



---

**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

«20» апреля 2023г.

**Методические рекомендации**  
**по изучению учебной дисциплины**  
**ОП.01 Инженерная графика**

Специальность:	<b>15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)</b>
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Присваиваемая квалификация:	Техник-механик
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	3 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	среднее общее образование

Брянск 2023

**Методические рекомендации  
по изучению учебной дисциплины  
ОП.01 Инженерная графика (далее – МР)**

*для специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт  
промышленного оборудования (по отраслям)*

Разработал преподаватель ПК БГТУ

Ю.Ф. Степанов

МР рассмотрены и одобрены на заседании  
предметно-цикловой комиссии «Монтаж и  
техническая эксплуатация промышленного  
оборудования» ПК БГТУ (далее – ПЦК)

от «20» апреля 2023г., протокол № 9

Председатель ПЦК

П.П. Антропов

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебно-методической работе

Т.Е. Балашова

© Степанов Ю.Ф.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»

## **Практическая работа №1**

**ТЕМА: 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 № 5.

### **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).

30 5

Рамка формата

Рамка поля чертежа

20

7 10 23 15 10

5x11=55

					2	15	17	18
						ЛЧП	Масса	Мощность
					1	4	4	5
						ЛЧСТ	ЛЧСТОВ	8
					3	20	9	

Изм. Вид № Док. чм. Подп. Дата

4 4 5 6

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 ТОМ).

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° 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°.

Параметры шрифта приведены в таблице 1.

Примечания:

Образец выполнения букв и цифр типа Б с наклоном 75° 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 75град , 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. 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**

# **ЖУРНАЛ**

*графических работ по инженерной графике за 1 семестр*

*ПКТУ. ИГ 01 12. 000*

*Студент*

*Иванов И.И.*

*Группа*

*23ТМ*

*Отделение*

*дневное*

*Преподаватель*

*Степанов Ю.Ф.*

*Дата*

*Оценка*

*2017*

**Список рекомендуемой литературы.**

## Основная

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.-с.325
2. С.К. Боголюбов Индивидуальные задания по курсу черчения –М.:Высшая школа, 1994, -с.368
3. ГОСТ .304-68 - шрифты чертежные.

## Дополнительная

1. ГОСТ. .301-68-форматы
2. ГОСТ .:. 104-68 -основная надпись 3: ГОСТ .:3012-68 - масштаб
3. В.С. Левицкий Машиностроительное черчение.- М., «Высшая школа»,1994-  
260 с.
4. С.К. Богомолов, А.В. Волков, Инженерная графика, - М:  
«Машиностроение», 2008 - с.196

## Практическая работа №2

1. **Тема:** выполнение чертежа детали с применением деления окружности на равные части и построение сопряжений.

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

3. Продолжительность: 4 часа

### 4. Материальное и документальное обеспечение:

4.1. Задания №2 по вариантам

4.2. Методические рекомендации по выполнению графической работы

4.3. Плакаты «Деление окружности», «Сопряжения»

### 5. Общие и теоретические положения по теме занятий

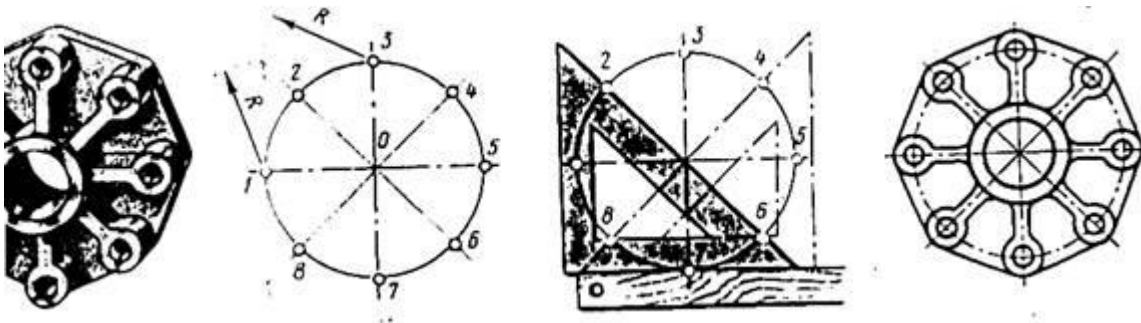
#### 5.1 Деление окружности на равные части.

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

##### 5.1.1 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).



##### 5.1.2. 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.



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

## 5.2. Сопряжения

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

### 5.2.1 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).

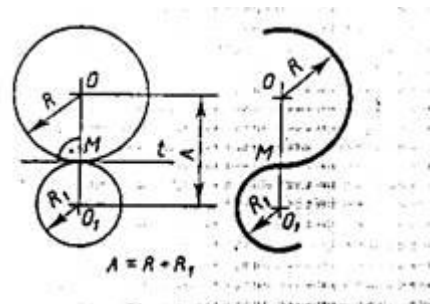
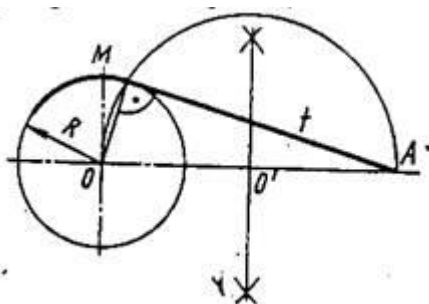
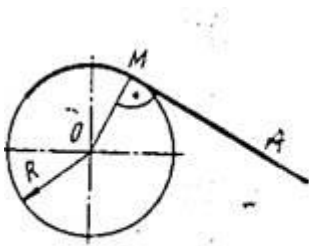


Рис.4

Рис.5

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

Центр дуги сопряжения должен находиться 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).

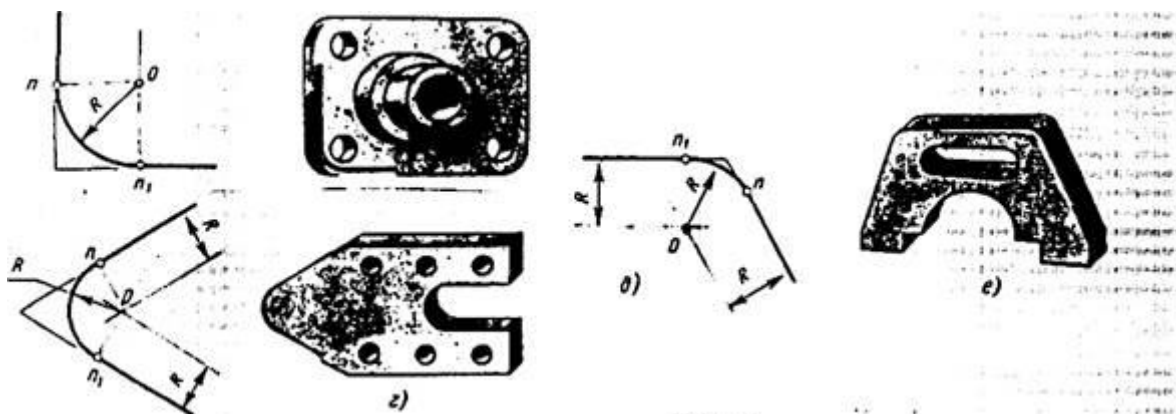


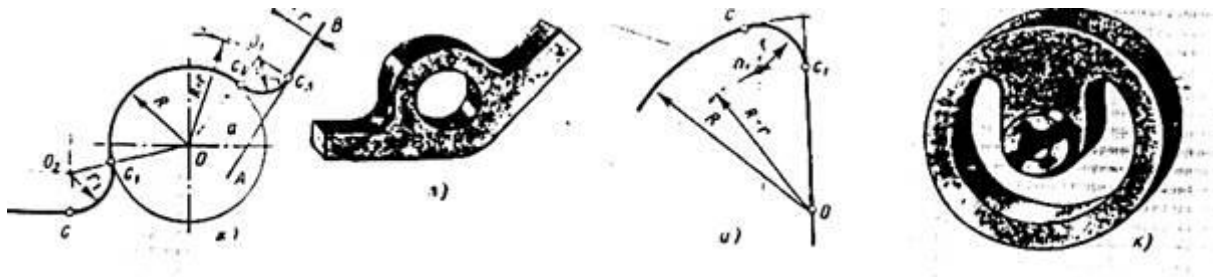
рис.6

### 5.2.3 Сопряжение дуги и произвольной прямой.

Центр дуги сопряжения  $O$  должен находиться 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  $c_2$ , образующаяся при пересечении дуги отрезком  $OO_1$ , и точка  $c_3$  – перпендикуляр из  $O$  к прямой. рис.5.



#### 5.2.4. 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 находится 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).

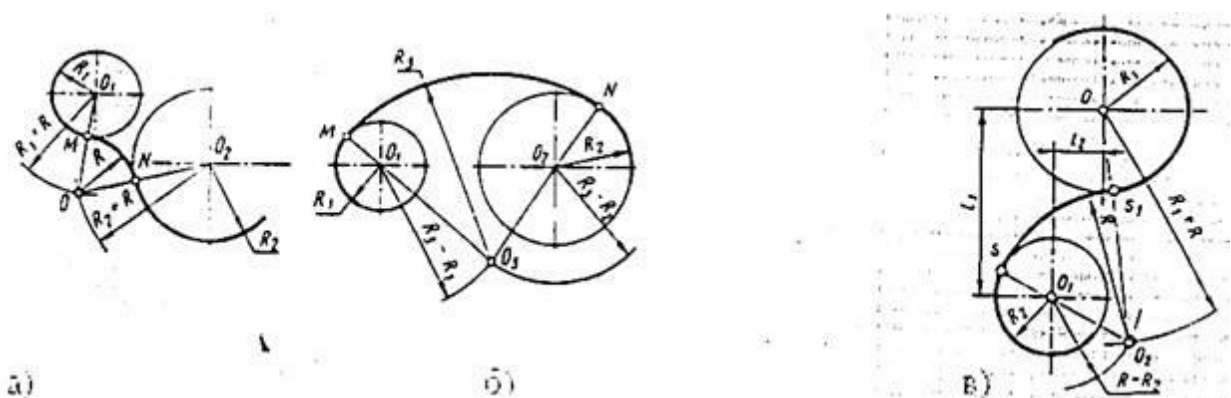


рис.8

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 – внутренним 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)

## **6. Порядок выполнения работы.**

- 6.1. Получить задания у преподавателя.
- 6.2. Подготовить формат А4 для работы.
- 6.3. Определить габаритные размеры чертежа и разметить его на формате так, чтобы было место для проведения размерных линий.
- 6.4. Провести оси и центральные линии.
- 6.5. Построить в тонких линиях окружности дуги, прямые линии.
- 6.6. Построить сопряжения.
- 6.7. Изобразить выносные и размерные линии.
- 6.8. показать работу преподавателю для проверки.
- 6.9. Обвести линии контура детали.
- 6.10. Проставить размеры.
- 6.11. Заполнить основную надпись.
- 6.12. показать результат работы преподавателю.

## **7. Домашнее задание.**

- 7.1. Закончить графическую работу.
- 7.2. Подготовить формат А3 для ГР №3

## **8. 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?

## **9. Рекомендуемая литература.**



## Основная

1. С.К. Боголюбов. А.В. Инженерная графика. – М, Машиностроение. 2000.
2. С.К. Боголюбов. Индивидуальные задания. – М, высшая школа.1994.

## Дополнительная

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.

## **Практическая работа №3**

**1. Тема:** Комплексные чертежи и аксонометрические изображения геометрических тел с нахождением проекции точек.

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

**3. Продолжительность:** 6 часов.

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

4.1. Задания на ГР №5 по вариантам.

4.2. Методические рекомендации по выполнению ГР.

4.3. Плакат « Аксонометрические проекции ».

4.4. Диафильм « Построение наглядных изображений ».

### **5. 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.

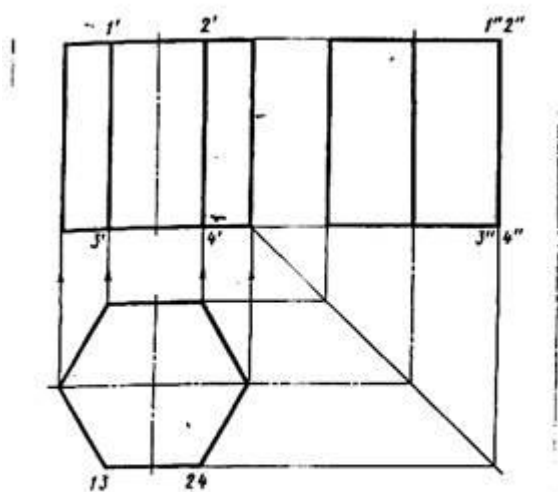
К телам вращения относятся цилиндр, конус, шар, кольцо, тор.

#### **5.1. Проекция призмы:**

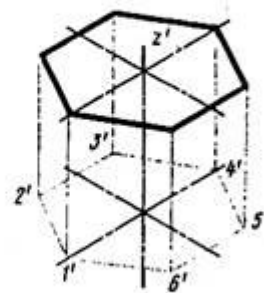
Построение начинается с горизонтальной плоскости. У правильной шестигранной призмы это правильный шестиугольник. Затем, применяя линии связей, строят фронтальную проекцию основания (отрезок прямой). От неё откладывают высоту призмы и строят фронтальную проекцию верхнего основания. Вычерчивают фронтальные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

## **5.2. 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 Х 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 А, пересекает два ребра.

Точки пересечения проецируют на рёбра другой проекции, через них проводят вторую вспомогательную линию, на которую и проецируют точку А.

На рис. 3б вспомогательная линия проходит через точку А 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.

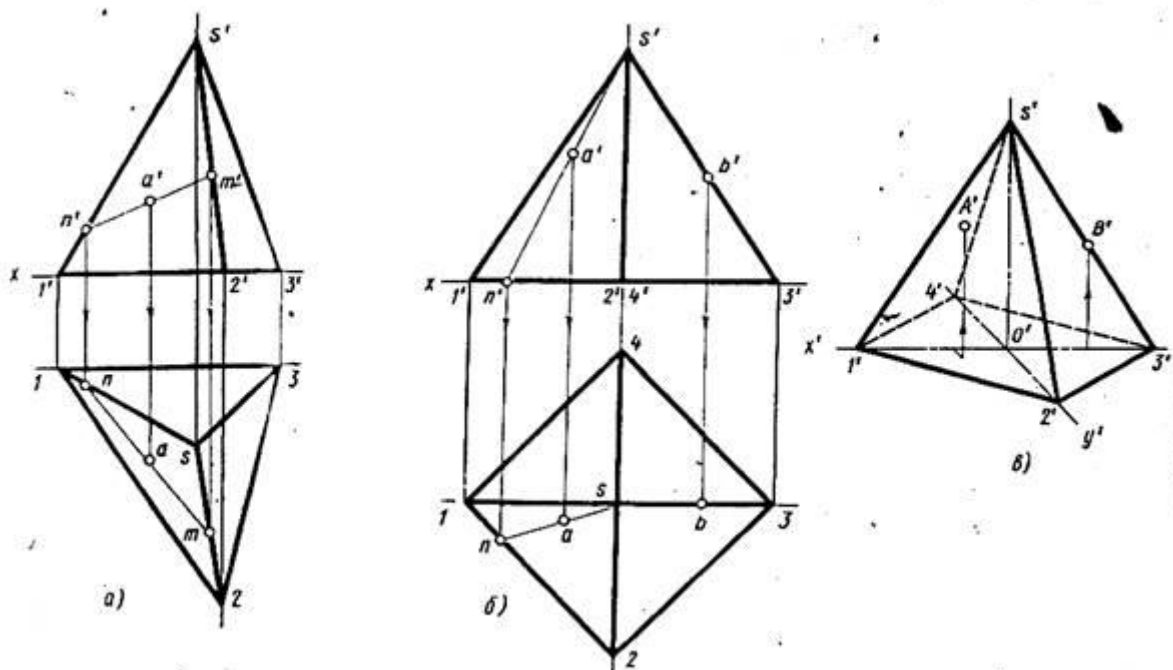


Рис. 3

### 5.3. 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).

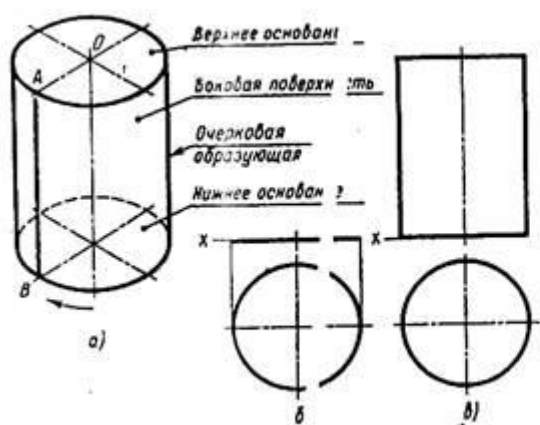


Рис. 4

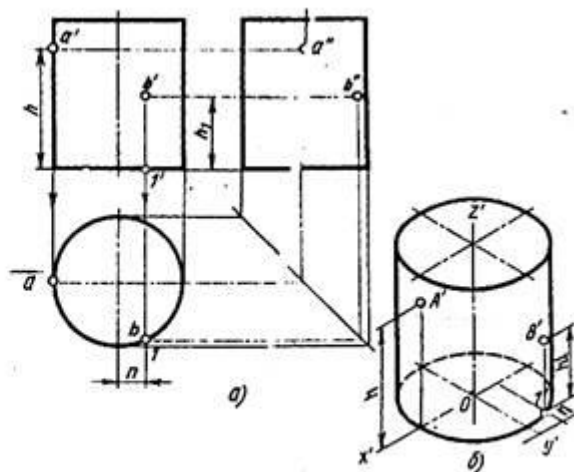


Рис. 5

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.

#### 5.4. 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)

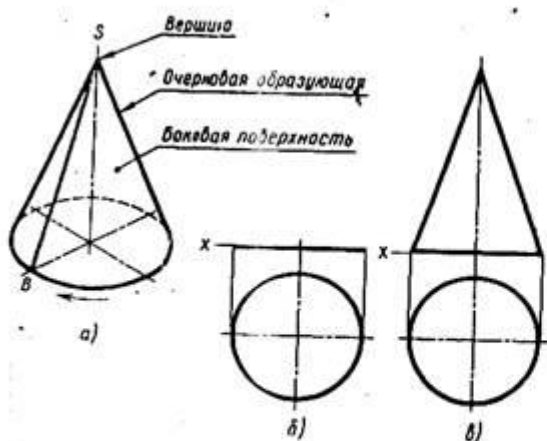


Рис. 6

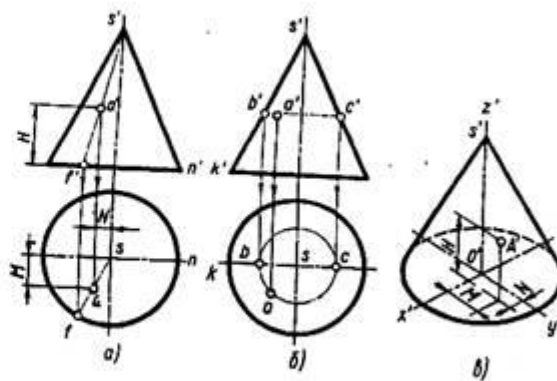


Рис. 7

Эти координаты последовательно откладывают по направлениям, параллельным изометрическим осям.

#### 6. 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)

### **7. Домашнее задание:**

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

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

### **8. 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?

### **9. Рекомендуемая литература:**

Основная

1. С.К. Боголюбов. А.В. Инженерная графика. – М, Машиностроение. 2000.
2. С.К. Боголюбов. Индивидуальные задания. – М, высшая школа.1994.

Дополнительная

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.

## **ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**

**1. Тема:** Сечение геометрических тел плоскостью. Построение сечения натуральной величины и развёртки тела.

**2. Цель работы:** Формирование умений выполнять сечения тел плоскостью и построение развёртки тела.

**3. Продолжительность:** 12 часов.

**4. Материальное и документальное обеспечение:**

**4.1.** Задания на ГР №6 по вариантам.

**4.2.** Методические рекомендации по выполнению ГР.

**4.3.** Плакаты: « Сечение призмы плоскостью », « Плоскости ».

**5. Общие и теоретические положения при выполнении графической работы:**

Плоское сечение геометрического тела представляет собой плоскую фигуру, ограниченную замкнутой линией.

При пересечении плоскостью многогранника (призма, пирамида и др.) в сечении получается многоугольник с вершинами, расположенными на рёбрах многогранника. При пересечении тел вращения (цилиндр, конус и др.) фигура ограничивается кривой линией.

