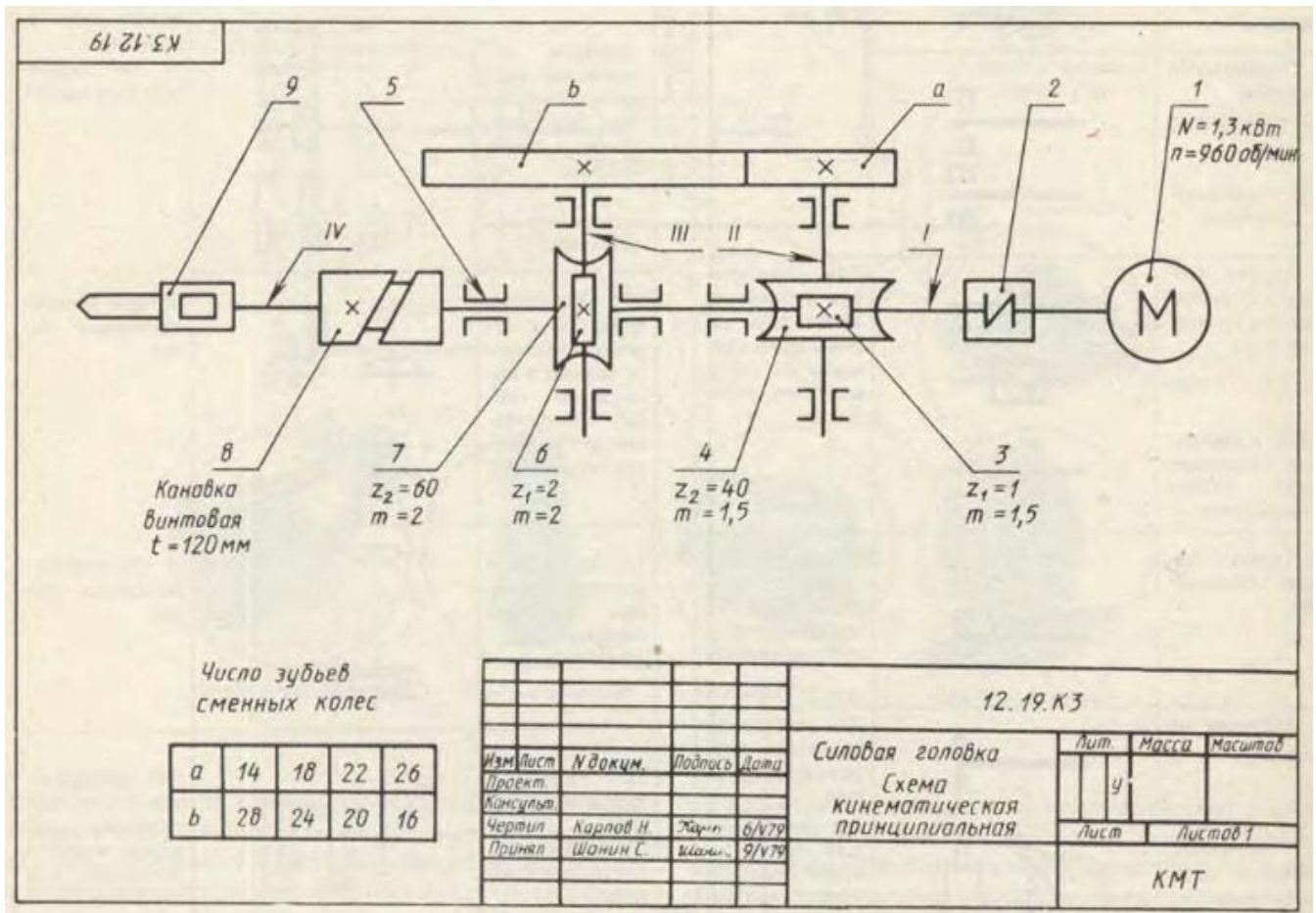


Рис. 180. Схема кинематическая

### Теоретический материал

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

## Виды схем

Таблица 17

электрические – Э	оптические- Л,	принципиальные – 3
гидравлические – Г	энергетические –Р	соединений – 4,
пневматические – П	деления – Е	подключений – 5
газовые – Х	комбинированные - С	общие – 6
кинематические – К	структурные – 1	расположений – 7
вакуумные – В,	функциональные – 2	объединенные – 0

Пример обозначения Кинематическая принципиальная схема – ПЗ

### Правила выполнения схем

Схема, как и чертеж – графическое изображение.

