



---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**  
**(БГТУ)**

---

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВО  
БГТУ  
О.Н. Федонин  
«30» апреля 2021 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
по выполнению графических работ  
по учебной дисциплине  
**ОП.01. Инженерная графика**

Специальность:	<b>15.02.08 Технология машиностроения</b>
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Программа подготовки специалиста среднего звена (ППССЗ):	базовая
Присваиваемая квалификация:	Техник
Форма обучения:	заочная
Срок получения СПО по ППССЗ:	4 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	основное общее образование
Год приема на обучение на 1-й курс:	2021



**Методические указания по выполнению практических занятий**  
по учебной дисциплине **ОП.01 Инженерная графика** (далее — МУ)  
для специальности **15.02.08 Технология машиностроения**

Разработал:

– преподаватель ПК БГТУ

Н.Н.Кипенская

МУ рассмотрена и одобрена на заседании предметно-  
цикловой комиссии

«Технология машиностроения»

от «30» \_\_\_\_\_ апреля \_\_\_\_\_ 2021 г., протокол № 10

Председатель ПЦК

И.А. Тарусова

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебно-методической работе

Т.Е. Балашова

© Кипенская Н.Н.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»



## **Графическая работа №1**

**ТЕМА:** Чертежные шрифты

**Время на работу-4 часа**

### **ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.**

Выполнение работы предусматривает изучение студентами государственных стандартов ЕСКД на форматы, масштабы, линии, чертежные шрифты, то есть охватывает применение общих правил черчения. Работа над ГР 1 опирается -на графические знания и навыки, полученные студентами в школе при изучении черчения и первом занятии по данному предмету.

Работа состоит из оформления листа для ГР форматом А4, написания размером шрифта 10 алфавита прописных и строчных букв, цифр и некоторых знаков, принятых при оформлении чертежей, написания текста шрифтом

### **2. Правила оформления чертежа.**

Работа выполняется на формате А4 ГОСТ 2.301-68 (СТ СЭВ 1181-78), размер которого 210х297 мм. На формате изображается рамка поля чертежа, которая отступает от рамки формата слева 20 мм со всех остальных сторон по 5 мм. В нижней части вплотную к рамке формата помещается основная надпись форма, габариты и заполнение которой установлены ГОСТ 2.104-68 (СТ СЭВ 6306-88). В верхнем левом углу помещается дополнительная надпись (рис. 1).



10

**7**

1

1

~~7, 10, 23, 15, 10~~

7

15 17 18

Изм. листа № 80 К. 1 м. подп. Доло

1

Л4171	Морска Москва
-------	---------------

4	4	5	6
---	---	---	---

Листы Листов 8

3

20 g



В графах основной надписи (рис.2) студент указывает:

В графе 1 - наименование изделия (в ГР 1 - «Шрифты чертежные»)

В графе 2 - обозначение документа по ГОСТ 2.201-80 или по принятой форме(см. рис 3)

В графе 3 - обозначение материала детали ( в ГР 1 не заполняется).

В графе 6 - масштаб, в котором выполнен чертеж (в соответствии с ГОСТ 2.302-68).

В графе 7 - порядковый номер листа (если чертеж выполнен на одном листе графа не заполняется).

В графе 8 - общее число листов чертежа данного изделия (графу заполняют только на первом листе).

В графе 9 - наименование или индекс предприятия, выпустившего чертеж. На учебных чертежах проставляется индекс группы (например: Гр.22 ТМ).

Все надписи выполняются по середине граф.

## **ПКТУ. ИГ 01 02. 003**

01-№ графической работы

02- № по журналу

003- № варианта работы

рис. 3

Все буквенные и цифровые надписи на чертеже всех графических работ выполняются чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81. В основной надписи:

- графы 1;2;6;9 - заполняются шрифтом размером 7;
- графа 3 - заполняется шрифтом размером 5;
- остальные графы - шрифтом размером 3,5 мм.

В дополнительной надписи пишется тоже что и в графе 2 (рис.3), но с поворотом на 180°.

### **3. Выполнение графической работы**



Графическая работа №1 содержит русский алфавит прописных и строчных букв, арабских цифр принятых в чертежах, выполненные шрифтом размером 5, 7 и 10..

Чертежом называют такое изображение предмета на плоскости, по которому можно судить о его форме, устройстве, параметрах и размерах.

Согласно ГОСТ 2.204-8Г надписи, наносимые на чертеже и на других технических документах, выполняются шрифтом с наклоном  $75^\circ$  или без наклона с толщиной линий 2:14 (тип А) или 1:10 (тип Б) размера шрифта. Размер шрифта определяет высота прописных букв в мм, измеряемая перпендикулярно основания строки.

В учебных работах надписи выполняются шрифтом типа Б с наклоном  $75^\circ$ . Параметры шрифта приведены в таблице 1.

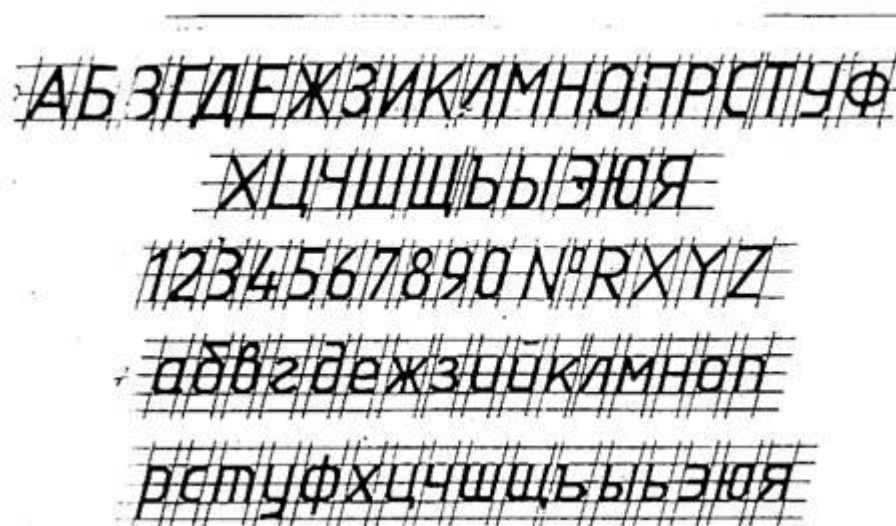
#### Примечания:

Образец выполнения букв и цифр типа Б с наклоном  $75^\circ$  приведен на рис. 3. на нем также показано выполнение вспомогательной сетки, образованной вспомогательными тонкими линиями, в которую вписываются буквы. Шаг вспомогательных линий сетки определяется в зависимости от толщины  $d$  линий шрифта.

Толщина линий шрифта  $d$  определяется в зависимости от типа и размера шрифта согласно табл. 1.

Размеры таких параметров шрифта, как расстояние между буквами в словах «а», высота строчных букв «е», ширина букв и цифр «g» минимальное расстояние между словами «е», расстояние между основаниями строк «b», для наиболее применяемых размеров шрифта типа Б следует брать из табл.1.





**Рис. 4**

Для написания текста шрифтом размера 5, вместо сетки, как на рис. используют упрощенную сетку, на которой проводят горизонтальные линии для размеров  $h$ ,  $c$ ,  $b$  как на рис. 3 и несколько наклонных линий под углом  $75^\circ$ , для того, чтобы не сбиваться с заданного наклона букв и цифр.

Все надписи выполняются от руки.

При выполнении ГР необходимо обратить внимание на:

1. разную ширину букв
2. правильность их написания;
3. расстояние между буквами (оно уменьшается между буквами Г и Д; С и Т и т.д.)
4. правильность написания цифр

После выполнения работы в тонких линиях и проверки преподавателем, обводку выполняют мягким карандашом.



Таблица 1 Шрифты чертежные выполняются под углом 75 градусов.

№ шрифта	3,5	5	7	10
Прописные буквы : высота	3,5	5	7	10
ширина букв, кроме А,Ж,М,Ш,Щ,Ы,Ю	2	2,8	4	5,7
для букв Ж,Ф,Ш,Щ,Ю	3	4,3	6	8,6
для букв А,М	2,5	3,6	5	7
Строчные буквы: высота букв, кроме б, в, д, р, у, ф	2,5	3,5	5	7
высота букв б, в, д, р, у, ф	3,5	5	7	10
ширина букв, кроме ж, м, т, ф, ш, щ, ы, ю	1,5	2,1	3	4,3
ширина букв ж, т, ф, ш, щ, ы, ю,	2,5	3,5	5	7
Цифры: высота	3,5	5	7	10
ширина цифр, кроме 1	2	2,8	4	5,7
Толщина линий букв и цифр 1/10 № шрифта	0,35	0,5	0,7	1.0
Расстояние между буквами	1	1,4	2	3
Расстояние между словами: не менее ширины букв				
Расстояние между основаниями строк не менее	5,3	7,5	10,5	15

При заполнении таблиц буквы и цифры не должны касаться линий таблицы.

#### 4. Вопросы для самоконтроля.

1. Что такое, формат листа чертежа, чем он определяется?
2. Что такое основные и вспомогательные форматы, как их получить?
3. Что такое масштаб изображения на чертеже? Какие масштабы Вы знаете?
4. Какие типы чертежных шрифтов Вы знаете?
5. Какой размер является исходным, для определения размеров элементов букв и цифр чертежного шрифта?



## Пример текста титульного листа журнала чертежей

*Министерство образования и науки РФ*

*ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»*

*ЖУРНАЛ*

*графических работ по инженерной графике за 1 семестр*

*ПКТУ. ИГ О1 12. 000*

*Студент*

*Иванов И.И.*

*Группа*

*23ТМ*

*Отделение*

*дневное*

*Преподаватель*

*Степанов Ю.Ф.*

*Дата*

*Оценка*

*2017*



## **Список рекомендуемой литературы.**

- 1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.
- 2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань
- 3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2019 ЭБС Лань
- 4.Интернет ресурсы-www.edu.ru

## **Графическая работа №2**

**Тема:** Выполнение сопряжений и деление окружности на равные части;.

**Цель работы:** Формирование умений выполнения сопряжений между прямыми, прямыми и дугами, между двух дуг и деления дуг окружности на равные части.

Продолжительность: 4 часа

### **1. Материальное и документальное обеспечение:**

- 1.1. Задания №2 по вариантам
- 1.2. Методические рекомендации по выполнению графической работы
- 1.3. Плакаты «Деление окружности», «Сопряжения»

### **2. Общие и теоретические положения по теме занятий**

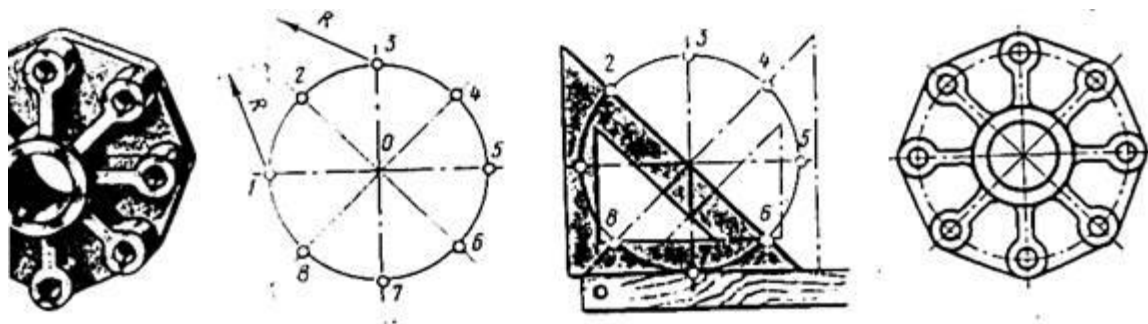
*2.1 Деление окружности на равные части.*

Эти действия часто производятся при вычерчивании фланцев, крышек и других подобных деталей.

*2.1.1 Деление окружности на четыре и восемь равных частей.*



Построение окружности начинается с проведения двух взаимно перпендикулярных осей, которые определяют центр окружности и сами делят окружность на 4 части. Для деления на 3 частей нужно, взяв центрами точки 1 и 3, провести две пересекающиеся дуги. Из точки пересечения провести линию через центр окружности. Находим точки 2 и 6. Аналогично строим 4 и 8 (рис. 1).



### 2.1.2. Деление окружности на пять и семь равных частей.

При делении на 7 частей (рис.2) из точки А радиусом равным радиусу этой окружности проводят дугу, пересекающую окружность в точке п. Из точки п опускают перпендикуляр на горизонтальную осевую линию. Длину перпендикуляра пс откладывают от точки 1 семь раз.

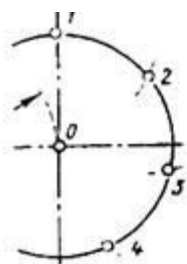


Рис.2

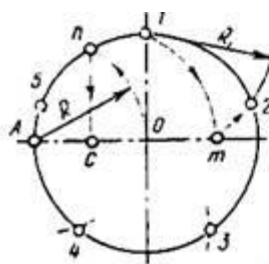
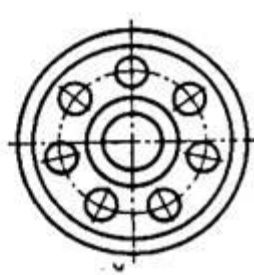
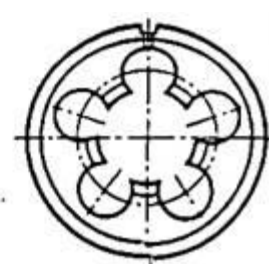


Рис.3



Для деления на 5 частей (рис.3), так же как при делении на 7 частей строят перпендикуляр пс. Из точки С радиусом С1 проводят дугу 1m. Из точки 1 радиусом 1m проводят дугу m2 до пересечения с окружностью. Точки 1 и 2 – искомые точки. Хорда 1-2 равна 1/5 окружности. Длину хорды 1-2 откладывают на окружности и находят точки 3,4,5.

Дугой способ-способ хорд. Диаметр окружности умножают на коэффициент К, соответствующий числу делений, получая при этом длину хорды, которую откладывают циркулем на окружности п раз.



Таблица1

<i>Количество частей окружности</i>	<i>Коэффициент K</i>
3	0,87
5	0,71
6	0,5
7	0,43
9	0,34
10	0,31
11	0,28

## 2.2. Сопряжения

Сопряжением называют плавный переход одной линии в другую. Точка сопряжения - общая точка, в которой осуществляется плавный переход.

### 2.2.1 Сопряжение дуги и касательной и двух дуг.

Точка сопряжения  $m$  дуги и касательной находится в основании перпендикуляра, опущенного из центра окружности на прямую  $Am$  (рис.4). Точка сопряжения двух дуг радиусом  $R$  и  $R_1$  находится на прямой соединяющей два центра дуг  $O$  и  $O_1$  (рис.5).

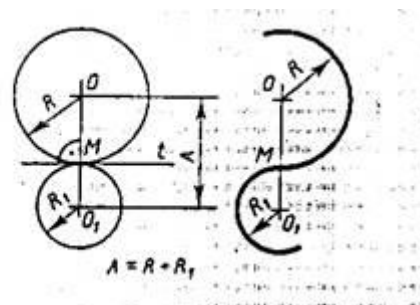
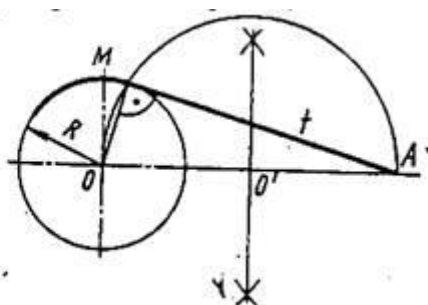
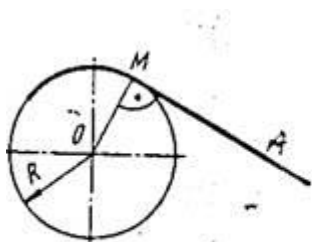


Рис.4

Рис.5

### 2.2.2. Сопряжение двух сторон прямого, острого или тупого угла.

Центр дуги сопряжения должен находится на расстоянии, радиуса дуги



сопряжения от каждой из сторон угла. Проводят две линии параллельные сторонам угла на расстоянии  $R$  от сторон. Точка пересечения линий является центром дуги сопряжения  $O$ . Перпендикуляры из центра  $O$  на боковые стороны определяют точки сопряжения  $n$  и  $m$  (рис.6).

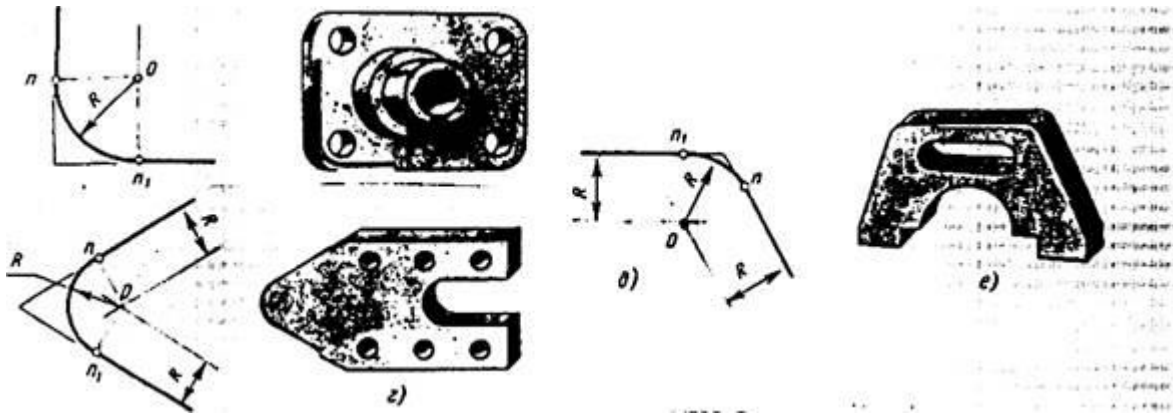
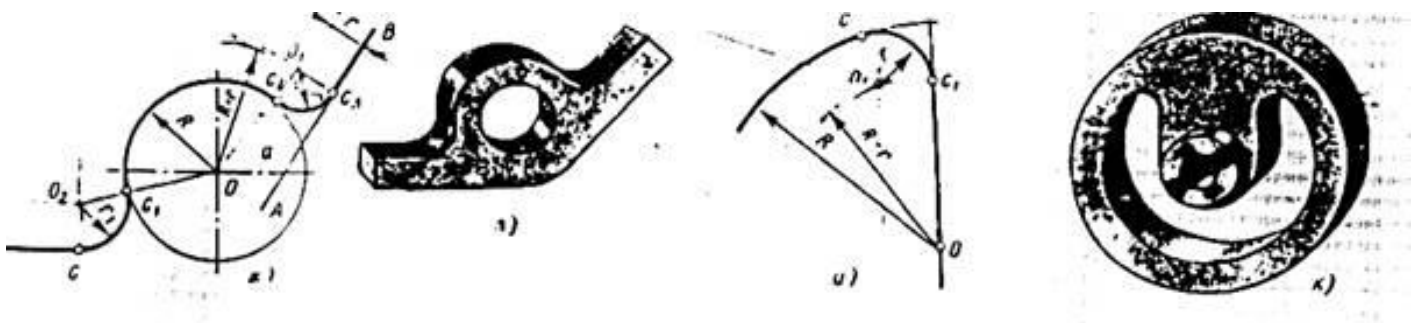


рис.6

### 2.2.3 Сопряжение дуги и произвольной прямой.

Центр дуги сопряжения  $O$  должен находится на расстоянии радиуса дуги сопряжения от прямой и сопрягаемой дуги. При построении нужно провести линии, отстоящие на одинаковом расстоянии  $R$  от дуги с радиусом  $R_1$  и центром  $O$  и прямой линий.

Для дуги это будет вторая дуга с радиусом  $R - r$ . Для прямой – параллельная прямая на расстоянии  $r$  от заданной. Точка пересечения  $O_1$  будет центром дуги сопряжения. Точки сопряжения – точка  $c_2$ , образуемая при пересечении дуги отрезком  $OO_1$ , и точка  $c_3$  – перпендикуляр из  $O$  к прямой. рис.5.





#### 2.2.4. Сопряжение двух дуг

При внешнем сопряжении центры  $O_1$  и  $O_2$ , сопрягаемых дуг радиусом  $R_1$  и  $R_2$ , лежат вне сопрягаемой дуги радиуса  $R$  (рис.8а). Центр дуги сопряжения  $O$  должен находиться от обеих дуг на расстоянии  $R$ . Для определения точки  $O$  из центра  $O_1$  проводим дугу радиусом  $R_1+R$ , а из центра  $O_2$  – дугу радиусом  $R_2+R$ . Точка пересечения – центр  $O$  дуги сопряжения. Если соединить центры  $O_1$  и  $O_2$  с  $O$  прямыми линиями, они пересекут окружности в точках  $M$  и  $N$  (точки сопряжения).

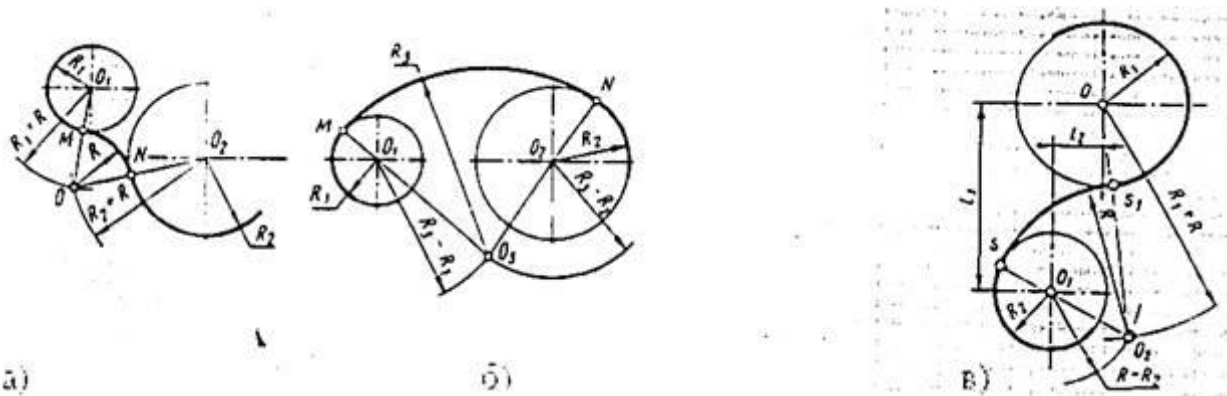


рис.8

2. При внутреннем сопряжении центры дуг лежат внутри дуги сопряжения (рис.8б). Поэтому расстояния от центров  $O_1$  и  $O_2$  сопрягаемых дуг до центра  $O$  дуги сопряжения будут определяться  $R-R_1$  и  $R-R_2$ . Проведение дуг полученными радиусами определяет центр  $O_3$  сопрягаемой дуги. Прямые проведенные из точки  $O_3$  через центры  $O_1$  и  $O_2$  до пересечения с окружностями определит точки сопряжения дуг

3. При смешанном сопряжении (рис. 8 в) для одной дуги это будет внешним сопряжением и дуга из центра проводится радиусом  $R-R_1$ , для другой дуги – внутреннем сопряжением и дуга проводится радиусом  $R-R_2$ . Точка пересечения дуг  $O_2$  – центр дуги сопряжения.

Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.19-24)

### 3. Порядок выполнения работы.

3.1 Получить задания у преподавателя.

3.2 Подготовить формат А4 для работы.

3.3 Определить габаритные размеры чертежа и разметить его на формате



так, чтобы было место для проведения размерных линий.

- 3.4 Провести оси и центральные линии.
- 3.5 Построить в тонких линиях окружности дуги, прямые линии.
- 3.6 Построить сопряжения.
- 3.7 Изобразить выносные и размерные линии.
- 3.8 показать работу преподавателю для проверки.
- 3.9 Обвести линии контура детали.
- 3.10 Проставить размеры.
- 3.11 Заполнить основную надпись.
- 3.12 показать результат работы преподавателю.

#### **4. Домашнее задание.**

- 4.1. Закончить графическую работу.
- 4.2. Подготовить формат А3 для ГР №3

#### **5. Вопросы для самоконтроля.**

1. Как поделить окружность на 3 и 6 частей.
2. Что такое сопряжение?
3. Что такое точка сопряжения?
4. Где должен находиться центр сопряжения прямых пересекающихся линий?
5. Где должен находиться центр сопряжений двух дуг при: а) внешнем сопряжении? б) внутренним сопряжении?

#### **6. Рекомендуемая литература.**

1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. образования 2018, 336с.

2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань

3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2014 ЭБС Лань

4.Интернет ресурсы-www.edu.ru



## Графическая работа № 3

**Тема:** Уклоны, конусности, лекальные кривые.

**Цели работы:** Формирование умений выполнять расчеты и построение углов, конусов, парабол, спирали Архимеда.

**Продолжительность:** 4 часа

**Материальное и документальное обеспечение.**

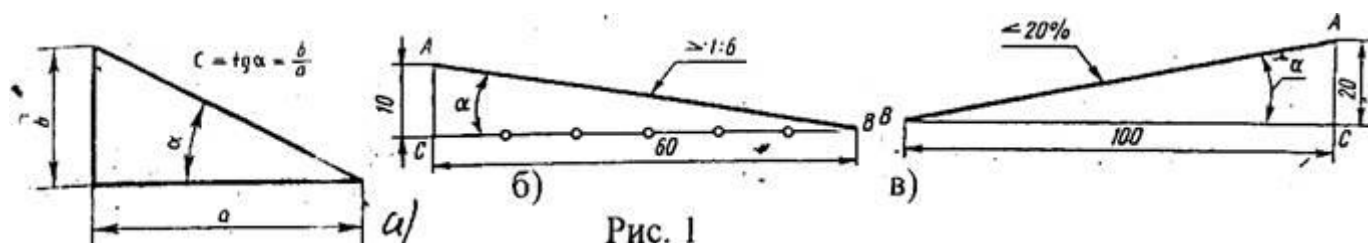
1. Задание по вариантам
2. Методические рекомендации по выполнению графической работы.
  2. Плакаты: «Уклоны, конусности», «Лекальные кривые».

### 1. Общие и теоретические положения по теме графической работы.

#### 1.1. Построение уклонов

Поверхности деталей часто представляют собой плоскости, расположенные наклонно друг к другу. Например, в литых и штампованных деталях, в изделиях проката (двутавровая балка, швеллер, рельс и др.)

Величина наклона одной линии относительно другой называется уклоном и определяется тангенсом угла между ними (рис. 1 а). На чертеже уклон может быть задан простой дробью (рис. 1 б) или в процентах (рис. 1 в).





Знак уклона - его вершина должна быть направлена в сторону уклона - наносят перед размерным числом, располагаемым или непосредственно у изображения поверхности уклона, или на полке линии - выноски (рис. 16, в)

Незначительный уклон на чертеже показывают с увеличением.

На рис. 2 показано построение внутренней грани верхней полки швеллера. Так как уклон равен 10 %, построен вспомогательный треугольник ВСД с катетами 10 и 100 мм (можно взять 5 и 50 мм и т.п.). Тангенс угла при вершине С равен 1: 10 или иначе 10% - ному уклону гипотенузы СД к катету СВ. Через точку А, определяющую место измерения толщины полки, проведена прямая, параллельная СД. Вспомогательный треугольник может располагаться и в стороне от полки.

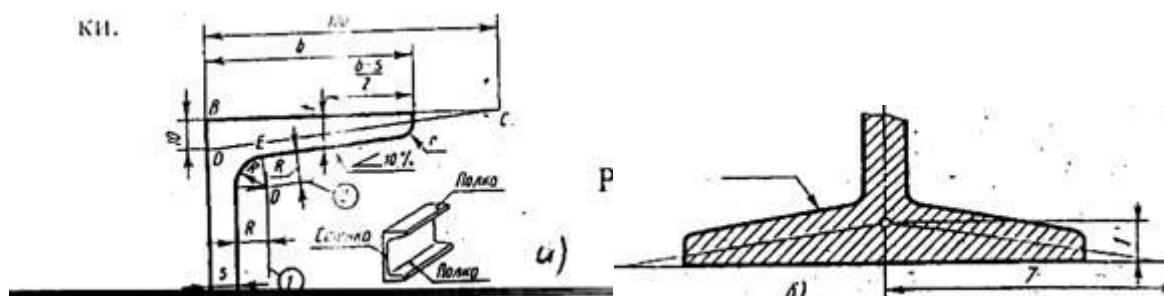


рис.2

## 1.2. Построение конусов

Конус вращения определяют два размера, усеченный - три, задаваемых в зависимости от условий разным образом: углом или одним из диаметров (чаще величиной  $D$  - для наружных конусов и  $d$  - для внутренних) и размером  $L$  - длина конуса (рис. 3).

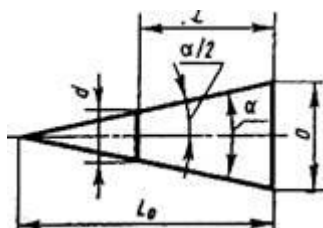


рис.

3

Конусность ( $C$ ) определяется как отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними.



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

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

**Таблица 1** Наиболее встречающиеся конуса:

Конусность	Угол конуса	Применение
1:50	1° 8' 45"	Конические штифты
1:20	2° 51' 51"	Конусы в шпинделях станков
1: 10	5° 43' 29"	Концы валов электрических машин
1:1,866	30°	Зажимные цанги, фрикционные муфты
1: 0,866	60°	Центры станков, центровые отверстия

Конусность может быть задана отношением двух чисел или десятичной дробью (рис.4 .)

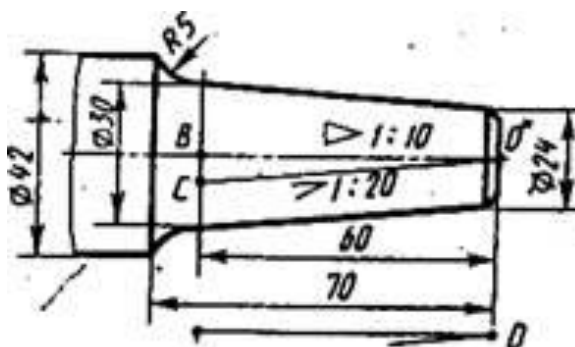


рис. 4

Знак конусности, острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса, наносят перед размерным числом.

При построении очертания конуса, задаваемого конусностью, длиной и одним из диаметров, второй диаметр вычисляют по формуле или с помощью вспомогательного треугольника ВСД, катеты которого относятся как 1:20 (рис.4а). Далее поступают так же, как и при построении уклонов.



### 1.3 Построение параболы

Парабола - множество точек плоскости равноудаленных от точки (фокуса) и прямой (директрисы), лежащих в этой же плоскости.

1. Построение параболы по заданному фокусу  $P$  и направляющей (рис.5) Через фокус проводят ось параболы перпендикулярно директрисе  $d$ . Отрезок  $HF$  делят пополам и находят вершину параболы  $A$ . На оси вправо от точки  $A$  отмечают несколько произвольных выбранных точек, проводят через них прямые перпендикулярные оси и делят на них из фокуса  $F$  засечки: на первой радиусом, равным отрезку  $H1$ , на второй - отрезку  $H2$  и т.д. Через точки проводят плавную кривую.

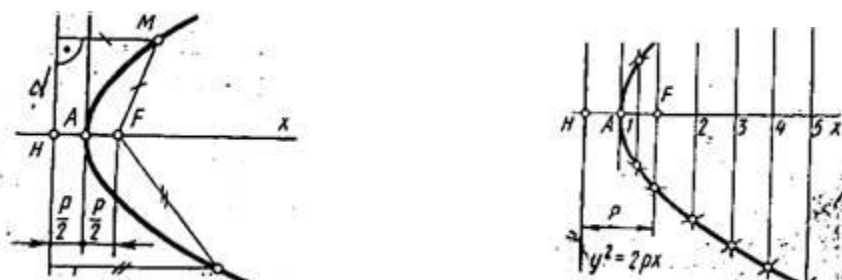


рис.5

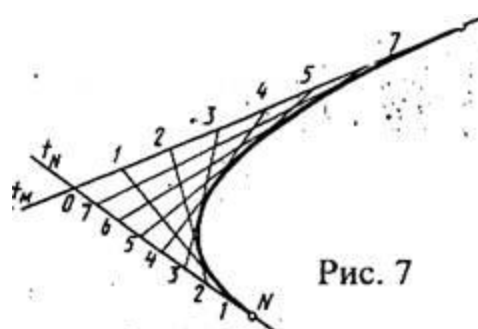
2. Построение параболы по вершине, оси и одной ее точки  $C$  (рис.6).

Строим вспомогательный прямоугольник  $ABCD$ . Стороны прямоугольника  $AD$  и  $DC$  делят на равные части и точки деления нумеруют. Вертикальный ряд делений соединяют лучами с вершиной  $A$ . Через точки деления, расположенные на  $AD$  проводят прямые линии параллельные оси параболы. Точки пересечения соединяют

лекальной

прямой.

Для получения второй ветви параболы проводят прямые линии через точки, лежащие на оси, до пересечения с соответствующими прямыми параллельными оси параболы, проведенными от прямой  $AE$ .





3. Построение параболы, вписанной в данный угол (рис. 7)  
Каждую сторону угла делят на одинаковое число равных частей. Одноименные точки соединяют прямыми линиями, т.е. 1 и 1; 2 и 2; и т.д. При помощи лекала проводим от точки N до точки M кривую касательную ко всем отрезкам прямых.

#### 1.4. Построение спирали Архимеда

Спирали - плоские кривые линии, бесчисленное множество раз обходящие некоторую точку, с каждым обходом приближаясь или удаляясь от нее.

Спираль Архимеда имеет постоянный шаг, т. е. расстояния между всеми витками одинаковые. Обычно строят один виток. Остальные получают аналогично.

Из центра спирали O проводим окружность радиусом равным, шагу S. Окружность и один из радиусов делим на восемь равных частей. Дугами проведенными из центра O переносим точку 1 на радиус O11, точку 2 на радиус O21 и т.д. найденные точки соединяем лекальной линейкой.