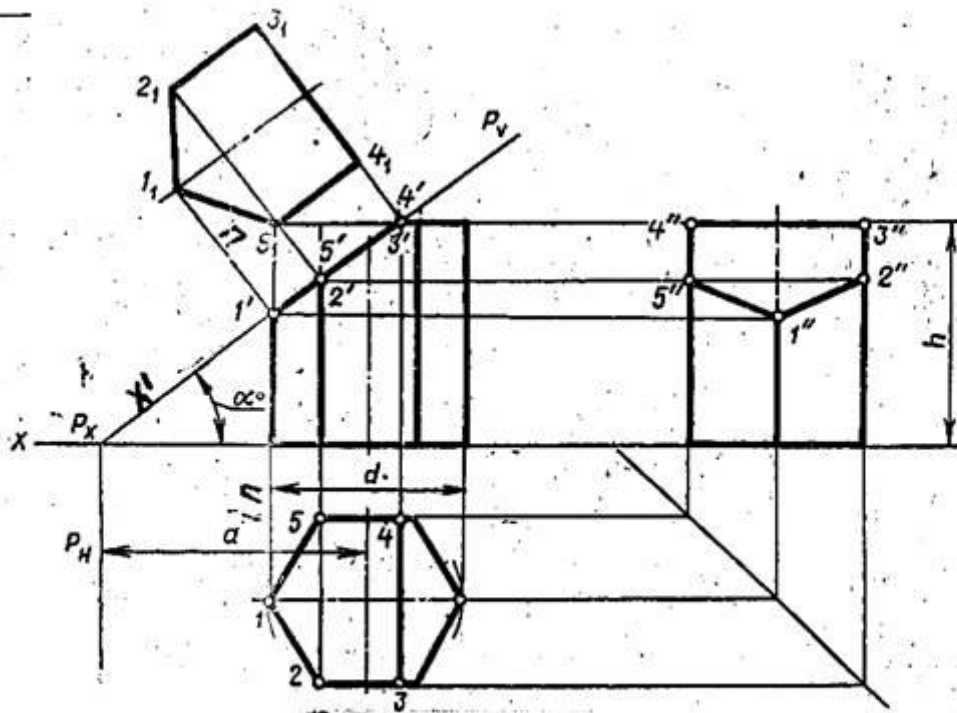
### **5.1 Сечение призмы плоскостью:**

Сечение призмы плоскостью представляет плоский многоугольник, число углов которого зависит от места пересечения многогранника.

Для построения проекции фигуры сечения находят проекции точек пересечения плоскости с рёбрами и соединяют их прямыми линиями.

Фронтальные проекции этих точек получают при пересечении фронтальных проекций рёбер призмы плоскостью Р (рис. 1).

Горизонтальные проекции точек пересечения совпадают с горизонтальными проекциями рёбер. Имея 2 проекции этих точек, с помощью линий связи строят профильные проекции точек (рис. 1).



**Рис. 1**

Действительный вид фигуры сечения можно строить разными способами.

Применим способ перемены плоскостей проекции. Ось новой плоскости проекции  $X_1$  будет совпадать с фронтальным видом плоскости  $P$ .

Для построения проекции фигуры сечения из точек 1, 2 и т.д. восстанавливают перпендикуляры к новой оси. От точки  $1'$  откладывают на перпендикуляре расстояние от оси  $X$  до точки 1 на горизонтальной проекции отрезок  $n$ . Аналогично откладывают точки 21, 31, 41 и др. Соединив полученные точки прямыми линиями, получают фигуру сечения.

Развёртку боковой поверхности с основанием и фигурой сечения строят следующим образом. Проводят прямую, на которой откладывают шесть отрезков, равных длинам сторон шестиугольника основания призмы. Из полученных точек проводят перпендикуляры, на которых откладывают действительные размеры рёбер усечённой призмы, беря их с фронтальной или профильной проекции.

Если секущая плоскость проходит через верхнее основание, то по верхнему ребру определяют точки 31 и 41. Расстояние до этих точек определяют на горизонтальной проекции призмы (рис.1,2).

К развёртке боковой проекции пристраивают фигуру сечения. Если секущая плоскость проходит через верхнее основание, к фигуре сечения пристраивают неотсечённую часть верхнего основания, которую берут с горизонтальной проекции.



линии перегиба обозначаются — · — · — ·

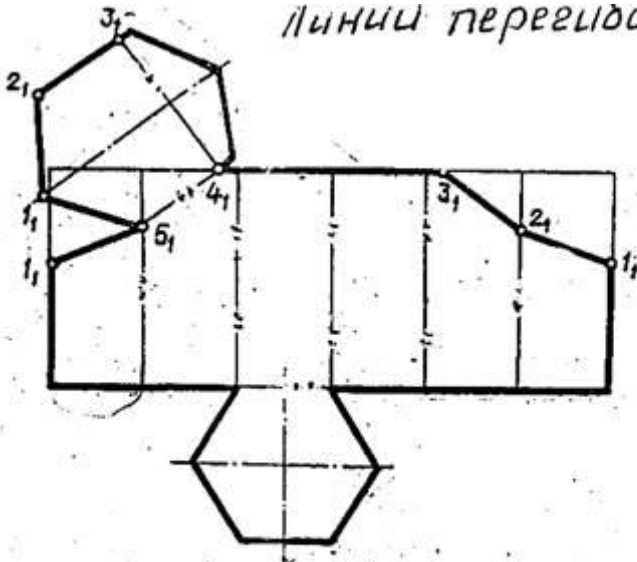


Рис. 2

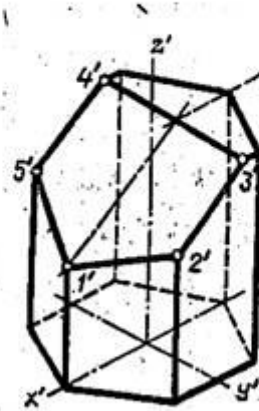


Рис. 3

При построении изометрической проекции полученной фигуры, строят изометрическую проекцию основания призмы; проводят вертикальные рёбра, на которых откладывают действительные длины, полученные точки соединяют прямыми. В случае прохождения секущей плоскости через верхнее основание, от заднего ребра проводят ось параллельную оси  $X$ ; откладывают на ней высоту фигуры, оставшейся неотсечённой на горизонтальной проекции и достраивают эту фигуру в изометрии. Затем соединяют полученные точки (рис. 3).

## 5.2. Сечение конуса плоскостью:

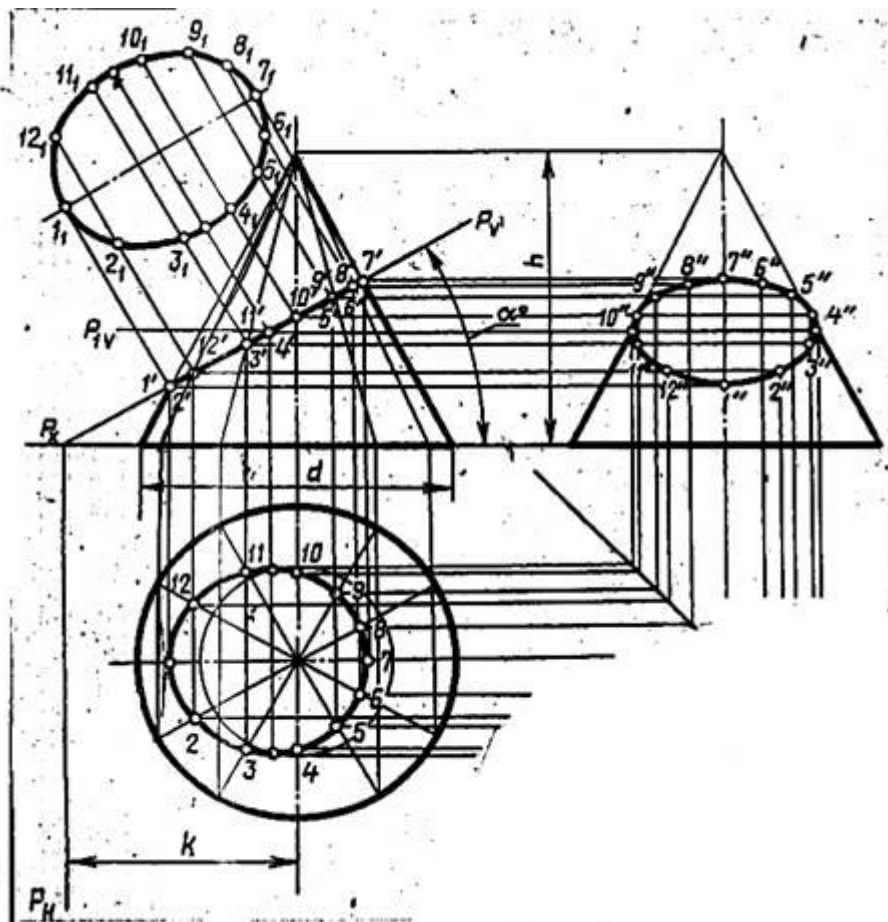
Конус пересекается плоскостью  $P$ . Основание конуса располагается на плоскости  $H$ . Фигура сечения ограничивается эллипсом (рис. 4).

Для построения горизонтальной проекции контура фигуры сечения окружность основания делят на 12 частей. Через точки деления на горизонтальной и фронтальной проекции проводят вспомогательные образующие. Сначала находят фронтальные проекции точек 1 - 12, лежащие на плоскости  $PV$ . Затем с помощью линий связи находят их горизонтальные проекции.

Профильную проекцию фигуры сечения строят с помощью горизонтальных и вертикальных линий связи.

Действительную фигуру сечения строят также как и при сечении пирамиды. Из точек 1 - 12 на секущей плоскости восстанавливают перпендикуляры и на них откладывают расстояния от оси  $X$  до точек 1 - 12 на горизонтальной проекции. Полученные точки обводят с помощью

лекальной линейки.



**Рис. 4**

Построение развёртки поверхности конуса начинают с проведения дуги окружности радиусом, равным длине образующей конуса. На этой дуге откладывают 12 частей окружности основания. Полученные точки соединяют с центром дуги прямыми линиями. От центра на прямых откладывают действительные длины отрезков образующих от вершины до секущей плоскости  $P$  (рис. 5).

Действительные длины отрезков находят способом вращения около вертикальной оси, проходящей через вершину конуса. Например, точку 2 на фронтальной проекции горизонтальной линией совмещают с боковой образующей, и расстояние от вершины до полученной точки откладывают на соответствующей линии развёртки.

К развёртке конической поверхности пристраивают фигуры сечения и основания конуса.

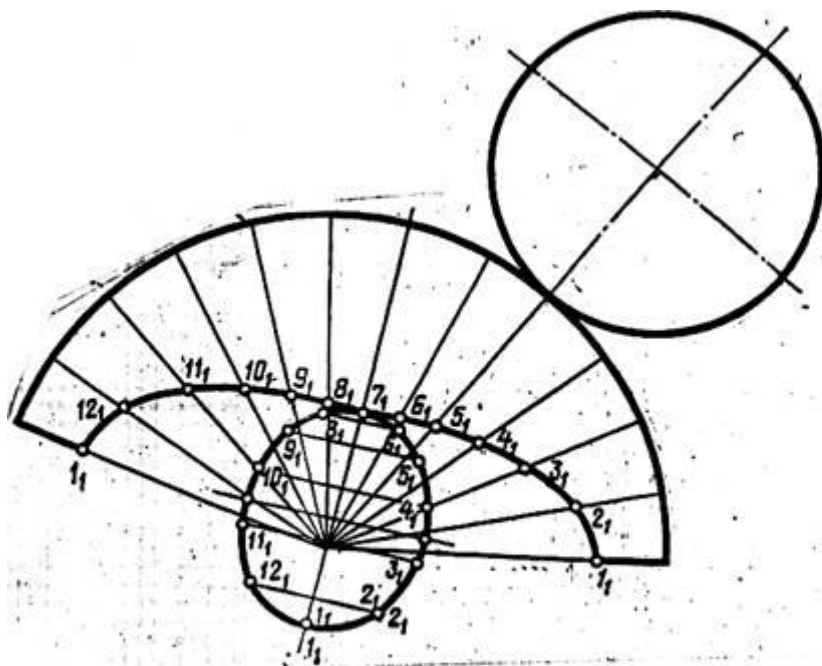


Рис. 5

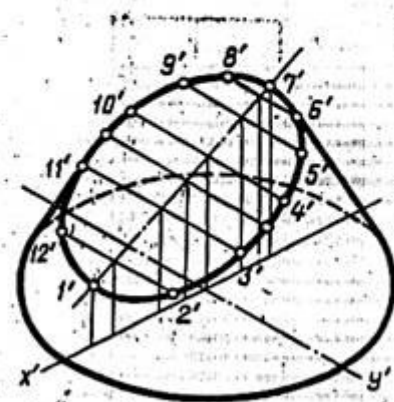


Рис. 6

Построение прямоугольной изометрической проекции начинают с основания - эллипса (рис. 6). Изометрию любой точки кривой сечения находят при помощи трех координат. На оси  $X'$  откладывают отрезки проекций точек  $1' - 12'$  на оси  $X$  (рис. 4). Из полученных точек проводят вертикальные прямые, на которых откладывают длины от оси  $X$  до точек  $1' - 7'$  на фронтальной проекции. Через полученные на наклонной оси эллипса точки проводят линии параллельные оси  $Y'$  и на них откладывают отрезки  $21 - 121; 31 - 111$  и др. с действительной фигуры сечения.

Найденные точки соединяют по лекалу. Крайние образующие проводят от вершины конуса по касательной к контуру основания.

## **6. Порядок выполнения работы:**

Работа состоит из двух отдельных чертежей:

- 1) сечение шестигранной призмы плоскостью;
- 2) сечение конуса плоскостью;

### 6.1. Получить задание у преподавателя по вариантам:

а) для сечения призмы

мм																														
Обоз- на- ние	№ варианта																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
d	50	52	60	55	70	50	54	58	70	55	59	52	56	60	54	55	58	54	50	58	55	70	52	53	52	60	52	55	54	50
h	60	62	65	63	40	60	58	60	40	60	64	60	58	62	64	60	55	60	62	64	60	40	60	60	64	58	60	65	62	60
α	85	45	40	35	60	85	55	45	50	75	42	88	50	45	36	70	50	88	48	40	38	60	70	82	52	50	36	70	80	84
	30	45	60	60	30	30	45	45	30	30	60	30	45	45	60	30	45	30	45	45	60	30	30	30	45	45	60	30	30	30

б) для сечения конуса

Обоз- нач- ние	№ варианта																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
d	54	60	70	80	60	70	72	80	64	74	68	76	68	66	68	64	56	74	68	58	66	66	58	72	70	62
h	50	60	70	80	58	58	70	70	80	70	72	75	70	80	75	80	52	74	78	54	76	78	54	72	70	76
$\alpha^\circ$	37	40	45	50	35	40	40	50	38	43	40	43	40	38	42	36	36	43	40	38	40	40	38	40	40	44
	30	30	30	30	45	30	45	30	45	45	30	45	30	45	45	45	30	45	45	45	45	45	30	45	30	45

6.2. Выполнить три проекции фигуры и провести плоскость сечения.

6.3. В соответствии с разделом 5 выполнить фигуру сечения.

6.4. Выполнить развёртку боковой поверхности основания, плоскости сечения.

6.5. Выполнить изометрию фигуры.

Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.78и 84)

### 7. Домашнее задание

7.1. Закончить чертёж.

7.2. Подготовить формат А3 для ГР №7.

### 8. Вопросы для самоконтроля:

8.1. Как показать следы плоскости в проекциях?

8.2. Какие фигуры получаются при сечении плоскостью призмы и конуса?

8.3. Порядок построения действительной плоскости сечения фигуры?

8.4. Порядок построения боковой поверхности призмы, конуса рассечённых

плоскостью?

8.5. Порядок построения изометрии рассечённой фигуры?

### **9. Рекомендуемая литература:**

Основная

1. С.К. Боголюбов. А.В. Инженерная графика. – М, Машиностроение. 2000.
2. С.К. Боголюбов. Индивидуальные задания. – М, высшая школа.1994.

Дополнительная

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.

## Практическая работа №5

1. Тема: Взаимное пересечение поверхностей тел.

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

3. Продолжительность: 12 часов.

4. Материальное и документальное обеспечение:

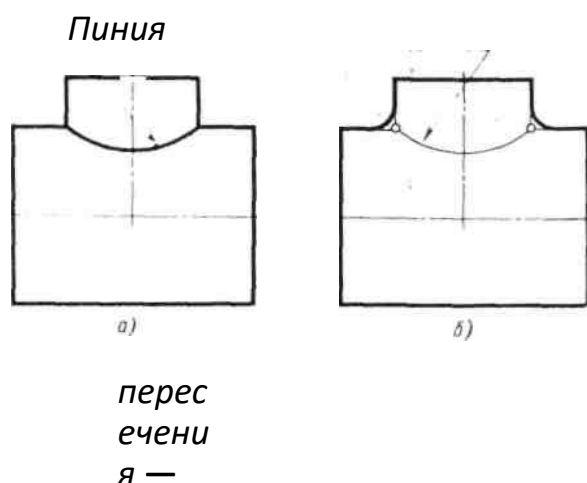
4.1. Задания ГР№7 по вариантам.

4.2. Методические рекомендации по выполнению работы.

4.3. Плакаты « Пересечение поверхностей призм »,  
« Пересечение поверхностей цилиндра и конуса ».

5. 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).



*Линия  
перехода*

Рис. 1

**5.1. 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 2', 4', 1' 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 перехода от невидимой.

На рис. 2 это точки с, d, в, а.

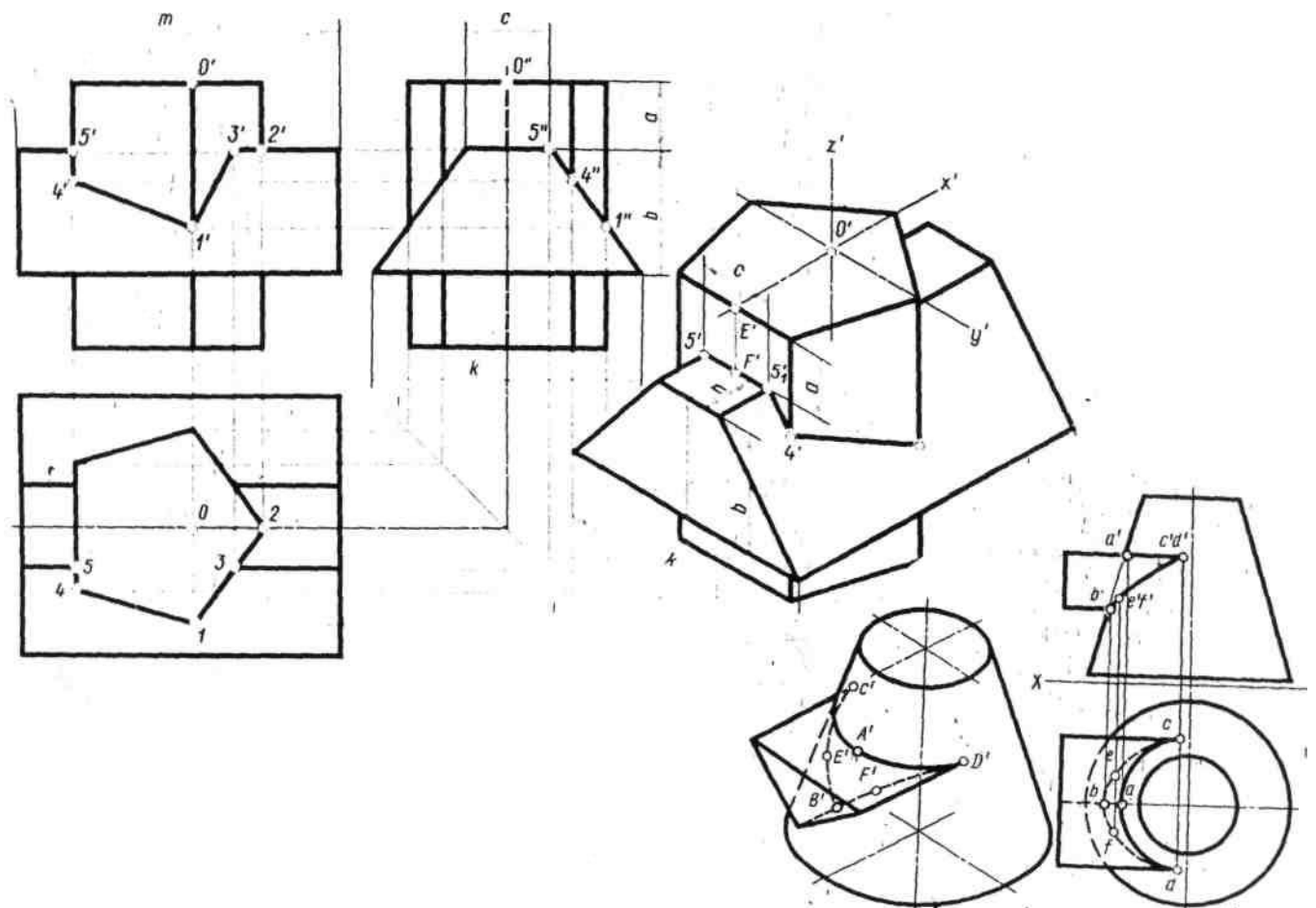


Рис.2

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.

## 5.2. Пересечение поверхностей призм:

i

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).