На схемах детали изображают с помощью условных графических изображений.

На схемах изображают не все детали, из которых состоит изделие. Показывают лишь те элементы, которые участвуют в передачи движения.

Условные знаки, применяемые в схемах, вычерчивают, не придерживаясь масштаба изображения.

Соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов должно примерно соответствовать действительному их соотношению.

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

Элементы схем изображают следующими линиями:

Валы, оси, стержни и т. д. – сплошные основные линии толщиной  $S$ .

Зубчатые колеса, червяки, звездочки, шкивы, кулачки и т. д. – сплошные тонкие линии толщиной  $s/2$ .

Контур изделия, в который вписана схема – сплошные тонкие линии толщиной  $S/3$ .

Каждому кинематическому элементу присваивают порядковый номер, начиная от источника движения.

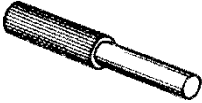
Валы нумеруют римскими цифрами, остальные элементы – арабскими.

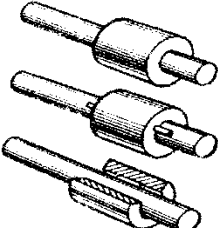
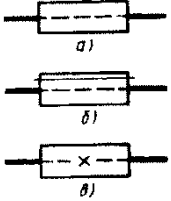
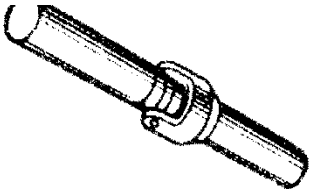
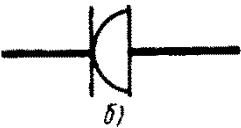
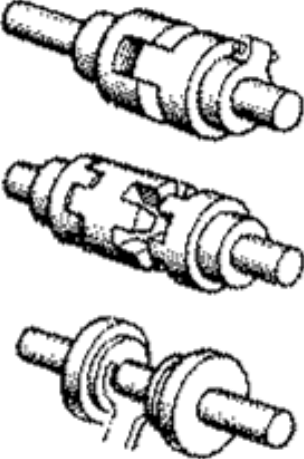
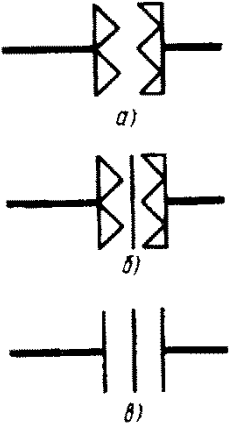
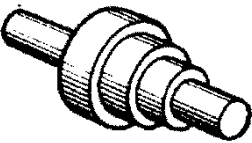
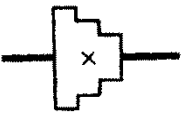
Порядковый номер проставляют на полке линии выноски.

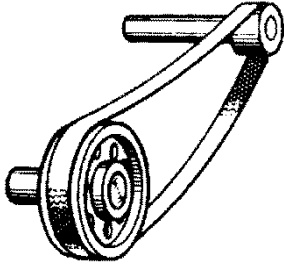
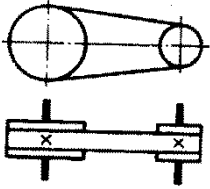
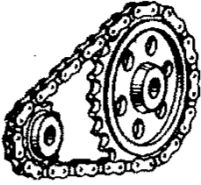
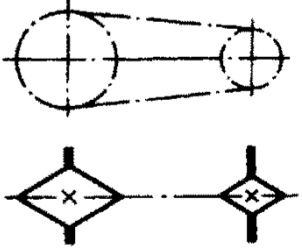
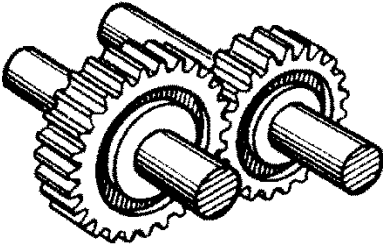
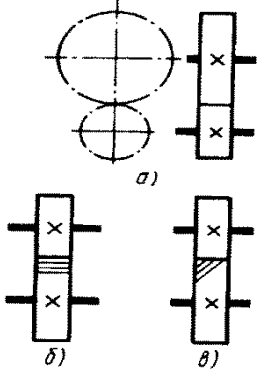
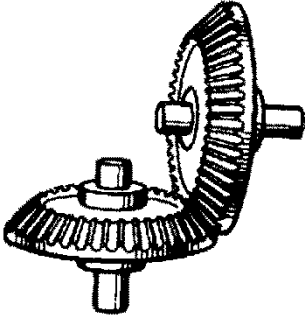
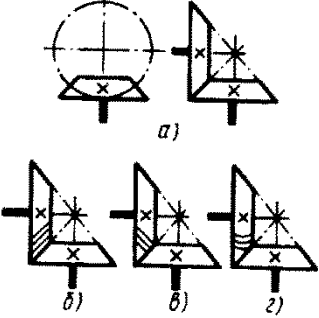
Под полкой указывают основные характеристики:

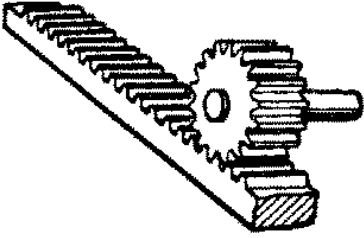
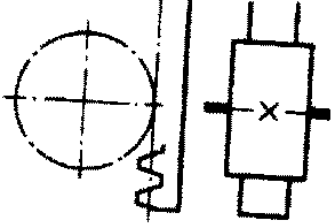


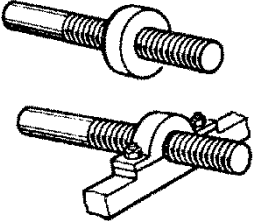
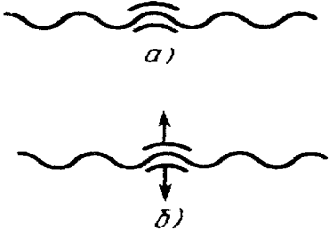
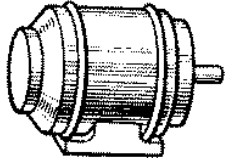

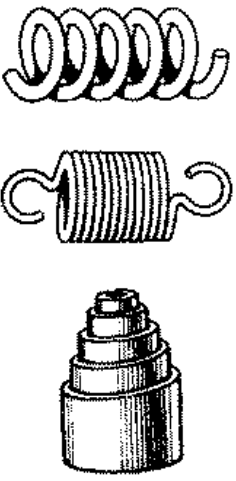
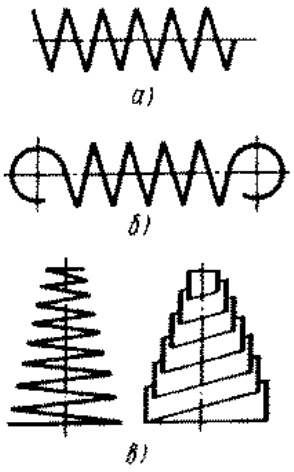
- для зубчатых колес указывают модуль и число зубьев,
- для шкивов – их диаметры и ширину.
- у электродвигателя – мощность и число оборотов.

Таблица 18

Наименование	Наглядное изображение	Условное обозначение
Ось, вал, валик, стержень, шатун и пр.		
Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа): а) - радиальный, б) - упорный односторонний		

<p>Соединение детали с валом:</p> <p>а) - свободное при вращении,</p> <p>б) - подвижное без вращения,</p> <p>в) - глухое.</p>		
<p>Соединение валов:</p> <p>а) – глухое,</p> <p>б) – шарнирное.</p>		
<p>Муфты сцепления:</p> <p>а) – кулачковая односторонняя,</p> <p>б) – кулачковая двусторонняя,</p> <p>в) – фрикционная двусторонняя (без уточнения типа)</p>		
<p>Шкив ступенчатый, закрепленный на валу</p>		

<p>Передача плоским ремнем открытая</p>		
<p>Передача цепью (без уточнения типа цепи)</p>		
<p>Передачи зубчатые (цилиндрические): а) – общее обозначение (без уточнения типа зубьев), б) – с прямыми зубьями, в) – с косыми зубьями.</p>		
<p>Передачи зубчатые с пересекающимися валами (конические): а) – общее обозначение (без уточнения типа зубьев),</p>		