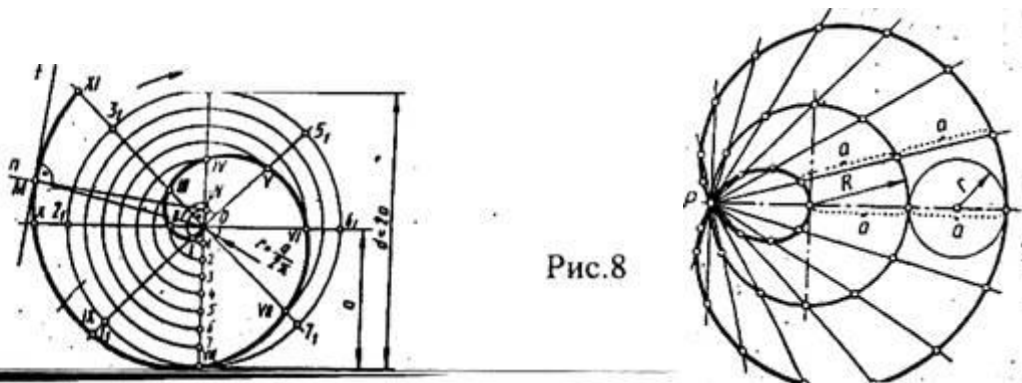


Рис.8

Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.34-38)

## 2. Порядок выполнения графической работы

1. Получить задание у преподавателя.
2. Подготовить формат чертежа А3.
3. Определить габариты каждого чертежа и распределить на поле формата так чтобы осталось место для нанесения размеров.
4. Выполнить чертежи в тонких линиях, нанести размерные линии.
5. Показать преподавателю работу на проверку.
6. Обвести контуры чертежа, заполнить основную надпись.



7. Сдать графическую работу преподавателю.

### **3. Домашнее задание**

Закончить графическую работу

### **4. Вопросы для самоконтроля**

1. Как определить уклон поверхности?
2. Как обозначается уклон на чертеже?
3. Как определить конусность детали?
4. Как определить элементы конуса?
5. Какие линии называются лекальными кривыми?
6. Какие имеются способы построения параболы?
7. Что такое архимедова спираль?
8. Как построить спираль Архимеда?

### **5. Рекомендуемая литература.**

- 1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.
- 2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань
- 3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань
- 4.Интернет ресурсы-www.edu.ru

## **Графическая работа № 4**

**Тема :** Выполнение комплексных чертежей и изометрических проекций геометрических тел.

**Цели работы:** Формирование умений изображения различных плоских фигур в изометрической прямоугольной проекции по имеющимся ортогональным



проекциям.

**Продолжительность:** 4 часа.

**Материальное и документальное обеспечение.**

1. Задание по вариантам
2. Методические рекомендации по выполнению графической работы.
3. Плакаты: «Аксонетрические проекции».
4. Диафильм «Построение наглядных изображений»

## **5. Общие и теоретические положения по теме графической работы.**

### **2.1. Прямоугольная изометрическая проекция.**

Прямоугольная изометрическая проекция является наиболее распространенным видом аксонометрической проекции т. к. обеспечивает хорошую наглядность предмета и простоту построения.

Оси данной проекции расположены под углом  $120^\circ$  друг к другу (рис. 1), а коэффициенты искажений по всем трем осям одинаковы и равны 0,82.

Однако для удобства построений рекомендуется пользоваться коэффициентом искажения равным 1. т.е. откладывать вдоль осей размеры предмета без искажений

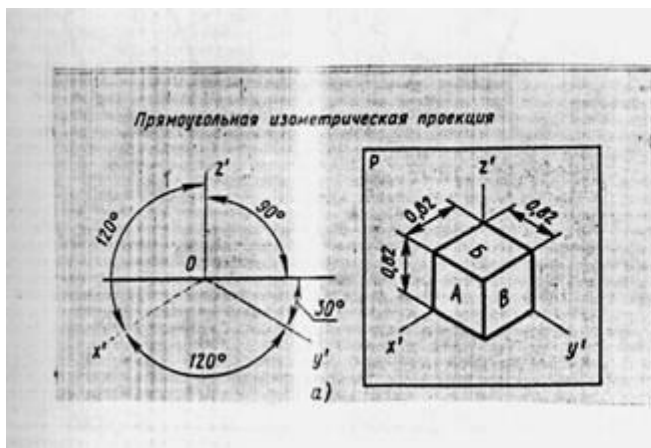


Рис. 1

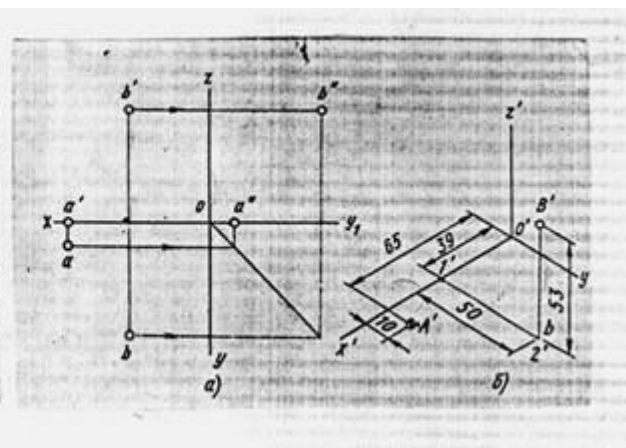


Рис. 2

Если даны ортогональные проекции точек А и В (рис. 2а), то для построения изометрической проекции этих точек проводят аксонометрические оси  $x'$ ,  $y'$   $z'$ . Далее от начала координат  $0'$  по оси  $x'$   $0'$  откладывают отрезок  $0' 1'$ , равный координате  $X_B$ , которую берем с комплексного чертежа (рис.2а), в данном примере  $X_B = 39$  мм.

Из точки  $1'$  проводят прямую параллельную оси  $y'$ , и на ней откладывают



отрезок  $1' 2'$ , равный координате  $y$  в точке В; из точки  $2'$  проводят прямую параллельную оси  $z'$ , на которой откладывают отрезок  $2'В$ , равный координате  $z$  в точке В. Полученная точка В- искомая изометрическая проекция точки В.

Аналогично определяется положение точки А, только эта точка будет лежать на плоскости Н, т.к. координата  $z_A$  равна нулю.

## 2.2. Прямоугольная изометрическая проекция плоских фигур.

Построение изометрических проекций плоских фигур (треугольника, четырехугольника и др.) заключается в построении изометрии каждой вершины как в предыдущем случае. Соединив вершины, получаем изометрию фигуры на плоскости Н.

Восстановив из вершины отрезки параллельные оси  $z'$ , получают изометрическую проекцию плоской фигуры. Например, прямоугольник ABCD (рис. 3). Там где фигура авсд будет перекрыта фигурой ABCD, проводят линии невидимого контура.

При построении аксонометрии шестиугольника удобнее провести его оси, проходящие через его центр, и построение фигуры производить относительно этих осей (рис. 4).

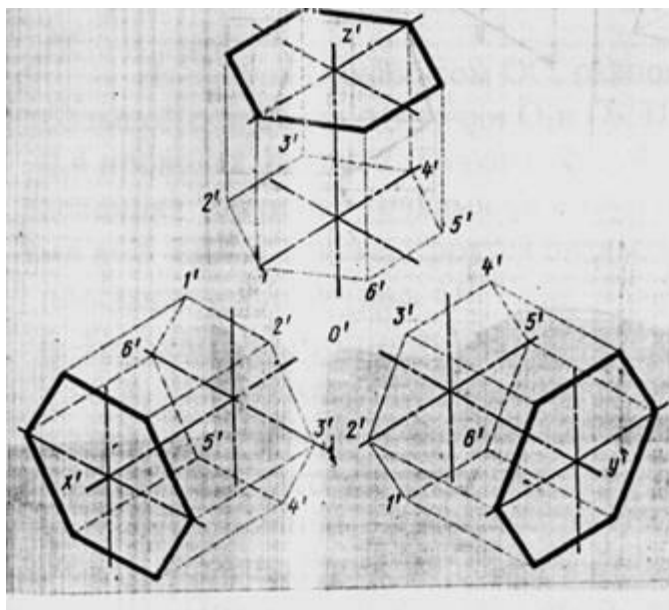


Рис. 3

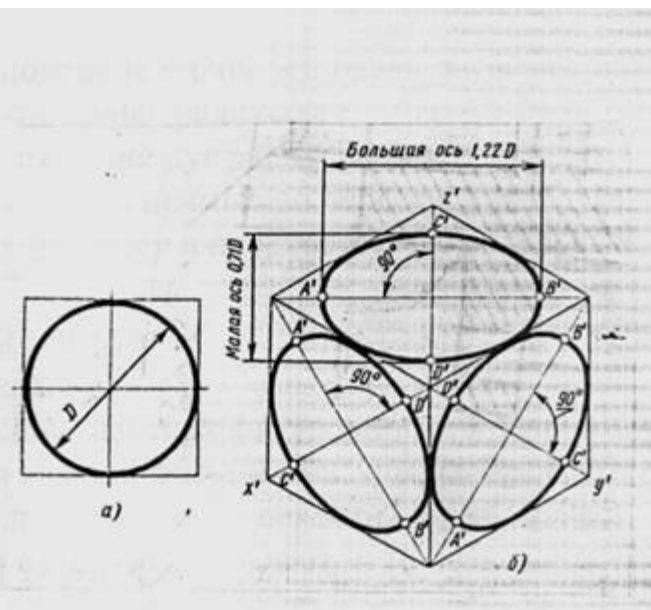


Рис. 4



### 2.3. Прямоугольные изометрические проекции окружности.

Если построить изометрическую проекцию куба, в грани которого вписаны окружности диаметром  $D$ , то квадратные грани куба будут изображаться в виде ромбов, а окружности в виде эллипсов. Длина большой оси эллипса будет равна  $1,22 D$ , а малой оси -  $0,71 D$ . Большая ось эллипса проводится перпендикулярно той оси изометрической проекции, которая проходит через центр круга, а малая ось откладывается на данной оси проекции (рис.5).

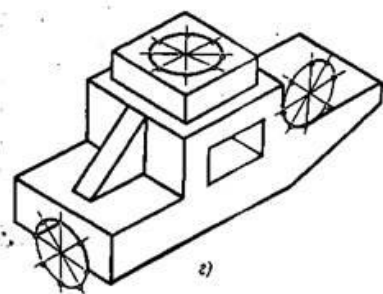


Рис.5

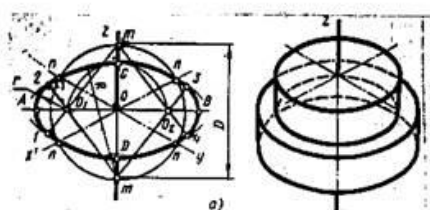
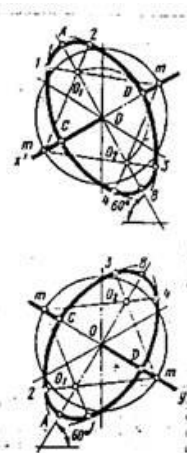


Рис. 6



Упрощенный способ построения овалов приведен на рис.6. Для построения овала в плоскости, параллельной  $H$ , проводят вертикальную и горизонтальную оси овала (рис. 6а).

Из точки пересечения осей проводят вспомогательную окружность диаметром  $D$ . Равным действительной величине диаметра изображаемой окружности, и находят точку  $n$  пересечения этой окружности с аксонометрическими осями  $x$  и  $y$ . Из точек  $m$  пересечения вспомогательной окружности с осью  $z$ , как из центров с радиусом  $R = nm$ , проводят две дуги  $nDn$  и  $nCn$  окружности, принадлежащие овалу. Из центра  $O$  радиусом  $OC$ , равном половине малой оси овала, засекают на большой оси овала  $AB$  точки  $O_1$  и  $O_2$ . Из этих точек радиусом  $r = O_1n = O_2n = O_3n = O_4n$  проводят две дуги. Точки 1, 2, 3, 4 сопряжений дуг радиусом  $R$  и  $r$  находят, соединяя точки  $m$  с точками  $O_1$  и  $O_2$  и продолжая прямые до пересечения с дугами  $nDn$  и  $nCn$ . Так же строятся овалы, находящиеся в плоскостях, параллельных плоскостям  $V$  и  $W$  (рис. 6).



### 3. Порядок выполнения графической работы

3.1. Получить задание у преподавателя

3.2 Построить ортогональные проекции плоских фигур данных в задании. Для этого строятся оси  $x, y, z$  для каждой фигуры. Фигуры изображаются проекциями в плоскостях  $H$  и  $V$  параллельно плоскости  $H$  (рис.7). Расстояние проекций фигур от осей выбирается студентом произвольно. При этом нужно учитывать, что при больших расстояниях, чертеж займет много места, и фигуры не поместятся на листе.

3.3 Изображаются аксонометрии этих фигур, в соответствии с теми координатами вершин, которые изображены на ортогональной проекции. Построения выполняются в тонких линиях.

3.4 Показать работу преподавателю для консультации.

3.5 Обвести линии контура.

3.6 Заполнить основную надпись.

3.7 Сдать графическую работу преподавателю на проверку.

Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.58-67)

#### 4. Домашнее задание.

4.1. Закончить графическую работу

4.2. Подготовить формат А3 для ГР №5

#### 5. Вопросы для самоконтроля.

1. Под каким углом расположены оси в прямоугольной изометрической проекции?

2. Величина коэффициента искажения при изображении в изометрии?

3. Каков порядок построения положения точки в изометрии по ортогональной проекции?

4. Как располагается длинная ось эллипса в изометрической проекции окружности?

#### 6. Список рекомендуемой литературы.



1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.

2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань

3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань

4.Интернет ресурсы-www.edu.ru

## **Графическая работа №5**

**Тема:** Выполнение комплексных чертежей усечённой шестигранной призмы и усеченного конуса

**Цель работы:** Формирование умений выполнять аксонометрические проекции геометрических тел.

**Продолжительность:** 6 часов.

### **Материальное и документальное обеспечение:**

1. Задания на ГР №5 по вариантам.
2. Методические рекомендации по выполнению ГР.
3. Плакат « Аксонометрические проекции ».
4. Диафильм « Построение наглядных изображений ».

### **1. Общие и теоретические положения при выполнении графической работы:**

При выполнении чертежей, любую деталь можно мысленно расчленить на отдельные геометрические тела.

Геометрические тела, ограниченные плоскими фигурами - многоугольниками, называются многогранниками. Например: пирамида, призма. К телам вращения относятся цилиндр, конус, шар, кольцо, тор.



### 1.1. Проекция призмы:

Построение начинается с горизонтальной плоскости. У правильной шестигранной призмы это правильный шестиугольник. Затем, применяя линии связей, строят фронтальную проекцию основания (отрезок прямой). От неё откладывают высоту призмы и строят фронтальную проекцию верхнего основания. Вычерчивают фронтальные проекции рёбер.

Проецируя точки оснований, строится профильная проекция призмы (рис.1). Горизонтальные проекции граней изображаются в виде отрезков прямых. Средняя боковая грань 1234 изображается на плоскости  $V$  в действительном виде, а на плоскости  $V$  - в виде прямой линии. Фронтальные и профильные проекции остальных граней изображаются с искажением. Точки А и В в фронтальной проекции проецируются на горизонтальной проекции на отрезки шестиугольника.

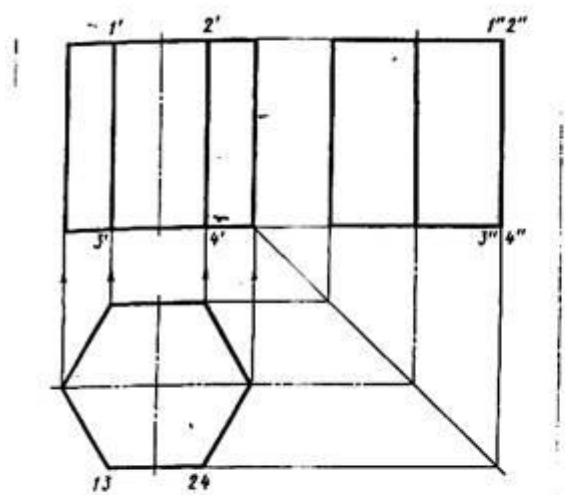


Рис. 1

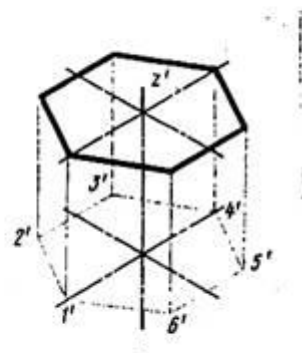


Рис. 2

Построение изометрической проекции призмы можно ускорить, проведя одну из осей координат через центр основания. Построив изометрию основания призмы (см. ГР №4), проводят прямые, параллельные этой оси координат. На них откладывают высоту призмы и соединяют полученные точки. Затем отделяем видимые линии от невидимых (рис. 2). Расположение точек А и В определяются на изометрической проекции, откладывая координаты точек от центра по линиям параллельным осям  $X$  и  $Y$  до пересечения с ребром основания соответствующей грани и из полученных точек отложив высоту, до точек А и В. Если точка будет невидимой, соответствующая буква берётся в скобках. Например: (В)



## 2.2. Проекция пирамид:

Построение трёхгранной пирамиды начинается с построения горизонтальной проекции, которая представляет действительный вид треугольника.

Из горизонтальной проекции вершины пирамиды  $8$  проводят вертикальную линию связи и на фронтальной проекции от оси  $X$  откладывают высоту (точка  $8'$ ). Соединив точки  $1, 2, 3$  с точкой  $S$ , получают фронтальные проекции рёбер.

Аналогично строятся пирамиды с большим числом граней.

Проекции точки находящейся на грани призмы находят, проведя через точку вспомогательную линию. На рис. 3а линия проходит через точку  $A$ , пересекает два ребра.

Точки пересечения проецируют на рёбра другой проекции, через них проводят вторую вспомогательную линию, на которую и проецируют точку  $A$ . На рис. 3б вспомогательная линия проходит через точку  $A$  и вершину. Точку пересечения вспомогательной линии с основанием проецируют на другую плоскость проекции.

При построении аксонометрической проекции применяются те же правила, что и для призмы.

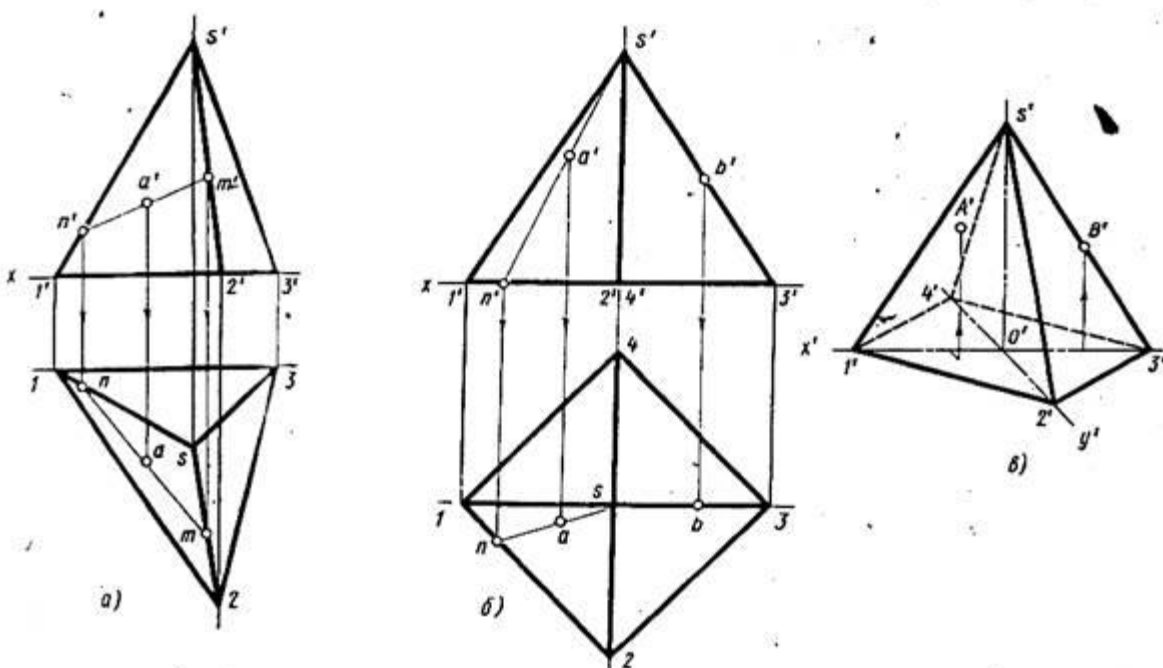


Рис. 3



### 2.3. Проекции цилиндров:

Боковая поверхность цилиндра образована движением отрезка АВ вокруг вертикальной оси по направляющей окружности (рис. 4а). Построение начинают с изображений проекций оснований на горизонтальную плоскость (рис. 4б).

Фронтальная проекция основания - отрезок прямой линии, равный диаметру окружности. Затем на фронтальной проекции проводят две крайние образующие и на них откладывают высоту цилиндра. Проводят отрезок фронтальной проекции верхнего основания цилиндра (рис. 4в).

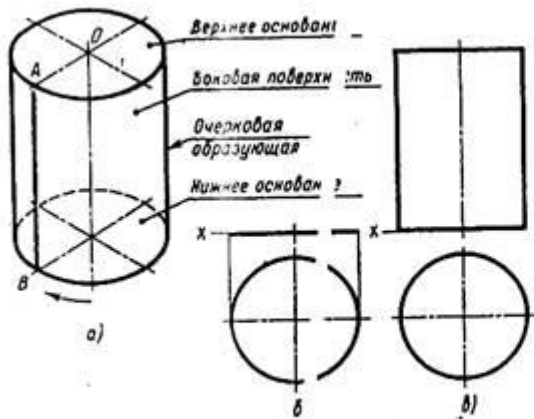


Рис. 4

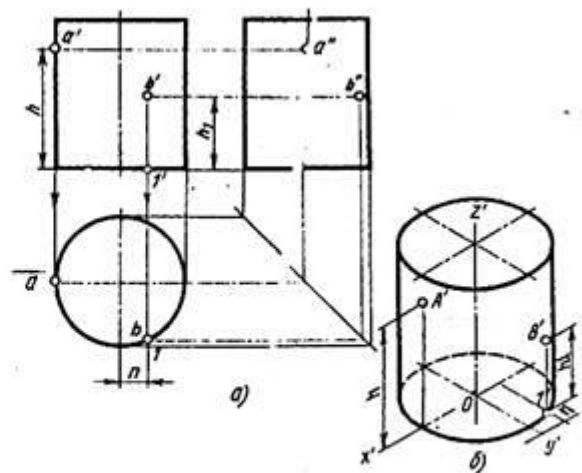


Рис. 5

Проекции точек, которые переносятся на горизонтальную плоскость, должны располагаться на окружности проекции основания (рис. 5а). Профильные проекции точек строят при помощи горизонтальных и вертикальных линий связи.

Изометрическую проекцию цилиндров вычерчивают, как показано на рис. 5.

Изометрию точек А и В строят по их координатам. Так для построения точки В 'от начала координат О по оси О' Э' Х откладывают координату  $X_B = n$ , а затем через её конец проводят прямую, параллельную оси О У до пересечения с эллипсом или овалом основания в точке 1' . Из этой точки параллельно оси О' Z' проводят прямую, на которой откладывают координату  $z_B = h_1$  точки В.



## 2.4. Проекции конусов:

Наглядное изображение конуса показано на рис. 6а. Последовательность построения двух проекций конуса дана на рис. 6б и 6в. Горизонтальной проекцией основания будет окружность, а фронтальной - отрезок прямой, равный диаметру окружности. На фронтальной проекции находят вершину конуса и соединяют прямыми с концами фронтальной проекции основания (рис. 6в).

Если на поверхности конуса задана одна из проекций точки А, то две другие проекции находят с помощью вспомогательных линий — образующей, проведённой через вершину конуса и точку А (рис. 7а) или окружности, расположенной в плоскости, параллельной основанию конуса (рис. 7б).

Изометрическую проекцию точки А, находящейся на поверхности конуса, строят по трём координатам точки:  $X_A = N$ ;  $Y_A = M$ ;  $Z_A = H$  (рис. 7б).

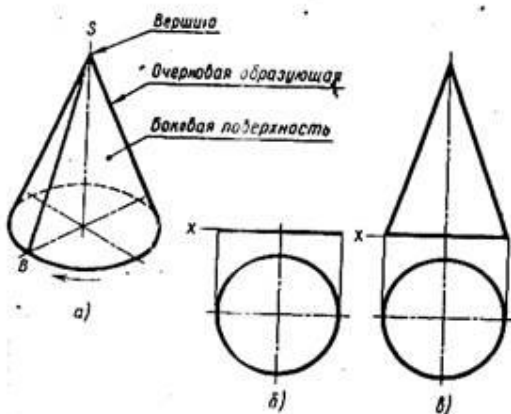


Рис. 6

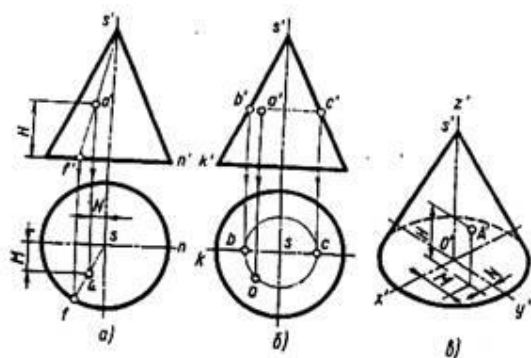


Рис. 7

Эти координаты последовательно откладывают по направлениям, параллельным изометрическим осям.

## 3. Порядок выполнения графической работы:

1. Получить задание у преподавателя.
2. Начертить по двум проекциям фигуры, данные в задании в



ортогональной проекции.

3. Построить третью проекцию фигуры.

4. Построить проекции точек А и В на всех трёх видах. Если точка невидима, буква берётся в скобки.

5. Построить изометрию каждой фигуры в тонких линиях и проекции точек.

6. Показать работу преподавателю для консультации.

7. Обвести линии контура и выполнить основную надпись.

Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.58-67)

#### **4.Домашнее задание:**

Закончить выполнение чертежа. Подготовить формат А3 для следующей графической работы.

С. К. Боголюбов « Черчение » М. « Машиностроение » 1984, с. 87

#### **5. Вопросы для самоконтроля:**

1. Что представляет проекция оснований каждой фигуры на горизонтальную и фронтальную плоскости?

2. Где находятся проекции точек на горизонтальной плоскости у цилиндра и призмы?

3. Какие есть способы нанесения проекции точек на пирамиде и конусе?

4. Какой порядок нахождения точек А и В на аксонометрической проекции?

#### **6.Рекомендуемая литература:**

1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.

2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань

3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань



### ***Графическая работа №6***

**Тема:** выполнение чертежа пересекающихся призм и тел вращения

**Цель работы:** Формирование умений строить линии пересечения многогранников и тел вращения в ортогональной и аксонометрической проекции.

**Продолжительность: 12 часов.**

**Материальное и документальное обеспечение:**

1. Задания ГР№6 по вариантам.
2. Методические рекомендации по выполнению работы.
3. Плакаты « Пересечение поверхностей призм », « Пересечение поверхностей цилиндра и конуса ».

#### **1. Общие и теоретические положения по теме задания:**

На чертеже линии пересечения поверхностей изображаются сплошными основными линиями. В литых и штампованных деталях чёткой линии пересечения нет. Эта линия называется линией перехода и изображается тонкой линией. Линия будет начинаться, и заканчиваться в точках пересечения продолжения контуров пересекающихся поверхностей (рис. 1).

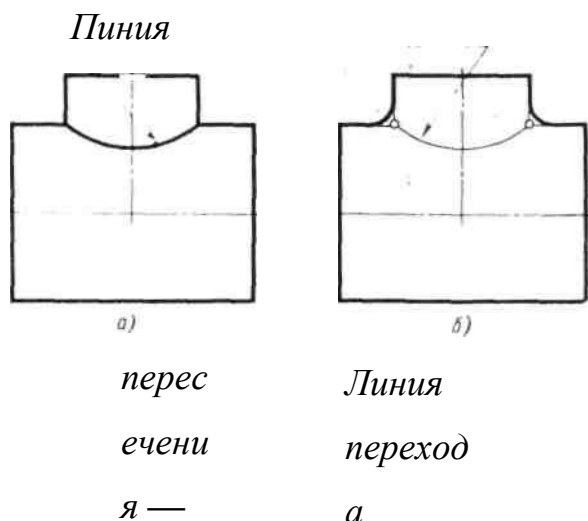


Рис. 1



### 1.1. Общие правила построения линий пересечения поверхностей:

При построении линий пересечения вначале находят, так называемые, очевидные точки, определяемые без графических построений. На рис. 1 (пересечение призм) это точки 1, 2, 3, 4, 5 и т.д. На рис. 2 (пересечение призмы с конусом) - точки а, в. Затем определяют характерные точки, расположенные, например, на других проекциях рёбер призмы или образующих тел вращения (цилиндрической, конической и др.), отделяющих видимую часть линии пересечения от невидимой.

На рис. 2 это точки с, d, в, а.

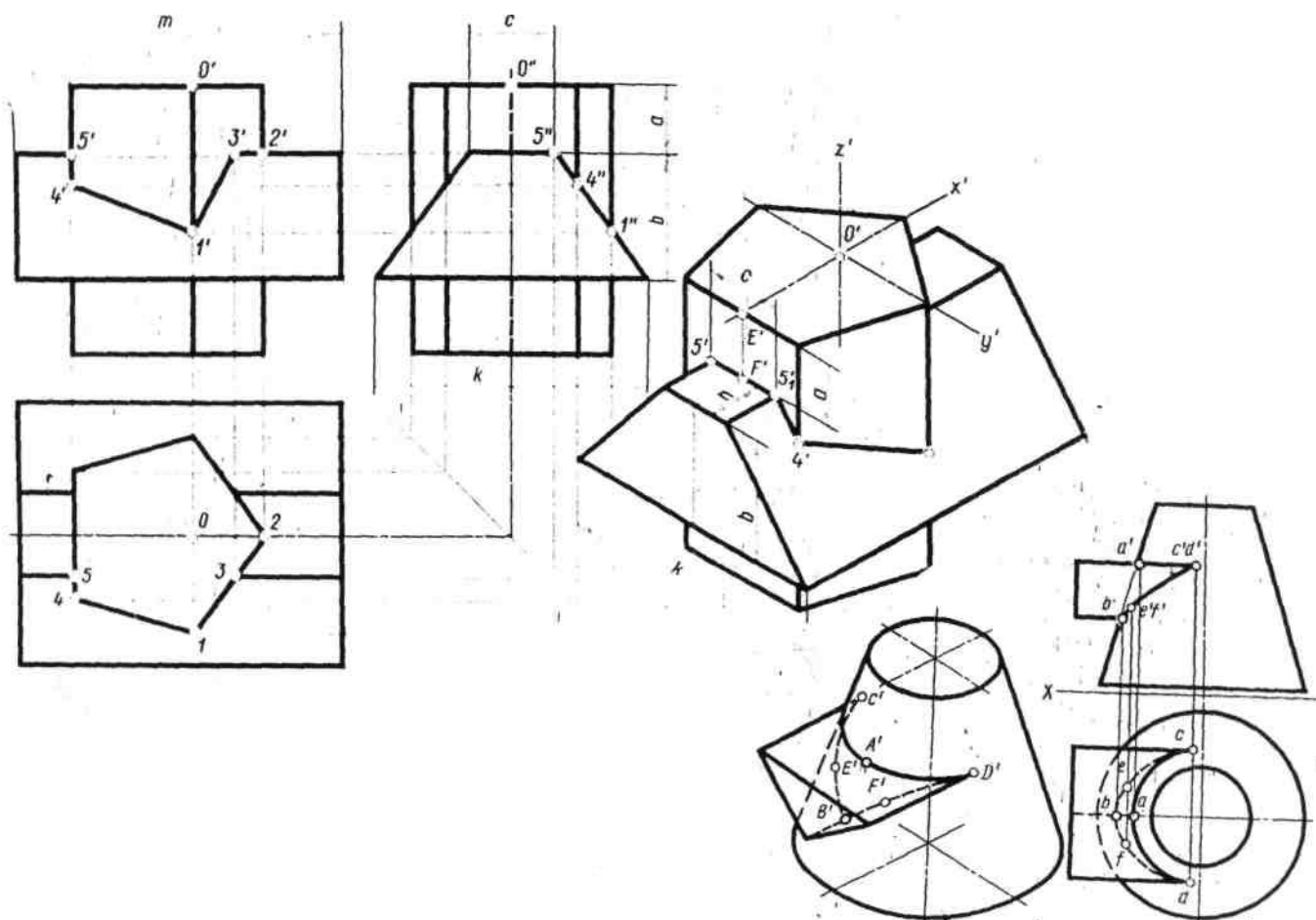


Рис.2

Все остальные точки называются промежуточными. Эти точки нужно находить при построении пересечения тел вращения. Чаще всего для нахождения промежуточных точек применяют вспомогательные взаимно параллельные секущие плоскости или сферические поверхности.

Эти плоскости должны пересекать обе фигуры по простым линиям -



прямым или окружностям. Проводятся секущие плоскости параллельно какой-либо плоскости проекции.

### 1.2. Пересечение поверхностей призм:

При построении пересечения призм, если рёбра их взаимно перпендикулярны (рис.1), то линии пересечения строят следующим образом.

В данном случае горизонтальная и профильная проекции линии пересечения совпадают с горизонтальной проекцией шестиугольника (основания призмы) и с профильной проекцией треугольника (основания второй призмы). Фронтальную проекцию ломаной линии пересечения строят по точкам пересечения рёбер основной призмы с гранями другой.

Например, взяв горизонтальную и профильную проекцию точки 3, находят фронтальную проекцию этой точки. Невидимые линии пересечения проводят пунктирной линией; видимые - основной контурной линией.

При построении изометрии пересечения призм определяют координаты точек пересечения рёбер - одной призмы с гранями другой призмы (рис. 3).

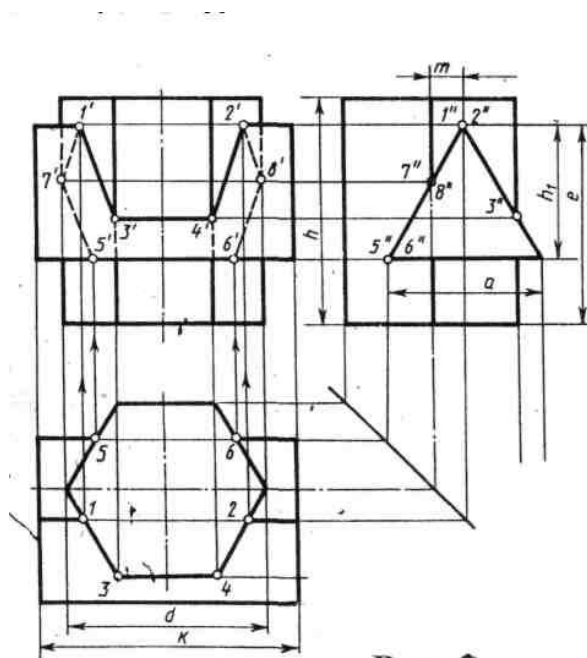


Рис. 2

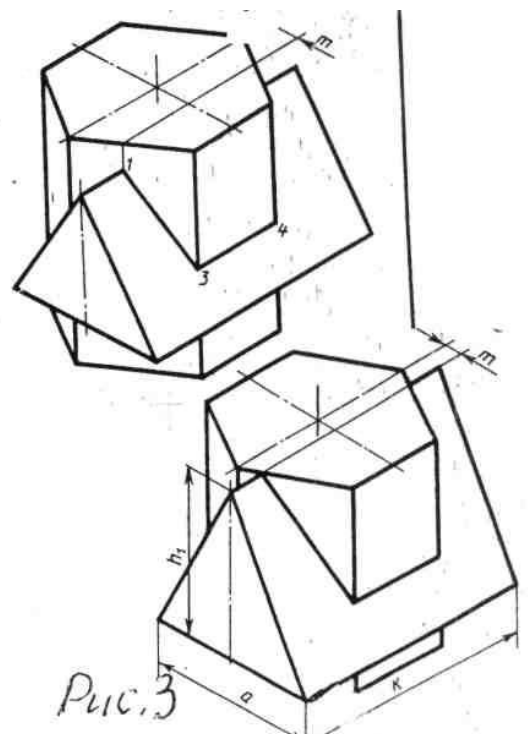


Рис. 3



Например, изометрию точки 1 находят, отложив от центра верхнего основания расстояние вдоль оси  $U(2n)$ . Затем через полученную точку проводят вспомогательную прямую до пересечения с гранями основания параллельно оси  $X$ . Из полученной точки проводят вниз вертикальную линию, на которой откладывают расстояние от верхней грани вертикальной призмы до ребра горизонтальной. Это расстояние берут с фронтальной проекции. Так же строят остальные точки и соединяют их с прямыми видимого и невидимого контура.