'A

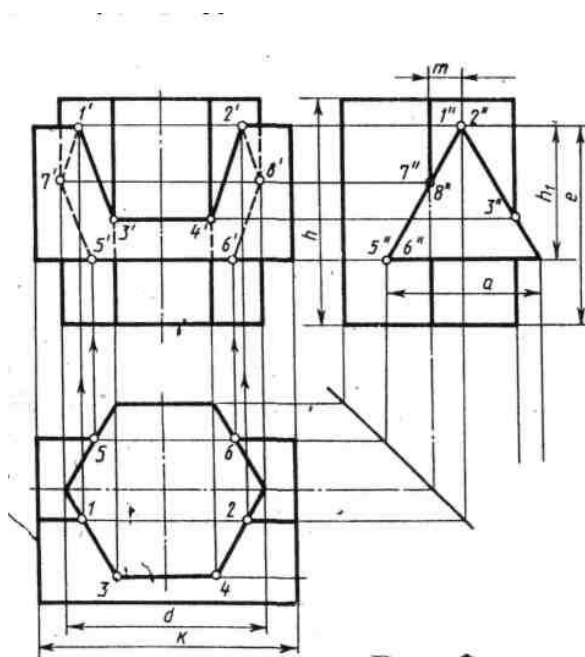


Рис. 2

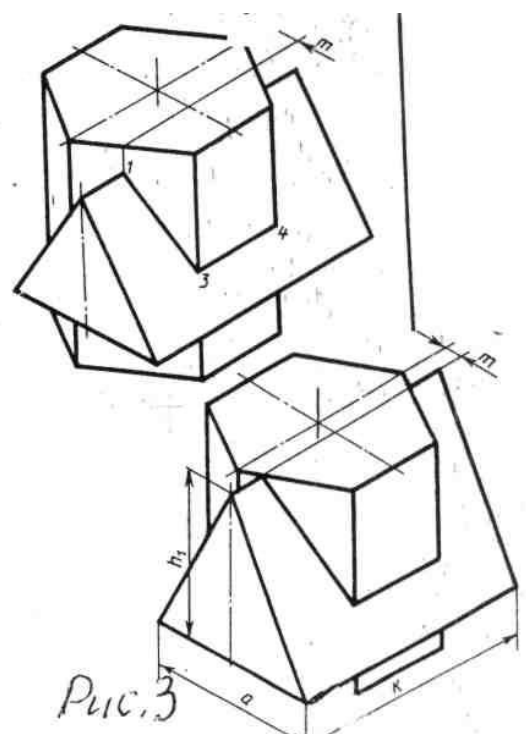


Рис. 3



Например, изометрию точки 1 находят, отложив от центра верхнего основания расстояние вдоль оси  $U(2п)$  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.

### 5.3. Пересечение тел вращения:

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

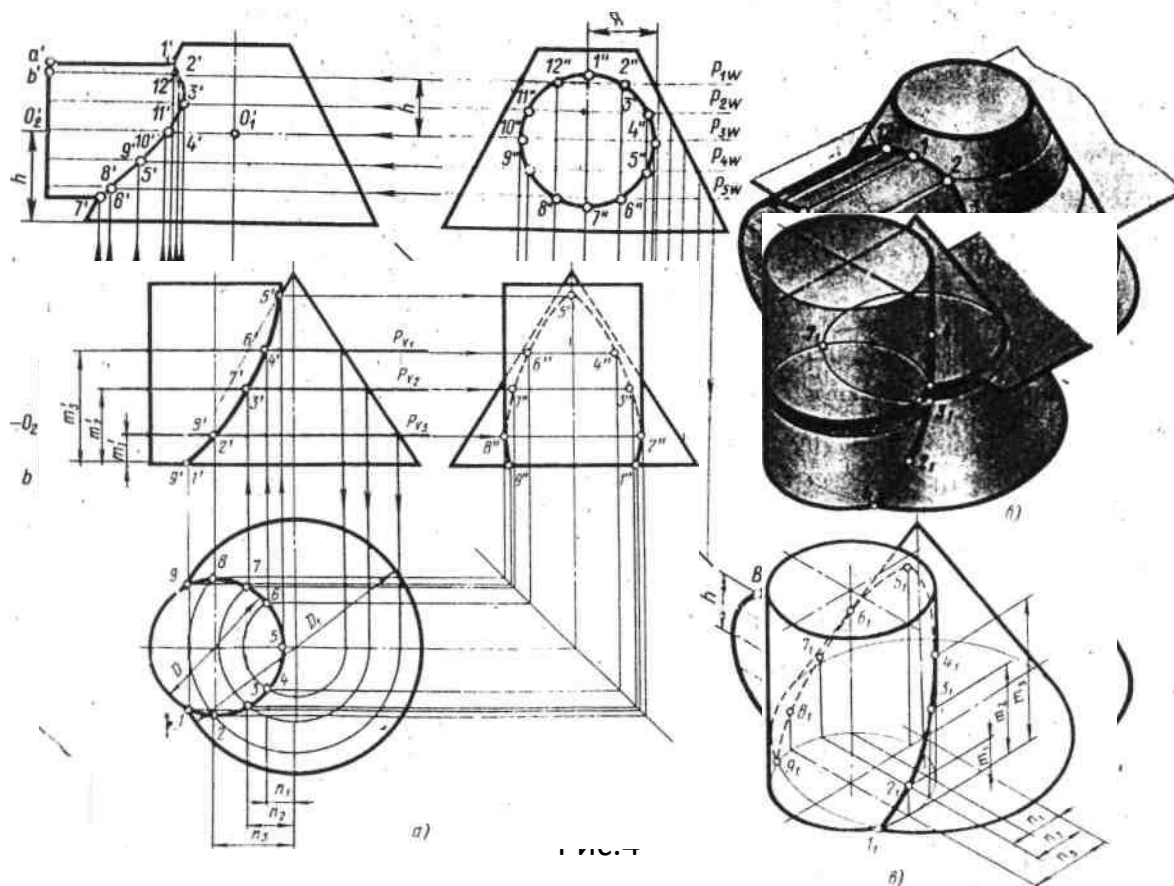


Рис.5

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  $OX$ . 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  $OZ$  откладывают координату  $Z_2 = Z_x 2 = p$ . Через конец этого отрезка проводят прямую, параллельную оси  $OY$ , до пересечения с овалом в точках  $B$ . Из этих точек параллельно оси  $OX$  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  $X_2 = X_{12}$  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.

## 6. Порядок выполнения работы:

Работа состоит из двух отдельных чертежей:

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

6.1. Получить задание у преподавателя

6.2. Построить три проекции комплексного чертежа пересекающихся фигур.

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

6.4. Построить изометрию пересечения фигур в соГУШ/С >/£> • данных рекомендаций.

Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.126 и129)

## 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:**

С. К. Богомолов, А. В. Воинов, Черчение, М., «  
Машиностроение », 1984, с. 103

## Практическая работа №7

**1. Тема:** Разрезы простые

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

**3. Продолжительность:** 3 часа.

**4. 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 ».

**5. Общие теоретические положения при выполнении работы:**

### 5.1. 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).

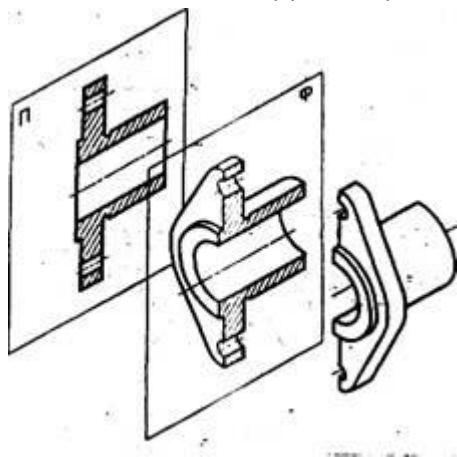


Рис.1

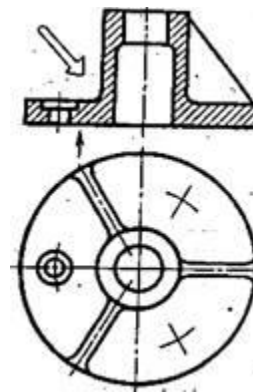


Рис.2

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).

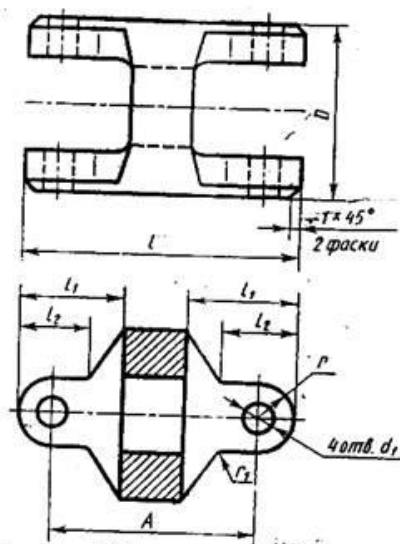


Рис. 3

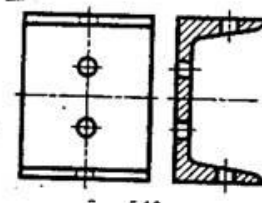


Рис. 4

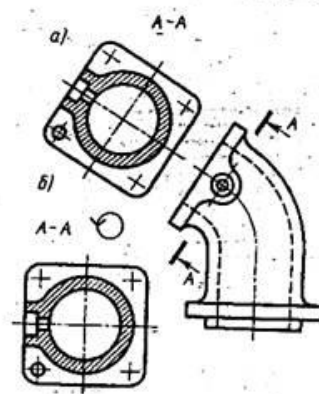


Рис. 5

## 5.2. 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.

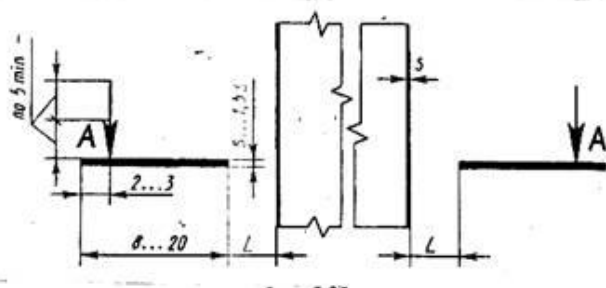


Рис. 6

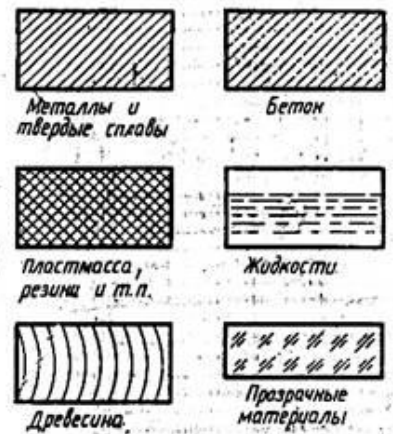


Рис. 7

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...4 мм. Эти линии не должны совпадать с какими-либо линиями изображения.

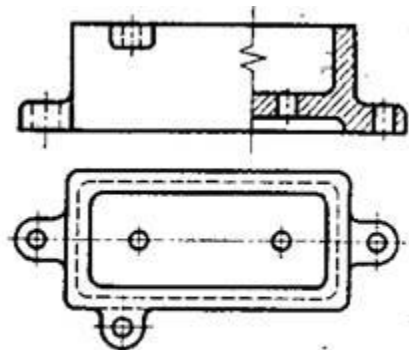
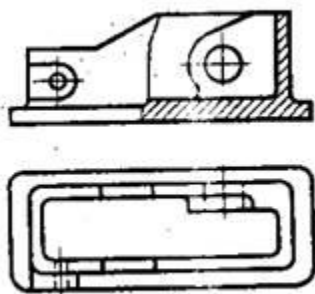


Рис. 8

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).

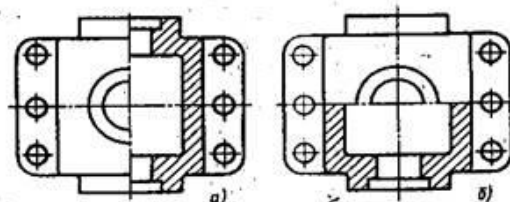


Рис. 9

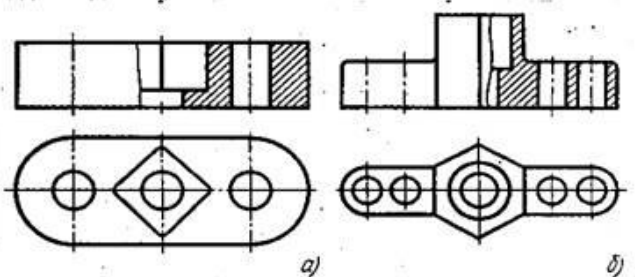


Рис. 10

Обычно разрез выполняют справа и снизу от оси симметрии.



### 5.3. 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.

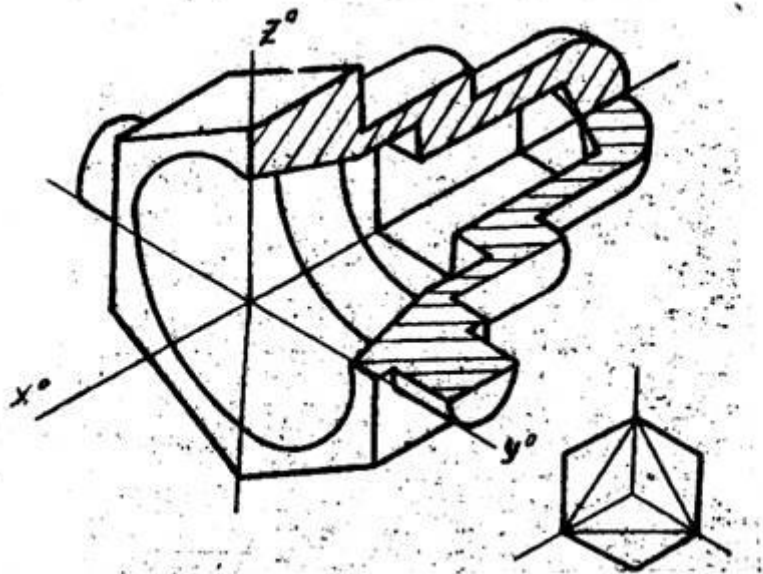


Рис. 11

### 6. Порядок выполнения графической работы:

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

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

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

6.4. Построить аксонометрическую проекцию детали в тонких линиях.

6.5. Выполнить разрез в аксонометрической проекции.

6.6. Представить работу преподавателю для консультации.

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

6.8. Представить работу для проверки.

### 7. Домашнее задание:

7.1. Закончить чертёж.

7.2. Подготовить формат А3 для ГР №11.

### 8. 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?

## **9. Рекомендуемая литература:**

### Основная

1. С.К. Боголюбов. А.В. Инженерная графика. – М, Машиностроение. 2000. с.132
2. С.К. Боголюбов. Индивидуальные задания по курсу черчения. – М, высшая школа.1994.

### Дополнительная

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.
2. В.С. Левицкий, Машиностроительное черчение, М., Высшая школа, 1994, с.114

## Графическая работа №8

**1.Тема:** Разрезы сложные.

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

**3. Продолжительность:** 3 часа.

### **4. Материальное и документальное обеспечение работы:**

4.1. Индивидуальные задания.

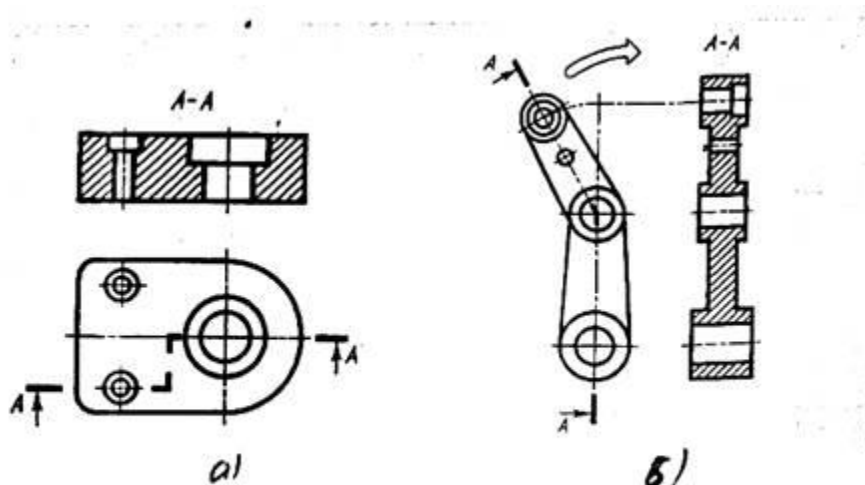
4.2. Методические рекомендации по выполнению ГР.

4.3. Плакаты « Разрез сложный ступенчатый », « Разрез сложный ломанный ».

4.4. Диафильм « Виды, разрезы, сечения ».

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

Сложные разрезы получаются 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. Ломаные разрезы могут быть фронтальными, горизонтальными и профильными.

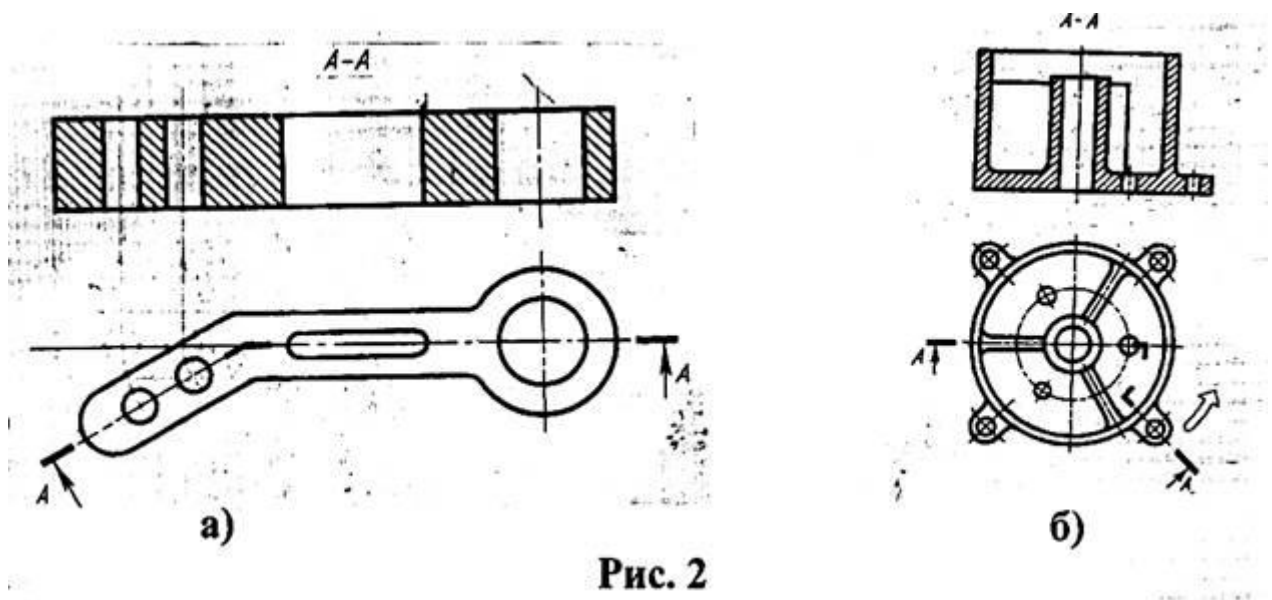


Рис. 2

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

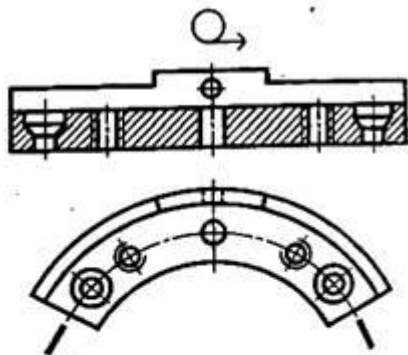


Рис. 3

## 6. Порядок выполнения работы:

- 6.1. Получить задание у преподавателя.
- 6.2. 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.
- 6.3. Выполнить чертежи двух деталей в двух проекциях, в тонких линиях.
- 6.4. 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)

### **7. Вопросы для самоконтроля:**

1. Как показывается переход от одной плоскости сечения к другой?
2. Как проецируется сечение при ломаном разрезе?

### **8. Домашнее задание:**

- 8.1. Закончить ГР №11
- 8.2. Подготовить формат А3 для ГР №12

### **9. Рекомендуемая литература:**

Основная

1. С.К. Боголюбов. А.В. Инженерная графика. – М, Машиностроение. 2000. с.139
2. С.К. Боголюбов. Индивидуальные задания по курсу черчения. – М, высшая школа.1994.
3. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Сборник заданий по инженерной графике М.: Машиностроение, 2000.

Дополнительная

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.
2. В.С. Левицкий, Машиностроительное черчение, М., Высшая школа, 1994, с.120

## **Практическая работа №9**

**1. Тема:** Сечения.

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

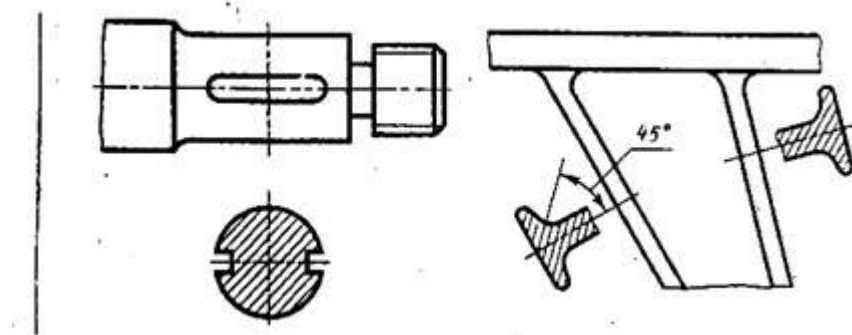
**3. Продолжительность:** 1ч. 30мин.

**4. Материальное и документальное обеспечение работы:**

- 4.1. Индивидуальные задания.
- 4.2. Методические рекомендации по выполнению графической работы.
- 4.3. Плакаты: « Сечения », « Разрезы и сечения ».
- 4.4. Диафильм « Виды, разрезy сечения ».