<p>Передача зубчатая реечная (без уточнения типа зубьев)</p>		
<p>Винт, передающий движение</p>		
<p>Гайка на винте, передающим движение: а) – неразъемная, б) - разъемная</p>		
<p>Электродвигатель</p>		
<p>Пружины: а) – сжатия, б) – растяжения, в) - конические</p>		



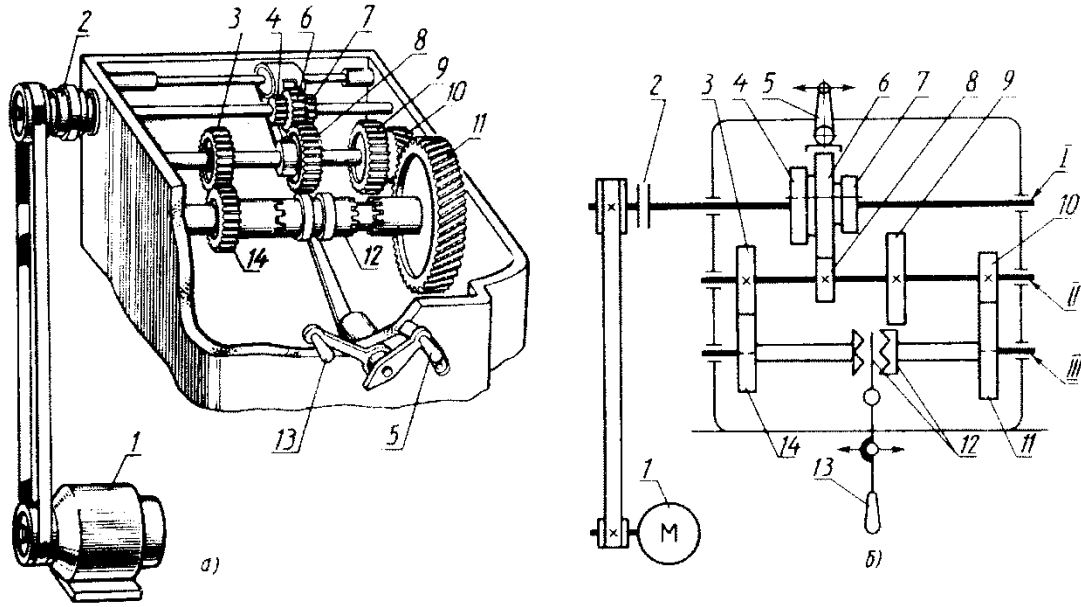
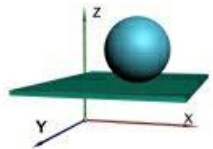
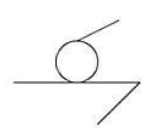
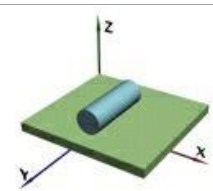
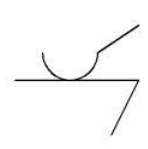
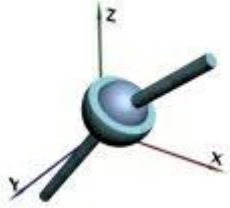

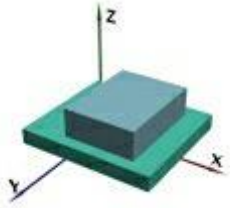
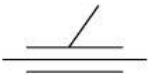
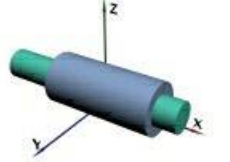
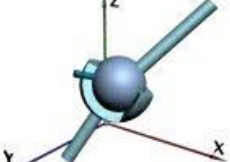

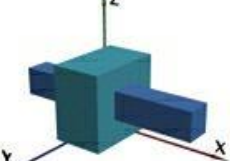
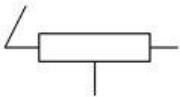

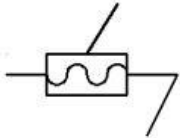


Рис. 181 Коробка скоростей токарного станка

### Условные обозначения кинематических пар

Таблица 19

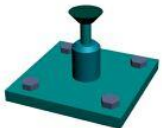
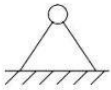
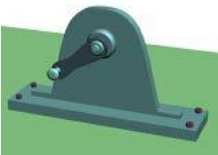
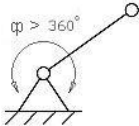