### 1.3 Пересечение тел вращения:

Пересечение тел вращения рассмотрим на примере пересечения цилиндра и конуса (рис. 4 и 5).

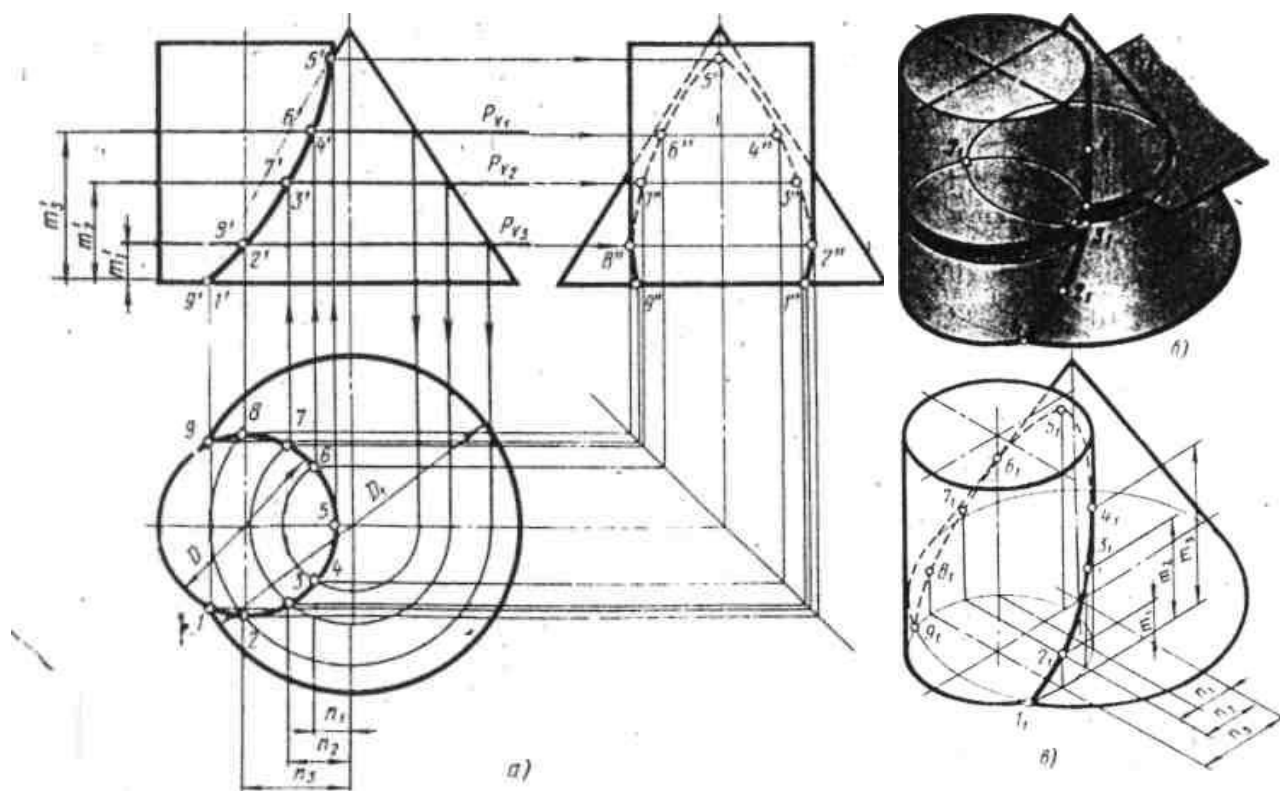


Рис.4



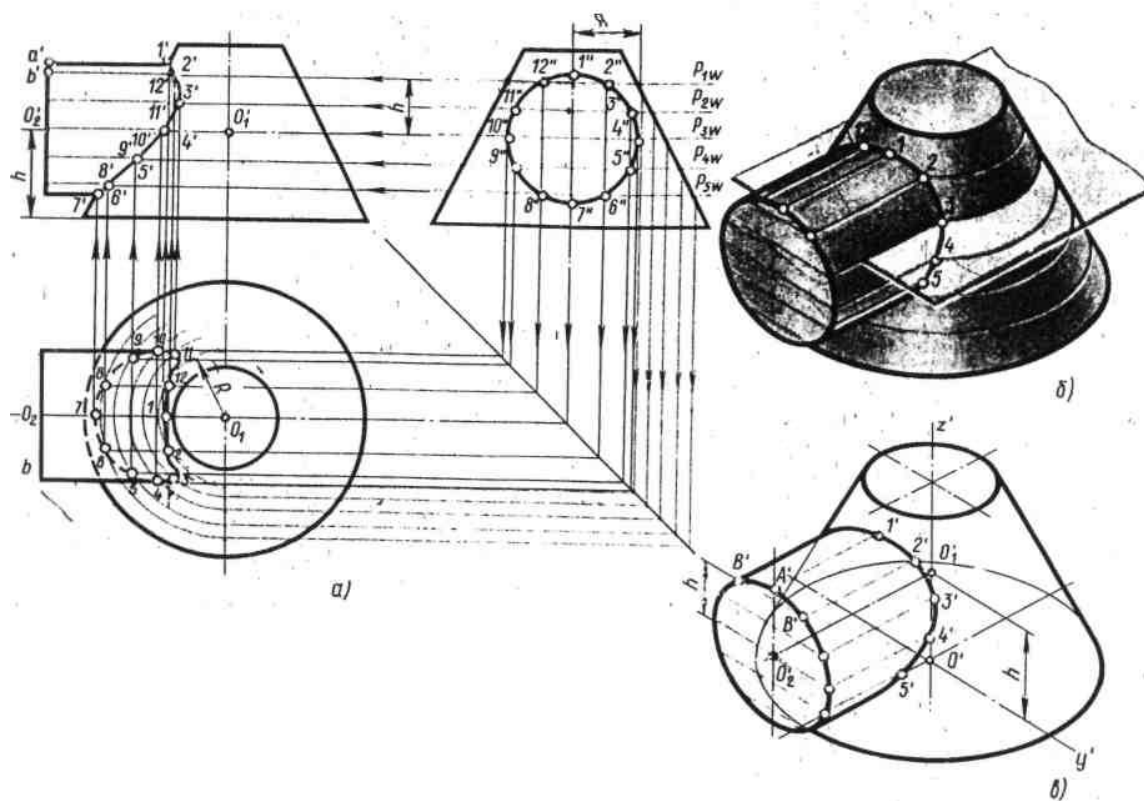




Рис.5

Как и ранее, вначале определяем проекции очевидных и характерных точек.

Для определения промежуточных точек выбирают вспомогательные., взаимно параллельные секущие плоскости. В данных примерах лучше взять горизонтальные плоскости, т.к. конус они будут рассекают по окружностям, а цилиндр по образующим на рис. 4 или по окружностям на рис. 5. Эти линии являются простыми. Искомые точки находятся на пересечениях линий, точки соединяют лекальными кривыми.

Изометрическую прямоугольную проекцию на рис. 4 вычерчивают в такой последовательности. Вначале выполняют изометрию конуса. Затем от центра нижнего основания  $O$  по его оси вверх откладывают  $h$  и из полученной точки проводят ось цилиндра, параллельную оси  $O X$ . От точки  $O_1$  откладывают длину  $O^{\wedge}$  и определяют центр основания цилиндра  $O_2$ .

Для построения линии точек пересечения находят изометрические проекции точек этой линии при помощи их координат, взятых с комплексного чертежа.

В данном примере достаточно двух координат  $X$  и  $Z$  каждой искомой точки. Например, для нахождения точки 2, за начало координат принимаем  $O_2$  (центр основания цилиндра). От точки  $O_2$  параллельно оси  $O Z$  откладывают координату  $Z_2=Z_X 2=\pi$ . Через конец этого отрезка проводят прямую, параллельную оси  $O Y$ , до пересечения с овалом в точках  $B$ . Из этих точек параллельно оси  $O X$  проводят прямые - образующие цилиндра, на них откладывают координаты  $X_2=B 2 =B 12$ . В результате построения получаем точки 2 и 12 линии пересечения.

Координата  $Z_2=Z_{12}$  берётся с фронтальной или профильной проекции комплексного чертежа, а  $X_2=X_{i2}$  с фронтальной или горизонтальной проекции. Через найденные точки проводят кривую линию по лекалу.

Построение изометрии для рис. 5 производится по этапам аналогично



рис. 4. Начинается построение с проведения изометрических осей конуса и цилиндра, затем их оснований - эллипсов с центрами на расстоянии друг от друга по координате  $p_2$ . Линию пересечения строят по их координатам на комплексном чертеже.

## 2. Порядок выполнения работы:

Работа состоит из двух отдельных чертежей:

- 1) пересечение призм;
- 2) пересечение тел вращения.

2.1. Получить задание у преподавателя

2.2 Построить три проекции комплексного чертежа пересекающихся фигур.

2.3 Построить линии пересечения фигур в соответствии с разделом 5 данных рекомендаций.

2.4 Построить изометрию пересечения фигур данных рекомендаций.

2.5 Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.126 и 129)

## 7. Домашнее задание:

7.1. Закончить чертёж

7.2. Подготовить формат А3 для ГР №8

## 8. Вопросы для самоконтроля:

1. При выполнении комплексного чертежа какие точки пересечения фигур строятся первыми?
2. Какие точки пересечения будут очевидными  
при пересечении призм?  
при пересечении тел вращения?
3. Какие точки пересечения будут характерными?
4. В чём заключается метод сечения взаимно параллельными плоскостями?

## 9. Рекомендуемая литература:

.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.

2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для



студентов 2018г 92стр ЭБС Лань

3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань

4.Интернет ресурсы-www.edu.ru

## **ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №7**

**Тема:** выполнение технического рисунка модели с вырезом одной четверти

**Цель работа:** Формирование умений выполнять от руки наглядные изображения деталей.

**Продолжительность:** 4 часа.

**Материальное и документальное обеспечение:**

1. Модели для выполнения работы.
2. Методические рекомендации по выполнению работы.
3. Диафильм « Наглядные изображения ».

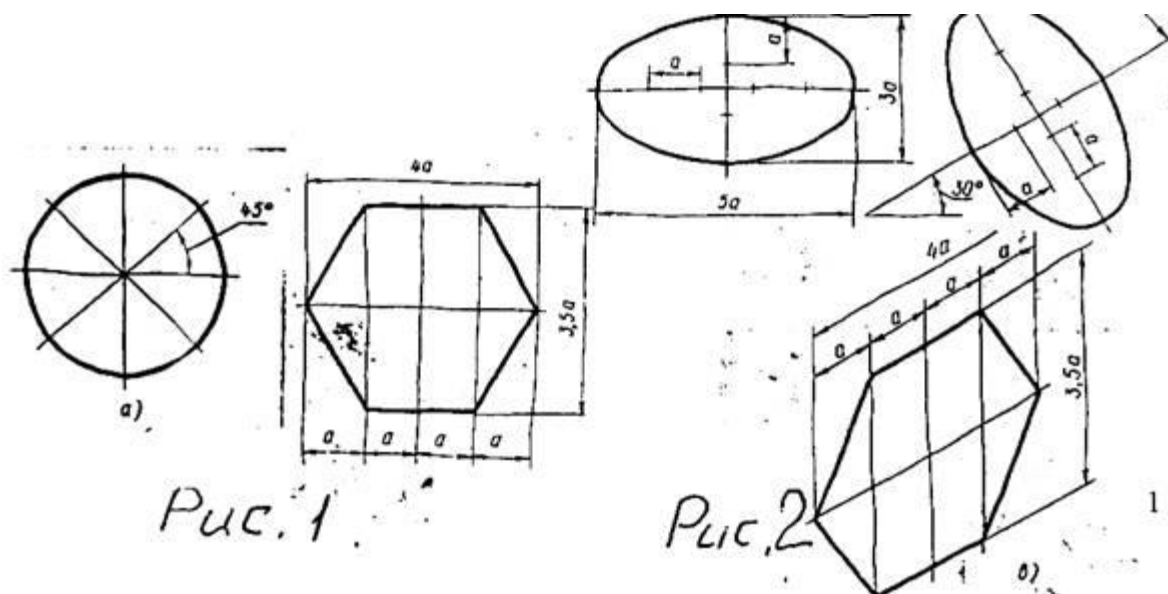
### **1. Общие и теоретические положения по теме задания:**

Технический рисунок выполняется « от руки » в прямоугольной изометрической проекции.

#### **1.1. Изображение плоских фигур и геометрических тел:**

При изображении круга без искажения через его центр проводят четыре оси под  $45^\circ$  друг к другу. На них откладывают величину радиуса и по полученным точкам « от руки » проводят окружность (рис.1 а). При изображении шестиугольника на одной оси откладывают четыре одинаковых отрезка, по второй оси 3,5 таких же отрезка. Построение смотрите на рис. 1б.





При изображении в изометрической проекции круга, рисуется овал, длинная ось которого перпендикулярна той оси проекции, которая проходит через центр круга, а короткая - совпадает с этой осью. На длинной оси овала откладывают пять одинаковых отрезков, а на короткой - три. Полученные точки соединяют (рис. 2и и 2б). При построении геометрической фигуры, например цилиндра, боковые образующие проводят вдоль выбранной оси (рис. 2г и 2д). При изображении шестигранника его оси располагается вдоль изометрических осей. Величина откладываемых отрезков (четыре - на длинной оси и 3,5 - на короткой оси шестигульника) откладывают на изометрических осях проекции (рис. 2в и 2е).

## 1.2. Технический рисунок детали:

Выполнение рисунка детали начинают с построения его габаритного очертания выполняемого « от руки » тонкими линиями (рис. 3). Затем деталь мысленно рассекаем на простые геометрические фигуры и постепенно зарисовываем эти фигуры в габаритные очертания (рис.3 и 4). При этом необходимо соблюдать пропорции детали.







### 1.3. Типичные ошибки:

При построении аксонометрического рисунка наиболее распространёнными ошибками являются:

- 1) Неправильное расположение осей положения детали (рис.6).

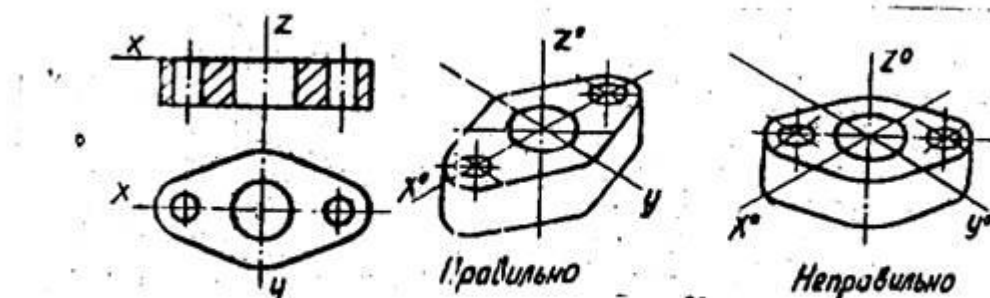


Рис. 6

- 2) Расположение большой оси эллипса параллельно одной из осей в плоскости, а не перпендикулярно свободной оси (рис. 7).

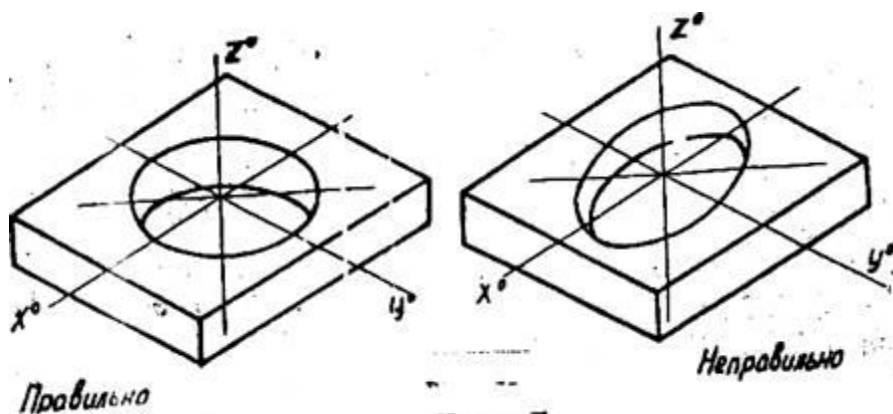


Рис. 7

- 3) Неправильное расположение осей эллипсов расположенных в одной плоскости (рис. 8).

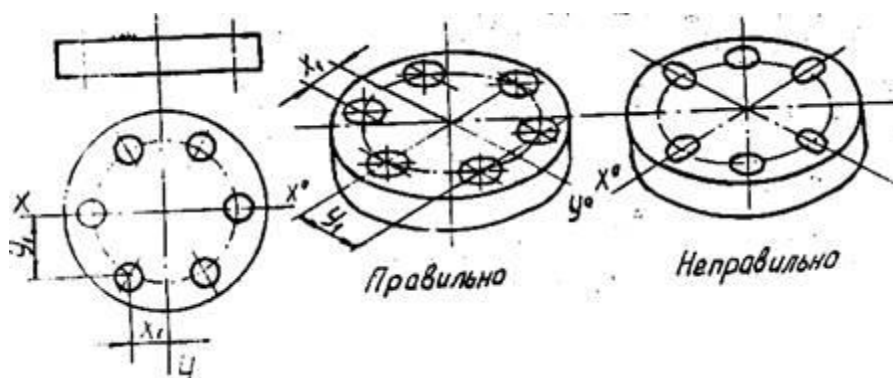


Рис.8



4) Смещение центра частично видимого эллипса при изображении отверстия в разрезе (рис. 9).

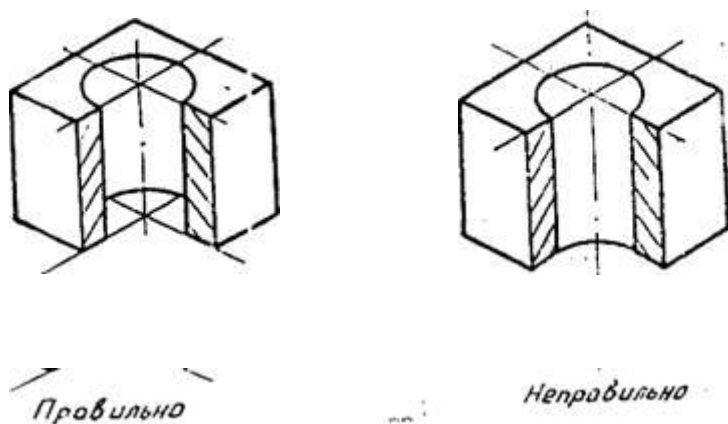


Рис. 9

#### 1.4 Теневая штриховка детали:

При нанесении теневой штриховки, которая делает изображение объемным считается, что свет падает предмет слева и сверху или справа и сверху.

Освещение поверхности штрихуется тонкими линиями и на большом расстоянии друг от друга, а теневые более толстыми линиями, располагая их чаще (рис. 10). Боковые поверхности конуса и пирамиды штрихуют линиями, проходящими через их вершину. На тела вращения наносят штриховку с разной толщиной и с разными промежутками между линиями.

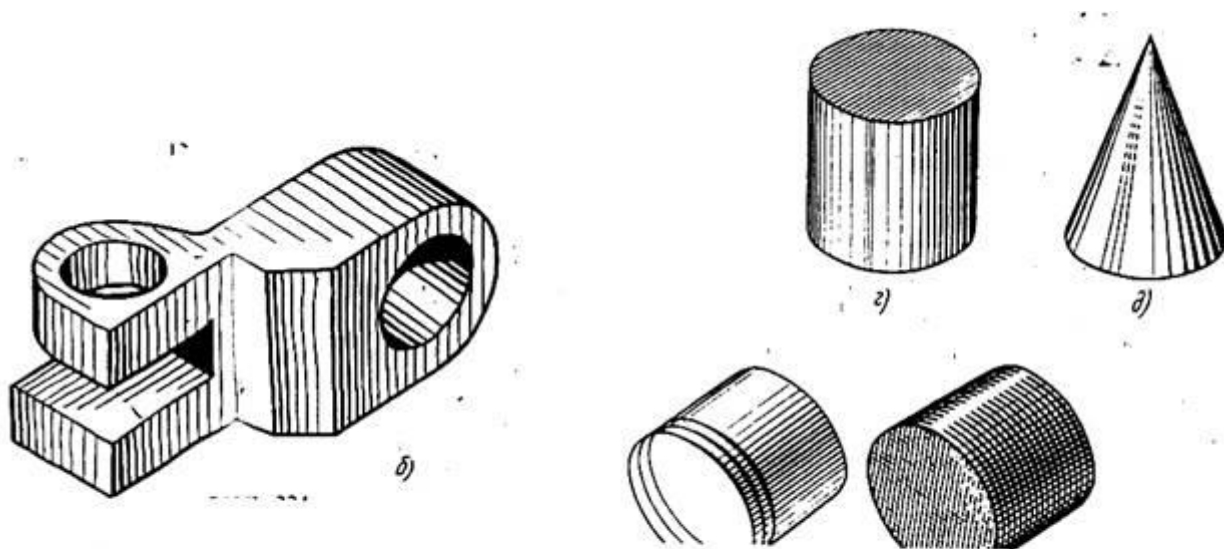


Рис. 10



## **2. Порядок выполнения работы:**

- 2.1. Получить модель для выполнения работы.
- 2.2. Определить габариты и построить параллелепипед габаритов в аксонометрии.
- 2.3. Мысленно расчленить деталь на простые фигуры и вписать их в габариты тонкими линиями.
- 2.4. Выполнить необходимый разрез в тонких линиях и заштриховать сечение.
- 2.5. Представить работу преподавателю для консультации.
- 2.6. Обвести рисунок, выполнить основную надпись.
- 2.7. Представить работу на проверку.

## **3. Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие чертежные инструменты применяются при выполнении технического рисунка?
2. Как соотносится длинная и короткая ось овалов в аксонометрии?
3. Как рисуется шестигранник?
4. Как располагается длинная ось овала?
5. Как падает свет на изображаемую деталь?

## **4. Домашнее задание:**

1. При выполнении комплексного чертежа какие точки пересечения фигур строятся первыми?
2. Какие точки пересечения будут очевидными при пересечении призм при пересечении тел вращения?
3. Какие точки пересечения будут характерными?
4. В чём заключается метод сечения?

## **5. Рекомендуемая литература:**

1. Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для



среднего проф. Образования 2018, 336с.

2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань

3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань

4.Интернет ресурсы-www.edu.ru

### **Графическая работа №8**

**Тема:** Комплексный чертёж модели по аксонометрической проекции, по двум видам выполнить третий вид;

**Цель работы:** Формирование умений выполнять пересечения наружных и внутренних поверхностей деталей.

**Продолжительность:** 4ЧАСА

**Обеспечение работы:**

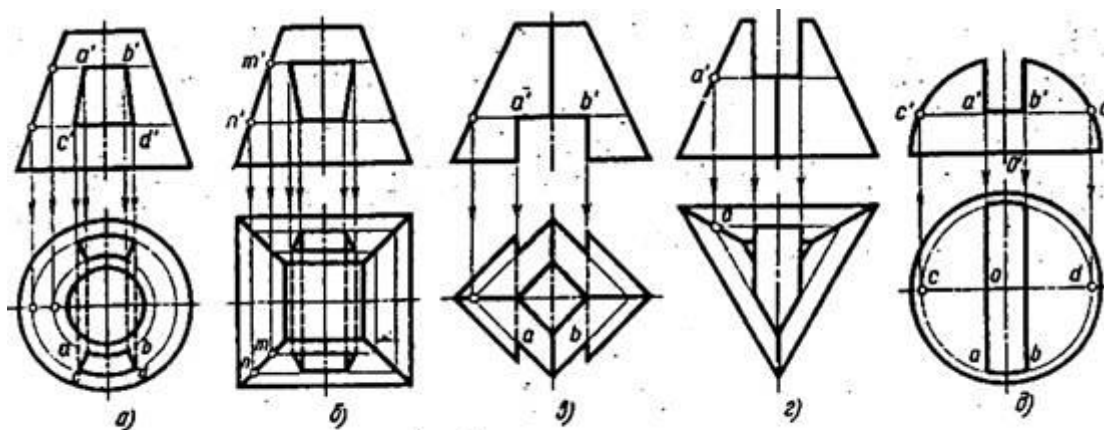
1. Индивидуальные задания
2. Методические рекомендации по выполнению работы
3. Плакаты «пересечение геометрических тел»

#### **1. Общие и теоретические положения по теме задания:**

В практике часто встречаются детали машин со сложными отверстиями и вырезами, построение которых на чертеже требует особых приёмов.

**Примеры таких деталей на рис. 1**





**Рис. 1**

Все эти детали имеют сочетания элементов геометрических тел и поверхностей. В деталях имеются отверстия различной формы. Проекции контуров этих отверстий строят при помощи характерных точек, которые в дальнейшем соединяют линиями.

**Главное правило:** если плоские поверхности отверстий располагаются параллельно основанию геометрического тела, то для определения проекции характерных точек контуров отверстий очень удобно применять вспомогательные прямые и фигуры - многоугольники или окружности, лежащие в плоскостях, параллельных основанию. На рис. 1 показаны примеры таких построений. Вспомогательные окружности строят на рис. 1а и 1д. На рис. 1б, 1в и 1г показано применение вспомогательных многоугольников.

На рис. 1а. в коническом теле изготовлено отверстие в виде трапеции. Линии АВ и СД представляют собой дуги окружностей. Горизонтальные проекции дуг строят следующим образом. Фронтальные проекции дуг продолжают до пересечения с контурными образующими. Радиусами, равными окружностям дуг, на плоскости Н проводят окружности, на которых пользуясь линиями связи находят искомые горизонтальные проекции точек А, В, С и Д.

На рис. 1б. изображена четырёхгранная пирамида с отверстием в виде трапеции. В этом случае применяют вспомогательные четырёхугольники, плоскости которых параллельны основанию пирамиды. Фронтальные проекции горизонтальных плоскостей должны быть продолжены до встречи с каким-либо ребром пирамиды в точках тп. Горизонтальные проекции т

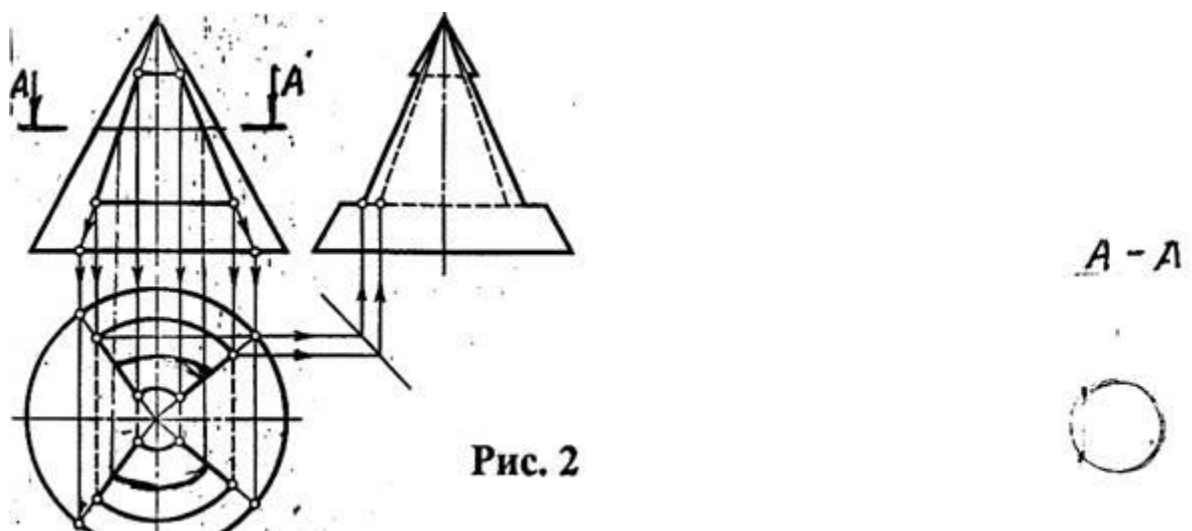


и п этих точек находят, применяя линии связи, на горизонтальной проекции ребра. Затем из точек m и n проводят горизонтальные линии. Проведя вертикальные линии связи до пересечения с этими линиями, получают точки, определяющие горизонтальную проекцию выреза. Этот же способ применён и для нахождения проекций вырезов у пирамид на рис. 1в. и 1г.

На рис. 1д. вырез находится в сферической поверхности. Построение дуг окружности производят подобно построению дуг на рис. 1а. Так как эта дуга окружности расположена в горизонтальной плоскости, то фронтальная проекция дуги будет отрезком прямой линии ав, а горизонтальная проекция представляет собой дугу окружности радиуса, равного половине отрезка сd.

Для построения профильной проекции данных фигур используют горизонтальные и вертикальные линии связи, по которым и определяют точки пересечения отверстия и фигуры на третьей проекции.

При построении сечения фигуры плоскостью А-А, на фронтальной проекции фигуры проводят дополнительную горизонтальную линию, а на горизонтальной проекции строят аналогично предыдущим чертежам круг или многоугольник, на котором определяют линии пересечения внутренней поверхности с геометрической фигурой. Рассечённое тело фигуры штрихуется тонкими линиями под углом  $45^\circ$  с одинаковым расстоянием между линиями равным 3...5 мм (рис. 2).



Если отверстие в теле имеет цилиндрическую форму, то на



фронтальной проекции проводят несколько вспомогательных линий, параллельных основанию. Одна из них через верхнюю точку горизонтального отверстия, вторая — через нижнюю, третья - через середину и несколько линий в промежутках между этими линиями.

На горизонтальной проекции проводят вспомогательные окружности, па которых при помощи линий связи находят проекции точек. Эти точки соединяют лекальными кривыми (рис. 3).

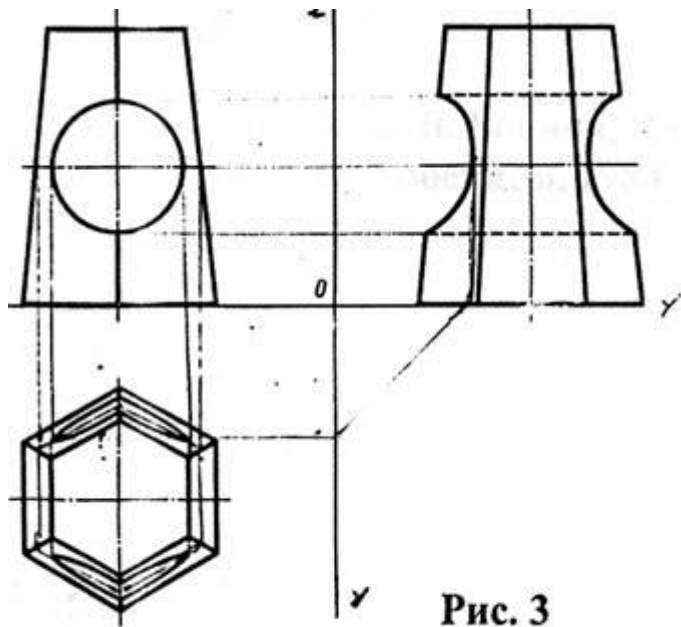


Рис. 3

## 2. Порядок выполнения работы:

- 2.1. Получить задание у преподавателя.
- 2.2. Построить три проекции фигуры в тонких линиях.
- 2.3. На фронтальной проекции изобразить отверстие, провести вспомогательные горизонтальные линии.
- 2.4. С помощью линий связи построить на горизонтальной проекции круг или многоугольник и вид отверстия.
- 2.5. Построить отверстие на профильной проекции.
- 2.6. Построить разрез А-А.
- 2.7. Представить работу преподавателю для консультации.
- 2.8. Обвести линии контура, сделать основную надпись.
- 2.9. Представить работу на проверку.

Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.142-150)



### **3. Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие плоскости проводят через фронтальную проекцию и в каких местах?
2. Как определить точки пересечения фигуры и отверстия, на горизонтальной проекции?
3. Как определить точки пересечения фигуры и отверстия в профильной проекции?

### **4. Домашнее задание:**

Закончить выполнение чертежа.

### **5. Рекомендуемая литература:**

- 1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.
- 2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань
- 3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань
- 4.Интернет ресурсы-www.edu.ru

### **Графическая работа №9**

**Тема:** По двум видам на чертеже выполнить третий вид.

**Цель работы:** Формирование умений выполнять пересечения наружных и внутренних поверхностей деталей.

**Продолжительность:** 4ЧАСА

**Обеспечение работы:**

1. Индивидуальные задания
2. Методические рекомендации по выполнению работы
3. Плакаты «пересечение геометрических тел»



## 1. Общие и теоретические положения по теме задания:

В практике часто встречаются детали машин со сложными отверстиями и вырезами, построение которых на чертеже требует особых приёмов.