**5. Общие и теоретические положения при выполнении графической работы:**

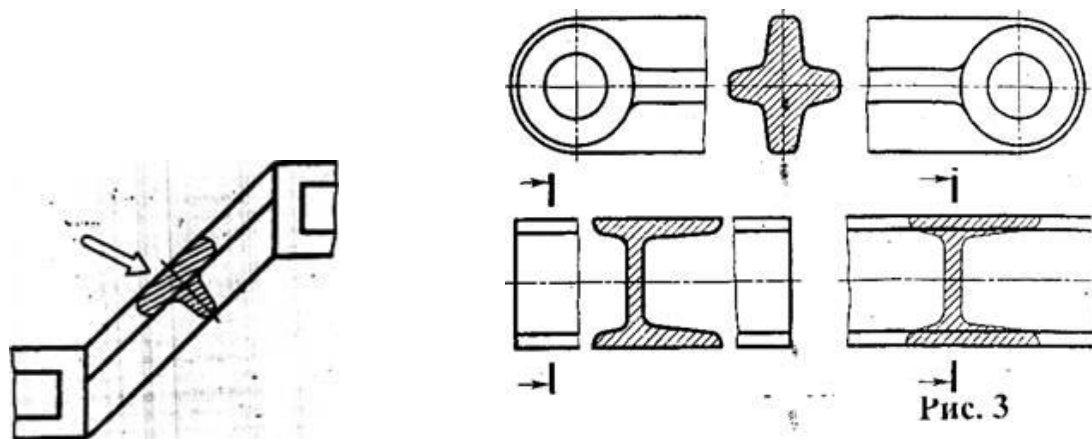
Сечение - изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что находится непосредственно в секущей плоскости, а всё, что находится за плоскостью, не изображается (рис. 1).



**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**

**Рис. 3**

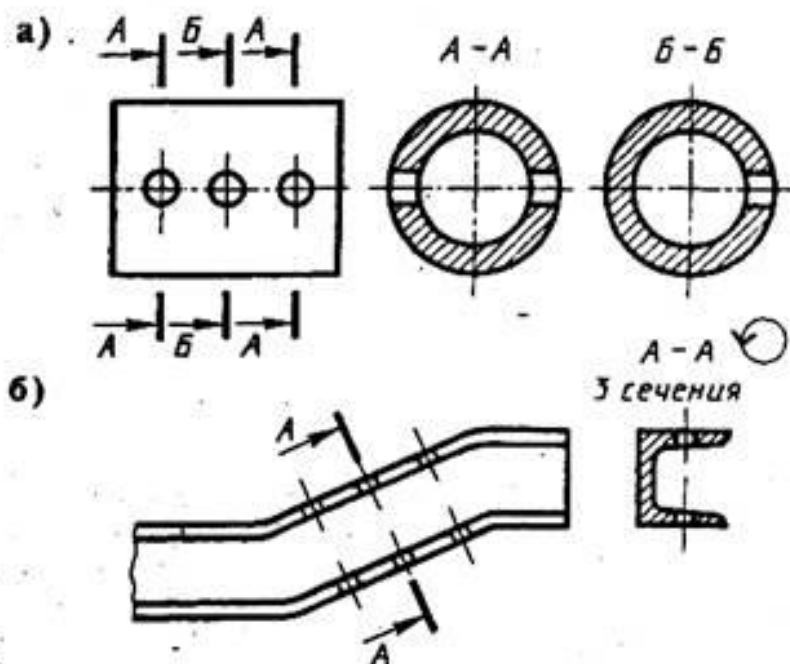
Контур вынесенного сечения, входящего в состав разреза, изображается сплошными основными линиями, контур сложенного - сплошными тонкими, причём контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают (рис.3).

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).

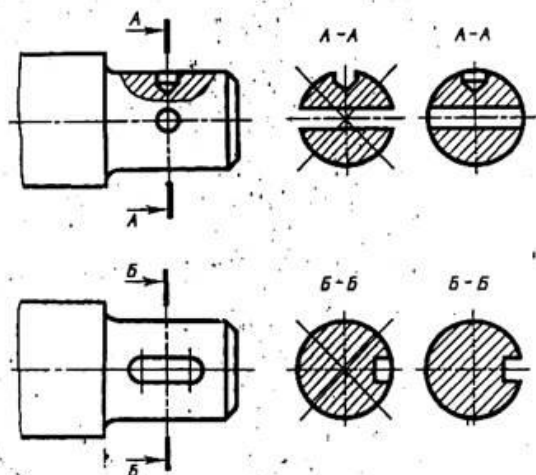
Сечение можно располагать на любом месте поля чертежа, а также с поворотом (рис. 5б).



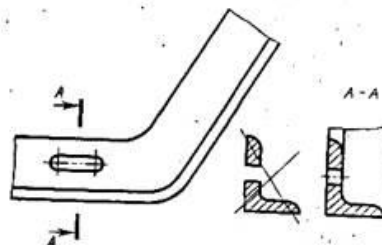
**Рис. 5**

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**

### **6. Порядок выполнения работы:**

- 6.1. Получить задание у преподавателя.
- 6.2. Изобразить заданный вал в ортогональной проекции.
- 6.3. Начертить заданные сечения вала.
- 6.4. Представить работу для консультации преподавателю.
- 6.5. Обвести контур детали и выполнить основную надпись.
- 6.6. Представить работу на проверку.

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

### **7. 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?

### **8. Домашнее задание.**

Закончить чертеж детали.

### **9. Рекомендуемая литература:**

Основная



1. С.К. Боголюбов. А.В. Инженерная графика. – М, Машиностроение. 2000.  
с.138
2. С.К. Боголюбов. Индивидуальные задания по курсу черчения. – М, высшая школа.1994.
3. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Сборник заданий по инженерной грфике  
графика М.: Машиностроение, 2000.

#### Дополнительная

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение,  
2000.
2. В.С. Левицкий, Машиностроительное черчение, М., Высшая школа, 1994,  
с.120

# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

## Соединения резьбовые

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.

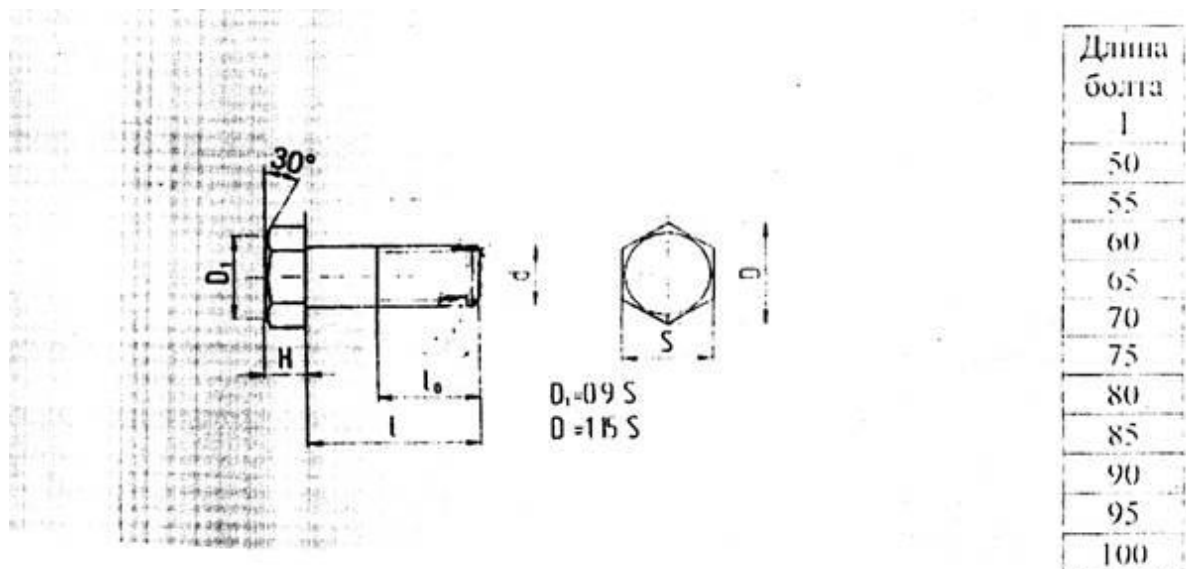
В разъемных соединениях широко используют стандартные резьбовые крепежные детали: болты, винты, шпильки, гайки, а также детали для их стопорения: шплинты, различные шайбы, проволоку. Выполнение данной работы предусматривает изучение студентами стандартов на основные крепежные детали, способов их изображения, 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 шерsti для шплинта в стержне или головке соответственно.

### Болты с шестигранной головкой (нормальной точности)

ГОСТ 7798 - 70      Исполнение 1



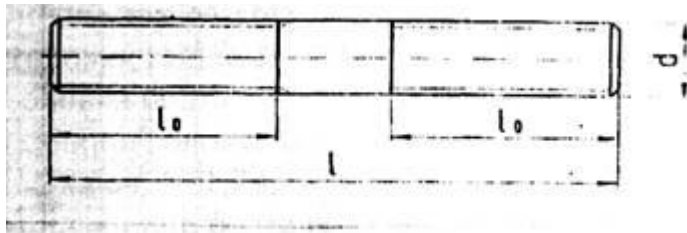
Номинальный диаметр резьбы, <b>d</b>		<b>20</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
			<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>0</b>
Шаг резьбы	<i>Крупный</i>	2,5	2,	3	3	3,
	<i>Мелкий</i>	1,5	1	2	2	2
Размер «под ключ», <b>S</b>		30	3	3	4	4
			2	6	1	6
Высота головки, <b>H</b>		13	1	1	1	1
			4	5	7	9

Шпилькой называется цилиндрический стержень с металлической резьбой на обоих концах.

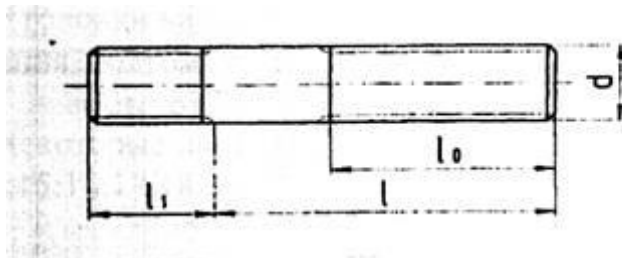
Шпильки общего применения предназначены:

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 сбеги резьбы на ввинчиваемом конце шпильки. На сбегах 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<sub>г</sub>** - высота головки гайки; **H<sub>г</sub> = 0,8d**

**H<sub>б</sub>** - высота головки болта; **H<sub>б</sub> = 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**

**S<sub>ш</sub>** - толщина шайбы; **S<sub>ш</sub> = 0,15d**;

**D<sub>ш</sub>** - диаметр шайбы; **D<sub>ш</sub> = 2,2 d**

**H<sub>в</sub>** - высота головки винта; **H<sub>в</sub> = 0,7d**

**D<sub>в</sub>** - диаметр головки винта; **D<sub>в</sub> = 1,7d**

Для соединения болтом нужно определить наружный диаметр резьбы (**d**): **d = 0,9 d<sub>о</sub>** где **d<sub>о</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  $90^\circ$ . 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.**

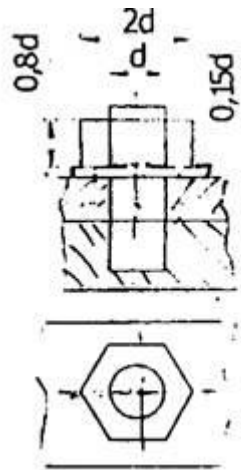
Прежде чем представить, выполненный в гонках линиях чертеж детали на проверку преподавателю, студент должен предварительно проверить его самостоятельно. При этом следует проверить:

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.

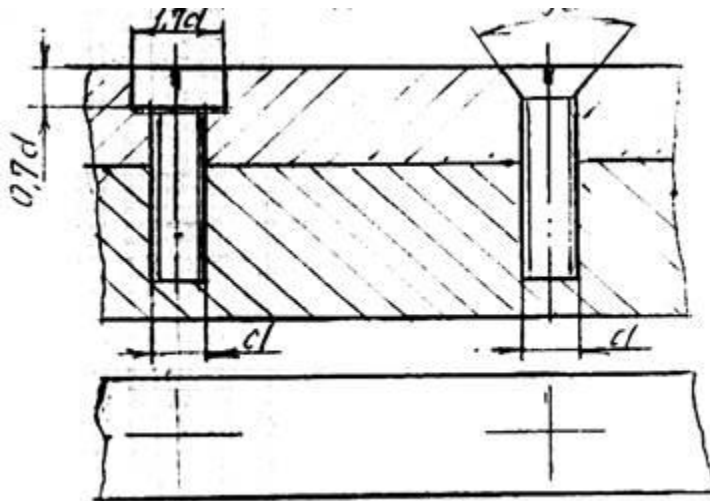
2. Изображения соединения шпилькой расположить на поле чертежа равномерно. Для этого вначале определить размеры их габаритных прямоугольников по известным размерам, входящих в соединение деталей с учетом необходимости выделения полей для нанесения размеров. Затем выполнить разметку в виде осевых линий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



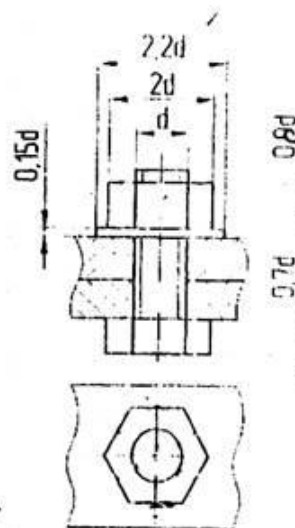
Упрощенное изображение соединения шпилькой

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. Наклонштриховки 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  $\phi 1$ ,  $\phi 2$  - толщину скрепляемых деталей,  $S_m$  - толщину шайбы,  $H_g$  - высоту гайки,  $l$  - длину болта.

Выполнить изображение шайбы

### **5. Рекомендуемая литература**

#### **Основная**

1. ГОСТ 2.315-68 Упрощенные и условные изображения крепежных деталей в соединениях.
2. В.С. Левицкий Машиностроительное черчение.- М., «Высшая школа», 1994-260с.
3. С.К. Богомолов, Инженерная графика,- М: «Машиностроение», 2000 -196с.

#### **Дополнительная**

1. С.К. Богомолов, А.В. Волков, Черчение,- М: «Машиностроение», 1984-196с.
2. Г.Н. Попов, С.Ю. Алексеев Машиностроительное черчение. Справочник- Л: Машиностроение, 1986- 181с.
3. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

### **1. Тема:**

***« Эскизы деталей »и« Рабочий чертёж детали***

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

**3. Продолжительность:** 4 часа

**4. Материальное и документальное обеспечение работы:**

**4.1.** Детали с резьбой и без резьбы.

**4.2.** Методические рекомендации по выполнению работы.

**4.3.** Плакаты: « Элементы деталей машин », «Порядок эскизирования».

**4.4.** Диафильм: « Выполнение эскизов деталей », «Техника выполнения чертежа».

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

#### **5.1. 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.

#### **5.2Графическая 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.



### 5.3 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;
- 3) параллелепипед;
- 4) два параллелепипеда с цилиндрической выемкой;
- 5) два полых полуцилиндра.

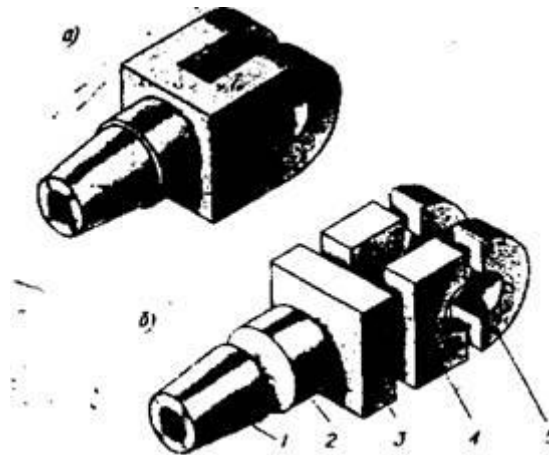
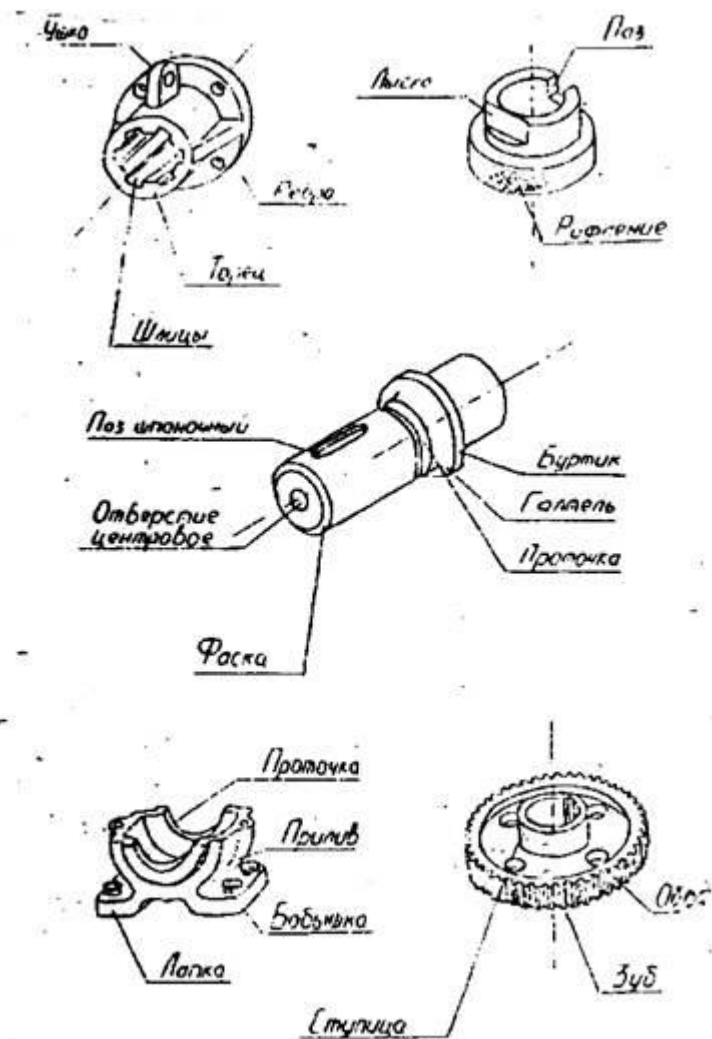


Рис.1

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



**Рис. 2**

#### **5.4 Текстовая часть:**

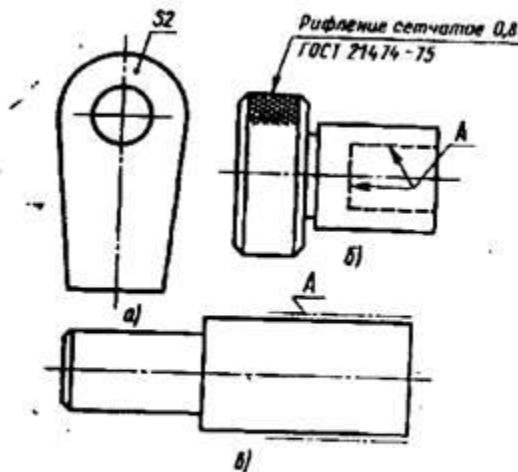
Текстовая часть должна быть минимальной и выполняется в том случае, если указания невозможно или нецелесообразно выразить на чертеже графически или условными изображениями. Текст выполняется параллельно основной надписи чертежа. Содержание должно быть кратким и чётким.

Технические требования излагают по пунктам в последовательности:

- 1) требования к свойствам материала, термической обработке;

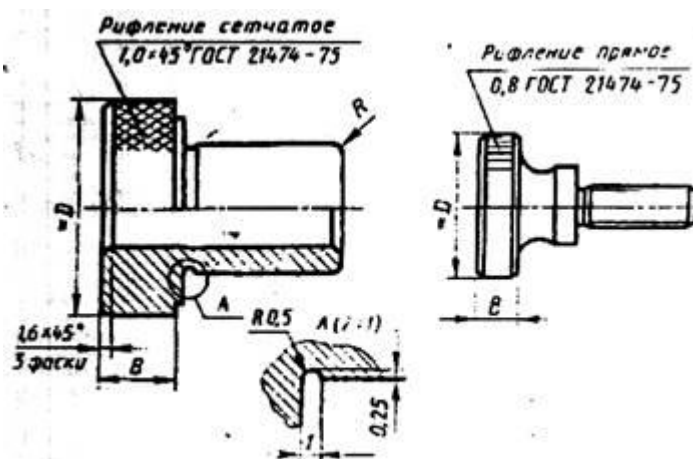
- 2) требования к качеству, отделке, покрытию поверхности;
- 3) допустимые отклонения размеров.

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.