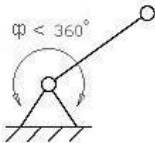

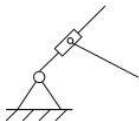
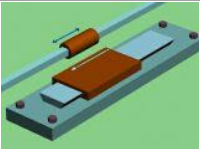
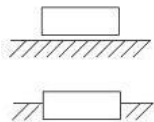
Число степеней подвижности $H$	Класс пары $S$	Изображение / название	Условное обозначение
5	1	 Шар - плоскость	
4	2	 Цилиндр - плоскость	


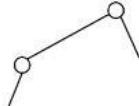

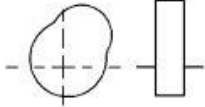
3	3	 <p data-bbox="841 401 1019 432">Сферическая</p>	
3	3	 <p data-bbox="841 686 1019 718">Плоскостная</p>	
2	4	 <p data-bbox="816 926 1044 957">Цилиндрическая</p>	
2	4	 <p data-bbox="768 1161 1092 1192">Сферическая с пальцем</p>	
1	5	 <p data-bbox="816 1402 1044 1434">Поступательная</p>	
1	5	 <p data-bbox="865 1646 995 1677">Винтовая</p>	

# Классификация кинематических цепей. Структура механизмов

## Основные виды звеньев, используемых в механизмах

Таблица 20

Наименование	Вид / Определение	Условное обозначение на кинематической схеме
Стойка	 Неподвижное звено	
Кривошип	 Вращающееся звено рычажного механизма, которое может совершать полный оборот вокруг неподвижной оси.	
Коромысло	 Вращающееся звено рычажного механизма, которое может совершать только неполный оборот вокруг неподвижной оси.	
Кулиса	 Звено рычажного механизма, вращающееся вокруг неподвижной оси и образующее с другим подвижным звеном поступательную пару.	
Ползун	 Звено рычажного механизма, образующее поступательную пару со стойкой.	

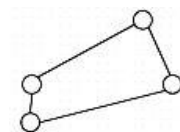
Шатун	 Звено рычажного механизма, образующее кинематические пары только с подвижными звеньями.	
Кулачок	 Звено, имеющее элемент высшей пары, выполненный в виде поверхности переменной кривизны.	

### Классификация кинематических цепей

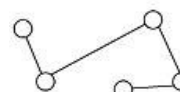
Несколько звеньев механизма, соединённых между собой кинематическими парами, образуют кинематическую цепь. Кинематические цепи бывают 3-х видов:

Таблица 21

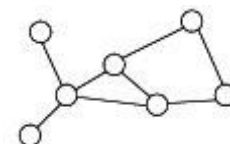
Замкнутые (простые)



Разомкнутые (простые)



Комбинированные, разветвлённые (сложные)



По наличию разветвлений различают цепи **простые** (каждое звено цепи входит не более чем две кинематических пары) и **сложные или разветвлённые** (некоторые звенья входят в три, или более пары); в разветвленных цепях могут присутствовать так называемые кратные (двойные, тройные и т.д.) шарниры.

Для кинематических цепей справедливы следующие определения:

**Шарнир**- подвижное соединение частей механизма, деталей, обеспечивающее их вращение вокруг общей оси или общей точки;

**Звено**- твёрдое тело, участвующее в заданном преобразовании движения. Звено может состоять из нескольких деталей, не имеющих между собой относительного движения;

**Стойка**- звено, принимаемое за неподвижное;

**Входное звено**- звено, которому сообщается движение, преобразуемое механизмом в требуемые движения других звеньев;

**Выходное звено**- звено, совершающее движение, для выполнения которого предназначен механизм;

**Связь**- любое условие, которое уменьшает число степеней свободы механизма. Любую связь можно отбросить, заменив её действие реакцией;

**Избыточная связь**- связь, устранение которой не изменяет число степеней свободы механизма.

### **Гидравлические и пневматические схемы**

**Гидравлическая (пневматическая) схема** — это технический документ, содержащий в виде условных графических изображений или обозначений информацию о строении изделия, его составных частях и взаимосвязи между ними, действие которого основывается на использовании энергии сжатой жидкости (газа). Гидравлическая схема является одним из видов схем изделий и обозначаются в шифре основной надписи литерой «Г» (пневматическая— литерой «П»).