Примеры таких деталей на рис. 1

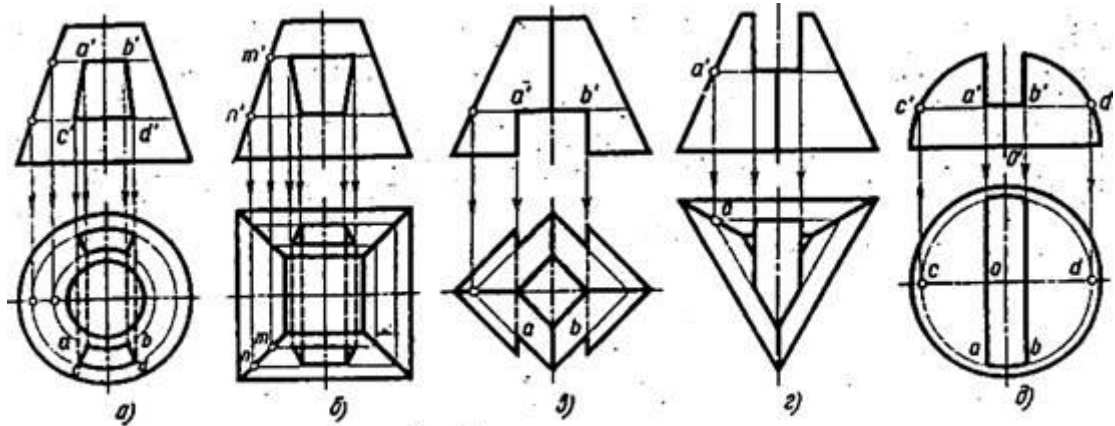


Рис. 1

Все эти детали имеют сочетания элементов геометрических тел и поверхностей. В деталях имеются отверстия различной формы. Проекции контуров этих отверстий строят при помощи характерных точек, которые в дальнейшем соединяют линиями.

**Главное правило:** если плоские поверхности отверстий располагаются параллельно основанию геометрического тела, то для определения проекции характерных точек контуров отверстий очень удобно применять вспомогательные прямые и фигуры - многоугольники или окружности, лежащие в плоскостях, параллельных основанию. На рис. 1 показаны примеры таких построений. Вспомогательные окружности строят на рис. 1а и 1д. На рис. 1б, 1в и 1г показано применение вспомогательных многоугольников.

На рис. 1а. в коническом теле изготовлено отверстие в виде трапеции. Линии АВ и СД представляют собой дуги окружностей. Горизонтальные проекции дуг строят следующим образом. Фронтальные проекции дуг продолжают до пересечения с контурными образующими. Радиусами, равными окружностям дуг, на плоскости Н проводят окружности, на которых пользуясь линиями связи находят искомые горизонтальные проекции точек А, В, С и Д.



На рис. 1б. изображена четырёхгранная пирамида с отверстием в виде трапеции. В этом случае применяют вспомогательные четырёхугольники, плоскости которых параллельны основанию пирамиды. Фронтальные проекции горизонтальных плоскостей должны быть продолжены до встречи с каким-либо ребром пирамиды в точках тип. Горизонтальные проекции  $m$  и  $n$  этих точек находят, применяя линии связи, на горизонтальной проекции ребра. Затем из точек  $m$  и  $n$  проводят горизонтальные линии. Проведя вертикальные линии связи до пересечения с этими линиями, получают точки, определяющие горизонтальную проекцию выреза. Этот же способ применён и для нахождения проекций вырезов у пирамид на рис. 1в. и 1г.

На рис. 1д. вырез находится в сферической поверхности. Построение дуг окружности производят подобно построению дуг на рис. 1а. Так как эта дуга окружности расположена в горизонтальной плоскости, то фронтальная проекция дуги будет отрезком прямой линии  $ав$ , а горизонтальная проекция представляет собой дугу окружности радиуса, равного половине отрезка  $сд$ .

Для построения профильной проекции данных фигур используют горизонтальные и вертикальные линии связи, по которым и определяют точки пересечения отверстия и фигуры на третьей проекции.

При построении сечения фигуры плоскостью  $A-A$ , на фронтальной проекции фигуры проводят дополнительную горизонтальную линию, а на горизонтальной проекции строят аналогично предыдущим чертежам круг или многоугольник, на котором определяют линии пересечения внутренней поверхности с геометрической фигурой. Рассечённое тело фигуры штрихуется тонкими линиями под углом  $45^\circ$  с одинаковым расстоянием между линиями равным 3...5 мм (рис. 2).



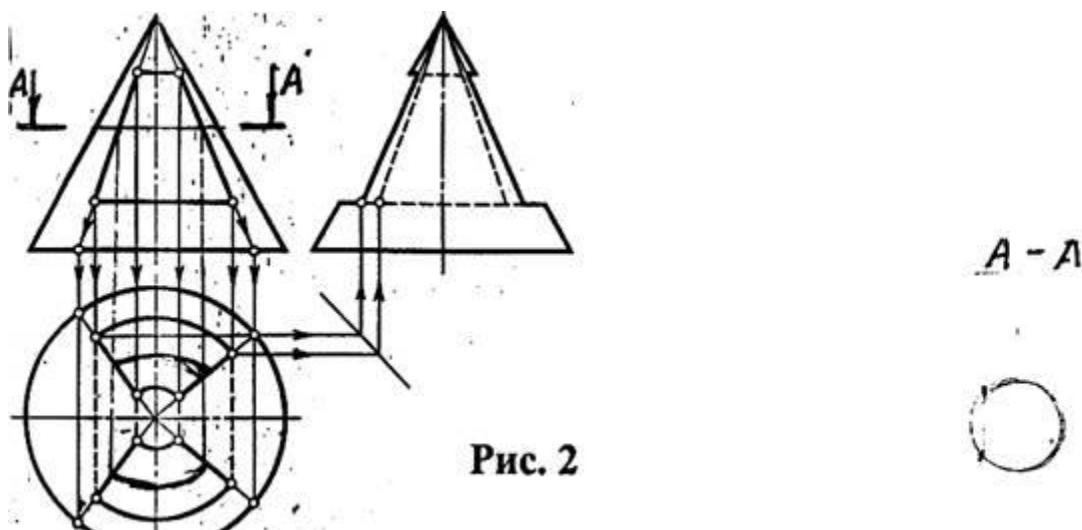


Рис. 2

Если отверстие в теле имеет цилиндрическую форму, то на фронтальной проекции проводят несколько вспомогательных линий, параллельных основанию. Одна из них через верхнюю точку горизонтального отверстия, вторая — через нижнюю, третья - через середину и несколько линий в промежутках между этими линиями.

На горизонтальной проекции проводят вспомогательные окружности, на которых при помощи линий связи находят проекции точек. Эти точки соединяют лекальными кривыми (рис. 3).

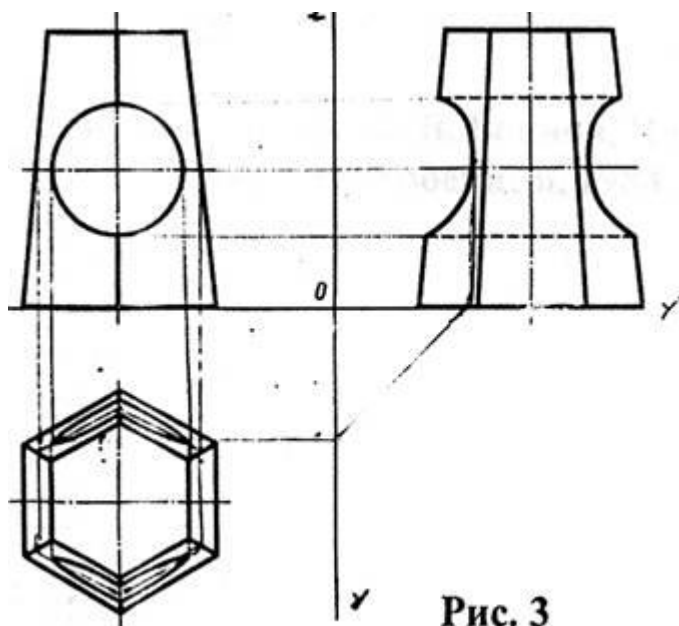


Рис. 3

## 2. Порядок выполнения работы:

2.1. Получить задание у преподавателя.



- 2.2. Построить три проекции фигуры в тонких линиях.
- 2.3. На фронтальной проекции изобразить отверстие, провести вспомогательные горизонтальные линии.
- 2.4. С помощью линий связи построить на горизонтальной проекции круг или многоугольник и вид отверстия.
- 2.5. Построить отверстие на профильной проекции.
- 2.6. Построить разрез А-А.
- 2.7. Представить работу преподавателю для консультации.
- 2.8. Обвести линии контура, сделать основную надпись.
- 2.9. Представить работу на проверку.

Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.142-150)

### **3. Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие плоскости проводят через фронтальную проекцию и в каких местах?
2. Как определить точки пересечения фигуры и отверстия, на горизонтальной проекции?
3. Как определить точки пересечения фигуры и отверстия в профильной проекции?

### **4. Домашнее задание:**

Закончить выполнение чертежа.

### **5. Рекомендуемая литература:**

11.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.

2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань

3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань

4.Интернет ресурсы-www.edu.ru



## Графическая работа №10

**Тема:** Выполнение чертежа с простыми разрезами, соединение вида с разрезом.

**Цель работы:** Формировать умения выполнять простые разрезы в ортогональной проекции и изометрической проекции.

**Продолжительность:** 3 часа.

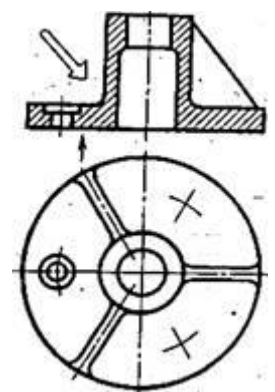
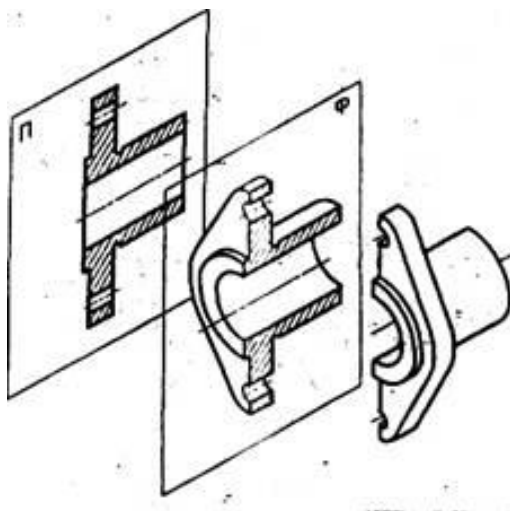
**Материальное и документальное обеспечение:**

- 4.1. Индивидуальные задания.
- 4.2. Методические рекомендации по выполнению графической работы.
- 4.3. Плакаты « Простые разрезы ».
- 4.4. Диафильм « Виды, разрезы, сечения ».

### 1. Общие теоретические положения при выполнении работы:

#### 1.1. Разрезы:

Разрез - изображение предмета, мысленно рассечённого одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (рис. 1). Допускается изображать не всё, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета (рис. 2).

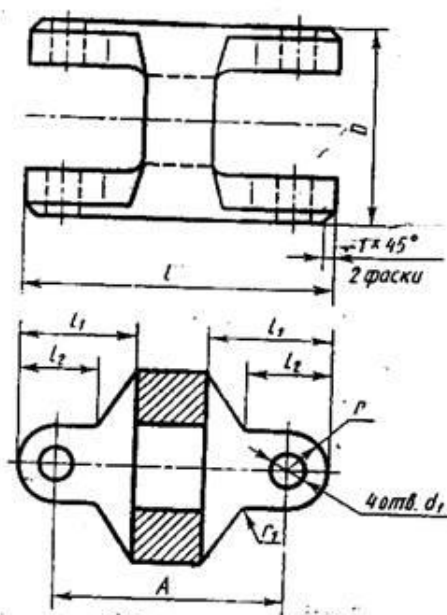
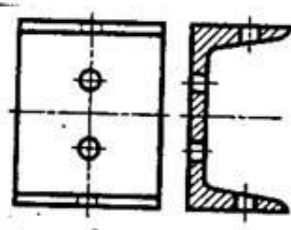
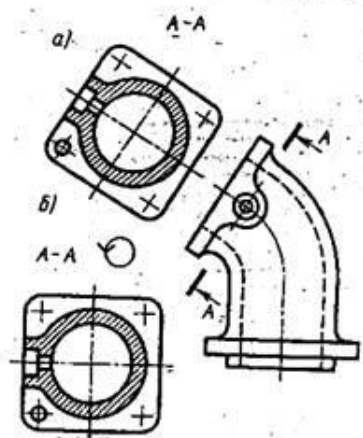




**Рис.1****Рис.2**

Разрезы могут быть горизонтальными (рис. 3), вертикальными фронтальными (рис. 1 и 2), вертикальными профильными (рис. 4), наклонными (рис. 5).

Наклонный разрез допускается изображать с поворотом. В этом случае к его изображению добавляют знак (рис. 5б).

**Рис. 3****Рис. 4****Рис. 5**

## 1.2. Разрезы простые:

Простым разрезом называется разрез, полученный одной секущей плоскостью (рис. 1, 2, 3, 4, 5). Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут находиться на месте соответствующих основных видов.

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали в целом, а разрез расположен в непосредственной проекционной связи с видом и они не разделены каким-либо другим изображением, положение секущей плоскости не отмечается и разрез надписью не сопровождается (рис. 2, 3, 4).



В остальных случаях положение секущей плоскости отмечается линией сечения со стрелками, указывающими направление взгляда, а над рисунком выполняется соответствующая надпись, указывающая секущую плоскость (рис.5). Надпись выполняется буквами кириллицы начиная с А и без пропусков (Б, В,...). Буквы ставятся снаружи от стрелок, показывающих направление взгляда. Размер букв в 1.5 - 2 раза больше обозначений проставленных на чертеже.

Положение секущей плоскости указывается разомкнутой линией. Толщина линии равна  $1,5S$ , где  $S$  - толщина основной линии; длина штрихов 8...20мм.

Штрихи разомкнутой линии не должны пересекать контур изображения. Перпендикулярно к штрихам ставятся стрелки, показывающие направление взгляда. Стрелки находятся на расстоянии 2...3 мм от верхнего конца штриха линии сечения. Размеры стрелки на рис. 6. Величина  $L$  не менее 2мм.

Штриховка сечения выполняется тонкими линиями. Для металла линии наклонены под углом  $45^\circ$  с правым или левым наклоном. Для других материалов виды штриховки приведены на рис. 7. Не штрихуются при продольном разрезе сплошные валы, оси, болты, рёбра жёсткости.

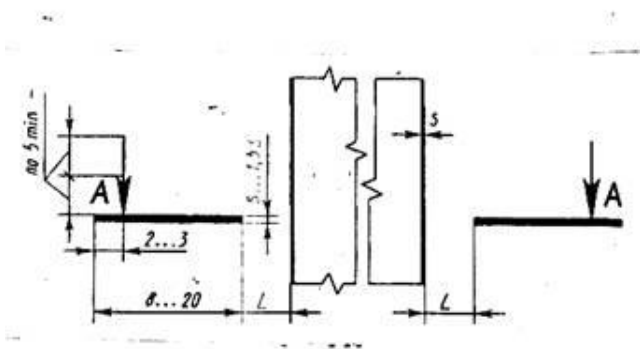


Рис. 6

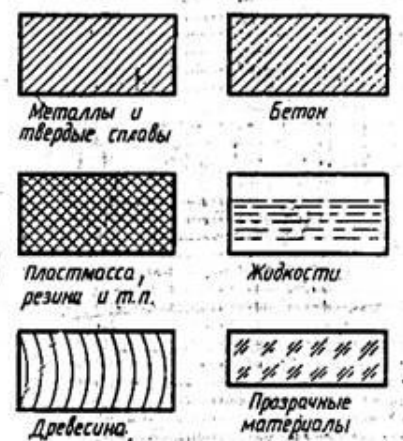


Рис. 7



Разрез, служащий для выяснения устройства детали в ограниченном месте, называется местным и ограничивается волнистой линией или линией с изломом (рис. 8). Концы ломаной линии выступают за контур на 2...4мм. Эти линии не должны совпадать с какими-либо линиями изображения.

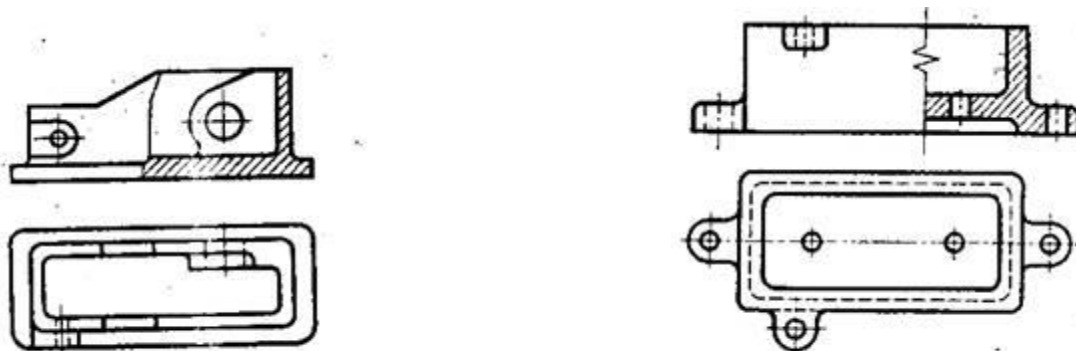


Рис. 8

На одном изображении допускается соединять часть вида и часть разреза. Линии невидимого контура на соединяемых частях вида и разреза не показываются. Вид и разрез разделяются ломаной или волнистой линией (рис. 8).

Если соединяют половину вида и половину разреза, каждый из которых симметричная фигура, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис. 9), за исключением случаев, когда ось симметрии проецируется линией контура (рис. 10).

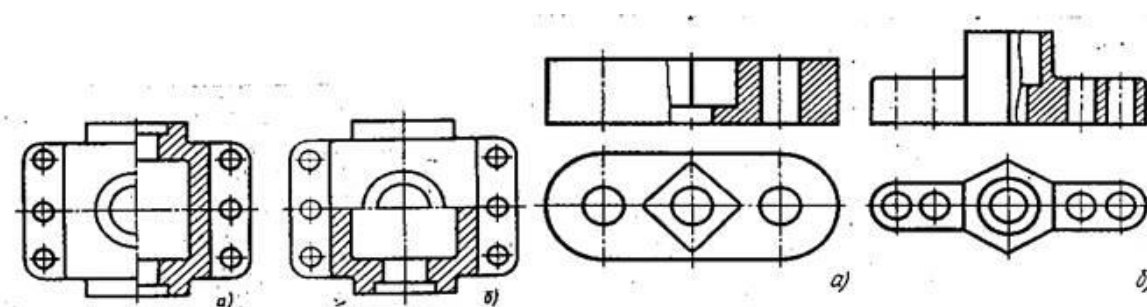


Рис. 9

Рис. 10

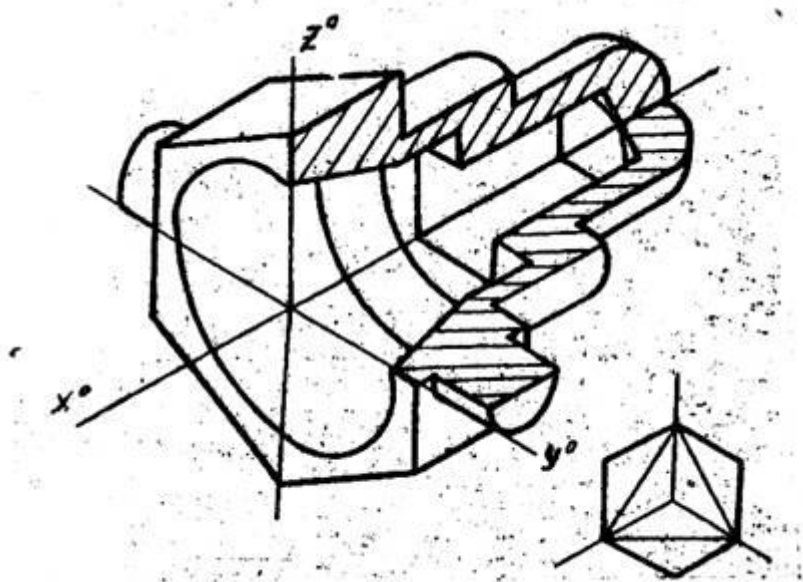
Обычно разрез выполняют справа и снизу от оси симметрии.

### 1.3 Аксонометрическая проекция:



Деталь в прямоугольной изометрической проекции изображают с углами между осями  $x$ ,  $y$ ,  $z$  равным  $120^\circ$ . Работа выполняется аналогично техническому рисунку ГР №8, но с применением чертёжного инструмента и в определенном масштабе.

Деталь мысленно разделяют на простые геометрические фигуры. Выполнение изометрии геометрических фигур рассматривалось в ГР №5. Разрезы фигур выполняются параллельно основным осям проекции  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Пример смотрите на рис. 11.



**Рис. 11**

## **2. Порядок выполнения графической работы:**

2.1. Получить задание у преподавателя. Каждая карточка имеет две проекции детали. В правом нижнем углу указано какие разрезы необходимо выполнить в ортогональной и аксонометрической проекции.

2.2. Выполнить два имеющихся вида в тонких линиях и построить третий вид.

2.3. Выполнить сечение видов согласно заданию. Проставить размерные линии на всех трёх проекциях.

2.4. Построить аксонометрическую проекцию детали в тонких линиях.

2.5. Выполнить разрез в аксонометрической проекции.



2.6. Представить работу преподавателю для консультации.

2.7. Обвести линии контура. Проставить размеры. Выполнить основную надпись.

2.8. Представить работу для проверки.

### **3. Домашнее задание:**

3.1. Закончить чертёж.

3.2. Подготовить формат А3 для ГР №11

.

### **4. Вопросы для самоконтроля:**

1. Когда не обозначается плоскость разреза?

2. Когда не штрихуется разрез?

3. Под каким углом выполняется штриховка?

4. Как отделяют изображение вида и разреза на основной проекции?

### **5.Рекомендуемая литература:**

1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2013, 336с.

2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2013г 92стр ЭБС Лань

3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2014 ЭБС Лань

4.Интернет ресурсы-www.edu.ru

## **Графическая работа №11**

**Тема:** Выполнение чертежа со сложными ступенчатым разрезами.

**Цель работы:** Формирование умений выполнять ломаные и ступенчатые разрезы.



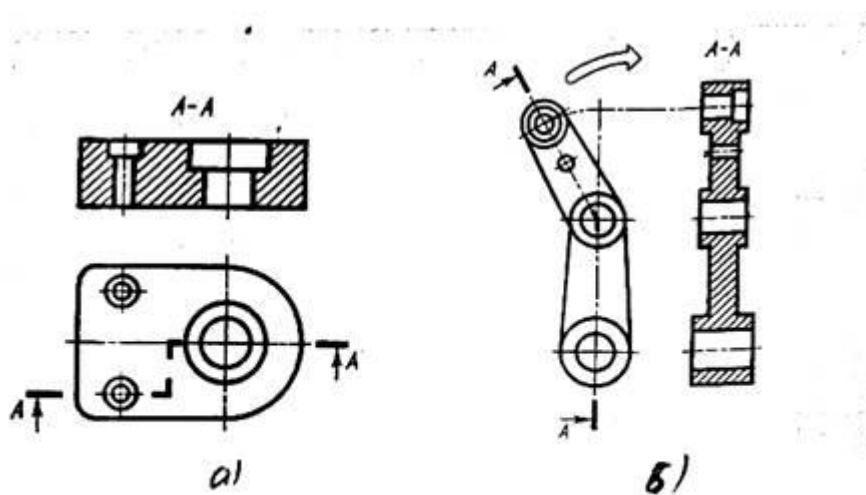
**Продолжительность:** 3 часа.

**Материальное и документальное обеспечение работы:**

1. Индивидуальные задания.
2. Методические рекомендации по выполнению ГР.
3. Плакаты « Разрез сложный ступенчатый », « Разрез сложный ломанный ».
4. Диафильм « Виды, разрез, сечения ».

### **1. Общие и теоретические положения при выполнении работы:**

Сложные разрез получают при сечении двумя или более плоскостями. Сложный разрез называется ступенчатым, если секущие плоскости параллельны (рис. 1а), и ломанным, если секущие плоскости пересекаются под углом большим  $90^\circ$  (рис. 1б).

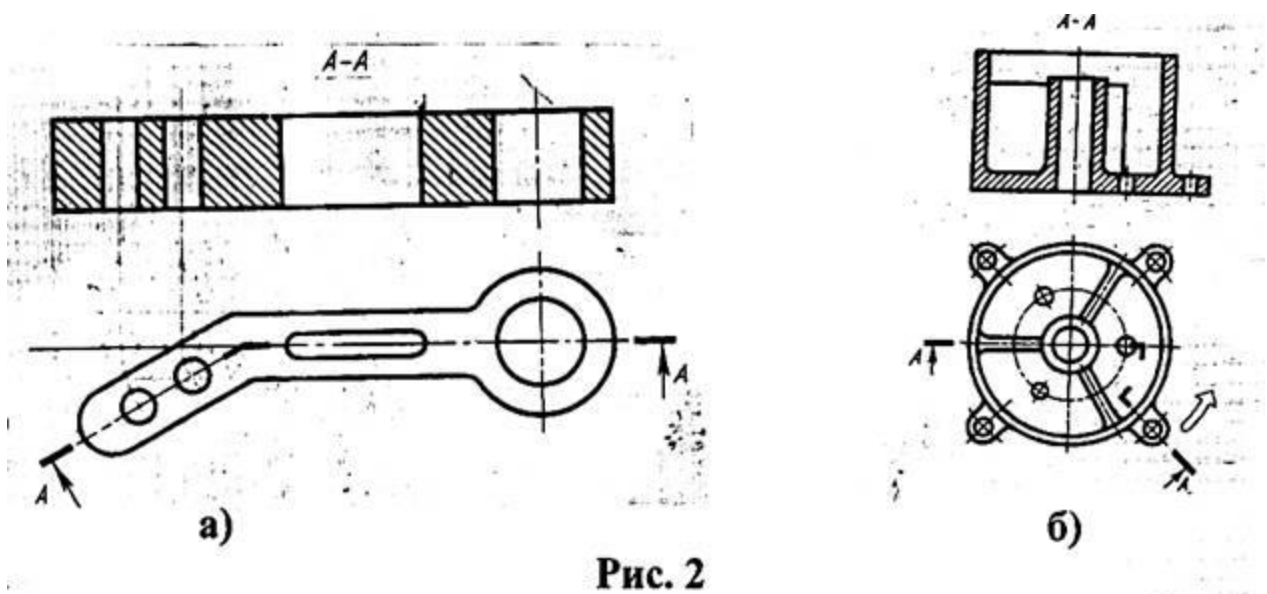


**Рис. 1**

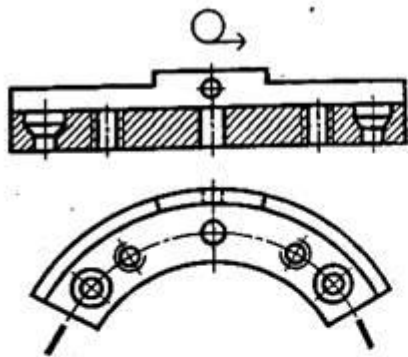
Секущую плоскость условно поворачивают около линии взаимного пересечения до совмещения с плоскостью, параллельных какой-либо плоскости проекции (рис. 1б, рис. 2). Вместе с плоскостью поворачивается расположенная в ней фигура сечения.

Ломанные разрез могут быть фронтальными, горизонтальными и профильными.





При необходимости допускается применять развёрнутые разрезы. В этом случае над изображением помещают знак по рис. 3



## 2. Порядок выполнения работы:

2.1. Получить задание у преподавателя.

2.2. Проанализировать полученное задание. Оно состоит из чертежей двух деталей. Одна деталь со ступенчатым сечением, вторая - с ломанным. Каждая деталь дана в двух проекциях. Третью проекцию не изображать.

2.3. Выполнить чертежи двух деталей в двух проекциях, в тонких линиях.

2.4. В соответствии с обозначенными в задании секущими плоскостями



выполнить сложные разрезы, нанести размеры.

6.5. Представить работу на консультацию преподавателю.

6.6. Обвести контур детали, выполнить основную надпись.

6.7. Представить работу на проверку.

Варианты заданий приведены в литературе ( 3 стр.166-176)

### **3. Вопросы для самоконтроля:**

1. Как показывается переход от одной плоскости сечения к другой?

2. Как проецируется сечение при ломаном разрезе?

### **4. Домашнее задание:**

4.1. Закончить ГР №11

4.2. Подготовить формат А3 для ГР №12

1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2013, 336с.

2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2013г 92стр ЭБС Лань

3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2014 ЭБС Лань

4.Интернет ресурсы-www.edu.ru

### **5.Рекомендуемая литература:**

1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2013, 336с.

2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2013г 92стр ЭБС Лань

3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2014 ЭБС Лань

4.Интернет ресурсы-www.edu.ru



## Графическая работа №12

**Тема:** Выполнение чертежа с сечениями.

**Цель работы:** Формировать умения изображать сечения деталей.

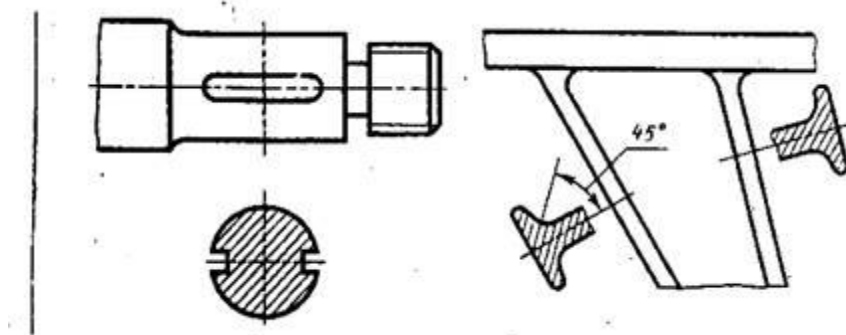
**Продолжительность:** 1ч. 30мин.

**Материальное и документальное обеспечение работы:**

1. Индивидуальные задания.
2. Методические рекомендации по выполнению графической работы.
3. Плакаты: « Сечения », « Разрезы и сечения ».
4. Диафильм « Виды, разрезы сечения ».

### 1. Общие и теоретические положения при выполнении графической работы:

Сечение - изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что находится непосредственно в секущей плоскости, а всё, что находится за плоскостью, не изображается (рис. 1).



**Рис. 1.**

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяются на вынесенные (рис. 1) и наложенные (рис. 2). Вынесенные сечения предпочтительны; допускается располагать в разрыве между частями вида (рис. 3).



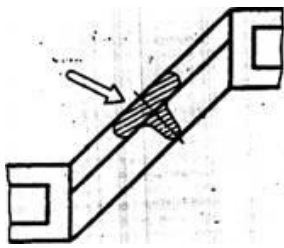
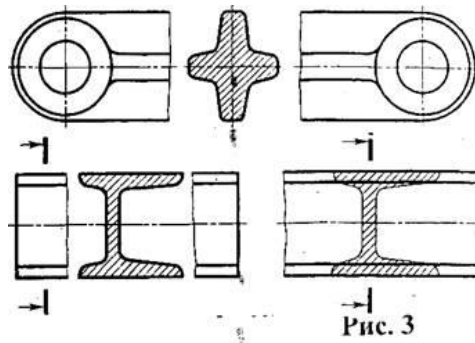


Рис.2



Контур вынесенного сечения, входящего в состав разреза, изображается сплошными основными линиями, контур сложенного - сплошными тонкими, причём контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают (рис.3).

Ось симметрии наложенного или вынесенного сечения указывается штрихпунктирной линией без обозначения буквами стрелками и линию сечения не проводят. Для несимметричных сечений линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

В общем случае положение секущей плоскости и надпись выполняют так же, как и для разреза (рис. 5а). Сечение можно располагать на любом месте поля чертежа, а также с поворотом (рис. 5б).

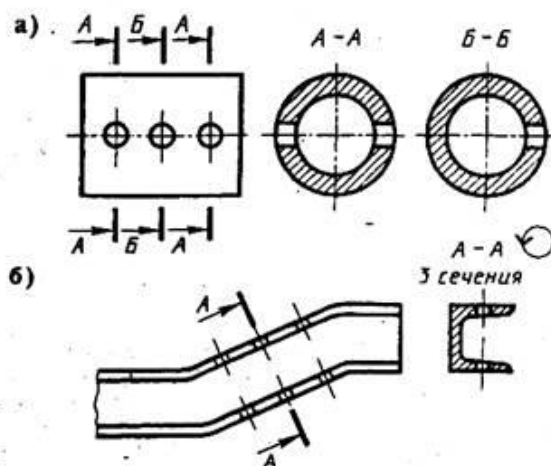


Рис. 5



Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 6).

Если сечение получается состоящим из отдельных частей, то следует применить разрез

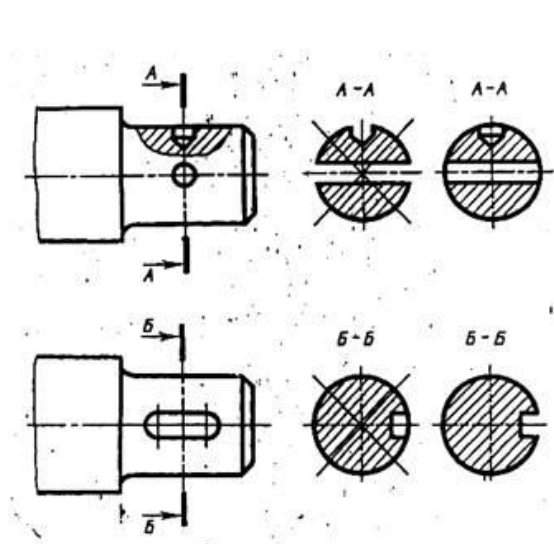


Рис. 6

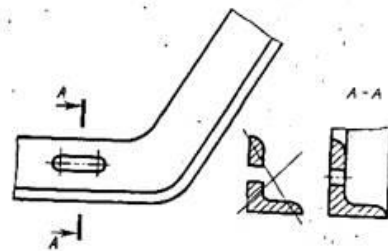


Рис. 7

## 2. Порядок выполнения работы:

- 2.1. Получить задание у преподавателя.
- 2.2. Изобразить заданный вал в ортогональной проекции.
- 2.3. Начертить заданные сечения вала.
- 2.4. Представить работу для консультации преподавателю.
- 2.5. Обвести контур детали и выполнить основную надпись.
- 2.6. Представить работу на проверку.

## 3. Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.177-185)

### 4. Вопросы для самоконтроля:

1. Чем отличается сечение от разреза?
2. Как изображается в сечении цилиндрическое отверстие?
3. Когда не обозначается плоскость сечения?
4. Когда плоскость сечения обозначается, а буквы не ставятся?



## **5. Домашнее задание.**

Закончить чертеж детали.

## **6. Рекомендуемая литература:**

1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.