## 5.5 Нанесение размеров:

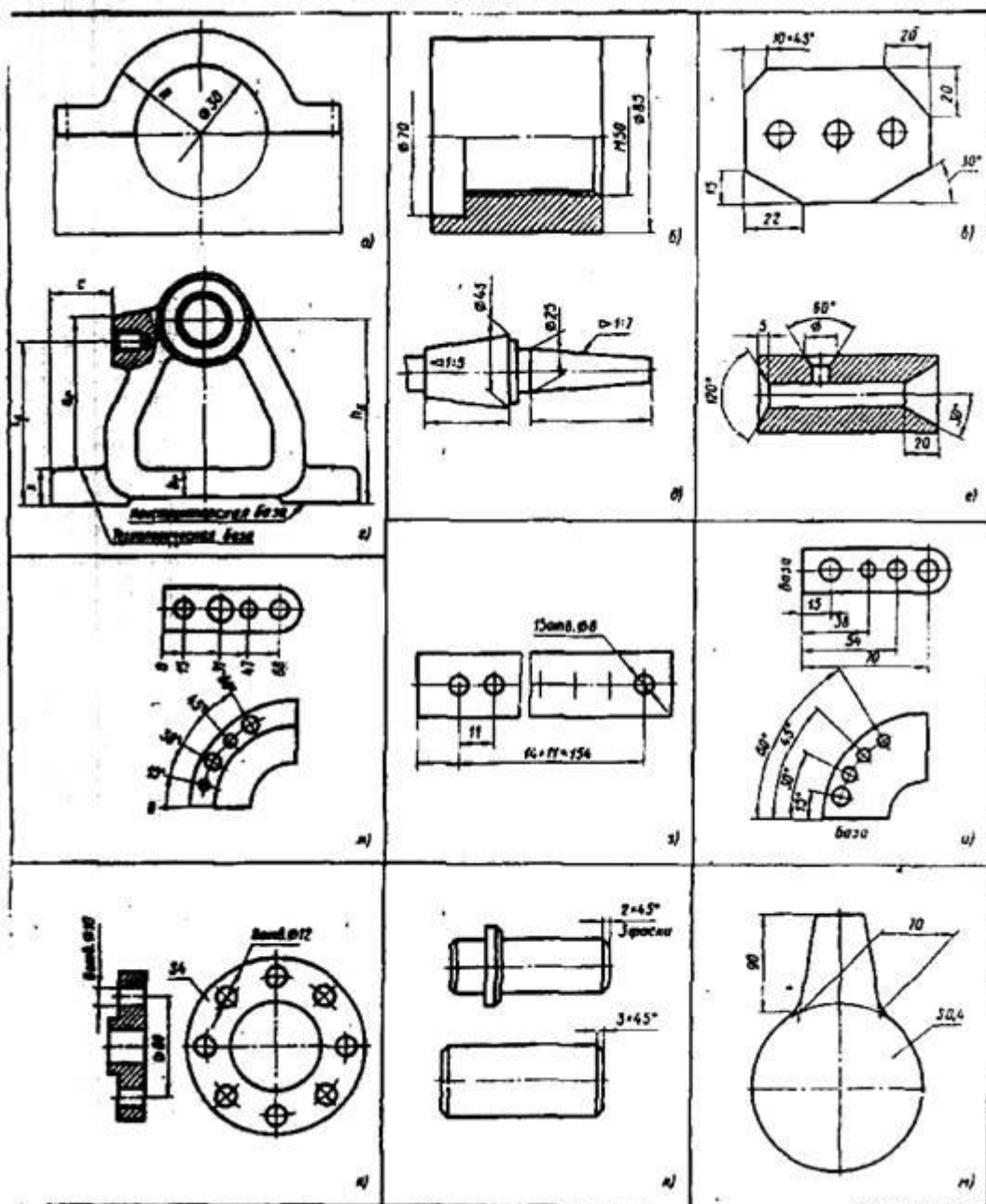


Рис. 4

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. 3з

Размеры одинаковых элементов наносят на разрезе один раз с указанием их количества (рис. 3л). При отсутствии разреза указывают на

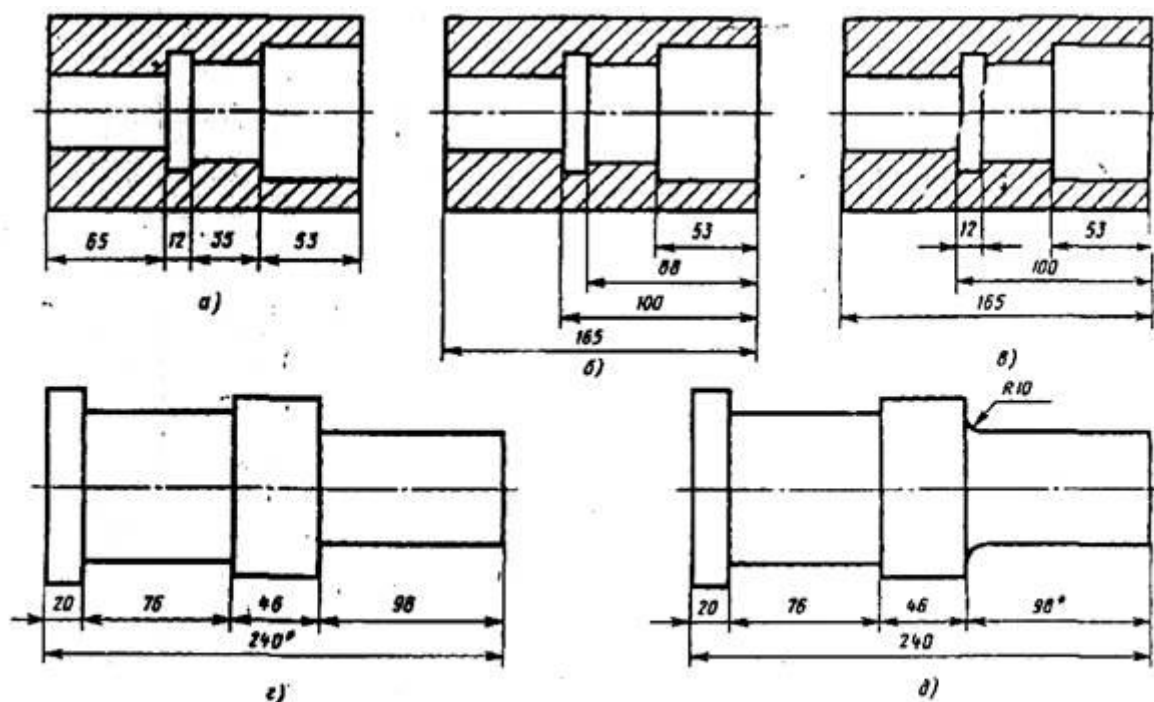
виде.

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**

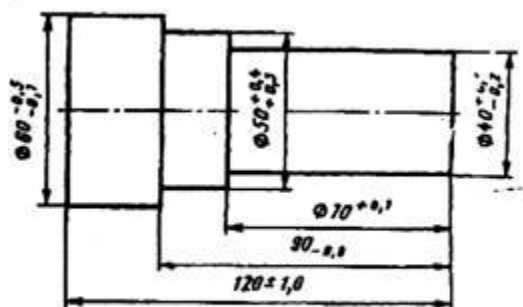
**Комбинированный способ**



**Рис. 5**

## 5.6. 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:

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

### 5.7. 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)      Условные обозначения отклонений (допусков) 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 биение Радиальное биение	↗

Способы нанесения предельных отклонений показан на рис. 7



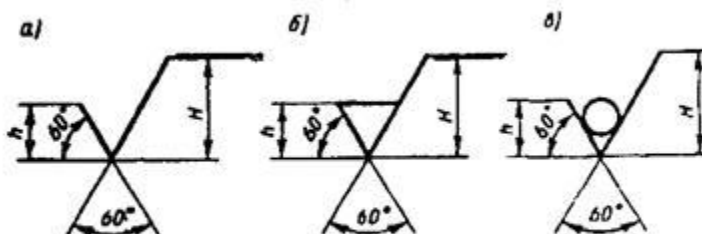
**Рис. 7**

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

### 5.8. 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.

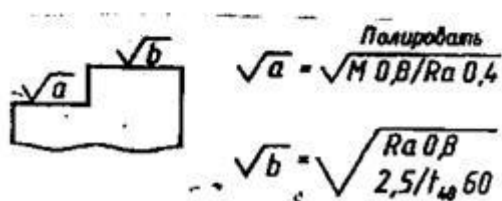
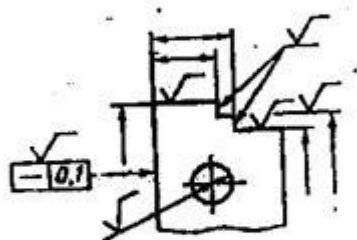


Рис. 9

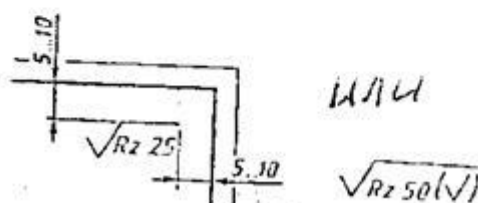
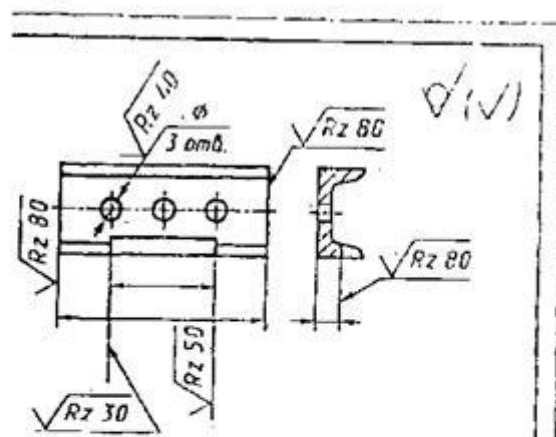


Рис. 10

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  $Ra=5...20\text{мкм}$ .

### 5.9. 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.

### **5.10. Эскизирование.**

Эскизирование производится в определённой последовательности, что предотвращает ошибки.

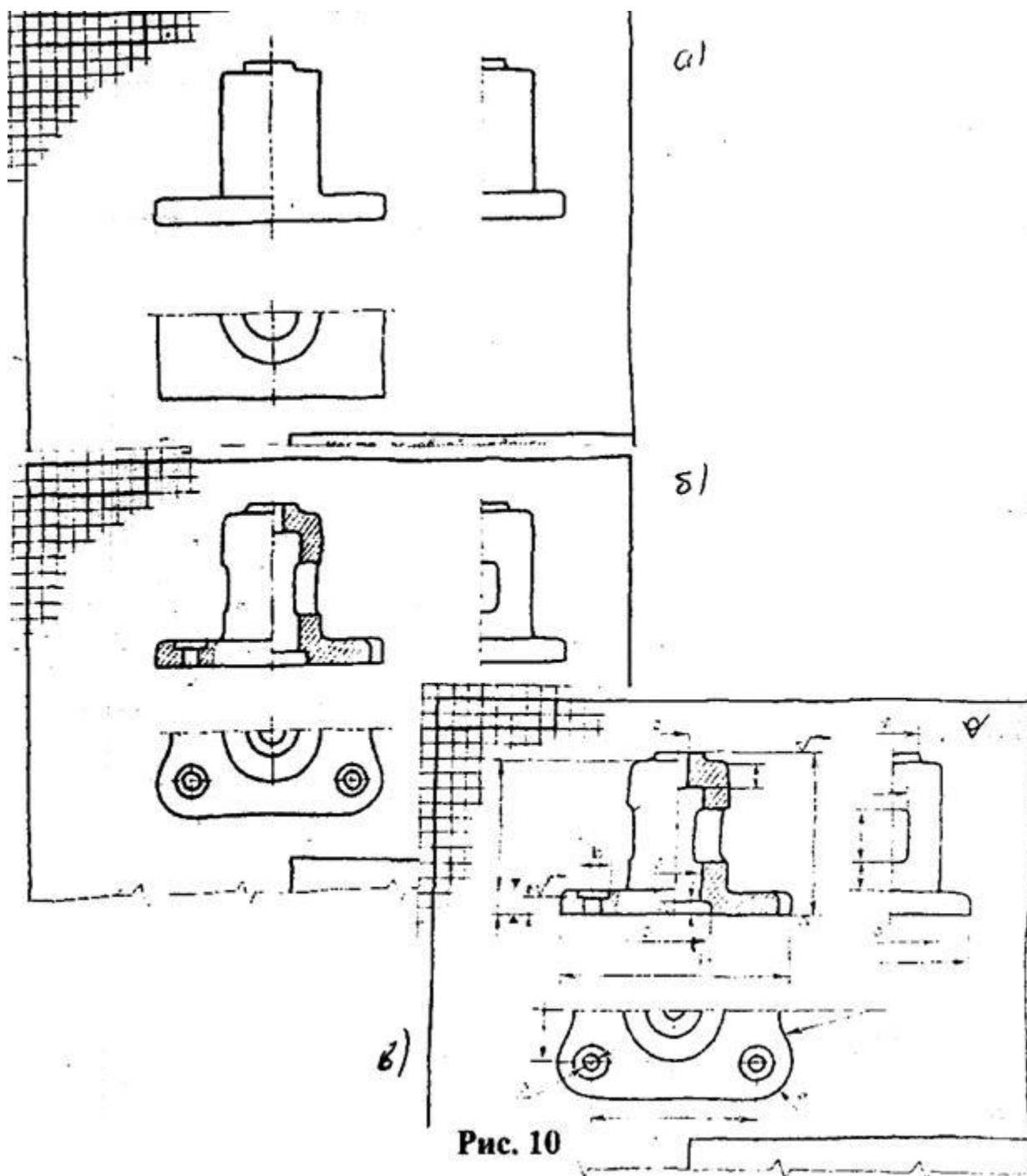
1-я операция. Осмотр детали, выяснение назначения, конструктивных особенностей, выявление соприкасающихся поверхностей с другим деталями, поверхностей, получаемых без снятия слоя металла.

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**

6-я операция. Намечают конструкторские базы, наносят выносные и размерные линии. Никаких измерений при этом не производят. Расстояние между размерными линиями не менее 10мм.

Наносят знаки шероховатости (рис. 10в).

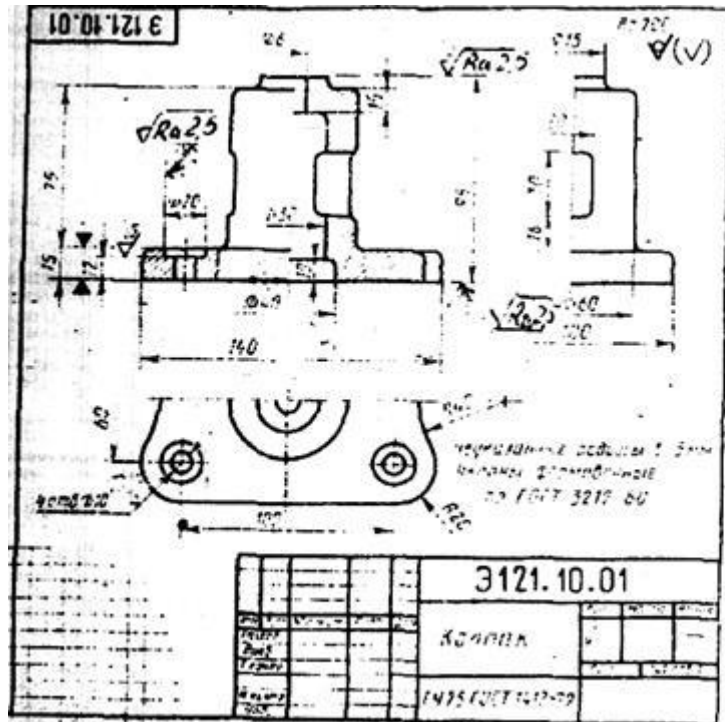


Рис. 12

7-я операция. Производят обмер детали, вписывают размерные числа шрифтом 5, параметры шероховатости. 8-я операция. Заполняют основную надпись.

### 5.11. Чертёж детали:

Чертёж детали выполняют по эскизу и отличается только тем, что изображение выполняется в масштабе.

### 6. Порядок выполнения работы:

**Графические работы выполняются в последовательности:**

- 6.1. Получить деталь у преподавателя.
- 6.2. Выполнить эскиз в тонких линиях согласно разделу
- 6.3. Проставить размерные линии и знаки шероховатости.
- 6.4. Получить консультацию преподавателя о правильности выполнения эскиза.
- 6.5. Обвести контур детали, выполнить штриховку разрезов, проставить размерные числа, заполнить основную надпись.
- 6.6. Представить работу преподавателю.

**Графическая работа №15 выполняется по одному из эскизов. Выполняется рабочий чертёж детали в масштабе:**

### **1. 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?

### **8. Домашнее задание:**

Закончить эскизы и рабочий чертёж.

### **9. Рекомендуемая литература:**

#### Основная

1. ГОСТ 2.305-68. Изображения - виды, разрезы, сечения.
2. ГОСТ 2789-73. Параметры шероховатости.
3. С. К. Боголюбов, Черчение, М., «Машиностроение», 1984, с. 170
4. В. С. Левицкий, Машиностроительное черчение, М., «Высшая школа», 1994, с. 310

#### Дополнительная

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.

## 1.

### Цель и содержание ГР

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.


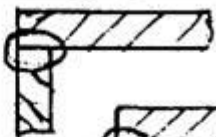
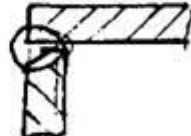
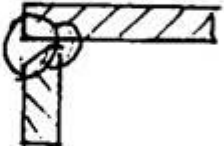


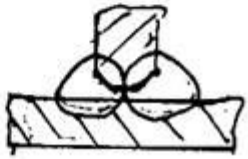
### 2. Сварные соединения и швы.

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 обеих 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 кромки, двусторонняя	2... 60 мм
Угловые		Y4	Без скоса кромки	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 кромки, односторонняя	2... 30 мм
		T3	Без разделки кромки, двусторонняя	3... 60 мм
		T9	С двумя скосами кромки, 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 ? и размера катета по стандарту на типы и конструктивные элементы швов.
4. Размера длины провариваемого участка и знаков расположения швов (для

прерывистых швов)

5. Вспомогательных знаков (см.рис.2)

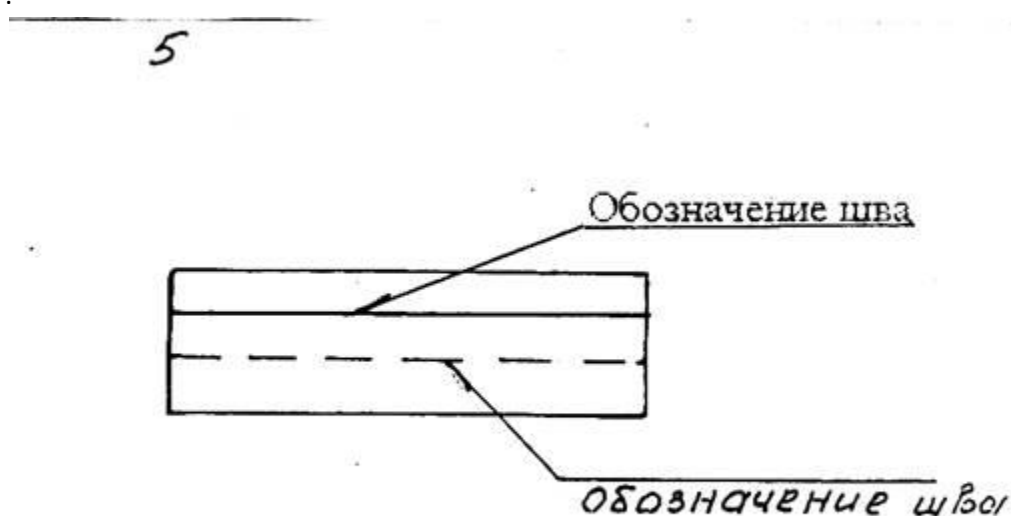


Рис.1

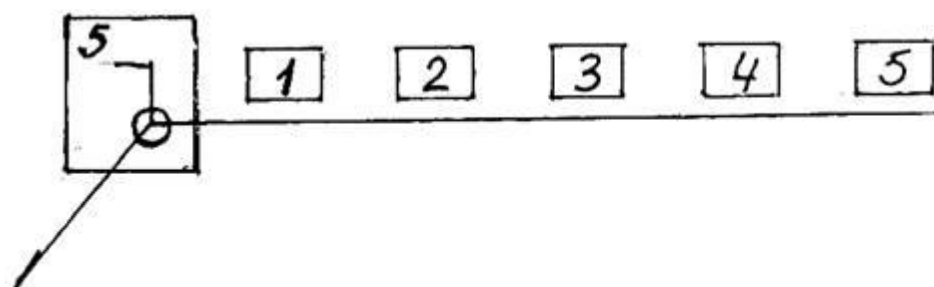


Рис.2


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

Некоторые виды сварки

ГОСТ	Вид сварки
5264-80	Ручная дуговая
14771-76	Дуговая сварка в защитном газе
11533-75	Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом
15878-79	Контактная сварка


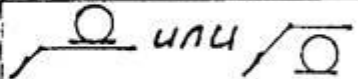

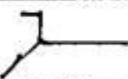


Буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту для ручной дуговой сварки ГОСТ 5264-80 имеют вид для: стыковых соединений – С1...С25; нахлесточных – Н1, Н2, Н3; угловых - У1...У10; тавровых Т1... Т11 (см. табл. 1).


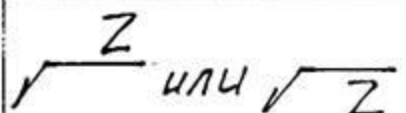

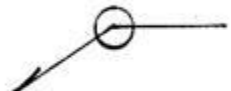

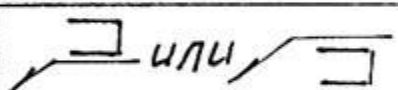

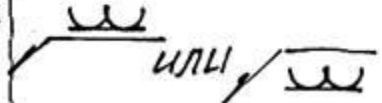
По другим видам сварки нужно смотреть стандарты ГОСТ 11 533-75; 14771-76 и др.