Гидравлические и пневматические схемы в зависимости от их основного назначения подразделяются на следующие типы:

- структурные;
- принципиальные;
- схемы соединений.

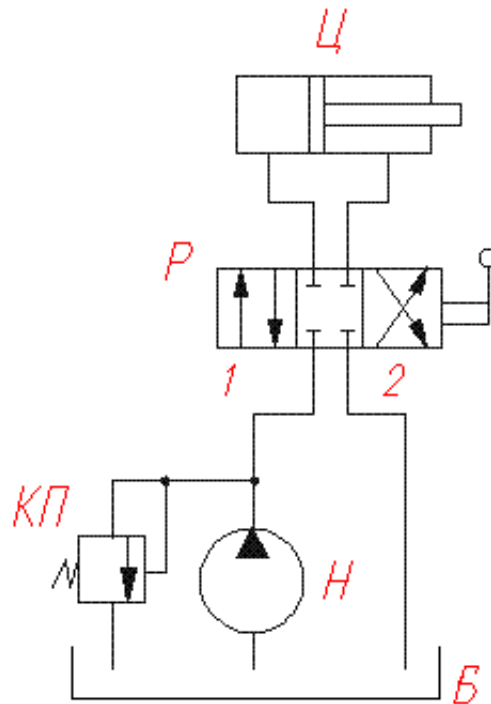


Рис. 182. Простейшая принципиальная гидравлическая схема гидропривода (код Г3)

### Структурные гидравлические (пневматические) схемы

На структурной схеме элементы и устройства изображают в виде прямоугольников, внутри которых вписывают наименование соответствующей функциональной части. Все элементы связаны между собой линиями взаимосвязи (сплошные основные линии), на которых принято указывать направления потоков рабочей среды по ГОСТ 2.721-68. Графическое построение схемы должно давать как можно более наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии.

При большом количестве функциональных частей допускается вместо 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, которую располагают на полях схемы. Этот вид схем обозначаются в шифре основной надписи символами *Г1* (или *П1*, для пневматических).

## **Принципиальные гидравлические (пневматические) схемы**

На принципиальной схеме изображают все гидравлические (пневматические) элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных гидравлических (пневматических) процессов, и все гидравлические (пневматические) связи между ними. При этом используются графические условные обозначения:

- для гидроаккумуляторов, кондиционеров, гидробаков и других элементов – по ГОСТ 2.780-96;
- для распределителей и контрольно-измерительных устройств – по ГОСТ 2.781-96;
- для насосов и гидродвигателей (пневмодвигателей) – по ГОСТ 2.782-96.

Каждый элемент должен иметь позиционное обозначение, которое состоит из литерного обозначения и порядкового номера. Литерное обозначение должно быть укороченным наименованием элемента, составленное из его начальных или характерных букв, например: клапан— К, дроссель— ДР. Порядковые номера элементов (устройств) следует присваивать, начиная с единицы, в границах группы элементов (устройств), которым на схеме присвоено одинаковое литерное позиционное обозначение, например, Р1, Р2, Р3 и т.д., К1, К2, К3 и т.д.

### **Литерные позиционные обозначения основных элементов:**

- Устройство (общее обозначение)— А
- Гидроаккумулятор (пневмоаккумулятор)— АК
- Аппарат теплообменный— АТ
- Гидробак— Б
- Влаagoотделитель— ВД
- Вентиль— ВН
- Гидровытеснитель— ВТ
- Пневмоглушитель— Г

- Поворотный гидродвигатель(поворотный пневмодвигатель)— Д
- Делитель потока— ДП
- Гидродроссель (пневмодроссель)— ДР
- Гидрозамок (пневмозамок)— ЗМ
- Гидроклапан (пневмоклапан)— К
- Гидроклапан (пневмоклапан) выдержки времени— КВ
- Гидроклапан (пневмоклапан) давления— КД
- Гидроклапан (пневмоклапан) обратный— КО
- Гидроклапан (пневмоклапан) предохранительный— КП
- Гидроклапан (пневмоклапан) редуционный— КР
- Компрессор— КМ
- Гидромотор (пневмомотор)— М
- Манометр— МН
- Гидродинамическая передача— МП
- Маслораспылитель— МР
- Гидродинамическая муфта— МФ
- Насос— Н
- Насос аксиально-поршневой— НА
- Насос-мотор— НМ
- Насос пластинчатый— НП
- Насос радиально-поршневой— НР
- Пневмогидропреобразователь— ПП
- Гидропреобразователь— ПР
- Гидрораспределитель— Р
- Реле давления— РД
- Гидроаппарат (пневмоаппарат) золотниковый— РЗ
- Гидроаппарат (пневмоаппарат) клапанный— РК
- Регулятор потока— РП