2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань

3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань

4.Интернет ресурсы-www.edu.ru

## **ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №13**

**Тема:** выполнение чертежа с упрощенным изображением резьбовых соединений болтом, шпилькой и винтом.

**Продолжительность-** 6 часов

### **1. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.**

Соединение деталей в машинах и приборах может быть неразъемным и разъемным. В неразъемном соединении детали невозможно рассоединить без их повреждения. Неразъемные соединения деталей осуществляют сваркой, пайкой, клепкой, склеиванием, запрессовкой, заливкой и др. Разъемными называют соединения деталей, позволяющие многократно соединить и разъединить их без повреждения. Разъемные соединения деталей осуществляют резьбовыми изделиями, шпонками, шлицами, штифтами и др. В разъемных соединениях широко используют стандартные резьбовые крепежные детали: болты, винты, шпильки, гайки, а также детали для их

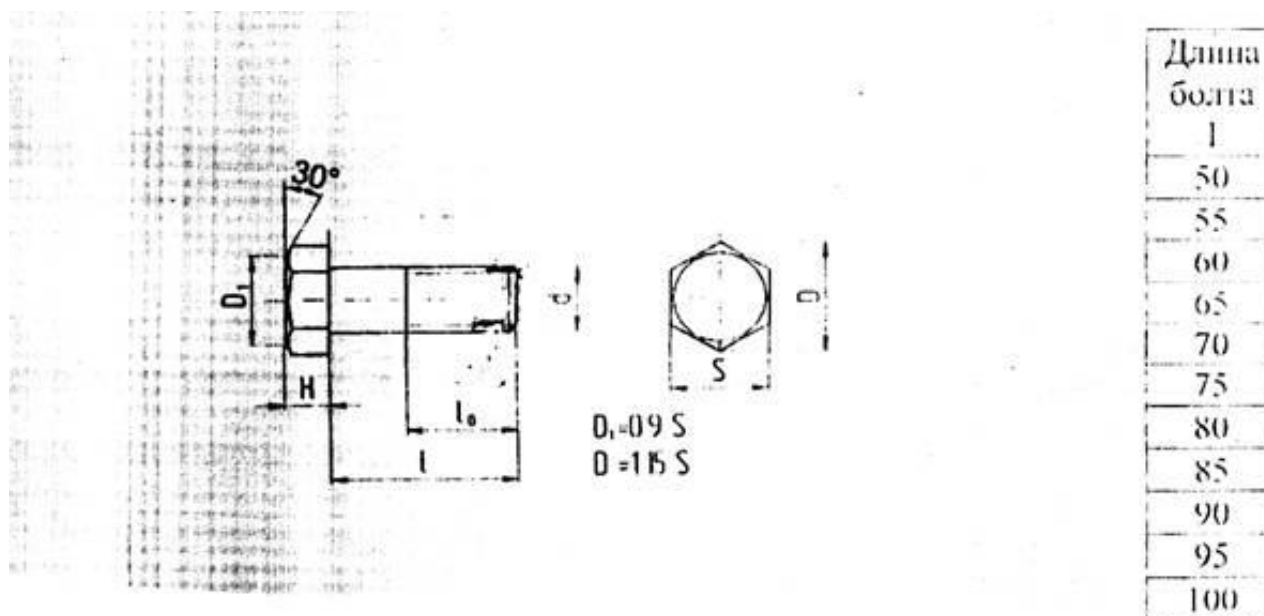


стопорения: шплинты, различные шайбы, проволоку. Выполнение данной работы предусматривает изучение студентами стандартов на основные крепежные детали, способов их изображения, а также приобретение первых навыков конструирования резьбовых соединений как одного из видов широко распространенных разъемных соединений. Умение правильно конструировать и изображать на чертеже резьбовые соединения необходимо студенту в дальнейшем при изучении машиностроительного черчения, например при выполнении чертежей сборочных единиц, при курсовом и дипломном проектировании, а также в его дальнейшей практической деятельности.

В комплект резьбовых соединений, выполняемых в ГР № в 13, входят следующие крепежные детали: болты, гайки, шайбы, шпильки, винты с цилиндрической и потайной головкой.

Болты представляют собой резьбовой стержень с головкой. Болты отличаются друг от друга формой и размерами головки и стержня, а также точностью изготовления. Болты исполнения 2 и исполнения 3 имеют о шерсти для шплинта в стержне или головке соответственно.

**Болты с шестигранной головкой (нормальной точности)**  
**ГОСТ 7798 - 70 Исполнение 1**





Номинальный диаметр резьбы, <b>d</b>		<b>20</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>27</b>	<b>30</b>
Шаг резьбы	Крупный	2,5	2,5	3	3	3,5
	Мелкий	1,5	1,5	2	2	2
Размер «под ключ», <b>S</b>		30	32	36	41	46
Высота головки, <b>H</b>		13	14	15	17	19

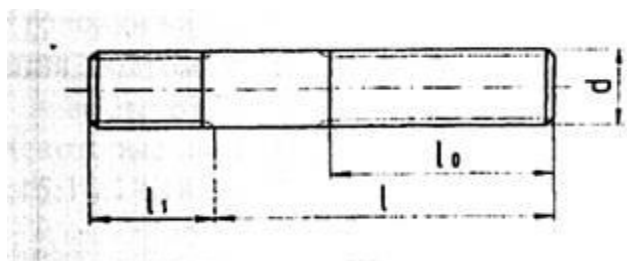
Шпилькой называется цилиндрический стержень с металлической резьбой на обоих концах.

Шпильки общего применения предназначены:

- а) для соединения двух деталей с гладкими отверстиями;
- б) для прикрепления деталей с гладкими отверстиями к детали со сквозными или несквозными (глухими) резьбовыми отверстиями.



**Шпилька для деталей с гладкими отверстиями.**



**Шпилька с ввинчиваемым концом.**

Шпилька для соединения деталей с гладкими отверстиями (ГОСТ 22042-70. ГОСТ 22043-76) имеют одинаковую длину резьбы на ее концах. Для этих шпилек резьба может быть нарезана на всей ее длине  $l$ .



Шпильки для прикрепления детали с гладкими отверстиями к детали с резьбовыми отверстиями (ГОСТ 22032...22041-76) имеют на концах разную длину резьбы. Длина резьбы ввинчиваемого конца шпильки  $l_1$  зависит от прочности материала детали, в которую ввинчивается шпилька. Она может быть равна  $d$ ;  $1,25d$ ;  $1,6d$ ;  $2d$ ;  $2,5d$  ( $d$  - номинальный диаметр резьбы). Например, для стальных, бронзовых и латунных деталей с достаточной пластичностью, а также для деталей из титановых сплавов рекомендуется применять шпильки с  $l_1=d$  а для деталей из легких сплавов - шпильки с  $l_1=2d$  и  $l_1=2,5d$

Для того чтобы при разборке соединения шпилькой свинчивалась гайка, а не вывинчивалась шпилька вместе с гайкой, в качестве элемента заклинивания применяют сбег резьбы на ввинчиваемом конце шпильки. На сбеге резьба имеет неполный профиль, поэтому при ввинчивании этого участка шпильки в резьбе возникают повышенные силы трения.

### **1. Определение данных для выполнения ГР.**

По размерам, взятым из соответствующих стандартов, изображения крепежных деталей строят только на рабочих чертежах, по которым их будут изготавливать.

На учебных чертежах изображения резьбовых соединений строят по относительным размерам, являющимся функциями диаметра резьбы и округляемые при расчетах до целых чисел. Эти размеры используют только для построения изображения и на чертежах их указывать нельзя.

#### **Расчет элементов резьбового соединения.**

**$d$**  - наружный диаметр резьбы

**$H_g$**  - высота головки гайки;  **$H_g=0,8d$**

**$H_b$**  - высота головки болта;  **$H_b = 0,7d$**

**$D$**  - диаметр гайки и головки болта;  **$D=2d$**

**$S$** - размер под ключ;  **$S= 1,7d$**

**$a$**  - высота шпильки или болта над гайкой;  **$a=0,3d$**



**Sш**- толщина шайбы; **Sш= 0,15d**;

**Dш** - диаметр шайбы; **Dш = 2,2 d**

**Hв** - высота головки винта; **Hв = 0,7d**

**Dв** - диаметр головки винта; **Dв = 1,7d**

Для соединения болтом нужно определить наружный диаметр резьбы (**d**): **d=**:0,9 **d<sub>0</sub>** где **d<sub>0</sub>** — диаметр отверстия в детали. Затем выбрать ближайший размер по СТ СЭВ 181-75. Некоторые диаметры приведены ниже:  
**d=10;12;14;15;16;17;18;20;22;24;27;30;33;35;36;39;40**

### **3. Вычерчивание упрощенных изображений резьбовых соединений**

На сборочных чертежах по ГОСТ 2.3 15-68 допускается вычерчивать крепежные детали упрощенно по условным соотношениям в зависимости от диаметра резьбы **d**.

Упрощения следующие:

1. Не изображают фаски на гайке и шпильке.
2. Не показывают зазор между шпилькой и отверстием прикрепленной детали.
  1. Резьбу изображают на всей длине шпильки.
  2. На виде сверху на шпильке не показывают резьбу.
  3. На виде сверху допускается не показывать шайбу.
  4. Линию границы резьбы ввинчиваемого конца шпильки совмещают с линией раздела скрепленных деталей.

Выполнить разметку в виде осевых и центровых линии винтов на главном виде и виде сверху.

Построение начинают с изображения винтов на главном виде. Потайная головка винта имеет угол 90°. Верх головок винта вычерчивают на одном уровне с поверхностью детали. Резьбу наносят по всей длине винта. Шлиц изображают линией контура удвоенной толщины: на главном виде



вертикально, на виде сверху - под углом  $45^\circ$  справа налево. На всех чертежах необходимо проставить только размер метрической резьбы.

#### **4. Самоконтроль выполненной работы.**

Прежде чем представить, выполненный в гонких линиях чертеж детали на проверку преподавателю, студент должен предварительно проверить его самостоятельно. При этом следует проверить:

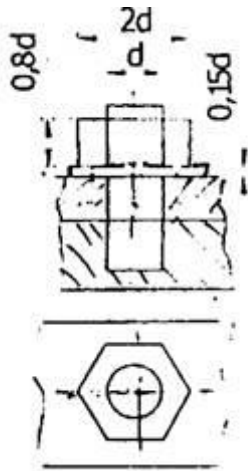
1. Выполнение проекций шестигранной гайки и болта.
2. Наличие изображений стыка скрепляемых деталей и направление штриховки в разрезах.
3. Положение линий, изображающей границу резьбы на ввинчивающем конце шпильки
4. изображение резьбы на главных видах болта, шпильки и гайки.
5. Правильность изображений видов сверху.
6. Нанесение на чертеже всех необходимых размеров.

1. Нанести изображение резьбы. Условно по ГОСТ 2.31 1-68 резьбу на стержне изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему. Расстояние между сплошной основной и тонкой линиями принимают равным не менее 0,8 мм. Резьбу наносят по всей длине стержня. На виде сверху строится проекция шестигранной поверхности гайки, имеющей вид правильного шестиугольника, вписанного в окружность диаметра  $D = 2d$ . На виде сверху не изображают шайбу, фаску и резьбу болта.

2. Изображения соединения шпилькой расположить на поле чертежа равномерно. Для этого вначале определить размеры их габаритных прямоугольников по известным размерам, входящих в соединение деталей с учетом необходимости выделения полей для нанесения размеров. Затем выполнить разметку в виде осевых линий шпильки и отверстия под шпильку на месте главного изображения и центровых линий на виде сверху.

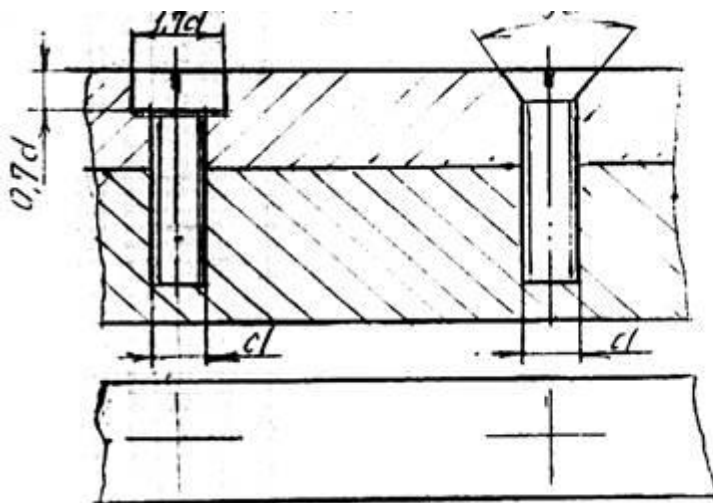


3. Построение следует начинать с вычерчивания в тонких линиях изображение шпильки на месте главного изображения. На высоте 1( от нижнего торна-шпильки провести горизонтальную прямую, которая будет представлять плоскость разъема соединяемых деталей. Эта линия показывает и конец резьбы ввинчиваемого конца шпильки 11.



Упрощенное изображение соединения шпилькой

4. Изображение соединения винтом располагать на поле чертежа равномерно. Сначала определяем размеры их габаритных прямоугольников по размерам входящих в соединение деталей.

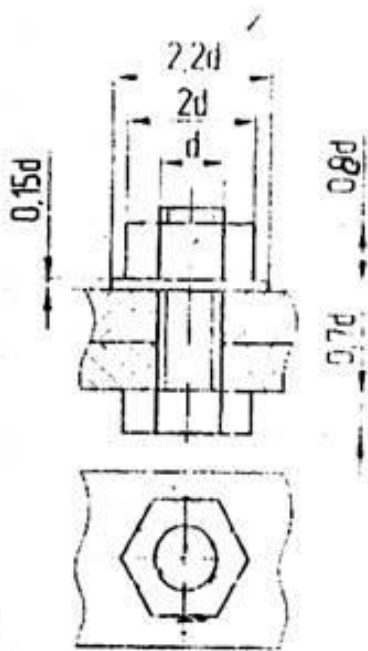


Упрощенное  
соединение  
винтами

Вычерчивание упрощенного изображения необходимо начать с фронтального разреза, а затем выполнить вид сверху, па котором



шестиугольник вписать в окружность диаметра  $2d$ .  
Детали соединения болтом вычерчиваются по условным соотношениям в зависимости от диаметра резьбы  $d$ .



### Упрощенное изображение соединения болтом.

Вычерчивание упрощенного изображения необходимо начать с фронтального разреза, а затем выполнить вид сверху, на котором шестиугольник вписать в окружность диаметра  $2d$ . При выполнении изображений в ГР следует учесть следующие особенности:

1. Гайку на главном изображении принято показывать тремя гранями.
2. По ГОСТ 2.305-68 болты, винты и шпильки на продольном разрезе изображают нерассеченными. Гайку и шайбу на изображениях резьбовых соединений также принято показывать нерассеченными.
3. Скрепляемые детали штрихуют под углом  $45^\circ$  в разные стороны. Наклон штриховки одной и той же детали должен быть в одну и ту же сторону на всех изображениях. Одинаковым должно быть и расстояние между линиями штриховки.



1. Изображения соединения болтом располагают на поле чертежа равномерно, для этого нужно определить размеры габаритных прямоугольников по известным размерам входящих в соединение деталей и учетом необходимости выделения полей для нанесения размеров. Затем выполнить разметку в виде осевых (главное изображение) и центровых (вид сверху) линий.

На месте главного вида и вида слева от опорной поверхности болта отложить вдоль оси болта размеры  $\varphi 1$ ,  $\varphi 2$  - толщину скрепляемых деталей,  $S_m$  - толщину шайбы,  $H_g$  - высоту гайки,  $l$  - длину болта. Выполнить изображение шайбы

### **5.Рекомендуемая литература:**

1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.

2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань

3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань

4.Интернет ресурсы-www.edu.ru

## **ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №14**

**Тема:**Выполнение эскиза детали, имеющей резьбу, с разрезами;

**Цель работы:** формировать умения выполнять рабочие чертежи деталей «от руки» и с применением чертёжных инструментов.

**Продолжительность:** 4 часа

**Материальное и документальное обеспечение работы:**

1. Детали с резьбой и без резьбы.
2. Методические рекомендации по выполнению работы.



3. Плакаты: « Элементы деталей машин », «Порядок эскизирования».
4. Диафильм: « Выполнение эскизов деталей », «Техника выполнения чертежа».

## **1. Общие и теоретические положения при выполнении работы:**

### **1.1. Чертёж и эскиз:**

Чертёж детали является конструкторским документом. Если чертёж выполняется без чертёжных инструментов в глазомерном масштабе, то он называется эскизом. Чертёж детали предназначен для его использования при изготовлении и контроле детали и должен содержать исчерпывающие сведения о ней.

### **1.2 Графическая часть чертежа:**

Графическая часть должна содержать минимальное, но достаточное количество изображений (виды, разрезы, сечения, выносные элементы), полностью отображающих форму детали и всех её элементов. Желательный масштаб М1:1, дающий представление в действительных габаритах детали. Мелкие элементы изображают в масштабе увеличения. Крупные детали - в масштабе уменьшения. Удлиненные детали - это детали обработанные на токарных станках изображают с осью параллельной основной надписи.

### **1.3 Форма детали и её элементы:**

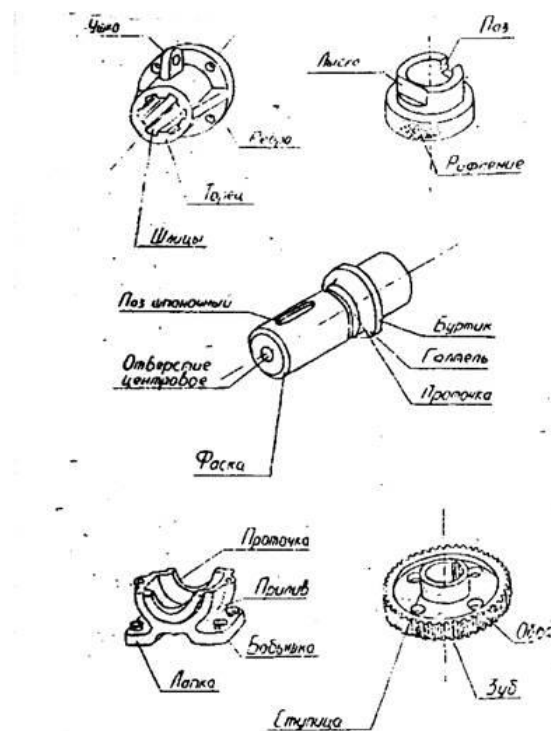
Какую бы сложную форму не имела деталь, конструктор выполняет её как совокупность простейших геометрических тел или их частей. Так деталь на рис. 1 состоит из элементов:

- 1) усечённый конус с отверстием;
- 2) цилиндр;



- 

Наиболее часто встречающиеся элементы деталей и их  
наименование проставлены на рис. 2



Текстовая часть должна быть минимальной и выполняется в том случае, если указания невозможно или нецелесообразно выразить на чертеже



графически или условными изображениями Тест выполняется параллельно основной надписи чертежа. Содержание должно быть кратким и чётким. Технические требования излагают по пунктам в последовательности:

- 1) требования к свойствам материала, термической обработке;
- 2) требования к качеству, отделке, покрытию поверхности;
- 3) допустимые отклонения размеров.

Надписи относятся к отдельным элементам, выполняются на линиях - выносках (рис. 3). Если линия - выноска пересекает контур детали, она заканчивается точкой; если идёт от линии - стрелкой.

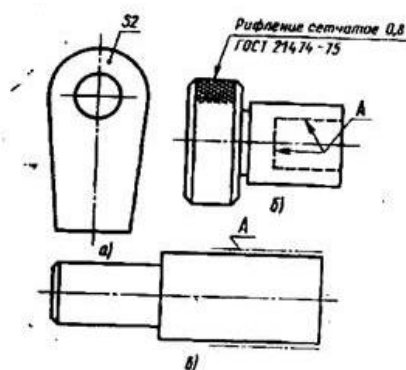
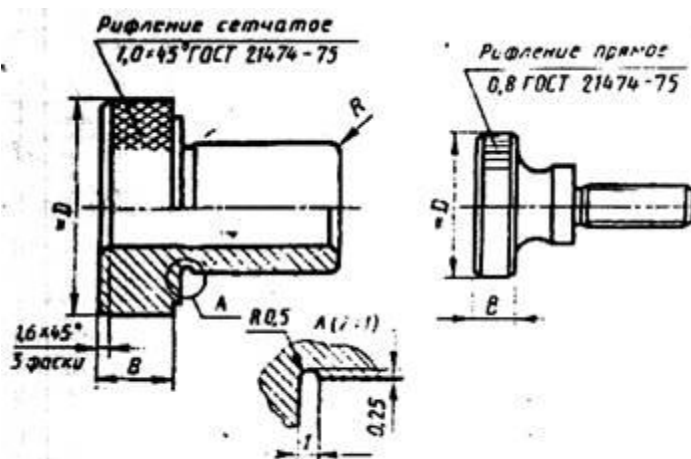


Рис. 3

Рифление для упрощения изображено частично. На рис. 3в показана поверхность А, о которой в технических требованиях может быть дано какое-то указание.





## 1.5 Нанесение размеров:

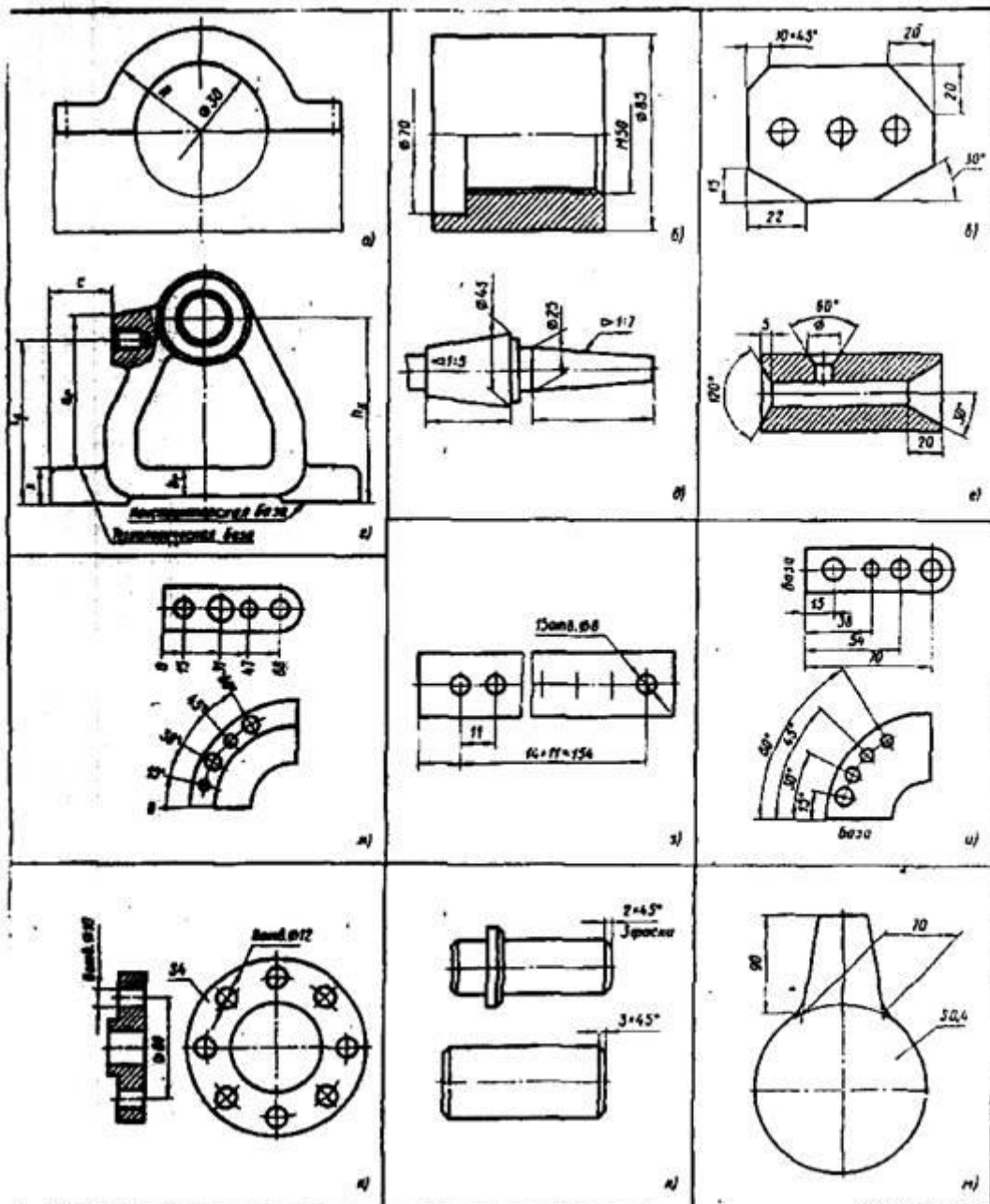


Рис. 4

Количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и построения детали. Не допускается повторение одного и того же размера, как на изображении, так и в технических требованиях.

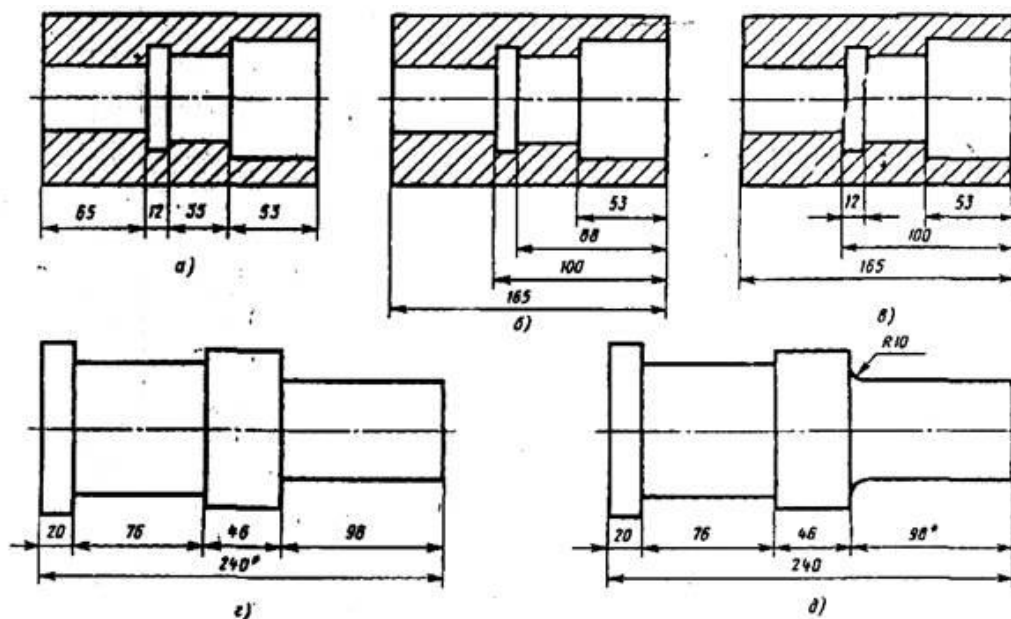
На рис. 3а показано, когда ставят размер радиуса, когда диаметра

Нанесение размеров плоских фасок показано на рис. 3в. Нанесение углов - на рис.3е. Нанесение размеров между одинаковыми элементами — на рис.



Размеры могут быть проставлены цепным способом (рис. 4а), координатным (рис. 4б), комбинированным (рис. 4в). Не допускается наносить размеры в виде замкнутой цепи, кроме случаев, если один из размеров указан как справочный (рис. 4г, д).

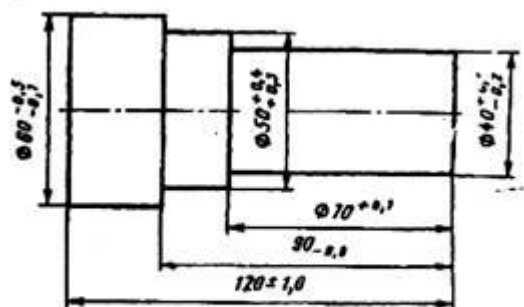
Цепной способ	Координатный способ
Комбинированный способ	



**Рис. 5**

### 1.6. Предельные отклонения размеров:

Конструктор наносит на чертёж номинальные размеры, относительно которых определяются предельно допустимые размеры (рис. 6).



**Рис. 6**



Так как отверстие выполнять сложнее, чем вал (из-за большего количества инструмента), как правило, принимают систему отверстий, в которой поле допуска отверстия определяют буквой Н. Величина качества в учебных работах может быть принята:

7-для точных размеров (гильза цилиндра),

14-для размеров низкой точности (отверстие под болт).

У вала для посадки с натягом - ;

для посадки с зазором - ;

для размеров с низкой точностью – h14.

Общую запись в технических требованиях о неуказанных предельных отклонениях несопрягаемых размерах низкой точности выполняют таким образом:

$$H14; h14; \pm \frac{1714}{2}$$

## 1.7. Предельное отклонение формы расположения поверхностей:

Предельные отклонения формы и расположения поверхностей указываются условными обозначениями (табл.1 таб. 2)

Условные обозначения отклонений (допусков) формы поверхностей (по СТ СЭВ 386–76) расположения поверхностей (выдержка из СТ СЭВ 386 –76)

Наименование отклонения (или допуска)		Знак
краткое	полное	
Непрямолинейность	Допуск прямолинейности	—
Неплоскостность	Допуск плоскостности	▱
Некруглость	Допуск круглости	○
Нецилиндричность	Допуск цилиндричности	⊗
	Допуск профиля продольного сечения (относится к цилиндрической поверхности)	=
Наименование отклонения (или допуска)		Знак
краткое	полное	
Непараллельность	Допуск параллельности	//
Неперпендикулярность	Допуск перпендикулярности	⊥
Несоосность	Допуск соосности	◎
Непересечение осей	Допуск пересечения осей	×
Несимметричность	Допуск симметричности	≡
—	Торцовое биеение Радиальное биеение	↗



Способы нанесения предельных отклонений показан на рис. 7



Рис. 7

При указании взаимного расположения поверхностей определяют базу, к которой относится отклонение расположения (рис. 7в).

### 1.8. Шероховатость поверхности:

Даже отполированная поверхность имеет микронеровности. Большая шероховатость быстро стирается, увеличивая зазор в соединении деталей, нарушая точность работы.

Для обозначения шероховатости применяются знаки:

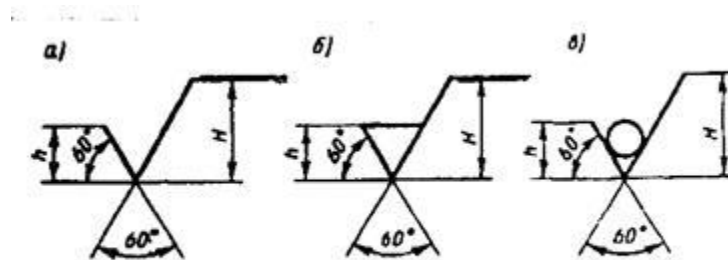


Рис. 8

На рис. 8а способ получения шероховатости не оговорен. На рис. 8б-поверхность образована удалением слоя. На рис. 8в - поверхность образуется без снятия слоя материала (литьё, штамповка и т.п.). Высота  $h$  равна высоте цифр размерных чисел:  $H=1.5...3h$ . Величина шероховатости указывается под полкой знака. Если величину шероховатости не указывают, полку не проводят.

Нанесение знаков показано на рис. 9.



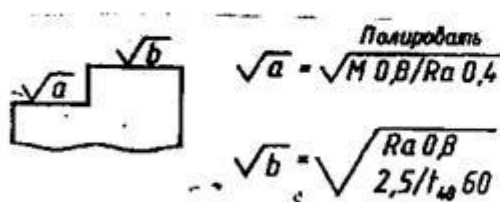
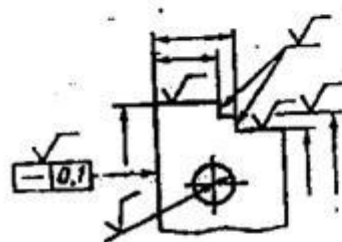


Рис. 9

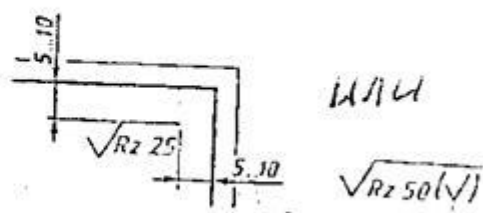
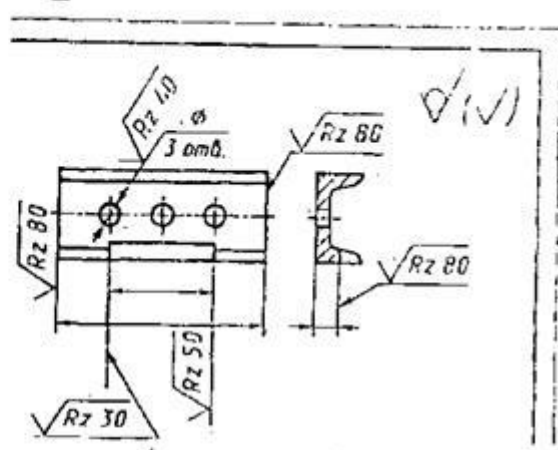


Рис. 10

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа (рис. 10). Размеры знаков и цифр примерно в 1.5 раза больше чем у размерных чисел на изображении. Знак в скобках означает, что все поверхности, не имеющие обозначения, должны иметь шероховатость, указанную перед знаком в скобках. Размеры знака в скобках равны размерам знаков на изображении.

Чем выше точность размеров, тем ниже шероховатость. Для 6 и 7 квалитетов можно взять шероховатость  $Ra=2.5\text{мкм}$ . Эта величина не видна невооружённым глазом. Её получают на шлифовальном станке, поэтому выбирают для отдельных поверхностей. Остальные поверхности получают с шероховатостью  $Ra=5...20\text{мкм}$ .

### 1.9. Сведения о материалах:

Эти сведения заносятся в основную надпись в графу 3. Серые чугуны



выпускаются марок 10, 15, 18, 20, 25, 30, 35. Цифры показывают предел прочности на растяжение. Пример обозначения: СЧ25 ГОСТ 1412-85

Высокопрочный чугун применяется для более ответственных деталей. Пример обозначения: ВЧ50 ГОСТ 7293-50

Стали обыкновенного качества изготавливаются по ГОСТ 380-88 если марок от 0-й до 6-й. Может быть кипящей (кн), полуспокойной (пс), спокойной (сп). Пример обозначения: Ст3пс ГОСТ 380-88

Сталь углеродистая качественная конструкционная изготавливается по ГОСТ 1050-88 марок 08, 10, 15, 20 и т.д. Число показывает среднее содержание углерода в сотых долях процента. Пример обозначения: Сталь 45 ГОСТ 1050-88. Легированные стали легируются различными химическими элементами: хром (Х), кремний (С), марганец (Г), никель (Н), медь (Д) и т.д.

Пример обозначения: Сталь 65Г ГОСТ 14959-79. При изготовлении из сортового материала запись должна содержать сведения о сортаменте.