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 - величину 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	
	Шов выполнить при монтаже изделия	
	Шов прерывистый с шахматным расположением	

	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





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)

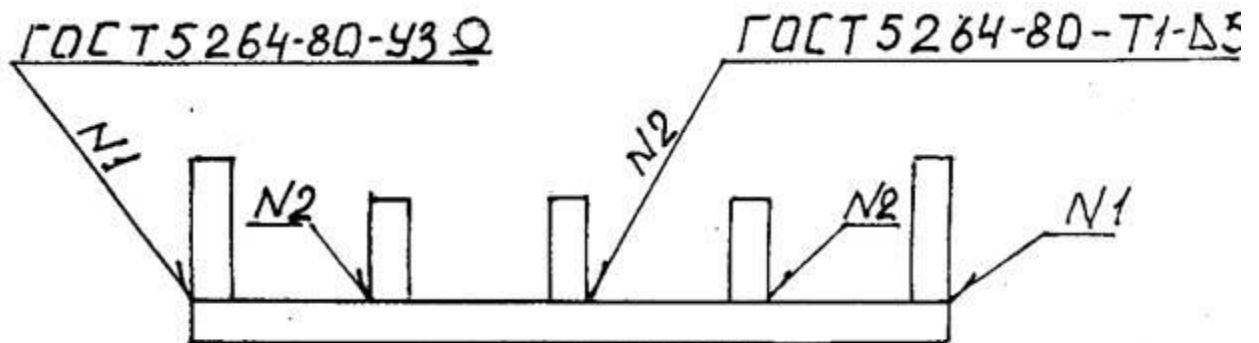


Рис. 4

### 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)

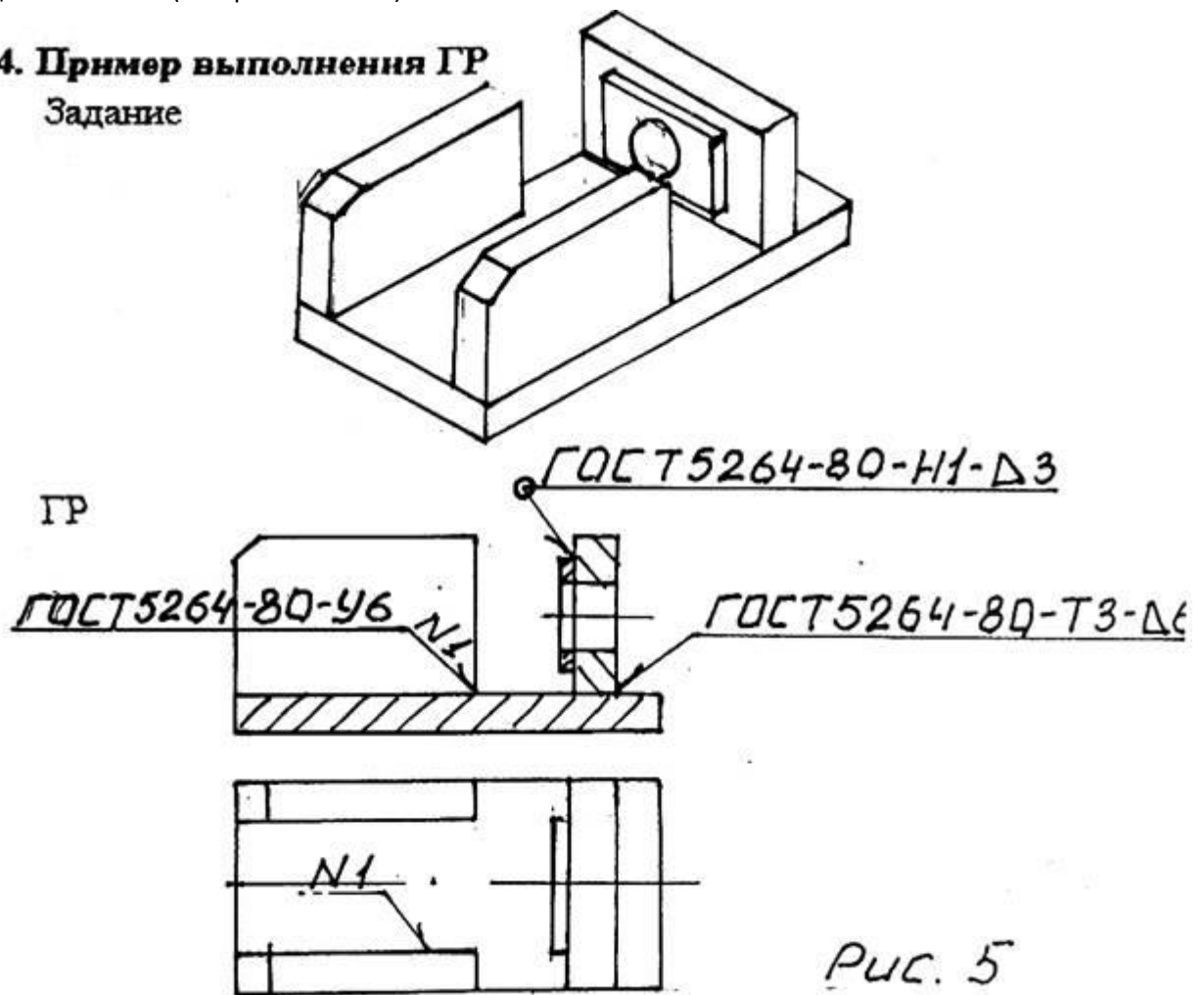
3.7. По таблице 2 выбрать вспомогательные знаки

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:**

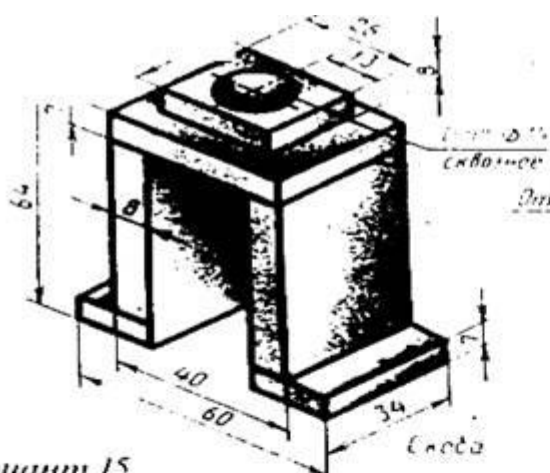
Основная

1. С.К. Боголюбов, А.В. Инженерная графика. – М, Машиностроение. 2000. с.207
2. С.К. Боголюбов. Индивидуальные задания по курсу черчения. – М, высшая школа.1994.
2. В.С. Левицкий, Машиностроительное черчение, М., Высшая школа, 1994, с.272

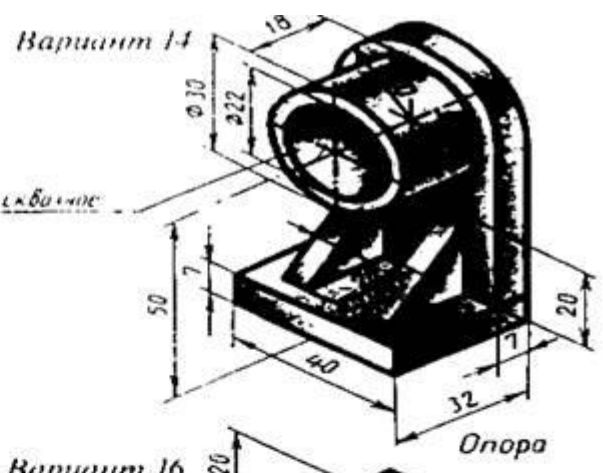
Дополнительная

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.
3. Г.Н. Попова, С.Ю.Алексеев. Машиностроительное черчение, справочник,  
Л.Машиностроение 1986, с. 159

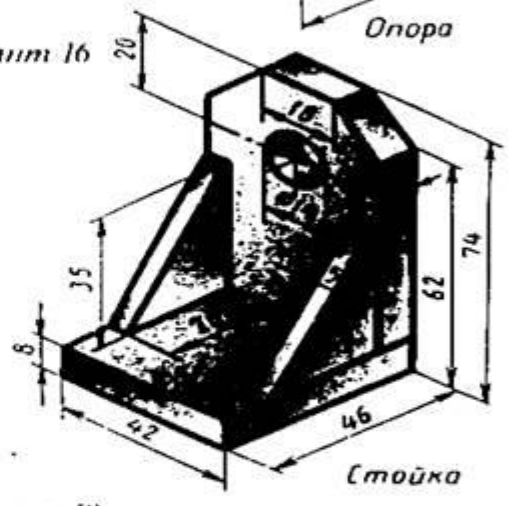
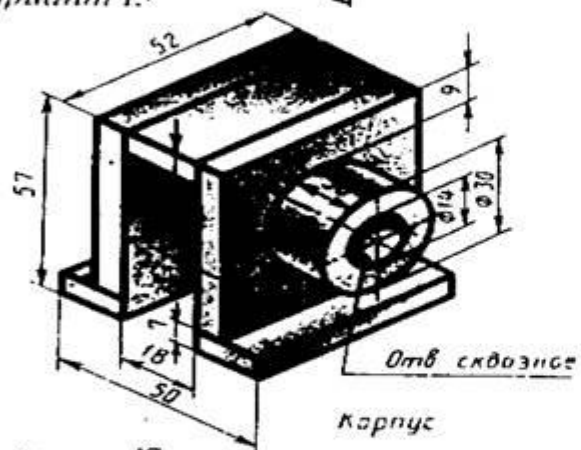




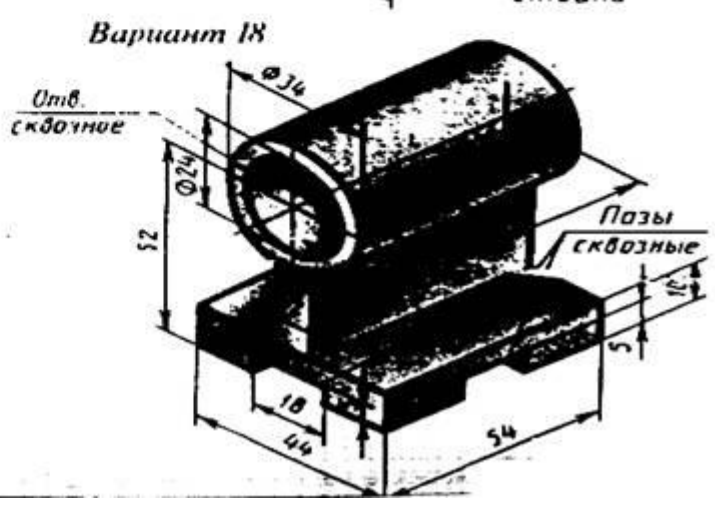
Вариант 15



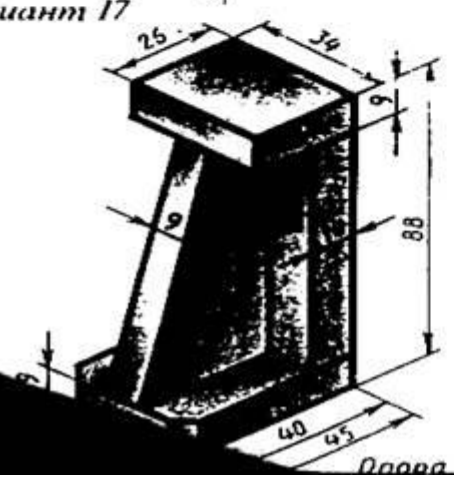
Вариант 16



Вариант 17



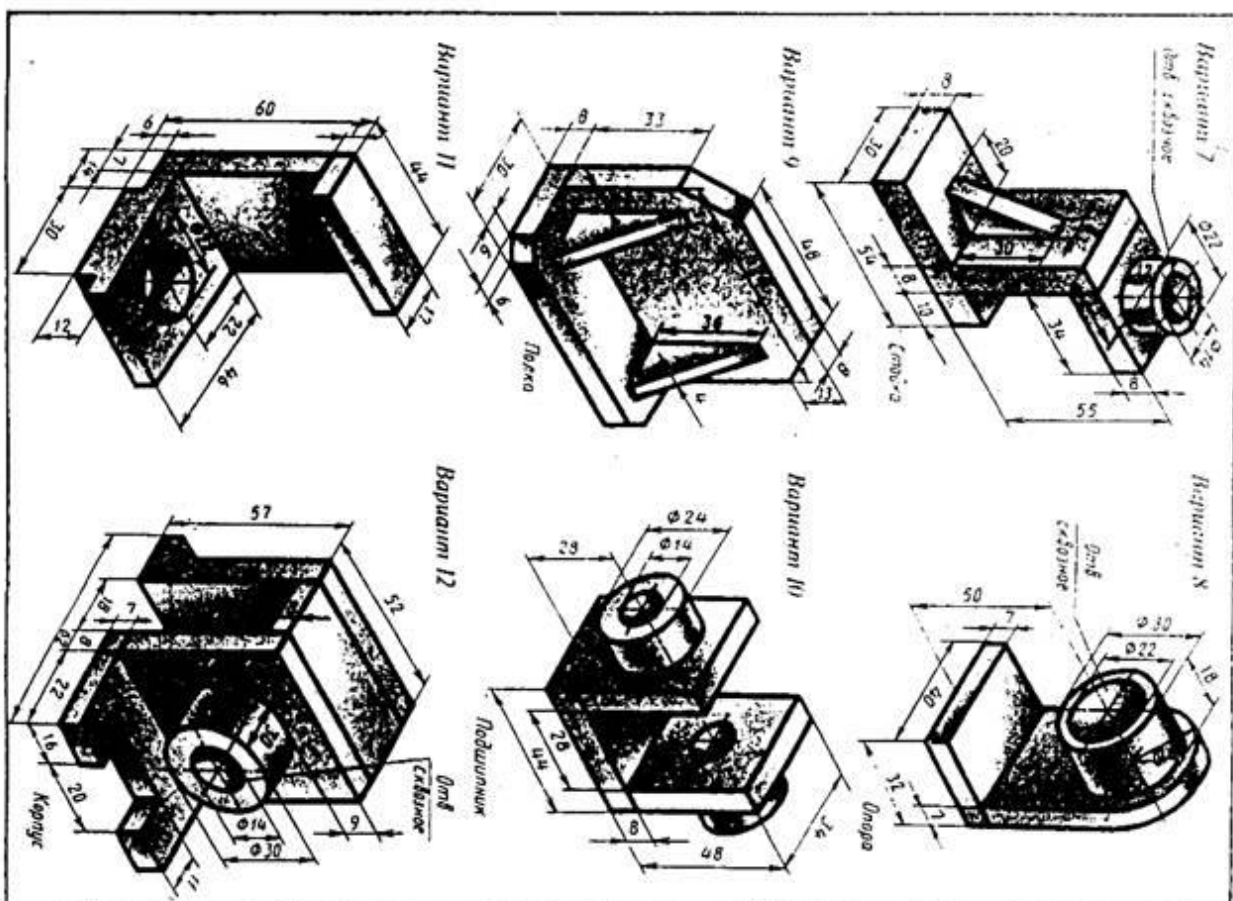
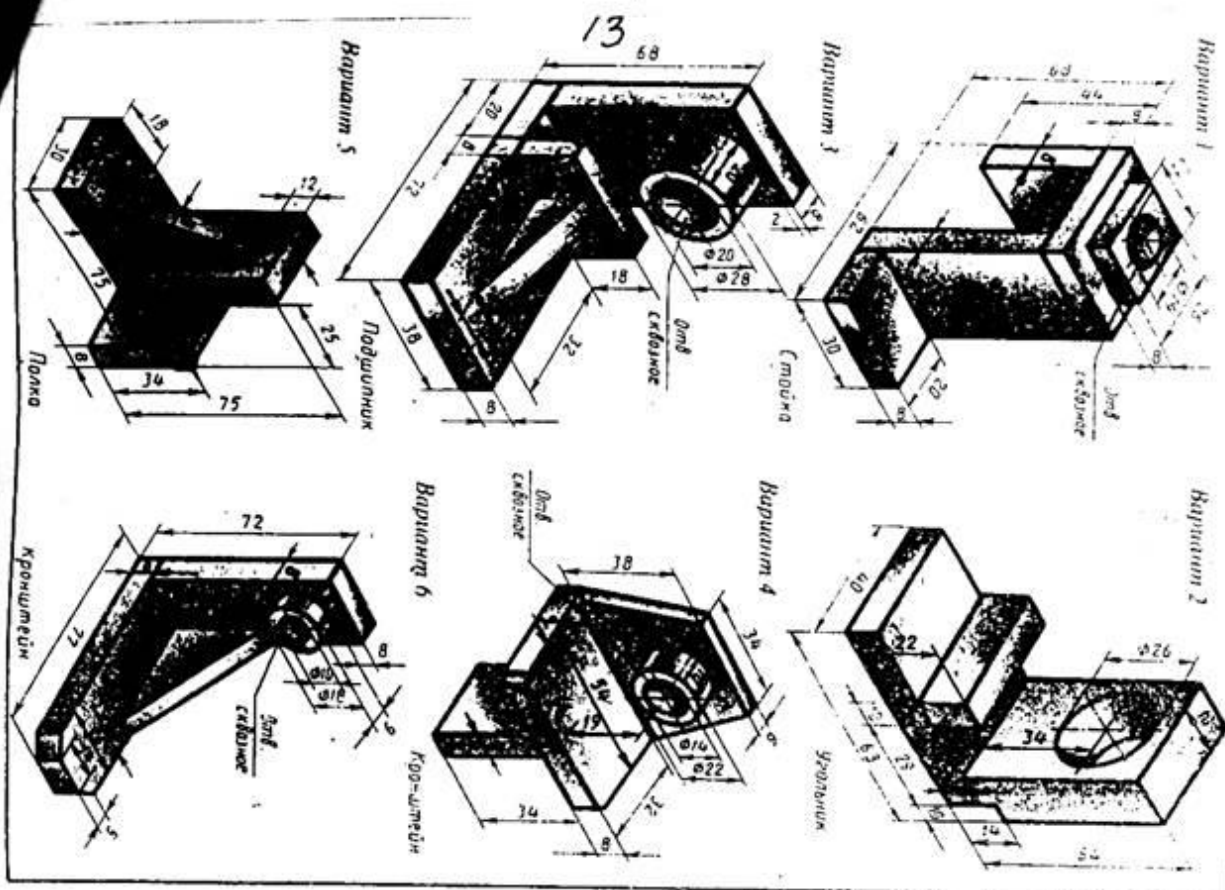
Вариант 18











## Практическая работа №13

Тема: Колесо зубчатое.

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 делительной 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

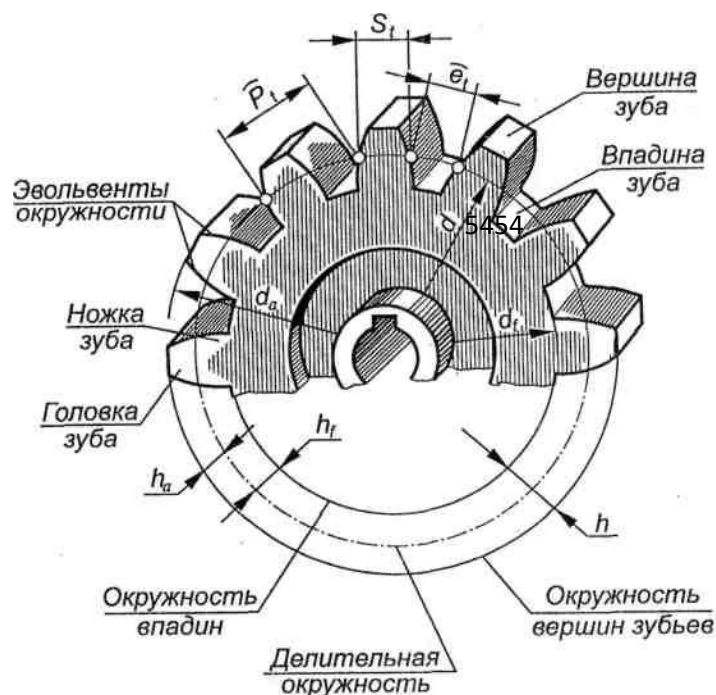




Рис. 1

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:

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

Делительная поверхность отделяет головку от ножки зуба.

*Головка зуба 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,

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

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

$$S_t = P_t / 2 = 0,57tm.$$

*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).

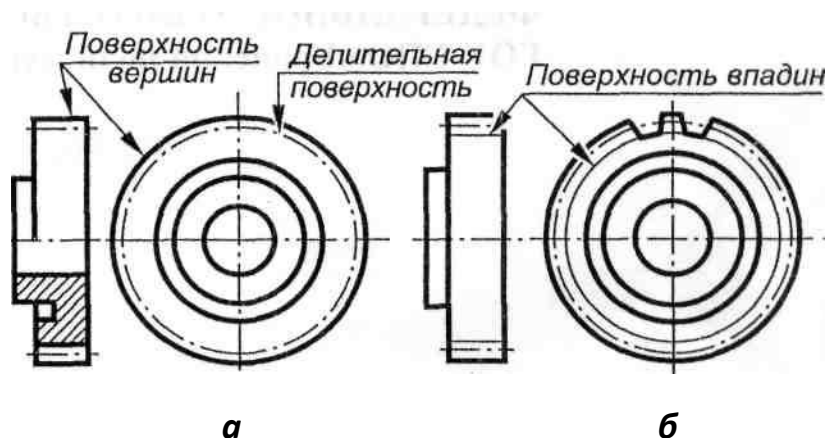


Рис. 2

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.