- Ресивер— РС
- Сепаратор— С
- Сумматор потоков— СП
- Термометр— Т
- Гиродинамический трансформатор— ТР
- Устройство выпуска воздуха— УВ
- Гидроусилитель— УС
- Фильтр— Ф
- Гидроцилиндр (пневмоцилиндр)—Ц

На принципиальной схеме должны быть однозначно обозначены все элементы, входящие в состав изделия и изображённые на схеме.

Данные об элементах должны быть занесены в перечень элементов. При этом связь перечня с условными графическими обозначениями элементов должна осуществляться через позиционные обозначения. Перечень элементов размещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа.

Эти схемы обозначаются в шифре основной надписи символами *ГЗ(ПЗ)*.

### **Схемы соединений**

На схемах соединений кроме всех гидравлических и пневматических элементов показывают также трубопроводы и элементы соединений трубопроводов. При этом соединения трубопроводов показывают в виде упрощённых внешних очертаний, а сами трубопроводы— сплошными основными линиями.

Расположение графических обозначений элементов и устройств на схеме должно приблизительно отвечать действительному размещению элементов и устройств в изделии. Допускается на схеме не показывать расположение элементов и устройств в изделии, если схему выполняют на нескольких листах или расположение элементов и устройств на месте эксплуатации неизвестно.

На схеме возле графических обозначений элементов и устройств указывают позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме. Возле или внутри графического обозначения устройства и рядом с графическим обозначением элемента допускается указывать его наименование и тип и (или) обозначение документа, на основании которого устройство использовано, номинальные значения основных параметров (давление, подача, расход и т.п.).

Эти схемы обозначаются в шифре основной надписи символами  $\Gamma 4(П4)$ .

## 5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### 5.1. Основная литература

1. Бабулин Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: Учебник для профессиональных учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 367 с.
2. Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А. Практикум по инженерной графике. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 192с.
3. Ганин Н. Б. Создаем чертежи на компьютере в КОМПАС-3D LT. - М.: ДМК Пресс, 2005.-182 с.
4. ГОСТ 2.303-68 Единая система конструкторской документации (ЕСКД)
5. ГОСТ 2.304–81. ЕСКД. Шрифты чертежные.
6. ГОСТ 2.302–68\*. ЕСКД. Масштабы.
7. ГОСТ 2.301–68\*. ЕСКД. Форматы.
8. ГОСТ 7798–70. Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры.
9. Кудрявцев Е. М. КОМПАС-3D V7. Наиболее полное руководство. - М.: ДМК Пресс, 2005.-664 с.
10. Потемкин А. Инженерная графика. - М.: Лори, 2002. - 444 с.
11. Чертежно-графический редактор КОМПАС-3D: Практическое руководство. - СПб.: АСКОН, 2001. - 474 с.

### 5.2. Электронные образовательные ресурсы

1. Техническая литература//URL: <http://www.tehlit.ru>
2. Портал нормативно-технической документации//URL: <http://www.pntdoc.ru>
3. Начертательная геометрия и инженерная графика//URL: [Ing-grafika.ru](http://Ing-grafika.ru)

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Коми Республикаса велöдан, наука да том йöз политика министерство  
Министерство образования, науки и молодежной политики Республики Коми  
Государственное профессиональное образовательное учреждение  
«Сыктывкарский целлюлозно – бумажный техникум»

ГРАФИЧЕСКАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ОП.01 ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Выполнил(а):

студент(ка) группы \_\_\_\_\_

специальность

35.02.04 Технология комплексной

переработки древесины

очная форма обучения

Фамилия И.О.