Пример:

**Швеллер                    20-Б ГОСТ 8240-89**  
**Ст 3пс -2 ГОСТ 535-88**

**ГОСТ 8240-89 - ставят на швеллер**

20 - размер высоты швеллера. ГОСТ 535-80 - стандарт на прокат сортовой стали марки 3, полуспокойной, категории 2.

### **1.10. Эскизирование.**

Эскизирование производится в определённой последовательности, что предотвращает ошибки.

**1-я операция.** Осмотр детали, уяснение назначения, конструктивных особенностей, выявление соприкасающихся поверхностей с



другим деталями, поверхностей, получаемых без снятия слоя металла.

**2-я операция.** Намечается число изображений - видов, разрезов, сечений. Выбирается главный вид. Глазомерно устанавливаются соотношения между размерами детали.

**3-я операция.** Подготавливается лист бумаги в клеточку или миллиметровки формата А3 или А4, наносят без линейки рамку поля чертежа и основной надписи, намечают площади в виде прямоугольников или осевых линий с габаритными отметками, предусматривая место для размерных линий.

**4-я операция.** Строят тонкими линиями изображения, начиная с основной геометрической формы из числа составляющих деталь. Окружности помещают в точках пересечения сетки (рис. 10а).

**5-я операция.** Убедившись в правильности изображении, удаляют вспомогательные линии, обводят линии контура, штрихуют разрезы и сечения.

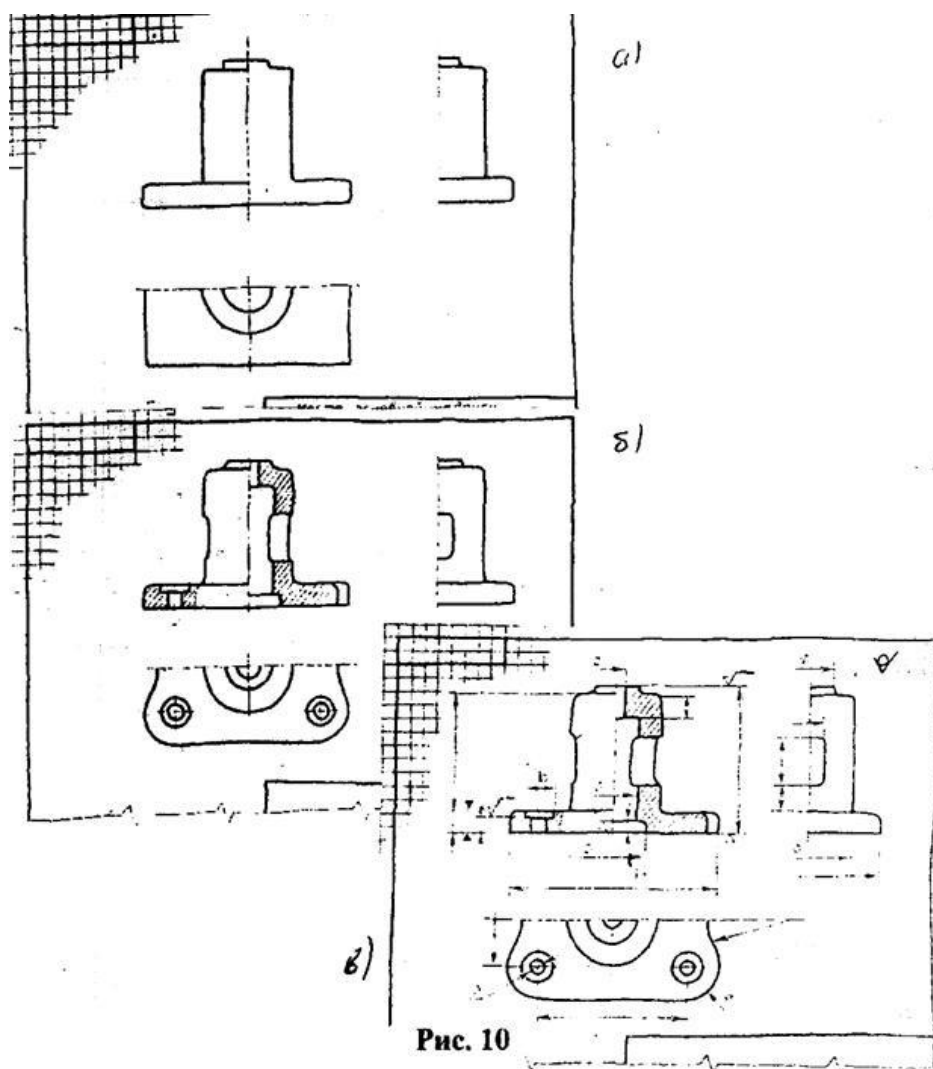
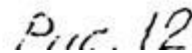


Рис. 10



**Наносят знаки шероховатости (рис. 10в).**



### 1.11. Чертёж детали:

## **2. Порядок выполнения работы:**

2.2. Выполнить эскиз в тонких линиях согласно разделу



- 2.3. Проставить размерные линии и знаки шероховатости.
- 2.4. Получить консультацию преподавателя о правильности выполнения эскиза.
- 2.5. Обвести контур детали, выполнить штриховку разрезов, про-  
ставить размерные числа, заполнить основную надпись.
- 2.6. Представить работу преподавателю.

**Графическая работа №14 выполняется по одному из эскизов.  
Выполняется рабочий чертёж детали в масштабе.**

### **3.Вопросы для самоконтроля:**

1. Что называется деталью?
2. Чем отличается эскиз от чертежа детали?
3. В какой последовательность выполняется эскиз?
4. Какими соображениями руководствуются при выборе главного вида  
детали?
5. Из каких соображений выбирают величину шероховатости?
6. Где на эскизе указывают технические требования?
7. Что входит в структуру обозначения материала?

### **4. Домашнее задание:**

Закончить эскизы и рабочий чертёж.

### **5. Рекомендуемая литература:**

1. ГОСТ 2.305-68. Изображения - виды, разрезы, сечения.
2. ГОСТ 2789-73. Параметры шероховатости.
3. Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего  
проф. Образования 2018, 336с.
4. Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для  
студентов 2018г 92стр ЭБС Лань
5. Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное



### **Графическая работа №17**

**Тема: «Выполнение чертежа сварного соединения деталей»**

**Продолжительность-4 часа**

**Цель работы :** Научить студентов изображать стандартные сварные швы и правильно их обозначать, читать чертежи сварных соединений.

Графическая работа выполняется по индивидуальным заданиям на формате А4.

При выполнении чертежа необходимо:

- по аксонометрическому изображению выполнить чертеж в двух проекциях (аксонометрическое изображение не перечерчивать);
- определить какие типы швов применимы в конструкции (табл.1);
- нанести условные обозначения сварных швов согласно ГОСТ 2.312-12;
- на чертеже указать габаритные размеры.

### **2. Сварные соединения и швы.**

Сварными соединениями называется совокупность деталей, соединенных сварным швом.

Различаются следующие виды сварных соединений: стыковые, нахлесточные угловые, тавровые, торцевые. Некоторые конструктивные элементы швов приведены в таблице 1.



Таблица 1

Виды соединения	Схемы соединения	Обозначение	Подготовка кромок, сварка	Толщина металла
Стыковые		C1*	С отбортовкой кромок	1...3 мм
		C7	Скос обоих кромок, сварка односторонняя	3...60 мм
		C18	Скос обеих кромок, сварка двусторонняя	5...60 мм
Нахлесточные		H1	Без скоса кромок,	2...60 мм

		H2	односторонняя Без скоса кромок, двусторонняя	2...60 мм
Угловые		Y4	Без скоса кромок	1...30 мм
		Y6	Со скосом одной кромки, односторонняя	3...60 мм
		Y7	Со скосом одной кромки двусторонняя	3...60 мм
Тавровые		T1	Без скоса кромок, односторонняя	2...30 мм
		T3	Без разделки кромок, двусторонняя	3...60 мм
		T9	С двумя скосами кромок, двусторонняя	12...100 мм

\*В обозначении цифра после буквы показывает конструктивные особенности шва.

Для производства сварочных работ на чертеже должны быть указаны:



- места расположения швов;
- тип шва;
- его размеры и другие данные.

Место расположения шва показывают линией - выноской с односторонней стрелкой, которую вычерчивают сплошной тонкой линией толщиной  $S/2 \dots S/3$ . Наклон линии - выноски к линии шва выполняют под углом  $30 \dots 60^\circ$ .

Швы сварных соединений изображают:

- видимый - сплошной линией толщиной  $S$ ;
- невидимый — штриховой линией толщиной  $S/2$

Обозначение видимого шва пишут над полкой, невидимого - под полкой.

Условное обозначение шва состоит из:

1. Обозначения стандарта на типы и конструкции швов.
2. Буквенно-цифрового обозначения шва по стандарту (см. таб. 1)
3. Знака  $\angle$  и размера катета по стандарту на типы и конструктивные элементы швов.
4. Размеры длины провариваемого участка и знаков расположения швов (для прерывистых швов)
5. Вспомогательных знаков (см.рис.2)

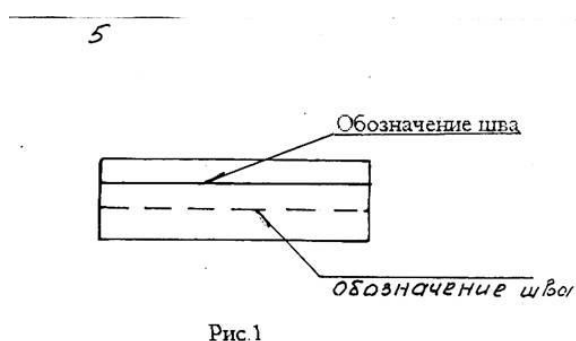


Рис.1

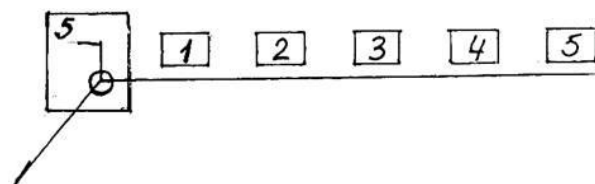


Рис.2

Обозначение стандарта на типы швов принимаются в зависимости от способа сварки.

Некоторые виды сварки


ГОСТ	Вид сварки
52694-80	Ручная дуговая



14771-76	Дуговая сварка в защитном газе
11533-75	Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом
15878-79	Контактная сварка

Буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту для ручной дуговой сварки ГОСТ 5264-80 имеют вид для: стыковых соединений – С1...С25; нахлесточных – Н1, Н2, Н3; угловых - У1...У10; тавровых Т1... Т11 (см. табл. 1).


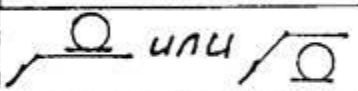
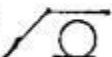

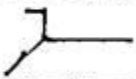



По другим видам сварки нужно смотреть стандарты ГОСТ 11 533-75; 14771-76 и др.

Знак  и размер катета шва применяется при обозначении нахлесточных, угловых и тавровых соединений. Размер катета - величина расчетная. В учебных чертежах ее принимают равной половине толщины свариваемых деталей. Если детали разной толщины - величине катета выбирают по детали с меньшей толщиной.

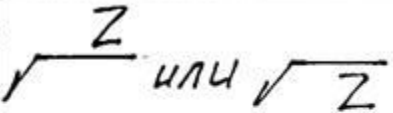
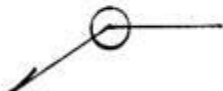
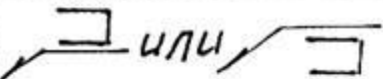

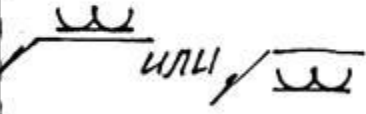
Вспомогательные знаки указывают на требования к выполнению сварного шва (см. табл. 3). Величина знаков соответствует размеру шрифта на чертеже.

Таблица

3

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки
	Усиление шва снять	 или 
	Шов выполнить при монтаже изделия	
	Шов прерывистый с черным расположением	 или 



Z	Шов прерывистый с шахматным расположением	
○	Шов по замкнутой линии	
⌊	Шов по незамкнутой линии	
	Наплывы шва обработать с плавным переходом к основному металлу	

Пример условного обозначения

ГОСТ 5264-80-T5-Δ6-50 Z100



Рис.3

Ручная дуговая сварка по замкнутому контуру; соединение тавровое; катет шва 6 мм; шов шахматный, длиной 50 мм с шагом 100мм. При наличии на чертеже одинаковых швов, обозначения наносят на одном из швов и ставят его номер. На полках таких же швов указывают только номер шва (см. рис.4)

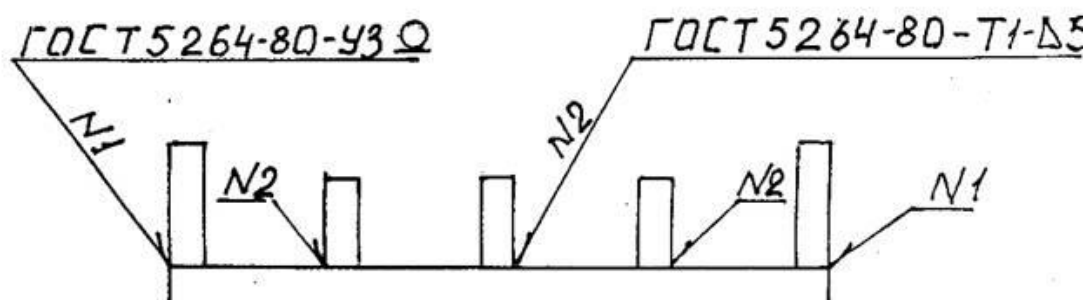


Рис.4



### 3. Порядок выполнения ГР

3.1. На аксонометрическом изображении выбрать главный вид, т.е. вид, дающий наибольшее представление об изделии.

3.2. Разметить поле чертежа нанесением габаритных прямоугольников главного вида и вида сверху.

3.3. Произвести анализ изделия для выявления деталей, из которых оно состоит, и вычертить детали.

3.4. Выбрать вид сварки (для ГР - ручная дуговая)

3.5. По таблице 1 определить вид соединения и его обозначение

Цифры после букв проставить:

- для стыковых - С6; для нахлесточных — Н1;
- для угловых — У 6; для тавровых — Т3.

3.6. Выбрать величину катета сварки (см. раздел 2)

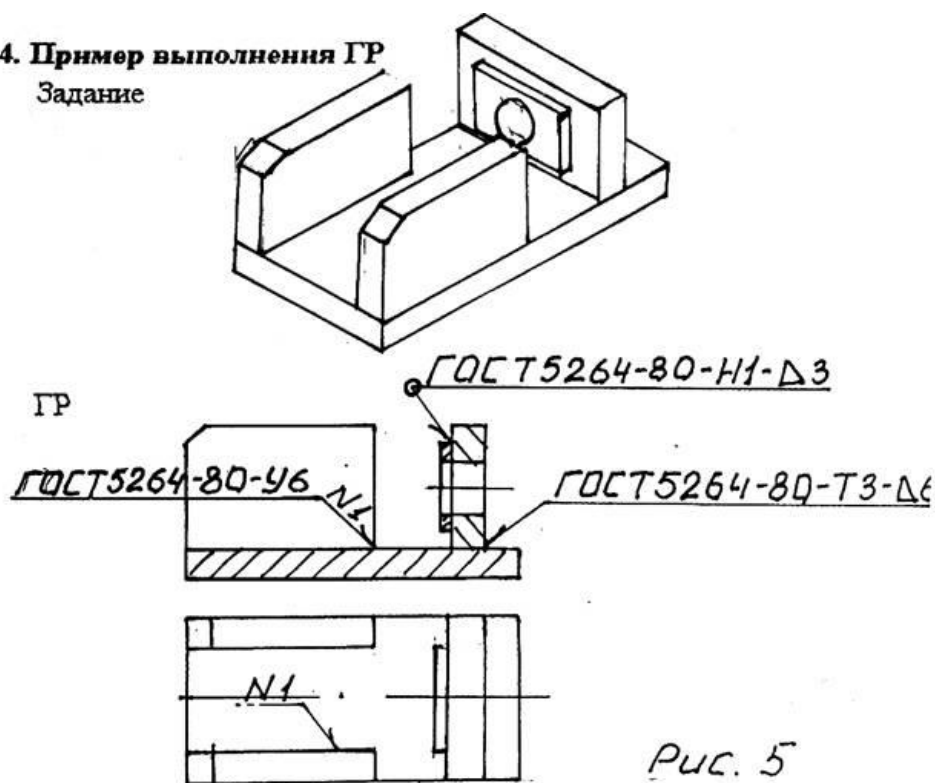
3.7. По таблице 2 выбрать вспомогательные знаки

3.8. Проставить на чертеже обозначение сварки (размеры изделия не наносить)

3.9. Задания на ГР 17 (см.приложение 1)

#### 4. Пример выполнения ГР

Задание





## **5. Рекомендуемая литература:**

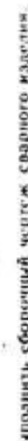
3. Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.

4. .Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань

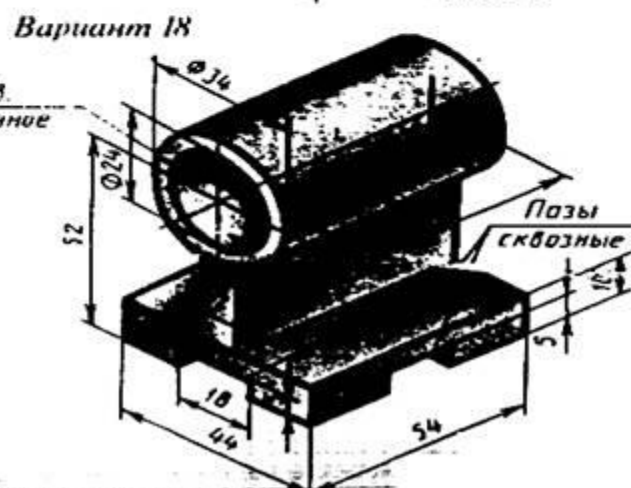
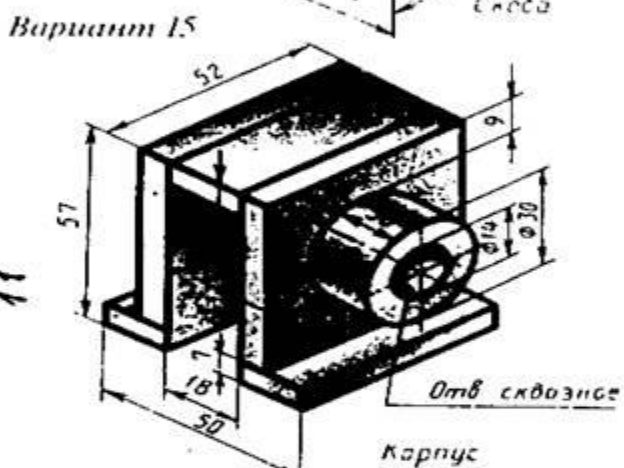
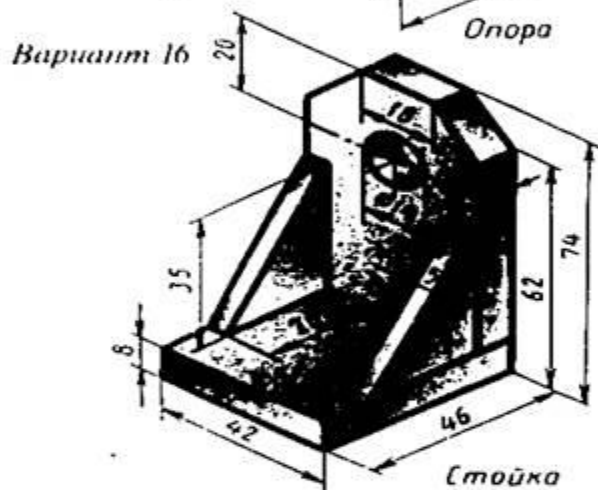
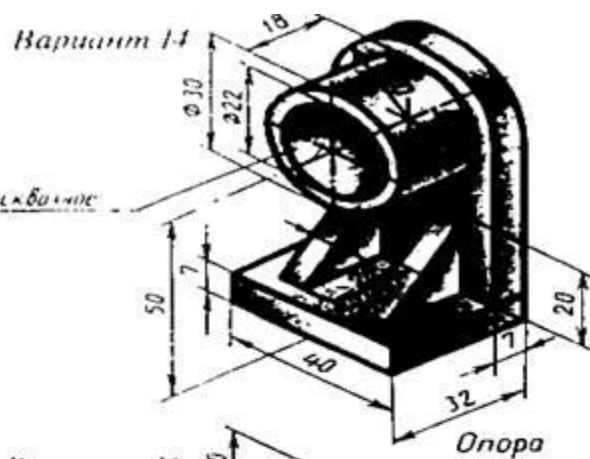
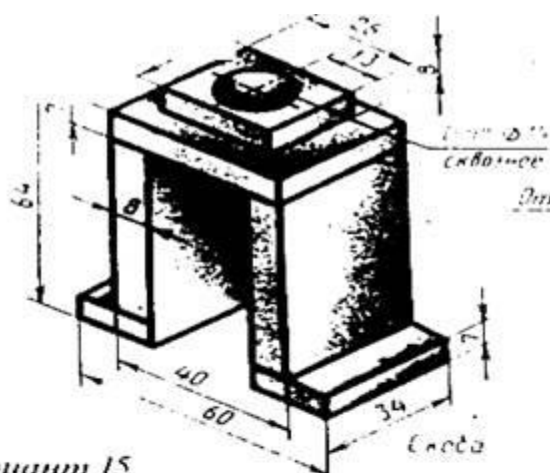
5. Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань

4.Интернет ресурсы-[www.edu.ru](http://www.edu.ru)

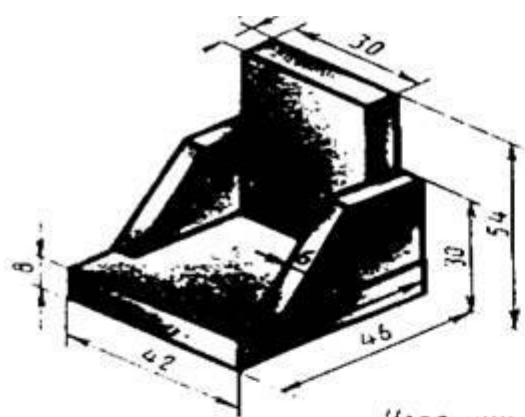






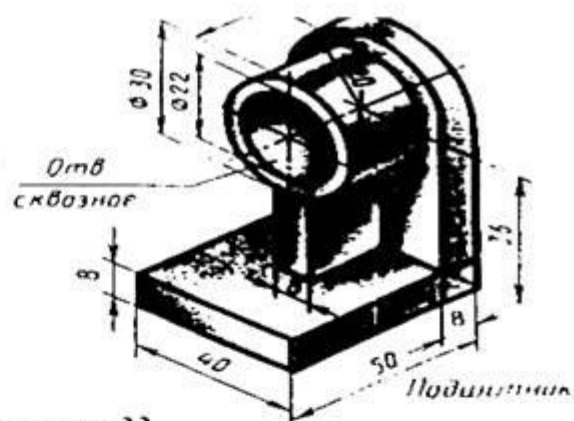






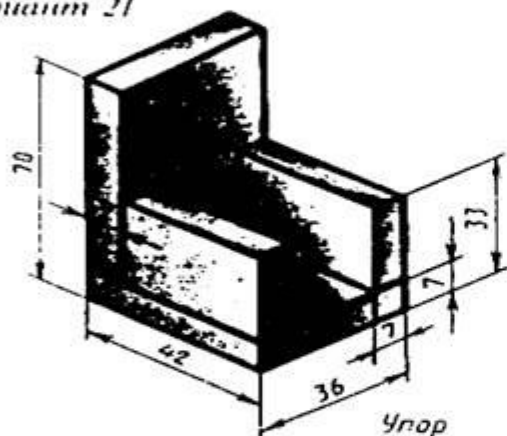
Вариант 21

Угловник

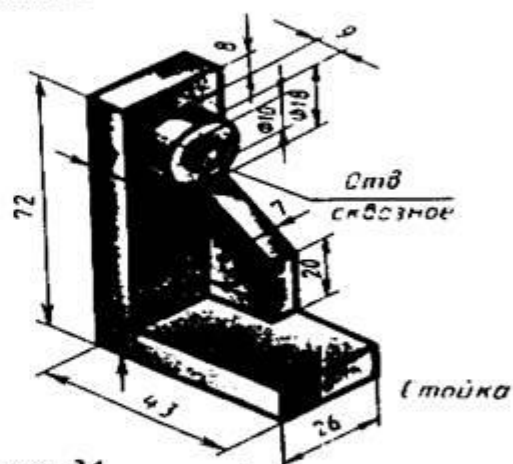


Вариант 22

Подшипник

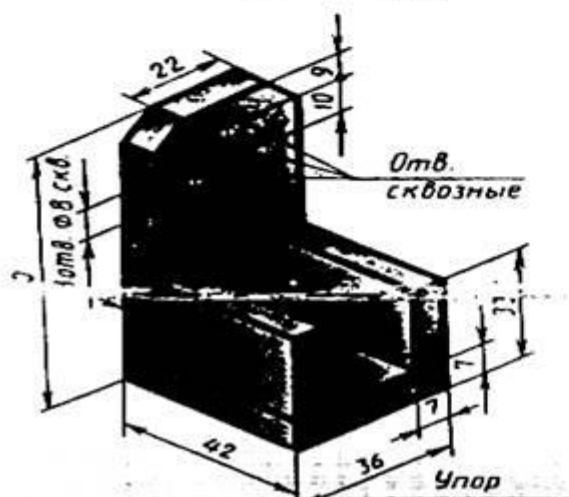


Упор

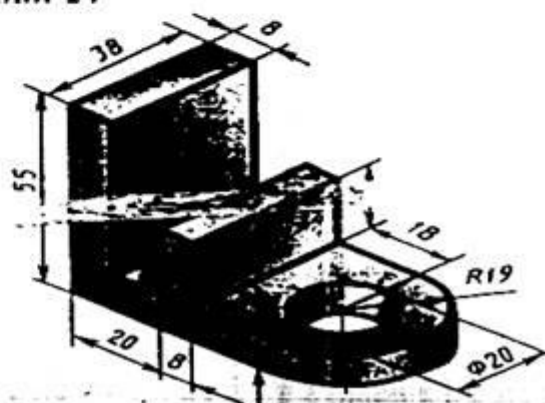


Вариант 24

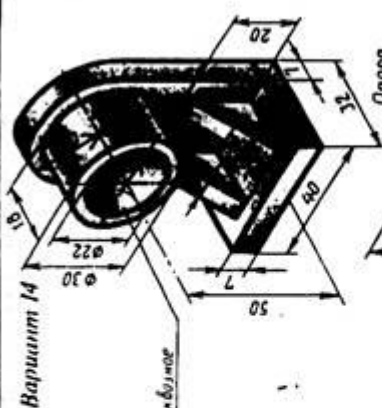
Гайка



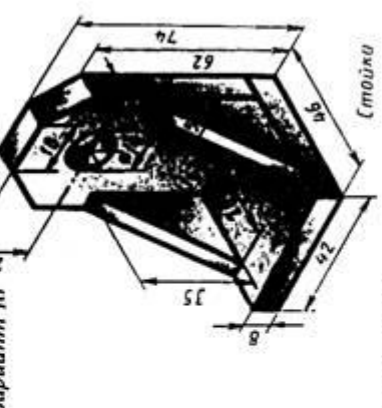
Упор



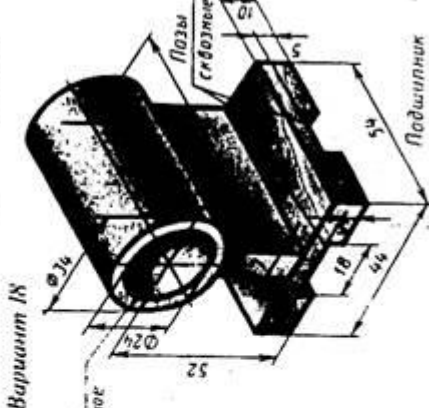




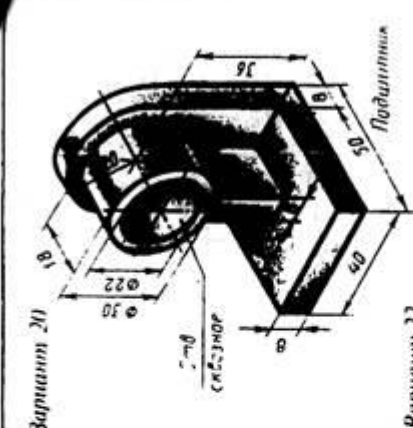
Вариант 14)



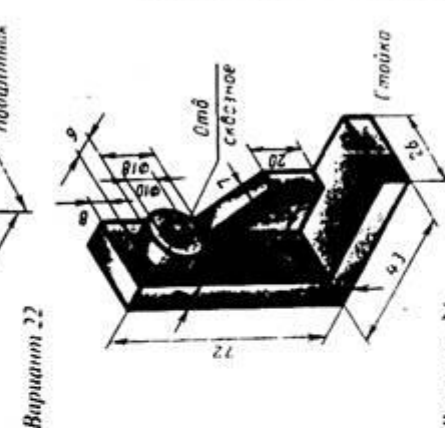
Зарплата 16



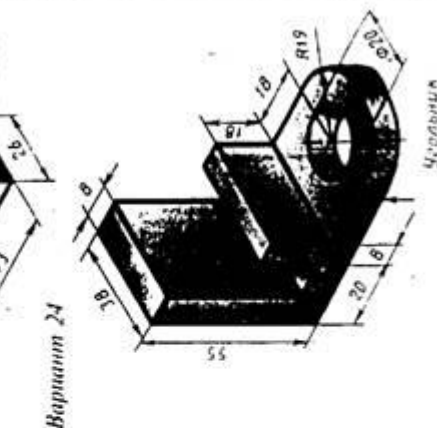
Barnum 18



### Conclusions

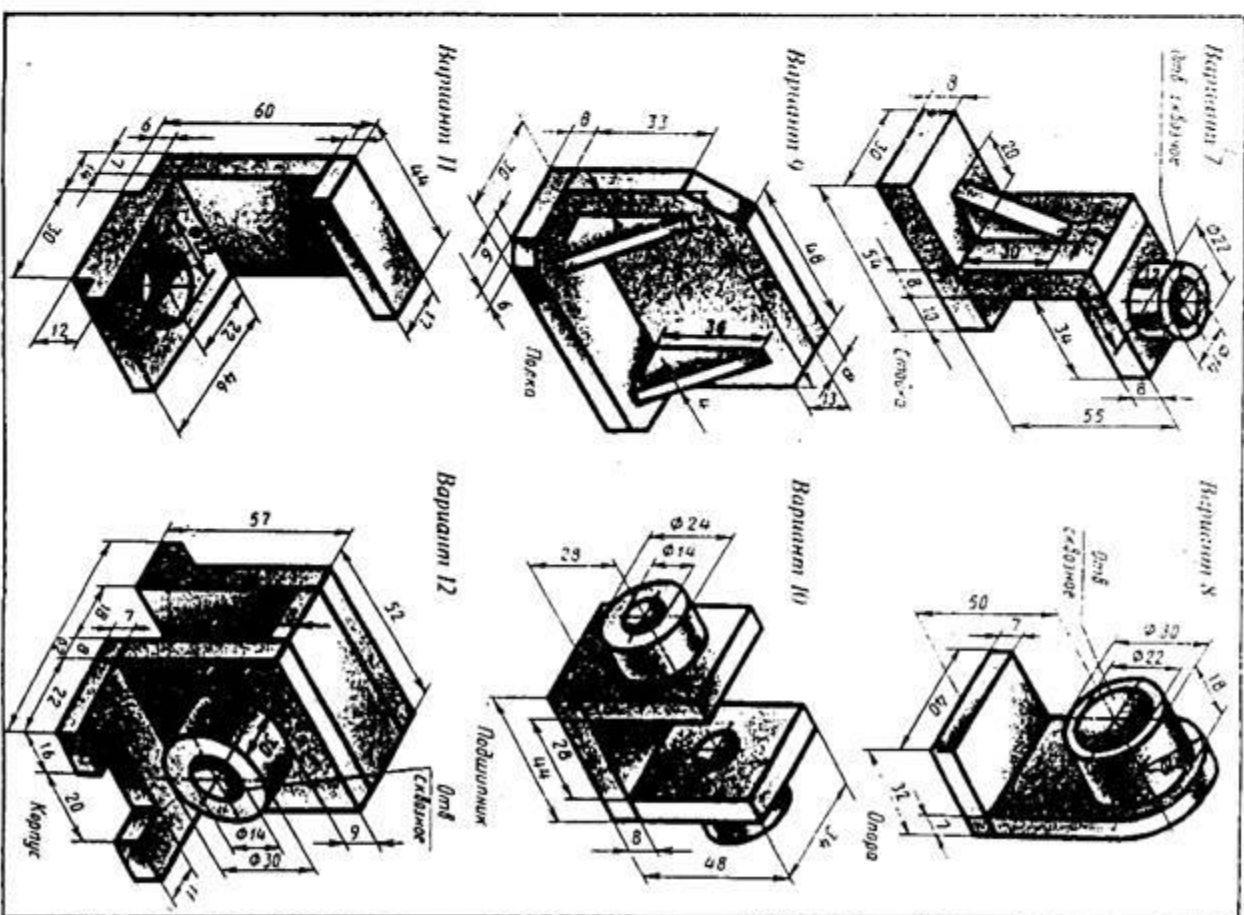
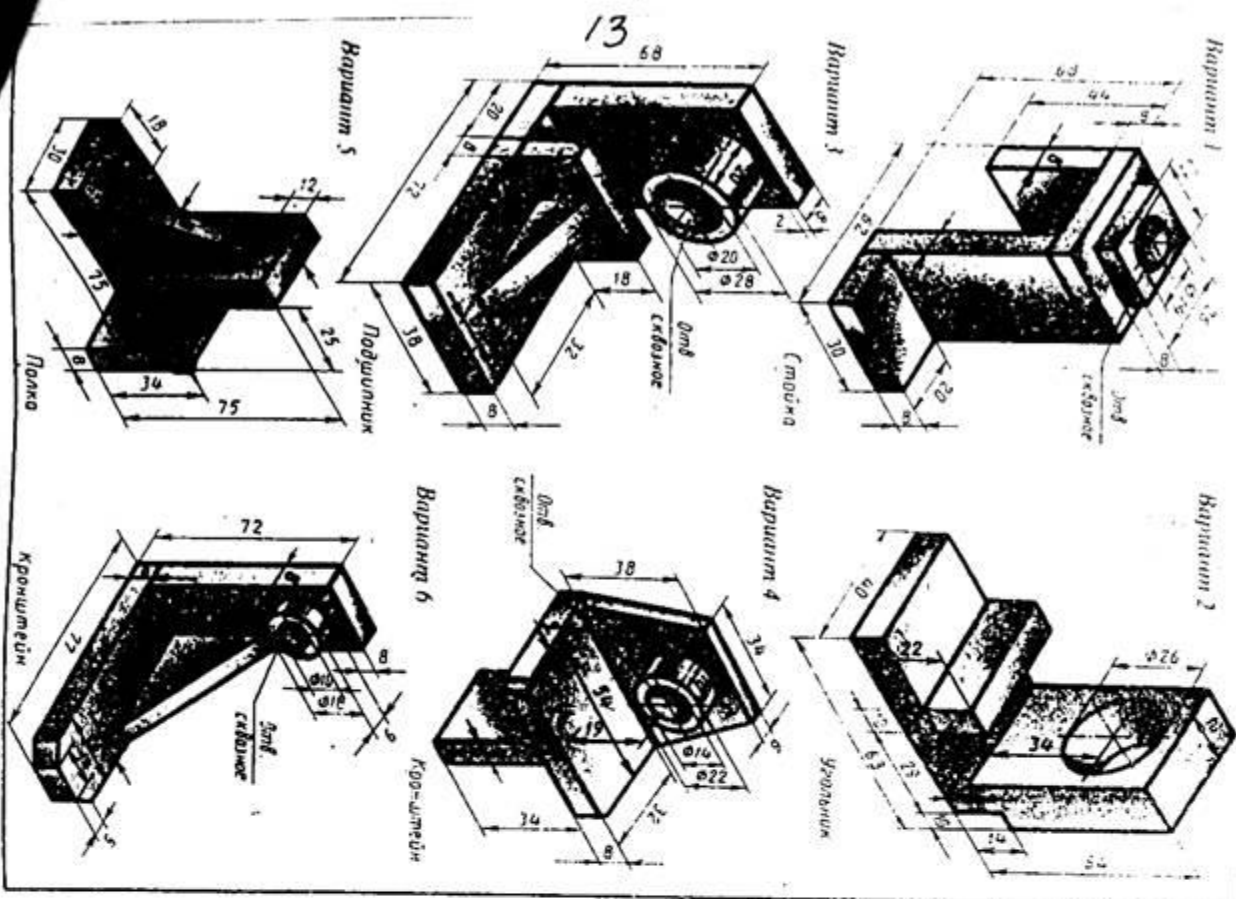


0..... 33



Вызванный через свирного издателя.