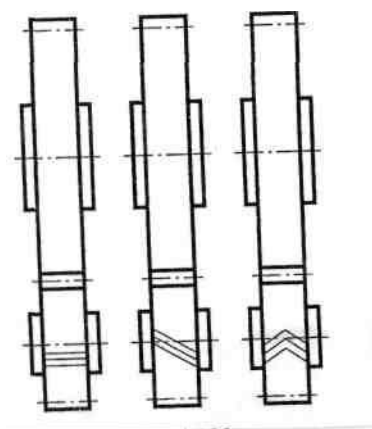


Рис. 3

и е	Модуль	$m$	(1)
	Число зубьев	$z$	(2)
	Угол наклона зуба	$\alpha$	(3)
	Направление линии зуба	—	(4)
	Нормальный исходный контур	—	(5)
	Коэффициент смещения	$x$	(6)
	Степень точности	—	(7)
	Данные для контроля взаимного положения разноименных профилей зубьев		(8)
	Делительный диаметр	$d_f$	(9)
	Прочие справочные данные	—	(10)
		10	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  $m_n$ , или торцевой модуль  $m_s$ .
2. Число зубьев  $z$ .
3. Угол наклона зуба ( $\alpha_d$  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  $\alpha_d$ , коэффициентом высоты головки  $f_0$ , коэффициентом радиального зазора  $c_0$  и радиусом закругления  $\Gamma$ ).
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-Ba 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 B и видом допуска на боковой зазор a.

Во второй части таблицы параметров приводят:

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

В третьей части таблицы параметров приводят:

9. Диаметр делительной окружности d.
10. 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  $d = ffl z$ . Диаметр поверхности

впадин зубьев  $d_f = ffl (z - 2,5)$ . Высота зуба  $k = 2,25m$  Высота головки зуба

$h_a = ffl$

Высота ножки зуба  $h_f^* 1,2'5ffl$ .

2.4 По полученным данным выполнить эскиз зубчатого колеса.  
Пример выполнения эскиза на рис.5.





## Графическая работа №14

### 1. Цель и содержание ГР

ГР№20 предусматривает 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 №20 выполняется ГР № 21, состоящая из сборочного чертежа и спецификации на всю сборочную единицу.

ГР № 20 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 ГР

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;
- резбомер для метрической резьбы;
- радиусомер

2.4. Чертежные принадлежности

2.5. Инструмент для разборки и сборки изделия

### 3. Безопасность труда при выполнении ГР

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 ГР

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

4.1. Получить сборочную единицу согласно индивидуальному 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)
- 4.6.1. Установить количество необходимых изображений (видов, разрезов, сечений) и их глазомерные масштабы.
- 4.6.2. Произвести планировку чертежа, учитывая количество изображений, их размеры, наличие проекционных связей, возможность простановки размеров. Оставить место для спецификации.
- 4.6.3. В глазомерном масштабе сплошными тонкими линиями выполнить эскиз сборочной единицы.
- 4.6.4. Выполнить на эскизе необходимые разрезы, сечения, выносные элементы, провести выносные и размерные линии. На чертеже сборочной единицы проставляют:
1. габаритные размеры (длина, высота, ширина изделия);
  2. установочные и присоединительные размеры, указывающие положение деталей в сборочной единице (например, расстояния между осями валов, посадку вала в отверстии, расстояния между осями, отверстия во фланцах для присоединения к другому изделию);
  3. эксплуатационные размеры (размеры отверстия для прохода жидкости или газа и т.п.)
- 4.6.5. Нанести штриховку в разрезах и сечениях, обвести контурные линии конструктивных составляющих сборочной единицы.
- 4.6.6. Пользуясь мерительным инструментом, произвести необходимые замеры изделия и проставить на эскизе размеры согласно ГОСТ 2.109-73
- 4.6.7. Проставить номера позиций.
- 4.6.8. Выполнить спецификацию (см. рис.1).



## 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 показывают 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;

1. размер шрифта номеров позиций на один два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на этом эскизе.

2.

### 3. 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. Лесков В.С. Машиностроительное черчение, М: "Высшая школа", 1994, с.317
3. С.К. Боголюбов, А.В. Воинов, Черчение, М.: "Машиностроение", 1984, с.240

## Графическая работа №15

**1. Тема:** «Детализировка сборочного чертежа»

**2. 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.

**3. Продолжительность:** для профессий НЭС и ПРО – 3 часа. Для профессий ТОМ, ДС и ЛП - 7часов 30 минут.

**4. Обеспечение работы:**

- 4.1. Чертеж общего вида со спецификацией на 10... 17 деталей.
- 4.2. Методические рекомендации по выполнению графической работы.
- 4.3. Плакаты «Сборочный чертеж», «Чертеж детали».

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

### 5.1. 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.

## 5.2.

### 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.

## 5.3.

### Выбор главного вида и количества изображений.

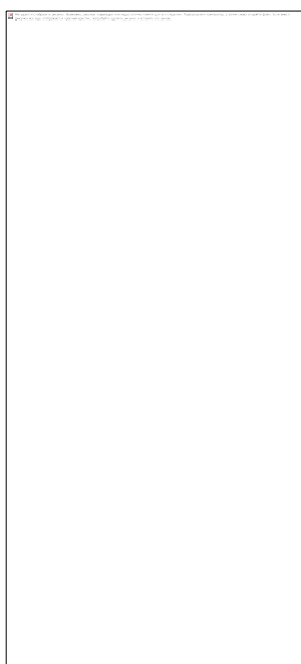
За главный вид принимают то изображение, которое дает наиболее полное представление о форме и размере детали. В качестве главного вида может быть:

- 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.



**Рис. 1**

Расположение на главном виде деталей:

а) удлиненной формы;

б) типа валов и втулок;

в) маховики, шкивы, зубчатые колеса

#### 5.4. 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.  $K = \frac{100}{30} \approx 3,33$ . 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	e6	H7

(поршень – цилиндр)		
Неподвижное прессовое соединение деталей (вал – внутреннее кольцо подшипника)	n6	H7
Неподвижное соединение деталей с зазором (буртик крышки – корпус)	e10	H10
Свободные размеры деталей*	h14; H14	

\* Эти отклонения проставляются ТУ над основной надписью.

### 5.7. 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

## 5.8.

## 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.

## **6. 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.

## **7. 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?

## **8. Домашнее задание**

Выполнение чертежей 3-х деталей и технического рисунка детали.

### **Список литературы**

#### **9. Список рекомендуемой литературы.**

##### **Основная:**

1. Единая система конструкторской документации. Основные положения. - М.: Изд. Стандартов. 1982. - 352 с.
2. С.К. Боголюбов Инженерная графика - М. : Машиностроение, 2000.-252 с.
3. С.К. Боголюбов Чтение и детализация сборочных чертежей Альбом.- М.: Машиностроение, 1996. -88с.

##### **Дополнительная**

1. Р.С.Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика –М.: Высшая школа; 2000.- 288с.
2. В.С.Левдикова Машиностроительное черчение, М.: Высшая школа 1994

## Графическая работа №16

**Тема: Кинематические схемы технологического оборудования.**

**Продолжительность: 4 часа**

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

**2.** Продолжительность 6 часов

**3.** Материальное и документальное обеспечение

3.1. Методическое пособие для выполнения работы

3.2. Планшеты, стенды

**4.** Общие и теоретические пособия по теме работы

4.1. 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.

При выполнении схем не соблюдаются масштабы, действительное расположение составных частей изделия может на схеме не учитываться, или учитываться приблизительно.

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

#### **4.2. Кинематическая принципиальная схема**

В таблице 1 приведены условные графические элементы машин и механизмов для принципиальных схем.

Кинематические схемы устанавливают состав механизмов и поясняют взаимодействие их элементов. Каждый элемент, изображенный на схеме условно, должен иметь свое обозначение: порядковый номер или буквенно-цифровое обозначение (рисунок 1)

## **5. Выполнение работы**

- 5.1. Получить задание у преподавателя
- 5.2. Вы чертить кинематическую схему изделия в тонких линиях
- 5.3. Проконсультироваться у преподавателя
- 5.4. Закончить выполнение схемы и оформление чертежа

## **6. Использованная литература:**

С.К. Боголюбов, А.В. Инженерная графика М.: "Машиностроение" 2000г. с. 252

## Практическая работа №17

**Тема.** Применение вспомогательных линий при выполнении чертежей.

Простановка размеров.

**Цель работы:** изучить приемы, упрощающие построения чертежа на компьютере.

**Продолжительность работы** 4 часа.

Эта тема является очень важной, так как большинство чертежей выполняются с применением вспомогательных линий, упрощающих их построение.

Рассмотрим их применение на примере чертежа «Втулка» (рисунок 1).

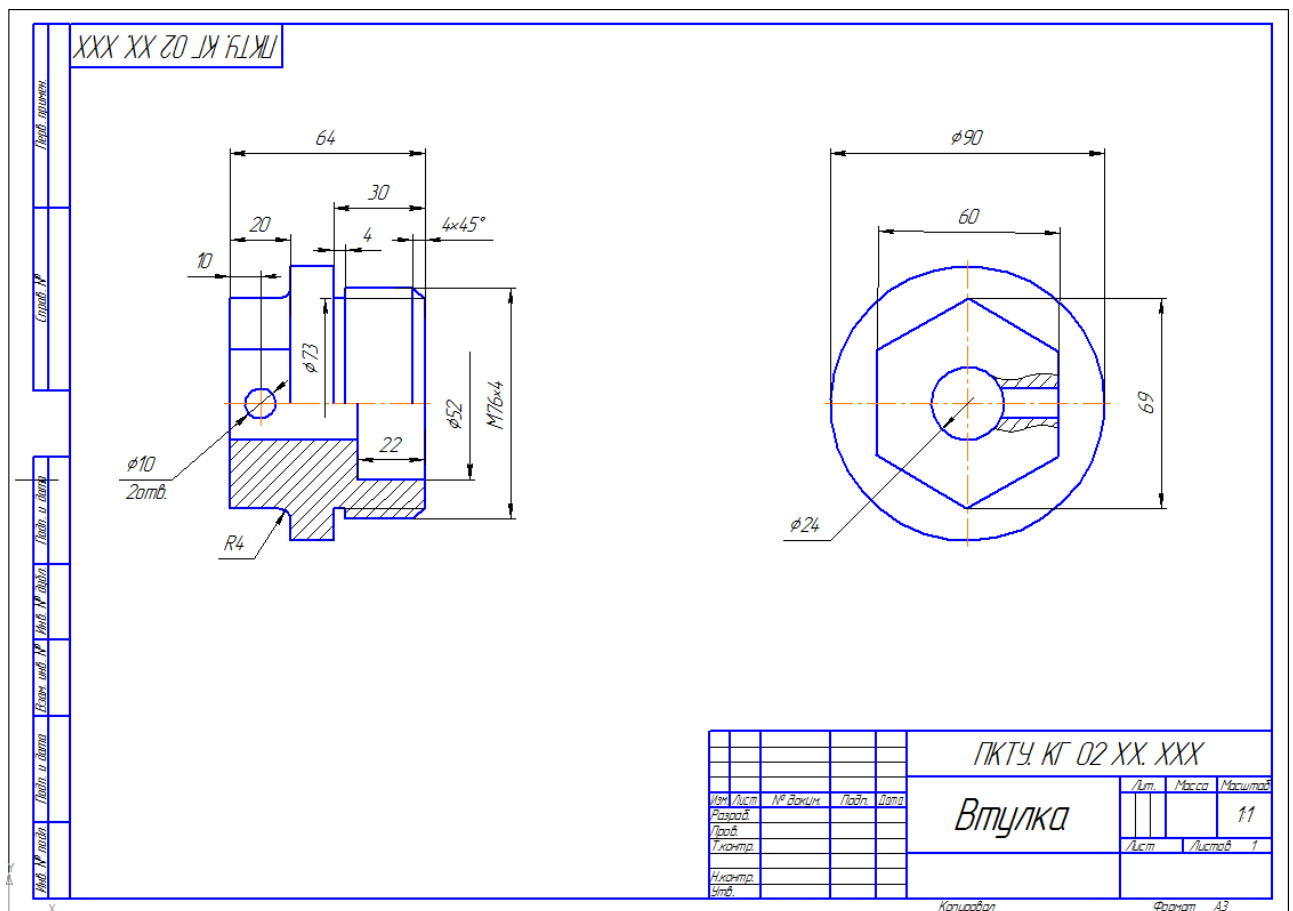


Рисунок 1





Открыть формат А3, заполнить основную надпись и сохранить.

Включить «Геометрия», «Горизонтальные вспомогательные линии» и провести линию посередине листа. Выполняется часть изображения вида «слева»:

1 проводится окружность диаметром 90 мм с осями;

2 проводится окружность диаметром 24 мм без осей;

3 строится шестиугольник по описанной окружности диаметром 69 мм

Для построения главного вида проводим горизонтальные вспомогательные горизонтальные линии, согласно построенного вида и чертежа и вертикальную линию по расположению левого края вида (рисунок 2).

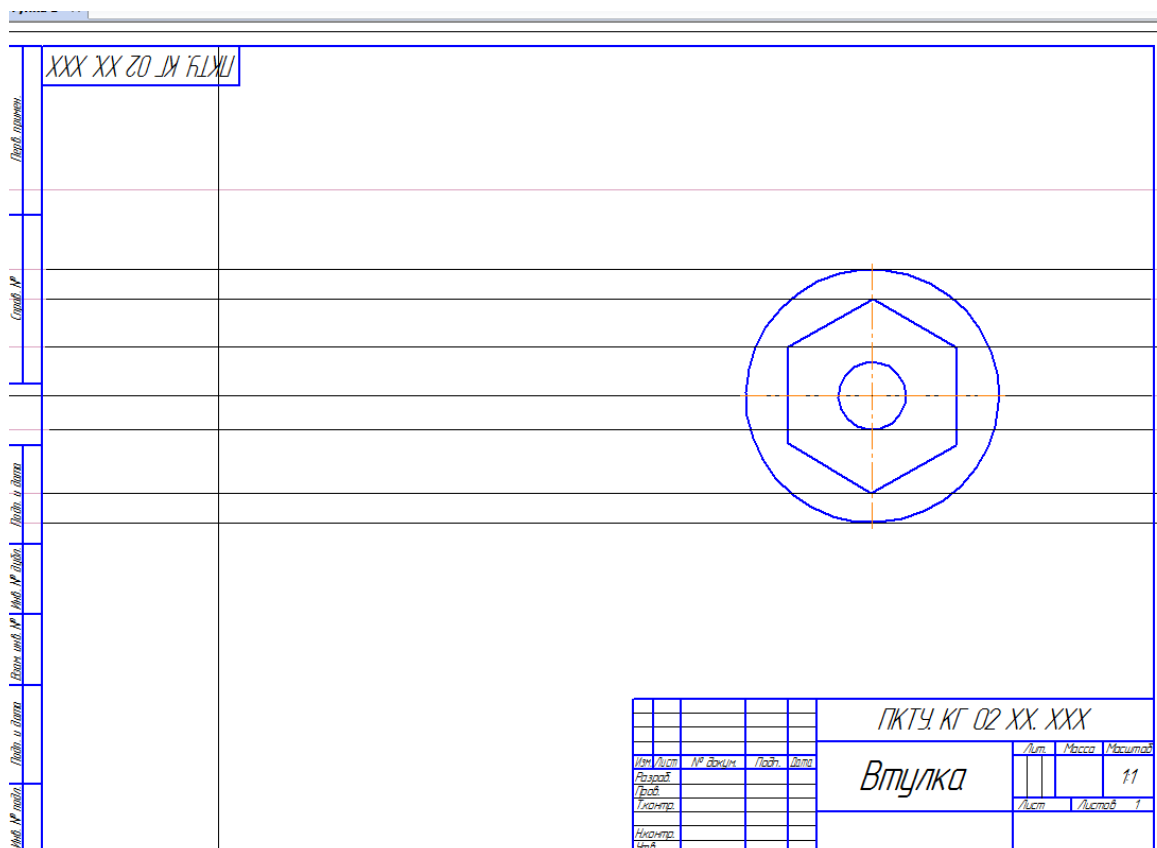


Рисунок 2




Включить «Вспомогательные параллельные линии» и провести линии параллельно первой на расстоянии 10,20 и 64 мм. Для этого необходимо каждый раз вновь включать кнопку . (Рисунок 3)



Рисунок 3.

Выбрав правую линию, проводим параллельно ей вспомогательные линии слева от нее на 4 и 30мм (рисунок 4).

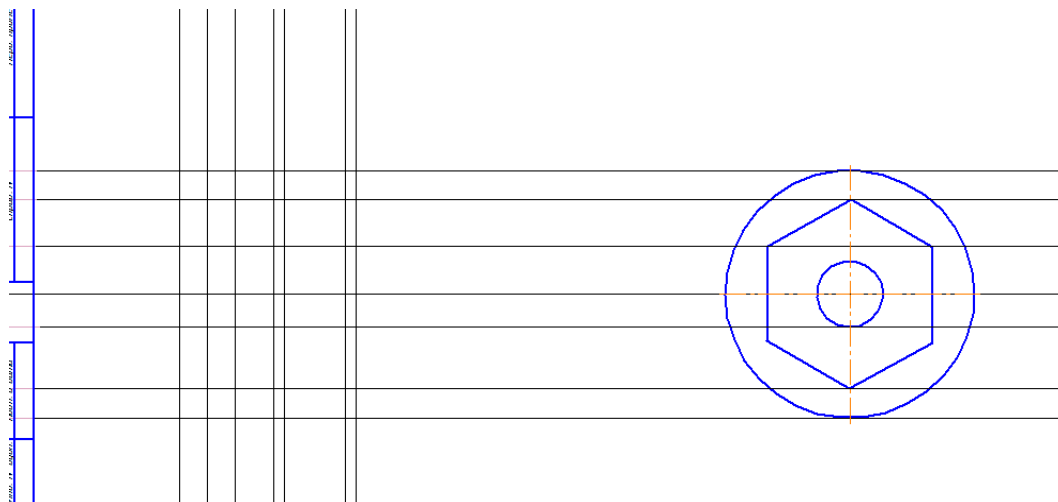



Рисунок 4.

Включаем кнопку «Непрерывный ввод объектов» , позволяющий не включать начало новой линии при каждом изменении ее направления и обводим контур в соответствии с видом слева и чертежом, затем

горизонтальную и вертикальную линии и окружность 10мм а также осевую линию вида (рисунок 5).

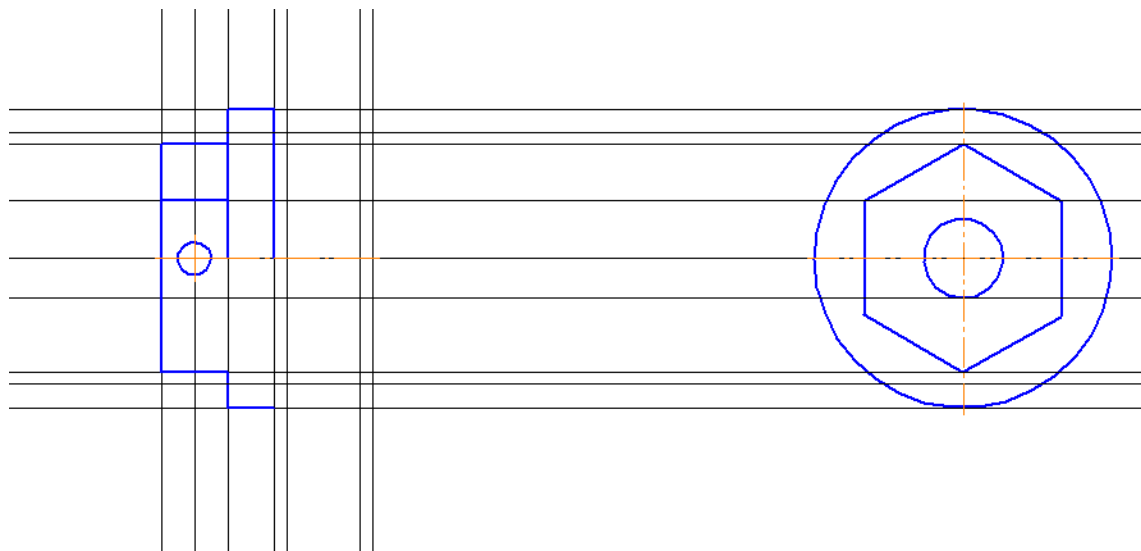
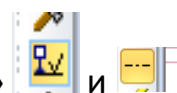



Рисунок 5.

Для проведения осевой линии включить кнопки «Обозначения»




и

«Осевые линии по двум точкам».

Провести вспомогательные параллельные линии для построения диаметра 76мм и включив «Непрерывный ввод объектов»  обвести правый контур вида и удалить все вспомогательные линии.

Для этого включить в главном меню «Редактирование», «Удалить», «Вспомогательные кривые и точки». «В текущем виде».

Построить фаски и скругления.