Проверил(а):

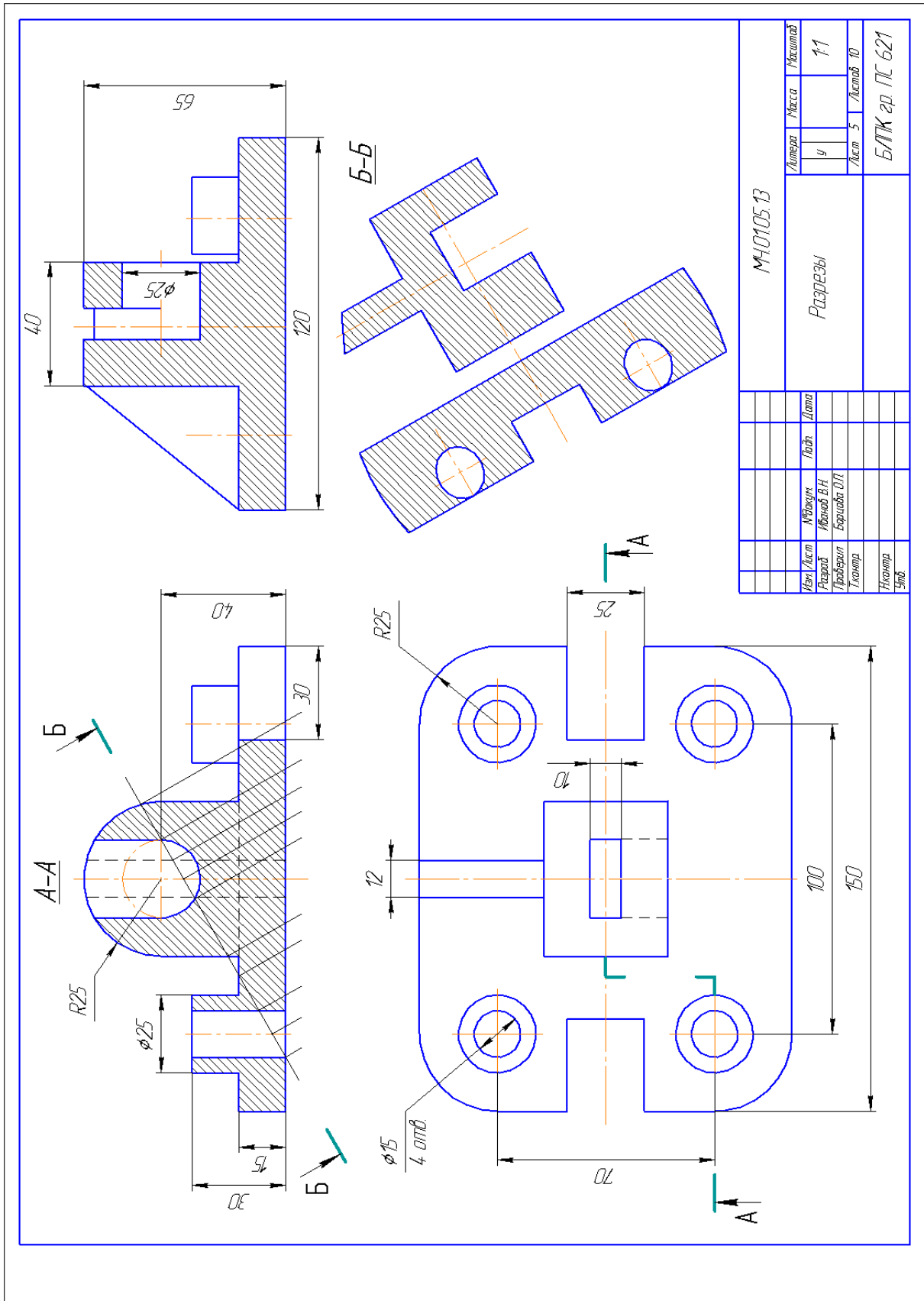
преподаватель \_\_\_\_\_

Отметка \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_

г. Сыктывкар, 20 \_\_\_\_

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ЛИСТА



МЧ10105.13		Литера	Масса	Масштаб
Разрезы		ч		1:1
		Лист	5	Листов 10
		БЛЖ зр. ПС 621		
Имен./Лист	МФаксим.	Имена	Дата	
Азаров	Иванов В.Н.			
Траверкин	Борисова С.П.			
Ткачова				
Иванова				
Сид.				