## Графическая работа №16

**Тема:** Чертеж зубчатого колеса

**Цель работы:** Познакомиться с порядком расчета элементов цилиндрического зубчатого колеса и научиться выполнять эскиз колеса.

**Время на работу:** 4 академических часа.

### 1. Теоретическое обоснование выполнения работы.

Цилиндрическая зубчатая передача применяется для передачи вращения от одного вала к другому, когда их оси параллельны.

Рассмотрим термины, определения и обозначения, характеризующие зубчатые передачи (ГОСТ 16530-83, 16532-70). Основными рабочими элементами зубчатых колес (рис.1) являются *зубья* - выступы на колесе, передающие движение посредством взаимодействия с соответствующими выступами другого колеса.

*Окружной делительный шаг  $P_t$*  - это расстояние между одноименными профилями соседних зубьев по дуге длительной окружности.

Основным параметром зубчатого колеса является *модуль  $m$*  - линейная величина в  $\pi$  раз меньше делительного шага, т.е.

$$m = P_t / \pi.$$

Стандартные значения модуля приведены в табл.1

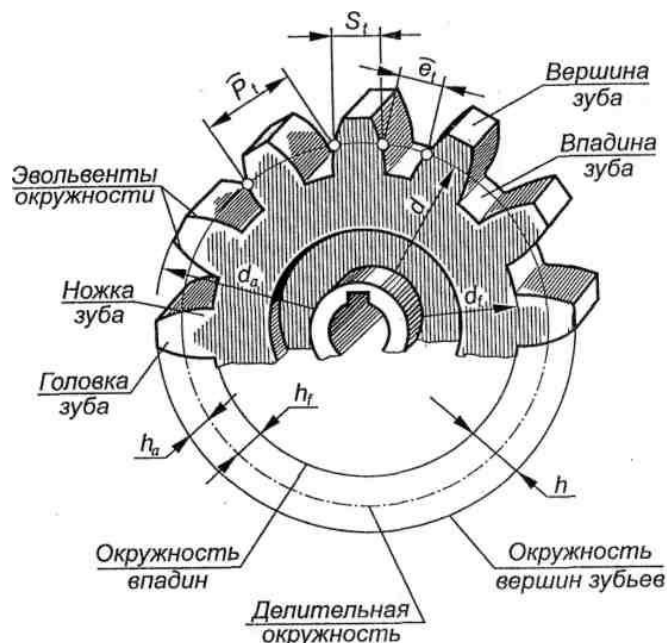


Рис. 1



Таблица 1 Модули зубчатых передач, мм (ГОСТ 9563 - 60\*\*)

1-й ряд	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
2-й ряд	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	18

*Делительная поверхность (делительная окружность с диаметром  $d$ )* - цилиндрическая поверхность зубчатого колеса, являющаяся базовой при определении зубьев и их размеров:

$$d = P, z / \pi \text{ или } d = m z.$$

*Делительная*

*высотой  $h_a$*  - это часть зуба, заключенная между делительной поверхностью и поверхностью его вершин,  $h_a = m$ .

*Ножка зуба высотой  $h_f$*  — это часть зуба, заключенная между делительной поверхностью впадин,  $h_f = 1,25m$ .

*Высота зуба  $h$*  - это радиальное расстояние между поверхностями вершин и впадин,

$$h = (d_a - d_f) / 2, \text{ или } h = h_a + h_f = m + 1,25m = 2,25m.$$

*Поверхности вершин (окружность вершин диаметром  $d_a$ )* — цилиндрическая поверхность, ограничивающая зубья со стороны, противоположной телу зубчатого колеса,

$$d_a = d + 2m, \text{ или } d_a = mz + 2m = m(z + 2).$$

*Поверхность впадин (окружность впадин с диаметром  $d_f$ )* — это цилиндрическая поверхность, отделяющая зубья от тела зубчатого колеса,

$$d_f = d_a - 2h, \text{ или } d_f = d - 2h_f = mz - 2,5m = m(z - 2,5).$$

*Окружная толщина зуба  $S_t$*  - это расстояние между профилями зуба по дуге делительной окружности,

$$S_t = P / 2 = 0,577m.$$

*Окружная ширина впадины  $C_t$*  — это расстояние между соседними профилями зубьев по дуге делительной окружности,

$$e_t = S_t$$



## Изображение цилиндрических зубчатых колес

Правила условного обозначения зубчатых колес определяет ГОСТ 2.402-68:

1. Окружности и образующие поверхностей вершин зубьев изображаются основными линиями (рис.2).
2. Окружности и образующие поверхностей впадин зубьев в разрезах и сечениях выполняются основными линиями; на видах их допускается показывать сплошными тонкими линиями (рис.2).
3. Делительные окружности и образующие делительных поверхностей изображаются штрихпунктирными тонкими линиями (рис.2).

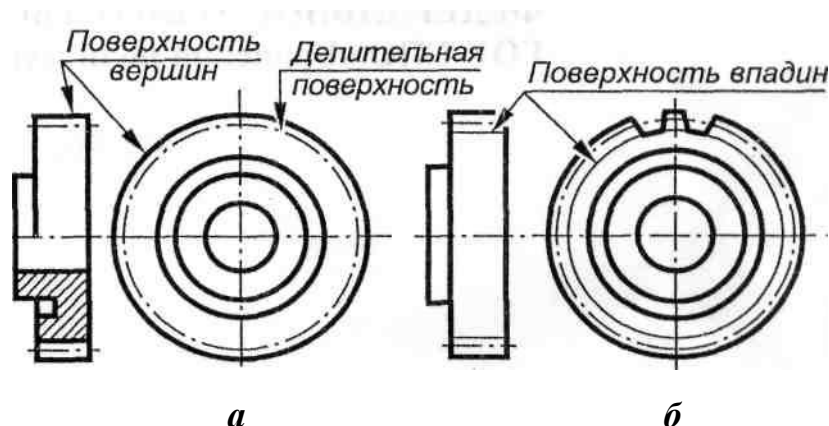


Рис. 2

4. На главном изображении зубчатые колеса выполняются почти всегда в разрезе. Если секущая плоскость проходит через ось зубчатого колеса, то зубья показывают нерассеченными независимо от угла их наклона.

5. Если необходимо показать направление зубьев, то вблизи оси колеса наносят три сплошные тонкие линии с соответствующим наклоном (рис.3).

Правила выполнения рабочих чертежей цилиндрических зубчатых колес устанавливает ГОСТ 2.403-75\*. В соответствии с ними в правом верхнем углу чертежа приводится таблица параметров зубчатого венца, состоящая из трех частей, разделяемых основными линиями: первая часть содержит основные данные (для изготовления), вторая - данные для контроля, а третья - справочные данные.



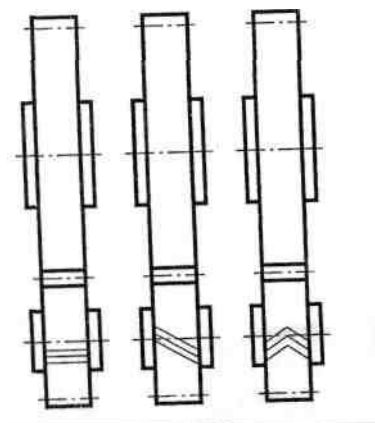


Рис. 3

i, a	Модуль	<i>m</i>	(1)
	Число зубьев	<i>z</i>	(2)
	Угол наклона	<i>β</i>	(3)
	Направление	—	(4)
	Нормальный	—	(5)
	Коэффициент	<i>X</i>	(6)
	Степень	—	(7)
	Данные для		(S)
	контроля		
	Делительный	<i>O</i>	(9)
	Прочие	—	(10)
		<i>l</i>	35
	110	"	-----

— Рис. 4

Основные данные включают в себя:

1. Модуль (ГОСТ 9563-60\*\*). Для венца с прямыми зубьями - модуль  $m$ , а для венца с косыми зубьями - нормальный модуль  $t$ , или торцевой модуль  $m_s$ .
2. Число зубьев  $z$ .
3. Угол наклона зуба ( $β_d$  для косых и шевронных зубьев).
4. Направление линии зуба (правое или левое для косых зубьев и шевронное для шевронных).
5. Исходный контур (стандартизированный - определяется ссылкой на соответствующий стандарт; нестандартизированный - углом профиля  $α_d$ , коэффициентом высоты головки  $f_0$ , коэффициентом радиального зазора  $c_0$  и радиусом закругления  $Γ$ );
6. Коэффициентом смещения исходного контура  $x$ , в долях нормального модуля с соответствующим знаком.
7. Степень точности и вид сопряжения (ГОСТ 1643-81). Стандарт устанавливает 12 степеней точности (1 ... 12), шесть видов сопряжений колес и передач (A, B, C, D, E, H) и восемь видов допусков на боковой зазор (h, d, c, b, a, z, y, x). Для каждой



степени точности установлены три нормы: по кинематической точности, плавности работы, контакту зубьев колес и передач. Например, запись 8-7-6-Вa ГОСТ 1643-81 означает, что эта передача со степенью 8 по нормам кинематической точности, со степенью 7 по нормам плавности работы, со степенью 6 по нормам сопряжений колес В и видом допуска на боковой зазора.

Во второй части таблицы параметров приводят:

Данные для контроля толщины зуба соответствующим методом: по длине общей нормали  $G$ , размеру  $M$  измерительных роликов, толщина зуба по хорде  $S_x$ , а также нормы точности по соответствующему стандарту и т.д.

В третьей части таблицы параметров приводят:

8. Диаметр делительной окружности  $d$ .
9. Прочие справочные данные, например шаг зацепления, ход зуба и размеры элементов зуба для контроля.

Ниже таблицы параметров приводятся технические требования.

Пример выполнения рабочего чертежа цилиндрического зубчатого колеса приведен на рис. 4.135. Главное изображение колеса представлено полным фронтальным разрезом, а на виде слева изображено отверстие в ступице с пазом (шлицами). На чертеже указывают: диаметр окружности вершин  $d_a$ ; ширину зубчатого венца  $B$ ; размер фасок  $s \times 45^\circ$  и радиусы закруглений; шероховатость боковой поверхности зубьев  $V$  и рабочий профиль зуба (при необходимости).

## **2. Порядок выполнения эскиза цилиндрического зубчатого колеса с натуры**

- 2.1 Измерить диаметр окружности вершин  $d_a$  и подсчитать число зубьев  $z$ .
- 2.2 Определить значение модуля по формуле  $m = d_a / (z + 2)$ . Расчетное значение округлить (лучше в большую сторону) до ближайшего стандартного значения (см. табл. 1).
- 2.3 Рассчитать все параметры зубчатого колеса:



Уточненный диаметр поверхности вершин зубьев  $d_a = ffl / (z+2)$ . Диаметр делительной окружности  $d = fflZ$ . Диаметр поверхности впадин зубьев  $d_f = ffl(z-2,5)$ . Высота зуба  $k = 2,25m$  Высота головки зуба  $h_a = ffl$

Высота ножки зуба  $h_f = 1,25 ffl$ .

2.4 По полученным данным выполнить эскиз зубчатого колеса.

Пример выполнения эскиза на рис.5.

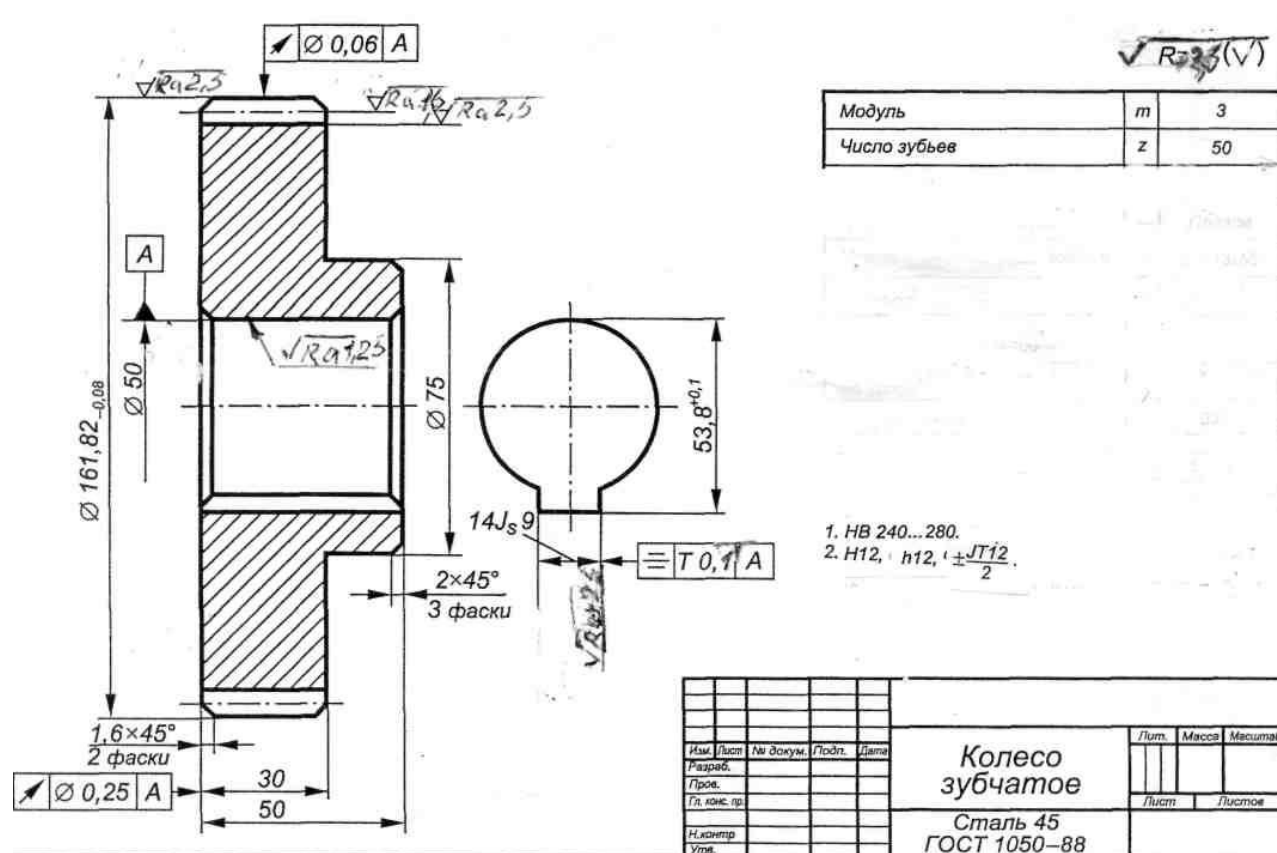


Рис.5

### 3. Рекомендуемая литература и пособия

3.1 ГОСТ 16530-83, 16532-70-термины, определения и обозначения, характеризующие зубчатые передачи.

3.2 ГОСТ 2,403-75 - правила выполнения рабочих чертежей цилиндрических зубчатых колес

3.3 А.М. Бродский, Инженерная графика, М.АСАДЕМА, 2004



## Графическая работа №17

### Тема. «Чертеж цилиндрической прямозубой зубчатой передачи»

**Цель работы.** Формирование умений изображать прямозубую цилиндрическую передачу со шпонкой.

#### Материальное и документальное обеспечение:

1. Методическое пособие для выполнения работы.
2. Плакаты: « Элементы зубчатого прямозубого колеса », «Зубчатая цилиндрическая передача».
3. Различные виды зубчатых колёс,

#### 1. Общие и теоретические положения по теме работы.

Цилиндрическая зубчатая передача применяется для передачи вращения между параллельными валами с внешним или внутренним зацеплением. Колеса бывают прямозубые, косозубые и шевронные.

Колесо с меньшим числом зубьев называется шестерней, а с большим – колесом. При одинаковом числе зубьев, шестерней называется ведущее колесо. Шестерня имеет индекс 1, а колесо – 2. Колёса катятся одно по другому по начальным окружностям (рис. 1).

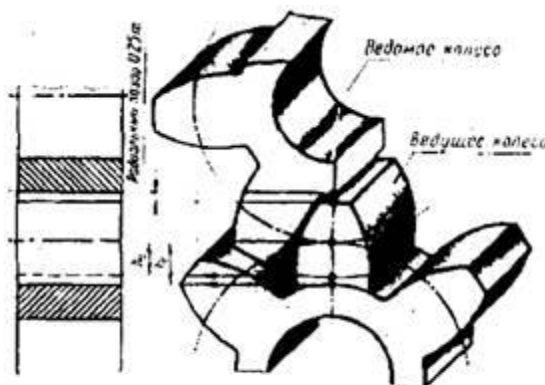


Рис. 1

У не корригированных зубчатых колёс начальная окружность проходит так,

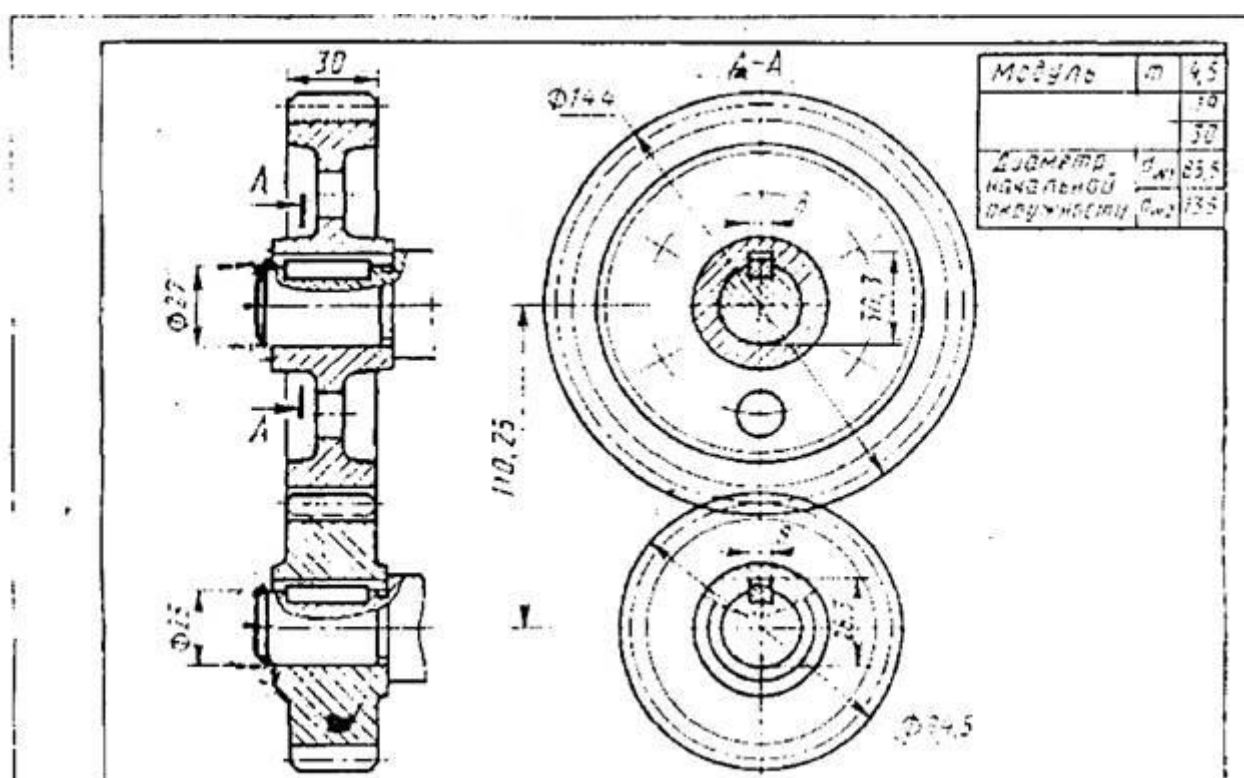


что толщина зуба в этом месте равна ширине впадины. Число зубьев у колёс обозначается  $Z_1$  и  $Z_2$ .

Форма зуба - эвольвента.

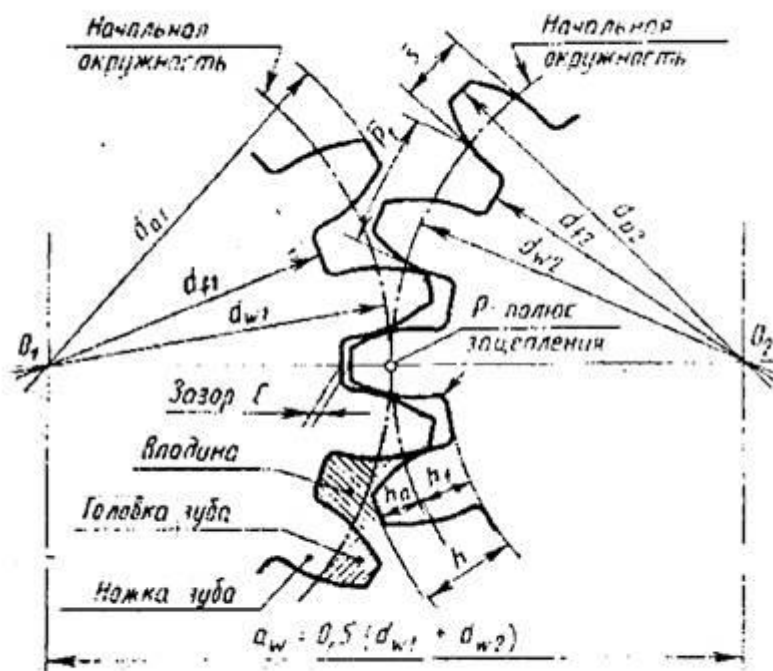
Основным расчётным параметром зубчатой передачи является модуль ( $m$ ). Его значение выбирают по ГОСТ 9563-60. Модуль величина линейная и измеряется в миллиметрах.

В графической работе изображается зацепление прямозубых зубчатых колёс



(рис. 2).





**Рис. 3**

Зависимость размеров элементов цилиндрических прямозубых зубчатых колёс от модуля  $m$ , числа зубьев  $Z$  и диаметра вала  $d_B$ , на который устанавливается колесо, приведены табл. 1

Элементы зубчатого колеса	Расчетные формулы
Диаметр начальной окружности	$d_w = m \times z$
Высота головки зуба	$h_a = m$
Высота ножки зуба	$h_f = 1,25m$
Высота зуба	$h = 2,25m$
Диаметр вершин зубьев	$d_a = d_w + 2h_a$
Диаметр впадин зубьев	$d_f = d_w - 2h_f$
Ширина обвода зуба	$B = 7m$
Внутренний диаметр обвода	$D_0 = d_f - 10m$
Толщина обвода	$\delta_1 = 2m$
Диаметр отверстия для вала	$d_B$ - задается
Диаметр ступицы	$d_{ст} = 1,5d_B$



Длина ступицы	$L_{ст} = 1,6dв$
Толщина диска	$\delta = 2m$
Межосевое расстояние	$a_w = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \times m$
Диаметр расположения облегчающих отверстий	$D_1 = \frac{D - d_{cm}}{2}$
Диаметр облегчающих отверстий	$D_{отв.} = \frac{D - d_{cm}}{4}$

На рис. 4 изображены зубчатые колёса, которые необходимо начертить по данным, полученным из расчётов по табл.1, элементы со шпоночными пазами, на которые устанавливаются зубчатые колеса. Размеры призматической шпонки, которая устанавливается в паз вала и зубчатого колеса, определяются по табл. 2

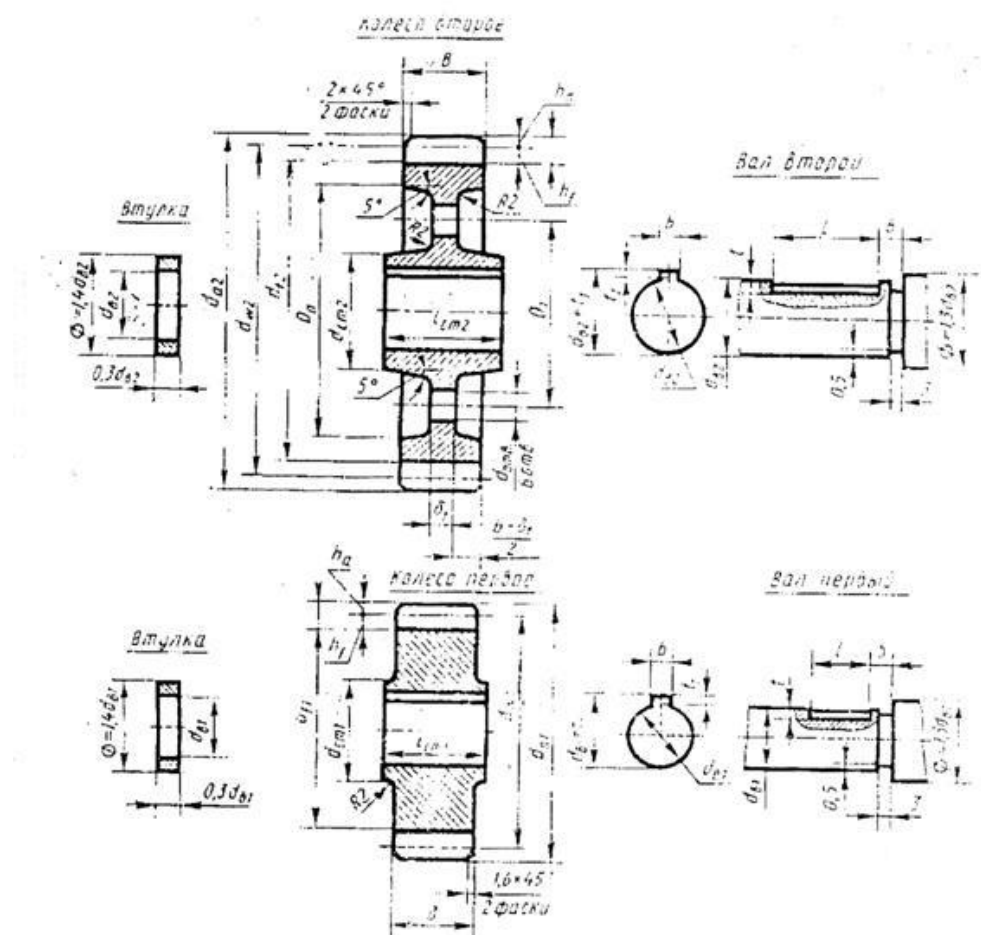
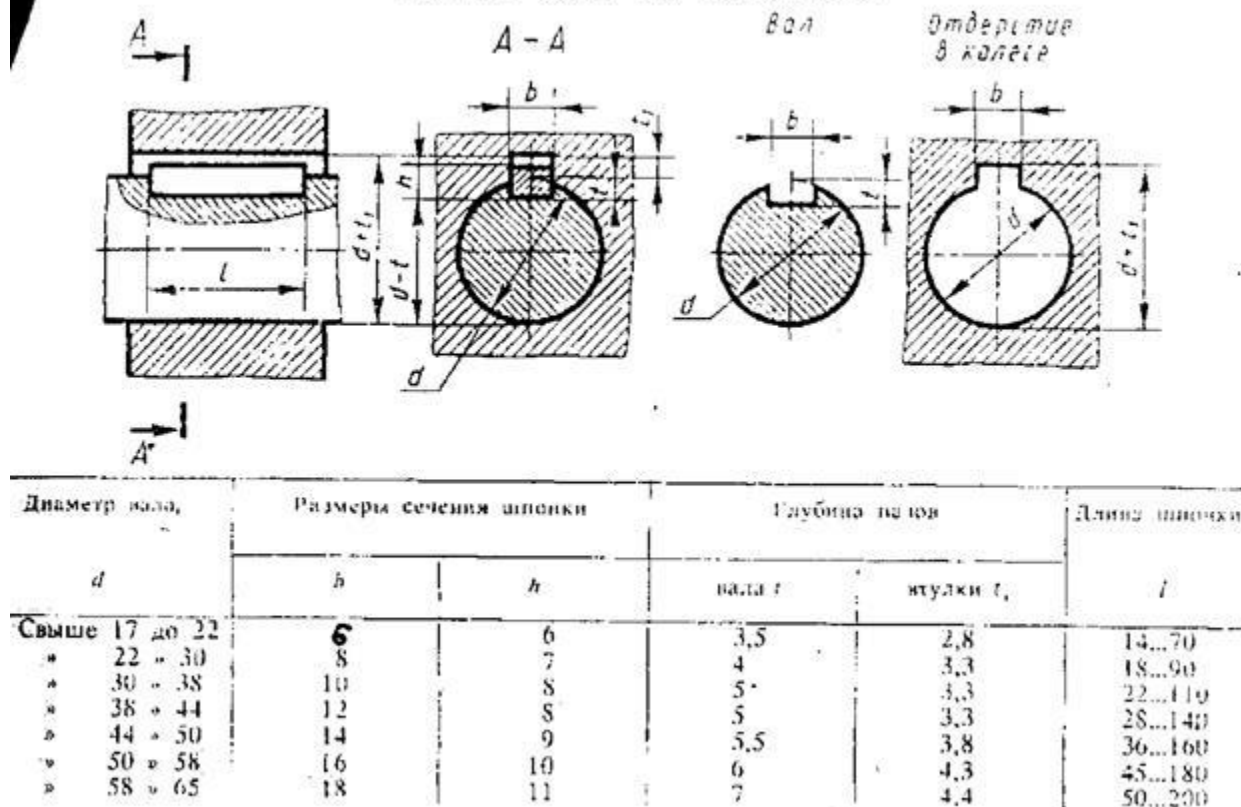


Рис. 4



Шпонки призматические обыкновенные и пазы для них (по ГОСТ 23360—78). Размеры в мм



Длина шпонки  $l$  выбирается примерно равной  $0.9 \text{ IST}$ , где IST длина ступицы зубчатого колеса.

В чертеже главного вида зуб шестерни изображают перед зубом колеса.

## 2. Порядок выполнения работы:

2.1. Получить задание у преподавателя.

В данные задания для выполнения работы входят модуль зубчатого колеса ( $m$ ), числа зубьев ( $Z_1$  и  $Z_2$ ), диаметры валов ( $d_{B1}$  и  $d_{B2}$ ).

2.2. Выполнить расчёты элементов зубчатых колёс согласно таблице 1 и 2-й рис. 4

2.3. Выполнить чертёж в соответствии с рис. 2

Чертёж выполняется в несколько этапов (рис. 5).

**1-й этап** - проводят осевые линии, начальные окружности и ширина колёс на главном виде.

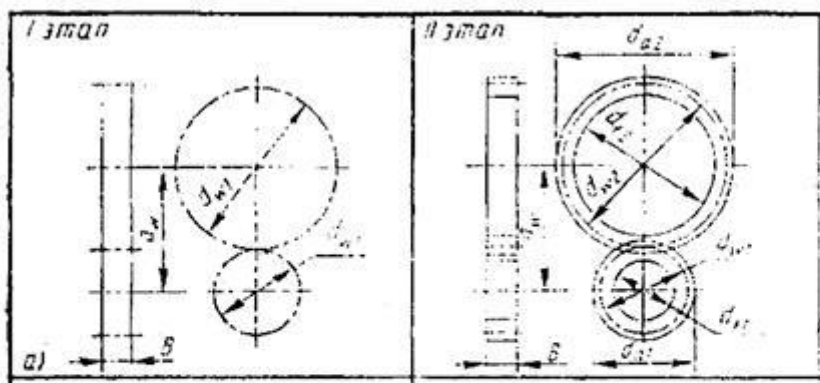


**2-й этап** - изображаются диаметры выступов и впадин

**3-й этап** - изображаются ступицы, обод, диски, облегчающие отверстия, валы и шпонки.

**Таблица 3**

№ парнзптов	Цилиндрическая передача				
	$m$ мм	$z_1$	$z_2$	$d_{H1}$	$d_H$
1,	3	20	40	22	28
2,	3,5	18	42	30	42
3,	4	19	41	20	34
4,	4,5	14	38	28	40
5,	3	17	29	24	32
6,	4	13	31	24	36
7,	6	16	25	28	36
8,	3	25	38	38	42
9,	7	18	32	24	45
10,	8	16	34	30	50
11,	3	23	44	22	30
12,	3	18	34	22	38
13,	3,5	22	46	24	34
14,	4	21	41	30	38
15,	4,5	24	38	28	48



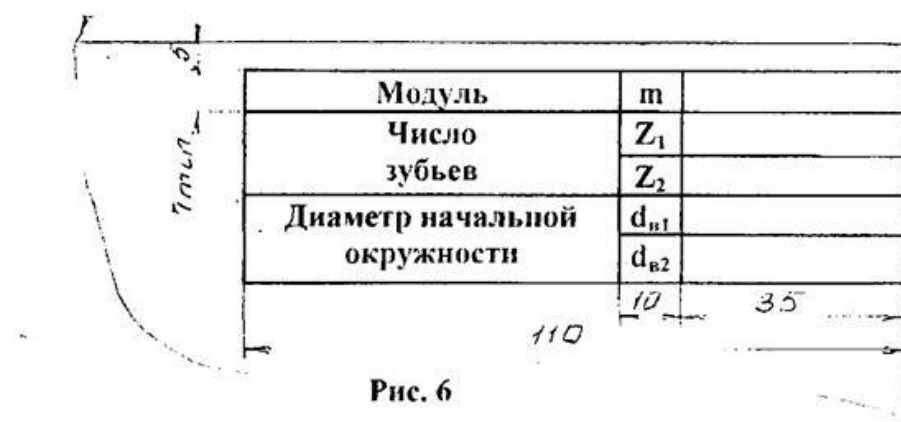
**Рис. 5**

Работа представляется преподавателю для консультации.

**4-й этап** - штрихуются разрезы, проставляются размеры (рис. 2), выполняется основная надпись и таблица с данными. Размеры таблицы и



Работа представляется на проверку.



### 3. Вопросы для самоконтроля:

1. Какой элемент является главным для расчётов зубчатого колеса?
2. По каким окружностям обкатываются шестерня и колесо?
3. Чему равен радиальный зазор?
4. Зачем делаются отверстия в дисках колёс?

### 4. Домашнее задание:

Закончить чертёж детали.

### 5. Рекомендуемая литература:

- 1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.
- 2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань
- 3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань
- 4.Интернет ресурсы-www.edu.ru



## **Графическая работа №18**

**Тема :**Выполнение сборочного чертежа, разработка спецификации;

**Цель:**изучение конструктивных особенностей сборочной единицы, ее назначения и работы, последовательности разборки и сборки, выполнения с натуры эскизов оригинальных деталей и сборочных единиц входящих в общую сборочную единицу, выполнение спецификаций на эти сборочные единицы. По результатам ГР №18 выполняется ГР № 19, состоящая из сборочного чертежа и спецификации на всю сборочную единицу. ГР № 18 выполняется группами студентов, которые разбирают сборочную единицу, выявляют ее устройство, особенности и выполняют по 4...5 эскизов деталей и сборочных единиц на миллиметровой бумаге или бумаге в клеточку форматом А3 или А4.

### **2. Оснащение графической работы**

2.1. Сборочная единица, которая, согласно, индивидуальному заданию, содержит 5... 10 оригинальных и 3.. .8 стандартных деталей.

2.2. Паспорт на сборочную единицу, который содержит изображение одного вида сборочной единицы, дающей представление о расположении и взаимной связи составных частей, и перечень оригинальных и стандартных деталей с указанием материала и количества их в изделии.

2.3. Мерительный инструмент:

- линейка металлическая;
- штангенциркуль;
- резболомер для метрической резьбы;
- радиусомер

2.4. Чертежные принадлежности

2.5. Инструмент для разборки и сборки изделия

### **3.Безопасность труда при выполнении графической работы**



Полученная студентом сборочная единица имеет определенный вес и габариты. Следовательно, переноска, разборка и сборка сборочной единицы, эскизирование и измерение должно выполняться аккуратно с соблюдением правил техники безопасности. Стол, для выполнения работы, должен иметь горизонтальную поверхность. Детали на столе располагать устойчиво, чтобы избежать их падения. Разборку производить исправным инструментом, соответствующим выполняемой работе. Детали могут иметь на поверхности заусенцы, задиры, острые кромки, повышенную шороховатость, которые могут привести к порезу рук. Руки после работы вымыть с мылом,

Во избежание повреждений поверхности стола или чертежей доски под детали необходимо класть картон или лист плотной бумаги.

#### **4. Последовательность выполнения графической работы**

Изготовление эскиза детали и сборочной единицы рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

4.1. Получить сборочную единицу согласно индивидуального задания.

4.2. По паспорту и путем осмотра самой сборочной единицы ознакомиться с назначением; устройством и взаимодействием ее частей.

4.3. Определить порядок разборки и сборки сборочной единицы. Разобрать и сразу собрать ее.

4.4. Разобрать сборочную единицу, выделить оригинальные (корпус, крышка, вал, прокладка и т.п.) и стандартные (болт, шпильки, гайка и т.п.) детали и входящие сборочные единицы.

4.5. Выполнить эскизы оригинальных деталей сборочной единицы в соответствии с методическими указаниями к ГР №14 и ГР №15

4.6. Выполнить эскизы входящих сборочных единиц. Эти эскизы рекомендуется выполнять на формате А4, так как в этом случае спецификации на них допускается выполнять на поле чертежа над основной надписью (см. рис.1)



4.6.9. Заполнить основную надпись.







## **5. Некоторые особенности выполнения эскизов сборочных единиц, входящих в сборку.**

Пример выполнения эскиза сборочной единицы на формате А4

5.1. На эскизе сборочной единицы следует проставлять:

- габаритные размеры, определяющие высоту, длину и ширину изделия (размеры: 70, 65, 24)
- установочные (О4, О15, 5.55) и присоединительные (50) размеры, указывающие положение сборочной единицы в изделии. Это может быть расстояние между осями отверстий во фланцах для присоединения к другому изделию, расстояние под фундаментальные болты, размеры, определяющие положение деталей при сборке данной сборочной единицы и т.п.
- эксплуатационные размеры, указывающие крайние положения перемещающихся частей изделия, размеры под ключ, размеры отверстий для прохода жидкостей и т.п.

5.2. Эскиз сборочной единицы, как и сборочного чертежа, допускается выполнять упрощенно, в соответствии с ГОСТ 2.109 -73, т.е.:

- мелкие элементы (фаски, проточки, скругления, накатку), а так же зазоры между элементами можно не показывать;
- винты, болты, шпильки, заклепки, шрифты, шпонки, шайбы, гайки, шплинты при вычерчивании разрезов, разрезанных по отношению к ним продольными плоскостями, показываются нерассеченными;
- сплошные валы и оси в разрезах продольными плоскостями показываются нерассеченными, дополнительные конструктивные элементы этих деталей, показывают с помощью местных разрезов.
- спицы маховиков, шкивов, зубья колес, тонкие стенки ребер жесткости в разрезе не штрихуются, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны этого элемента
- изображаются нерассеченными типовые, покупные изделия.



### **Показываются их внешнее очертание:**

— при наличии в сборочной единице ряда одинаковых соединений, крепежные детали, входящие в эти соединения показываются условно или упрощенно в одном месте соединения, а остальные - осевыми или центровыми линиями;

1. На эскизе сборочной единицы все составные части нумеруются в соответствии с номерами позиций спецификации.

### **При этом:**

- номера позиций наносятся на полках линий - выносок, проводимых от составной части сборочной единицы;
- номера позиций указывают на тех изображениях, на которых данные детали проецируются как видимые;
- номера позиций группируют в колонку или располагают параллельно основной надписи вне контура изображения;
- размер шрифта номеров позиций на один два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на этом эскизе.

## **6. Требования к оформлению ГР.**

6.1. Все эскизы выполняются на миллиметровой бумаге или бумаге в клеточку. Размер формата (А3 или А4) выбирает студент для каждого эскиза. Эскизы сборочных единиц, входящих в сборку, выполняются на формате А4, вместе со спецификацией.

6.2. Спецификация выполняется в соответствии с ГОСТ 2.105 - 68

6.3. Все эскизы выполняются в глазомерном масштабе от руки без применения чертежного инструмента.

6.4. Выполненные эскизы собираются в альбом.



## **7.Вопросы для самоконтроля**

1. Что называется сборочной единицей?
2. Какие детали сборочной единицы называют оригинальными и стандартными?
3. В какой последовательности выполняется эскизирование сборочной единицы?
4. Какие размеры проставляют на эскизах сборочных единиц?
5. Как наносятся номера позиций на эскизах сборочных единиц?

## **8. Рекомендуемая литература:**

### Основная

1. ГОСТ 2.101 -62 Виды изделий
2. ГОСТ 2.108-68 Спецификация
3. ГОСТ 2.109-73 Правила выполнения чертежей деталей, сборочных, общих видов, габаритных и монтажных

### Дополнительная

1. ГОСТ 2.305-68 Изображение - виды, разрезы, сечения
2. .Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.
3. .Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань
4. Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань
5. Интернет ресурсы-[www.edu.ru](http://www.edu.ru)



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №21

### ТЕМА «Первое детализирование сборочного чертежа»

#### Продолжительность 4 часа

#### Цель и содержание работы

ГР № 21 «Сборочный чертеж» изделия выполняется на основании эскизов деталей ГР№19. Для ГР№ 20 учащиеся получили сборочные единицы, выяснили порядок их разборки и сборки, и выполнили эскизы на все оригинальные детали.

Цель работы заключается в том, чтобы студент познакомился с особенностями выполнения сборочных чертежей, применяемых в сборочных чертежах упрощений, научился составлять спецификацию сборочной единицы.

Теперь на основании эскизов деталей необходимо выполнить чертеж сборочной единицы на формате А3 согласно ГОСТ 2.109-73 и спецификацию на формате А4 в соответствии с ГОСТ 2.108-68.

2.1. Особенности выполнения чертежей сборочных и общих видов. Чертежи сборочные и общих видов являются одним из видов конструкторских документов, установленных ГОСТ 2.102-68. Отличаются они друг от друга способом выполнения и характером использования.

**Чертеж общего вида (ВО)** - документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Чертеж ВО служит для разработки рабочей документации: спецификации, чертежей деталей и сборочных чертежей, как всего изделия, так и его отдельных сборочных единиц.

Поэтому чертеж ВО должен содержать:

а) изображения изделия (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействие его частей и принципа работы изделия;

б) указания о составе изделия.

**Сборочный чертеж (СБ)** - документ, содержащий изображение



сборочной единицы и другие данные необходимые для ее сборки и контроля (рис.1).

Чертеж СБ предназначен для разработки технологической документации процессов сборки и контроля изделия, и должен содержать:

а) изображение сборочной единицы, дающий представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу;

б) размеры, предельные отклонения и другие параметры, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу (рис.1).

Таким образом, чертеж ВО содержит больше информации, чем чертеж СБ.

К чертежу СБ прилагается спецификация, определяющая состав сборочной единицы, комплекса или комплекта, изображенных на чертеже. Спецификация выполняется на отдельных листах форматом А4 по форме, определенной ГОСТ 2.108-68 (рис.2).

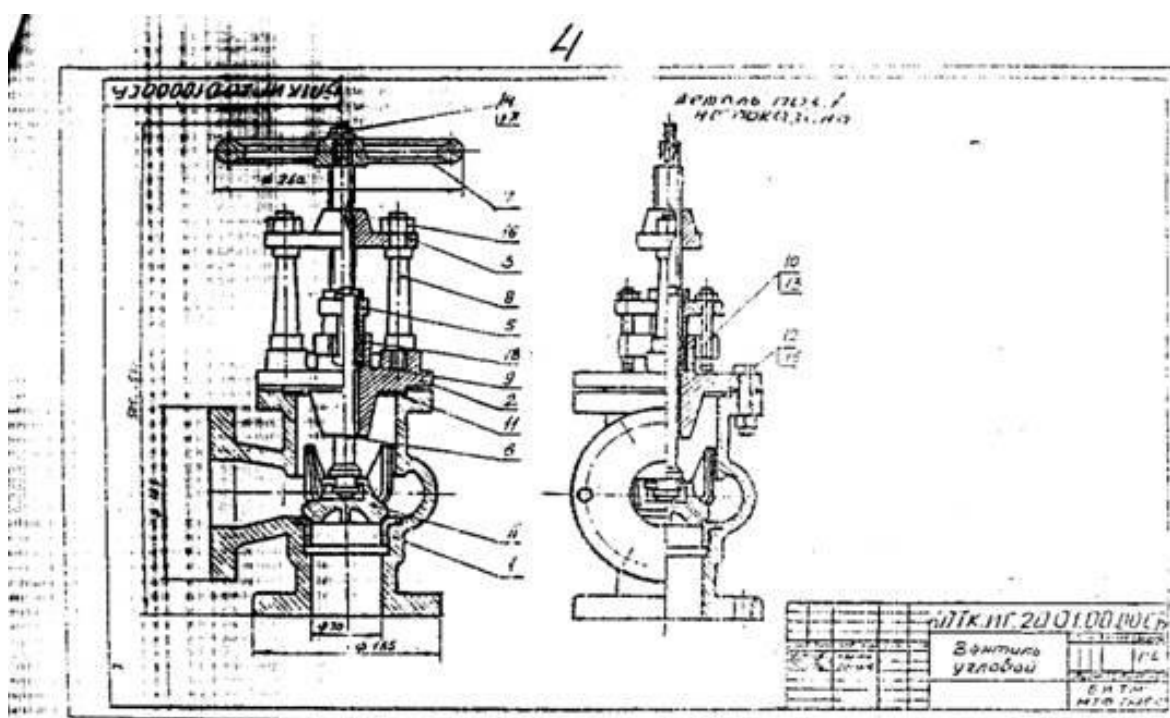




Рисунок 1. Сборочный чертеж вентиля углового

Форма	Зона	Паз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
				Документация		
A1			ПКТУ.ИГ. 01 00.00 СБ	Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
A2		1	ПКТУ.ИГ 01 01.000	Корпус	1	
				Детали		
A3		2	ПКТУ.ИГ01 00 001	Крышка	1	
A3		3	ПКТУ.ИГ 01 00.002	Траверса	1	
A4		4	ПКТУ.ИГ 01 00.003	Клапан	1	
A4		5	ПКТУ.ИГ 01 00.004	Крышка	1	
A4		6	ПКТУ.ИГ 01 00.005	Шпиндель	1	
A4		7	ПКТУ.ИГ 01 00.006	Маховик	1	
A4		8	ПКТУ.ИГ 01 00 007	Колонка	2	
A4		9	ПКТУ.ИГ 01 00.008	Кольцо	1	
A4		10	ПКТУ.ИГ 01 00.009	Болт специальный	2	
A4		11	ПКТУ.ИГ 01	Прокладка	1	



			00.010					
					Стандартные изделия			
		12			Болт М18×70 ГОСТ 7798-70	6		
		13			Гайка М12 ГОСТ 5915-70	2		
		14			Гайка М16 ГОСТ 5915 -70	1		
		15			Гайка М18 ГОСТ 5915 -70	6		
		16			Гайка М26 ГОСТ 5915 -70	2		
		17			Шайба 16 ГОСТ 11371-78	1		
		18			Пенька	0.015		и.г.
					ПКТУ.ИГ 01 00.000			
Из м	Лист	№ докум.	Под п.	Дата				
Разраб.		Иванов			Вентиль угловой	Лит	Лист	Листов
Пров.-		Петров						1
Утв						Гр		

Рисунок 2. Спецификация

В обозначении «ПКТУ.ИГ 01 00.001»:01-номер сборки; 001-номер детали.

## 2.2 Условности и упрощения в сборочных чертежах.

С целью экономии времени на выполнение чертежей СБ по ГОСТ 2.109-79 допускается применять упрощения и условности, которые следует учитывать при чтении чертежей.

Наиболее встречающиеся из них:



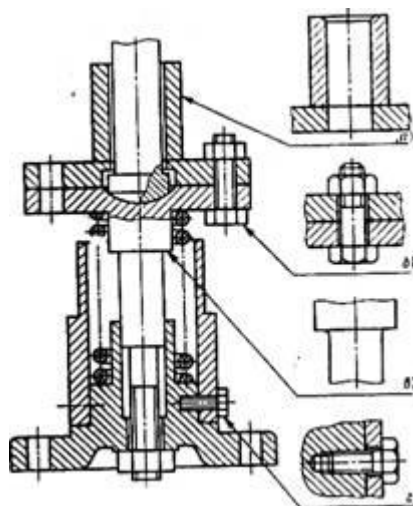


Рис.3

2.2.1. На сборочных чертежах допускается:

- а) не показывать зазоры между стержнем и отверстием (рис.3б и г);
- б) болты (рис.3б), винты (рис.3, г) и шпильки изображаются упрощенно;
- в) не показывать фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и другие мелкие элементы (рис.3, б и в);

г) не показывать крышки, кожухи и т.п., если необходимо показать составные части изделия. При этом над изображением делают надпись «крышка поз.3 не показана» и т.п.;

д) не показывают видимые составные части изделия, расположенные за сеткой.

2.2.2. Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачное.

2.2.3. Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечением витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечения витков (рис.3).

2.2.4. Сварное, парное, клеевое и другое подобное изделие из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуются в одну сторону, изображая границы между деталями сплошными основными линиями (рис.3,а).

2.2.5. В соответствии с ГОСТ 2.420-69 допускается подшипники качения изображать упрощенно без указания типа и особенностей конструкций (рис.4)

2.2.6. На сборочных чертежах рекомендуется показывать половину



изображения или несколько больше половины с проведением линии обрыва, если вид или разрез представляют симметричную фигуру.

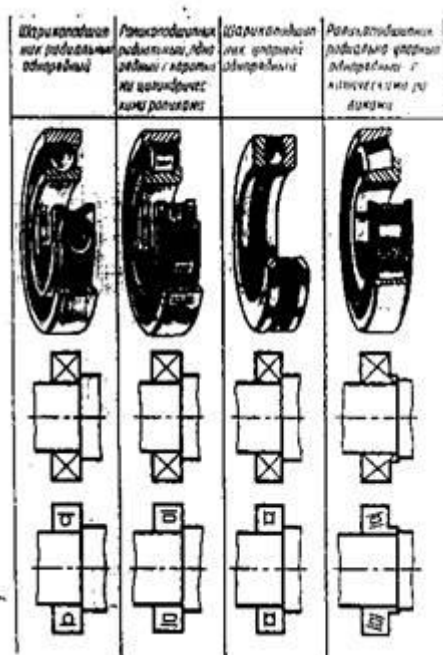


Рис.4

2.2.7. На разрезах изображаются нерассеченными типовые, покупные изделия, а так же сборочные единицы, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи

2.2.8 Смежные детали, попадающие в разрез или сечение, штрихуются с наклоном в разные стороны. Если в разрезе три и более деталей, то изменяют расстояние между линиями штриховки на соседних деталях. Это позволяет отличить одну деталь от другой. При этом на всех видах данного чертежа у одной и той же детали наклон штриховки и расстояние между линиями должно быть одинаковым

2.2.9. На чертежах СБ наносятся следующие группы размеров: габаритные, установочные и присоединительные, эксплуатационные.

Габаритные размеры определяют внешнее очертание изделия. Если размер имеет переменное значение, то на чертеже наносятся два предельных значения данного размера. На рис.1 при закрытом вентиле -размер 505 мм, при открытом - 540 мм.

Присоединительными и установочными размерами вентиля (рис.1) будут размеры нижнего и бокового фланцев (O150; 4 отв. O18; O85; 6 отв. O18), так



как этими фланцами вентиль соединяется с трубопроводами.

Эксплуатационные размеры характеризуют изделие с производственной точки зрения. Например, для вентиля размер  $O70$  определяет его пропускную способность.

Эти размеры для чертежа СБ считаются справочными, т.к. не подлежат выполнению при сборке. Их выполняют при изготовлении деталей в литейном и механическом производстве.

2.2.10. Проставляются размеры, контролируемые при сборке изделия.

### **3.Спецификация**

3.1 Спецификация является основным конструкторским документом. Она определяет состав сборочной единицы, комплекса, комплекта. Согласно ГОСТ 2.108-68 ее выполняют на листах формата А4. Основная надпись соответствует текстовой документации.

В общем случае спецификация состоит из разделов, располагаемых в такой последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие тех или иных разделов определяет состав изделия (см.рис.2). Название каждого раздела указывается в графе «Наименование» и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляют свободную строку, а в конце не менее одной, строки для возможных дополнительных записей.

3.2 Содержание разделов.

*Документация* — основной комплект конструкторской документации (в ГР - сборочный чертеж)

*Сборочные единицы* - сборочные единицы, входящие в специфицируемое изделие.

*Детали* - оригинальные детали, непосредственно входящие в изделие (т.е. не входящие в выше перечисленные сборочные единицы). Запись



сборочных единиц и деталей происходит в порядке возрастания цифр в их обозначение.

**Стандартные изделия** - изделия, применяемые по государственным и другим стандартам. В пределах каждой группы записывают изделия в алфавитном порядке (болты, винты, гайки, шпильки и т.д.); для каждого наименования — в порядке возрастания стандарта и размера.

**Материалы** — материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие (провода, шкуры и т.д.).

**В графе «формат»**- указывают формат данного документа (формат чертежа: А3, А4...).

**В графе «Поз»** указывают порядковый номер составных частей изделия в последовательности записи их в спецификации.

**В графе «Обозначение»** обозначение конструкторских документов (обозначение чертежей).

**В графе «Наименование»** для раздела «Документация» записывают «Сборочный чертеж»; для разделов «Сборочные единицы» и «Детали»- наименование в соответствии с основной надписью соответствующего чертежа; для раздела «Стандартные изделия» записывают наименование и обозначение в соответствии со стандартом на них (Гайка М12 – 6Н.05 ГОСТ5915-70) в алфавитном порядке и с увеличением размеров.

**В графе «Кол»** - количество на одно изделие. В разделе «Материалы» общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц в графе «Примечание» (кг; м).

#### **4.Последовательность выполнения ГР.**

4.1 В соответствии с ГОСТ2.108-68, разделом 3 данных рекомендации и составленных эскизов сборочных единиц и деталей - ГР19 выполнить спецификацию на формате А4. Сборочные единицы и детали заносятся в порядке возрастания номера обозначения. Затем в порядке



возрастания проставляются позиции. Выполняется основная надпись.

4.2.1. Установить количество необходимых видов, разрезов сечения. Количество должно быть минимальным, но достаточным для того, чтобы получить полное представление о форме, составных частях и размерах изделия.

4.2.2. Выбрать масштаб изображения так, чтобы чертеж поместился на формате А3. Предпочтительным является масштаб 1:1.

4.2.3. Произвести планировку чертежа, учитывая количество изображений, их размеры, наличие проекционных связей, возможности простановки размеров и позиций. Сплошными тонкими линиями вычерчиваю прямоугольники со сторонами равными соответствующим габаритным размерам изображения. В данных прямоугольниках изображают детали СБ. Удобнее начинать с корпусных и базовых деталей.

4.2.4. Выполнить необходимые разрезы, сечения (обычно делается фронтальный разрез или сечение вида с разрезом), провести выносные и размерные линии (см. рис.1).

4.2.5. Нанести штриховку в разрезах и сечениях, обвести контурные линии.

4.2.6. Проставить габаритные, установочные, эксплуатационные размеры.

4.2.7. Проставить номера позиций согласно спецификации. Линии-выноски не должны пересекаться между собой и пересекать размерные линии, быть параллельными линиям штриховки. Одним концом линия-выноска должна заходить на изображение указываемой составной части изделия

и заканчивается точкой или стрелкой (если площадь детали узкая), другим соединяться с горизонтальной полкой. Полки располагаются параллельно основной надписи вне контура изображения и группируются в колонки "и строки. Шрифт номера позиции в 1 1/2 - 2 раза больше размера шрифта" размерных чисел - (см.



рис.1).

4.2.8. Выполняется текстовый материал.

4.2.9. Заполняется основная надпись. В конце обозначения чертежа ставятся буквы СБ (см.рис.1).

## **6. Вопросы для самоконтроля**

- 1.Что называется сборочной единицей?
- 2.В какой последовательности выполняется чертеж сборочной единицы?
- 3.Какие размеры проставляют на чертежах сборочной единицы?
- 4.Что называется спецификацией и каково ее назначение?
5. Каким государственным стандартом определяется форма и порядок заполнения спецификации?
- 6.В какой последовательности ведется запись в спецификации оригинальных и стандартных деталей?
- 7.Какие условности и упрощения допускаются стандартами на сборочных чертежах?
- 8.Укажите отличия основной надписи чертежа и спецификации.

## **7. Список рекомендуемой литературы**

### **Основная**

1. ГОСТ 2.101-68 Виды изделий
2. ГОСТ 2.108-68 Спецификации
3. ГОСТ 2.109-73 Правила выполнения чертежей деталей, сборочных, общего вида, монтажных чертежей.

### **Дополнительная**

- 1.Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.



2.Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань

3.Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань

4.Интернет ресурсы-www.edu.ru

## **Графическая работа №22, 23**

**Тема:** Второе детализирование сборочного чертежа

**Цель работы:**

«Научиться читать сборочные чертежи и чертежи общего вида и развитие умений выполнения по нему чертежей деталей в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73 и ГОСТ 2.305-69 .Закрепление навыков выполнения технического рисунка детали.

**Продолжительность:** 8часов

**Обеспечение работы:**

1. Чертеж общего вида со спецификацией на 10... 17 деталей.
2. Методические рекомендации по выполнению графической работы.
3. Плакаты «Сборочный чертеж», «Чертеж детали».

### **1. Общие и теоретические положения по теме графической работы:**

#### **1.1. Чтение чертежей общего вида и сборочных чертежей**

Чтение чертежей общего вида и сборочных чертежей - это процесс определения конструкции, размеров и принципов работы изделия по чертежу. Чтение чертежей следует выполнять в следующей последовательности:

1. По основной надписи установить название изделия. Это позволит представить не только назначение, но в некоторой степени, устройство изделия. Например; название «тиски» определяет наличие в них винтовой пары или



пневмоцилиндра и зажимных элементов.

2. Установить, какие изображения даны на чертеже, чтобы путем их сопоставления можно было представить форму и устройство изделия.

3. По номерам позиций отыскать на чертеже изображение каждой детали, их форму и размер. При этом надо учитывать проекционную связь изображения, а также и то, что на всех изображениях в разрезах деталь штрихуется в одном направлении и с одинаковым расстоянием между штриховыми линиями.

## **1.2.Выполнение чертежей детали**

Чертеж детали документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Так как многие требования, предъявляемые к деталям, могут быть выполнены на чертеже после изучения студентами целого ряда специальных предметов, задача студентов второго курса при выполнении чертежей ограничивается выявлением форм, грамотной простановкой размеров и знаков шероховатости и допустимых отклонений, указанием материала детали. Поэтому после изучения и «прочтения» детали подлежащей детализации надо:

1. Установить количество изображений детали, необходимых для выявления ее формы, определить главный вид;
2. Выполнить черновой эскиз детали и проставить размерные линии;
3. Определить и проставить размеры детали;
4. Выбрать масштаб изображения и формат;
5. Спланировать виды на поле чертежа, выполнить чертеж с необходимыми разрезами;
6. Проставить размеры и определить их допустимые отклонения;
7. Проставить значения шероховатости поверхностей;
8. Выполнить основную надпись, указав в ней материал детали.

## **1.3. Выбор главного вида и количества изображений.**

За главный вид принимают то изображение, которое дает наиболее полное



представление о форме и размере детали. В качестве главного вида может быть:

- Вид детали спереди;
- Фронтальный разрез;
- Сочетание вида с фронтальным разрезом.

Для корпусных деталей главный вид располагают обычно в соответствии с их расположением на сборочном чертеже. Детали удлиненной формы (рычаги, рукоятки и др.), а также детали, обрабатываемые на токарном станке (оси, втулки, винты, моховики, колеса зубчатые и др.) следует располагать так, чтобы ось вращения была параллельна основной надписи чертежа (рис. 1) независимо от того, как эта деталь расположена на чертеже общего вида.

Расположение главного вида для деталей, обрабатываемых на станках должно соответствовать их положению на станке при котором выполняется наибольшее количество операций (см. винт, болт, втулка на рисунке 16). Для деталей на рисунке 1-в за главный вид следует принимать фронтальный разрез, на котором выявляются, не только наружные, но и внутренние формы детали. Для таких деталей вид спереди не нужен.

#### **1.4. Особенности нанесения размеров.**

Правила нанесения размеров и предельных отклонений определены ГОСТ 2.307-68.

С основными требованиями указанного стандарта студент знакомится при выполнении предыдущих графических работ, но без учета конструктивных и технологических баз. У каждой детали, входящей в сборочную единицу, существуют поверхности, которые определяют положение сопрягаемой с ней детали. Эти поверхности называются конструктивными базами. В качестве такой базы может быть не только поверхность детали, но и линия симметрии, осевая линия вращения. Базы являются основой для простановки размерных линий.

Сборочные чертежи, выполняемые в типографии изготавливаются в



произвольном масштабе. На чертеже нанесены только габаритные, установочные и эксплуатационные размеры. Чтобы определить все размеры деталей, входящих в эту сборочную единицу, нужно найти на чертеже самый большой проставленный размер, измерить его линейкой и величину проставленного размера разделить на величину полученную при измерении. Получается коэффициент К, на который нужно умножить все измеренные размеры. При этом получаемые результаты округляют до целого числа. Например проставленный размер 100 мм. при измерении получилось 30 мм.  $K = \frac{100}{30} \approx 3,33.3$  . При замере на детали какого-то размера получили 9 мм.

$9K = 9 \times 3.3 = 29.7$  мм., округлив число получили 30 мм.

Второй вариант определения размеров – построение диаграммы (рис. 2)

На вертикальной оси откладываем 100мм, на горизонтальной - 30мм. Строим прямоугольник и проводим диагональ ОА. Каждый измеренный размер откладываем на горизонтальной оси и из этой точки восстанавливаем прямоугольник до диагонали ОА. Получаем точку В, из которой проводим горизонталь до вертикальной оси. Получаем размер детали. Величины предельных отклонений размеров для различных соединений изучаются специальными предметами при последующем обучении. Для выработки навыков указания таких отклонений на чертеже можно воспользоваться упрощенной таблицей 1.

Таблица 1.

Вид соединения	Предельное отклонение	
	для вала	для отверстия
Подвижное соединение деталей (поршень – цилиндр)	e6	H7
Неподвижное пресовое соединение деталей	n6	H7



(вал – внутреннее кольцо подшипника)		
Неподвижное соединение деталей с зазором (буртик крышки – корпус)	e10	H10
Свободные размеры деталей*	h14; H14	

\* Эти отклонения проставляются ТУ над основной надписью.

### **1.7. Задание параметров шероховатости**

Шероховатость поверхности является одним из показателей состояния поверхностного слоя детали. Чем меньше шероховатость поверхности, тем меньше трение и износ, тем выше КПД механизма, прочность и антикоррозийная стойкость детали. Однако время и стоимость обработки резко возрастает.

Шероховатость поверхности зависит от многих факторов материала детали, методов и режимов обработки. В связи с тем, что этих знаний у студентов на данном этапе обучения нет, значения шероховатости рекомендуется задавать по таблице 2

Таблица 2

Параметр шероховатости Ra мкм	Обрабатываемые поверхности
20...10	отверстия под болты, соприкасающиеся поверхности (фланцы), сопрягаемые поверхности, имеющие большой гарантийный зазор
10...5	резьбовые и гладкие поверхности болтов, шпилек, гаек, нерабочие поверхности деталей
2,5...1,25	отверстия под штифты, зубья зубчатых колес
1,25... 0,63	рабочие поверхности направляющих



### **1.8. Технический рисунок**

Этот вид изображения детали выполняется на миллиметровке или бумаге в клеточку. Формат для рисунка выбирает студент. Технический рисунок выполняется без применения инструмента. При необходимости изображение делают с разрезами. Рисунок выполняют с теневой штриховкой. Подробнее о выполнении технического рисунка смотрите методические рекомендации к графической работе №8.

## **2. Порядок выполнения работы**

Графическая работа состоит из трех рабочих чертежей деталей и технического рисунка, которые определяет преподаватель по чертежу общего вида. При выполнении графической работы необходимо:

1. Изучить полученное задание (раздел 5.1 методических указаний)
2. Изучить порядок выполнения задания (разделы 5.2...5.7)
3. Выполнить работу в тонких линиях и проконсультироваться у преподавателя
4. Обвести контурные линии чертежа и выполнить основную надпись
5. Сдать работу на проверку преподавателю.

## **3. Вопросы для самоконтроля**

1. Что может являться главным видом детали?
2. Какие поверхности, линии являются базовыми при простановке размеров?
3. От чего зависит величина предельных отклонений размеров?
4. Что является основой для назначения величины шероховатости поверхности?

## **4. Домашнее задание**

Выполнение чертежей 3-х деталей и технического рисунка детали.



## **5.Список литературы**

### **Основная:**

1. Единая система конструкторской документации. Основные положения. - М.: Изд. Стандартов. 1982. - 352 с.
2. Чекмарев А.А. Справочник по черчению: учебное пособие для среднего проф. Образования 2018, 336с.
3. Белоногова Н.А. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов 2018г 92стр ЭБС Лань
4. Борисенко И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение Сибирский федеральный университет 200стр 2020 ЭБС Лань
5. Интернет ресурсы-[www.edu.ru](http://www.edu.ru)

## **Графическая работа №21**

**Тема:** Выполнение кинематической схемы узла станка;

**Продолжительность: 6часа**

**Цель работы:** Сформировать умения читать и выполнять кинематические схемы оборудования

**Материальное и документальное обеспечение**

1. Методическое пособие для выполнения работы
2. Планшеты, стенды
3. Общие и теоретические пособия по теме работы

### **1.Общие сведения о схемах**



Различные схемы, применяемые для изображения изделий, позволяют быстрее разобраться в принципе и последовательности элементов того или иного устройства.

Схемами называют конструкторские документы, на которых составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними изображены условно. ГОСТ 2.701-76 устанавливает виды и типы схем, их обозначение и общие требования к выполнению схем.

В зависимости от характера элементов и линий связи схемы подразделяются на виды: кинематические (К), гидравлические (Г), пневматические (П), электрические (Э) и другие. В зависимости от предназначения схемы делятся на виды и обозначаются цифрами:

**А) Структурные схемы** (цифра 1)- показывают общую взаимосвязь составных частей изделия и вычерчиваются простыми фигурами (прямоугольниками) и прямыми линиями;

**Б) Функциональные схемы** (цифра 2)-показывают процессы, протекающие в изделии;

**В) Принципиальные схемы** (цифра 3)-определяют полный состав элементов изделия и связь между ними, давая представления о принципе действия изделия;

**Г) Схемы соединений** (монтажные)- показывают соединения составных частей изделия и места присоединения выводов, выявляют провода, кабели, водопроводы и их арматуру (цифра 4);

**Д) Схемы подключений** (цифра 5)- показывают места подключений изделий.

Шифр схемы состоит из буквы и цифры. Например кинематическая принципиальная схема обозначается КЗ.

Схемы выполняются на листах общего формата с основной надписью для чертежей и схем.



Элементы, входящие в состав изделий, изображаются в виде условных графических обозначений, установленных стандартами ЕСКД. Схеме присваивается обозначение изделия, которое изображено на схеме.

#### 4. Интернет ресурсы-[www.edu.ru](http://www.edu.ru)