Включить обозначение фаски , указать длину 4мм, щелчки на горизонтальных и вертикальных линиях. Аналогично строятся скругления (рисунок 6).

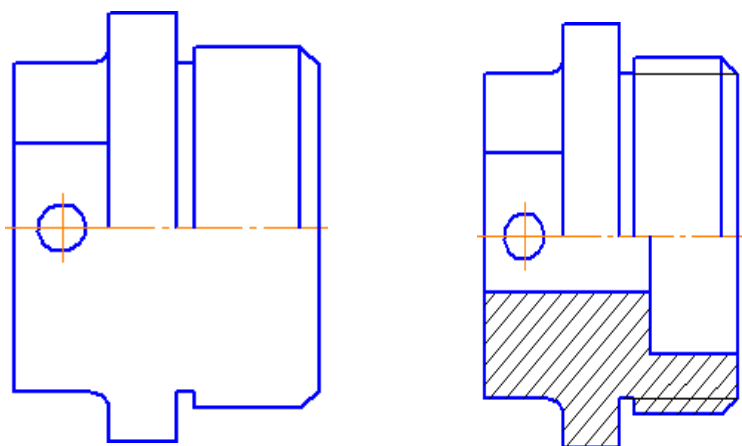



Рисунок 7.


Рисунок 6.

Тонкими линиями изображается резьба по дну канавки, с помощью вспомогательных линий строятся отверстия диаметром 55 и 24 мм согласно чертежа.

Для выполнения штриховки служит кнопка . После выполнения штриховки – «создать объект».

Штриховка может не получиться если между линиями контура имеется малейший зазор.

Отверстие диаметра 10мм на виде «слева» также строится с помощью вспомогательных линий.

Для выполнения местного разреза включаем , затем «Волнистая линия»

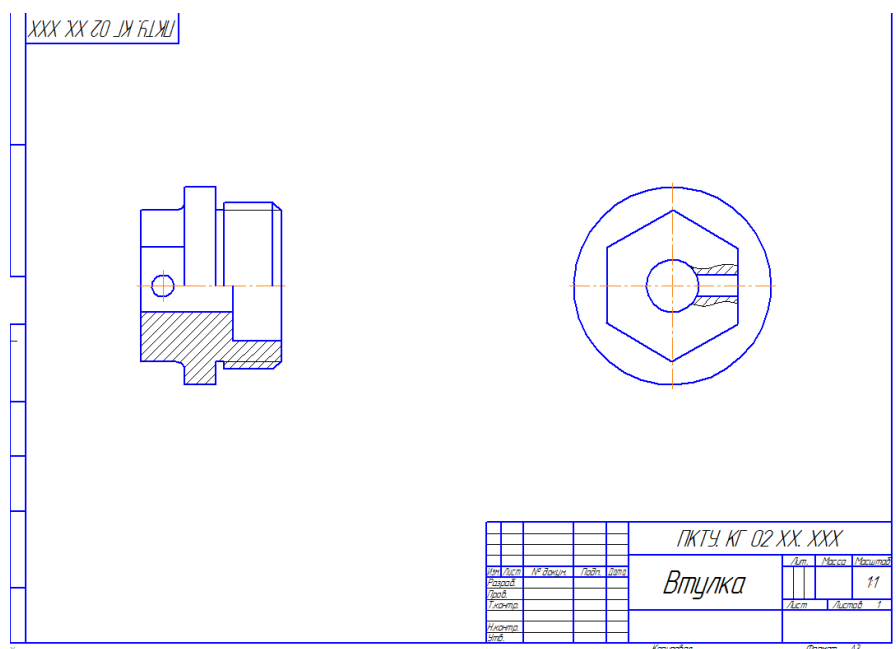



Рисунок 8.  
УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ НЕКОТОРЫХ РАЗМЕРОВ

При указании размеров диаметров 53 и 73 мм включить «Линейный с обрывом» . На панели свойств в окне «Текст»-ЛК. В новом окне включить знак диаметра , а в графе «Значение» величину, ОК. Выделить линию, от которой идет стрелка, и тянуть линию размера за осевую линию детали.

Указание резьбы: «Авторазамер», ЛК в окне панели свойств, включить «М», «Текст после», «Вставить», «Символ», найти знак умножения, ОК, 4.

Для диаметра 10мм: ЛК на окружности, ЛК в окне панели свойств, ЛК в графе «Текст под», «2отв.», ОК, на панели свойств-«Параметры», «На полке влево», установить удобно фантом, ЛК.

Для диаметра 24мм: кнопка «Окружность», «Размерная линия с обрывом», «Параметры», «На полке слева», ЛК

Для фаски: «Авторазамер», ЛК на параллельных линиях, ЛК в окне панели свойств, ЛК на 45°.

Литература:

КОМПАС-ГРАФИК5.X для Windows, Практическое руководство, части 1 и 2 1 июня 2002 года АО АСКОН;

В.В. Самсонов, Г.А. Красильников, Автоматизация конструкторских работ в среде КОМПАС-3D, Машиностроение 2009

## Практическая работа №15

**Тема:** выполнение прямоугольных проекций геометрических тел в программе КОМПАС.

**Цель работы:** формирование навыков упрощения работы при выполнении прямоугольных проекций на ПК.

**Продолжительность:** 2 часа.



**Материальное обеспечение работы:**

1. Персональные компьютеры
2. Индивидуальные задания
3. Методические материалы





**Общие положения при выполнении работы:**

Прямоугольные проекции встречаются во многих чертежах. Рассмотрим их выполнение на примере детали «Корпус» (рисунок 1).

Открыть формат А4, заполнить основную надпись и сохранить.

- Нажмите кнопку **Прямоугольник**  на инструментальной панели **Геометрия** .

После включения команды **Прямоугольник** в нижней части окна системы открывается **Панель свойств**. Отдельные элементы этой панели (поля, списки, опции, кнопки) позволяют определить свойства создаваемого объекта. Состав Панели свойств определяется типом создаваемого объекта. Посмотрите, какими свойствами может обладать прямоугольник в системе КОМПАС–График.

<input checked="" type="checkbox"/> <b>т1</b>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	Координаты первой вершины прямоугольника.
<input type="checkbox"/> <b>т2</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Координаты второй вершины прямоугольника.
<input type="checkbox"/> <b>Высота</b>	<input type="text"/>		Высота прямоугольника.
<input type="checkbox"/> <b>Ширина</b>	<input type="text"/>		Ширина прямоугольника.
<b>Угол</b>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="button" value="v"/>	Угол наклона.
<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 		Способ построения.
<b>Оси</b>	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	Наличие или отсутствие осей симметрии.
<b>Стиль</b>	<input type="text"/>	<input type="button" value="v"/>	Текущий стиль линии.

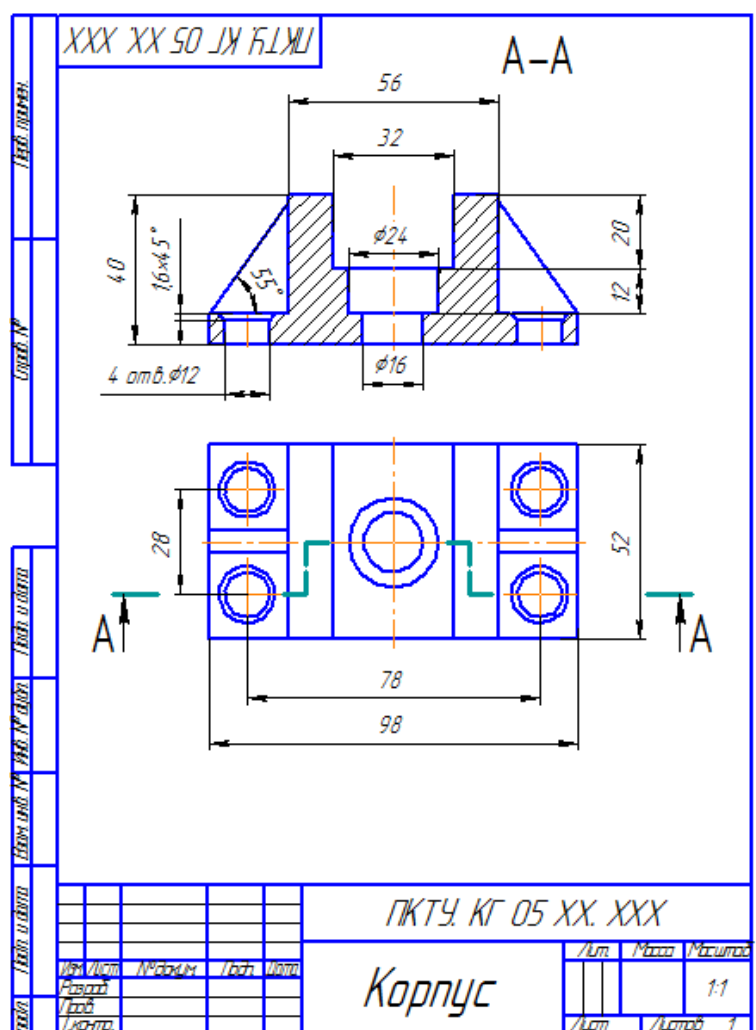


Рисунок 1.

Обратите внимание на поле **Высота** на Панели свойств — оно активно (выделено цветом).

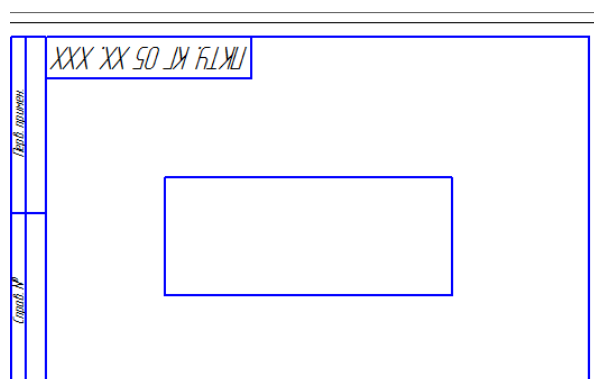
Введите с клавиатуры значение **40 мм**. Число попадет именно в поле



- **Высота** .

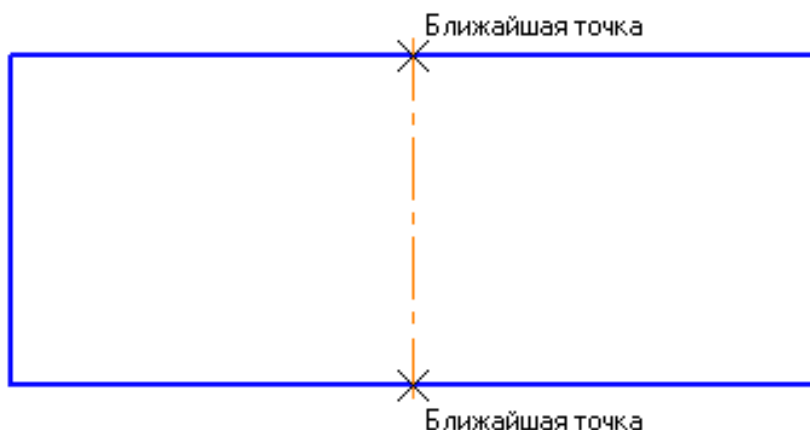
Теперь активным стало поле **Ширина**. Введите значение **98 мм**

- 


Выберете «на глаз» на поле чертежа точку расположения нижнего левого угла проекции главного вида-ЛК. Прямоугольник построен.

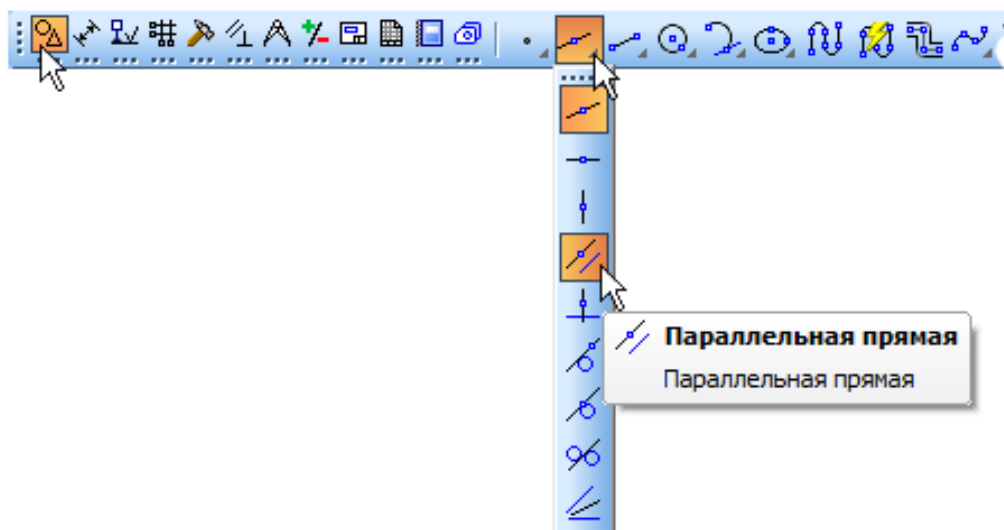



- Нажмите кнопку **Осевая линия по двум точкам**  на инструментальной панели **Обозначения** .
- С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите две средние точки горизонтальных отрезков. Для этого подведите курсор к середине верхнего отрезка. На экране отобразится название привязки, а в средней точке отрезка появится значок, свидетельствующий о срабатывании привязки. Нажмите **левую** кнопку мыши и точка, отмеченная значком, будет зафиксирована. Аналогично укажите среднюю точку нижнего отрезка.





- Нажмите кнопку **Параллельная прямая**  на Расширенной панели команд построения вспомогательных прямых.

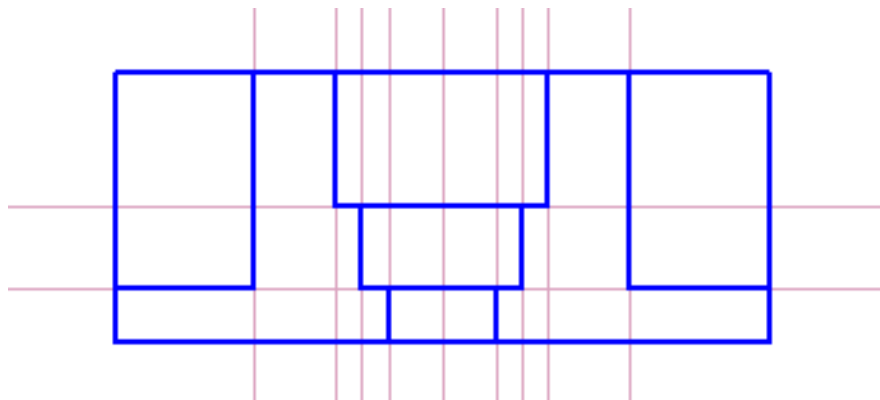


- Укажите курсором базовый объект — осевую линию в любой ее точке (курсор 1 на рисунке).
- Введите значение **16 мм** — расстояние от базового объекта до параллельной прямой. Значение попадет в поле **Расстояние**  на Панели свойств.
- Нажмите клавишу **<Enter>** для фиксации значения — система предлагает фантомы двух прямых, расположенных на заданном расстоянии по обе стороны от базового объекта

Так же набираются размеры 8, 12 и 26мм.

От верхней горизонтальной линии проводим параллельную на 20мм а от нее на 12мм.

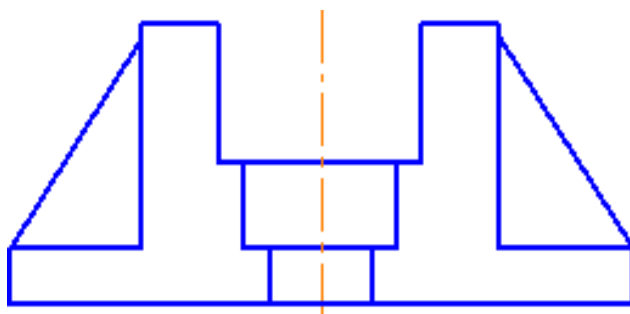
Включив «Непрерывный ввод объектов» обводим соответствующие контуры.



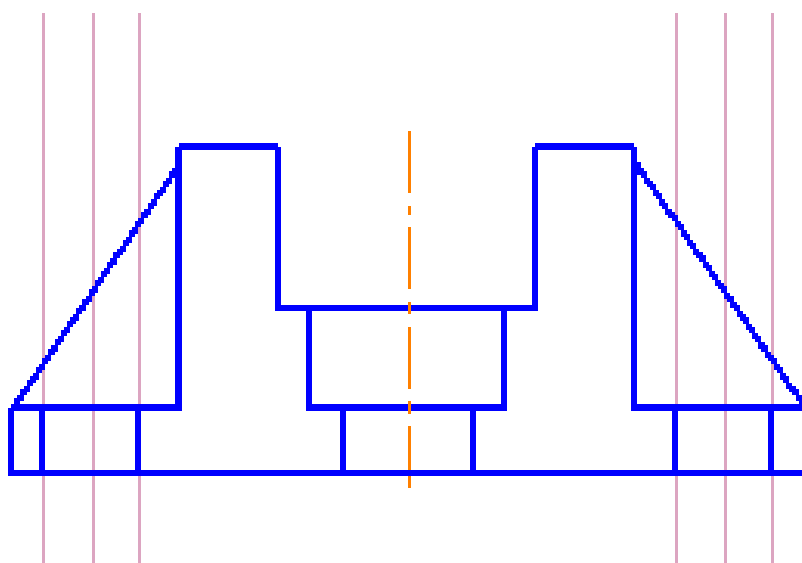
Включив «Редактор», «Удалить», удаляем вспомогательные линии.

Включив «Редактирование», «Усечь кривую» удаляем лишние линии.

Провести два отрезка: один под углом 55 другой под углом -55



Для изображения отверстий строим параллельные вспомогательные  
лДляДинии на расстоянии 39мм от осевой, а от них параллельные по 6 мм.



Выполняем фаски и штриховку и проводим вертикальные вспомогательные  
линии (рисунок 2).

Рисунок

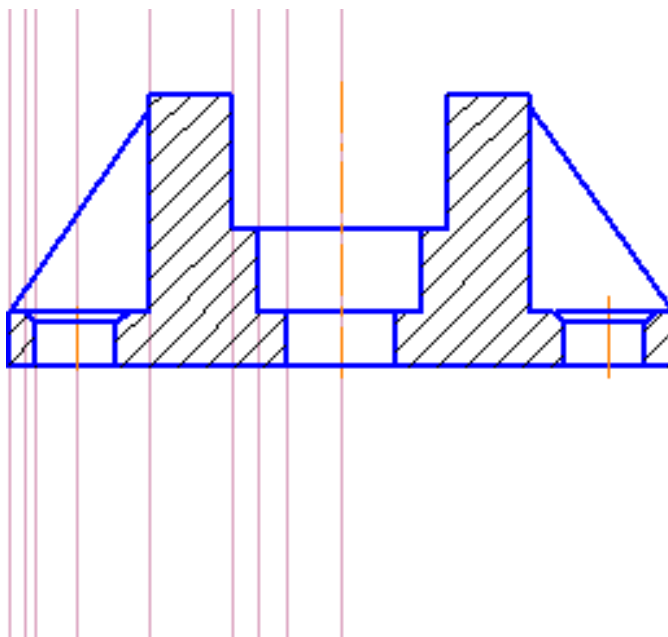
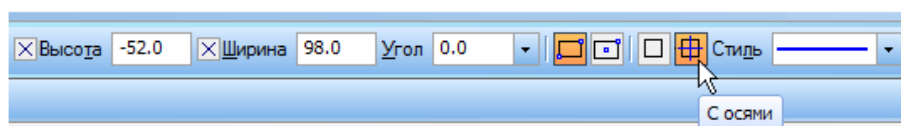
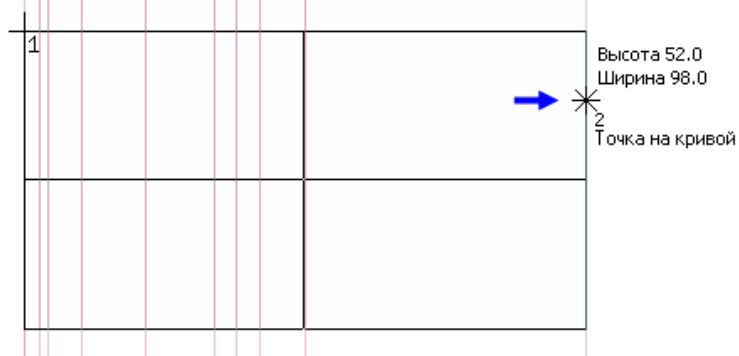
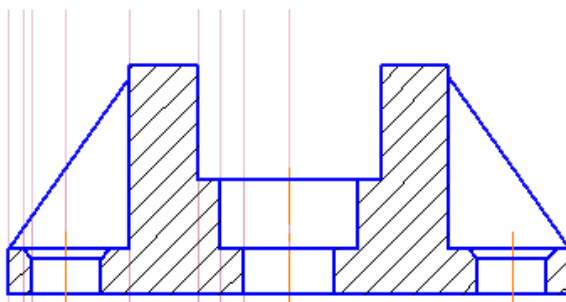


Рисунок 2.

- В поле **Высота** введите и зафиксируйте значение **-52 мм**.
- Прямоугольник нужно построить с осями симметрии — нажмите кнопку **С осями** в группе **Оси** на Панели свойств.

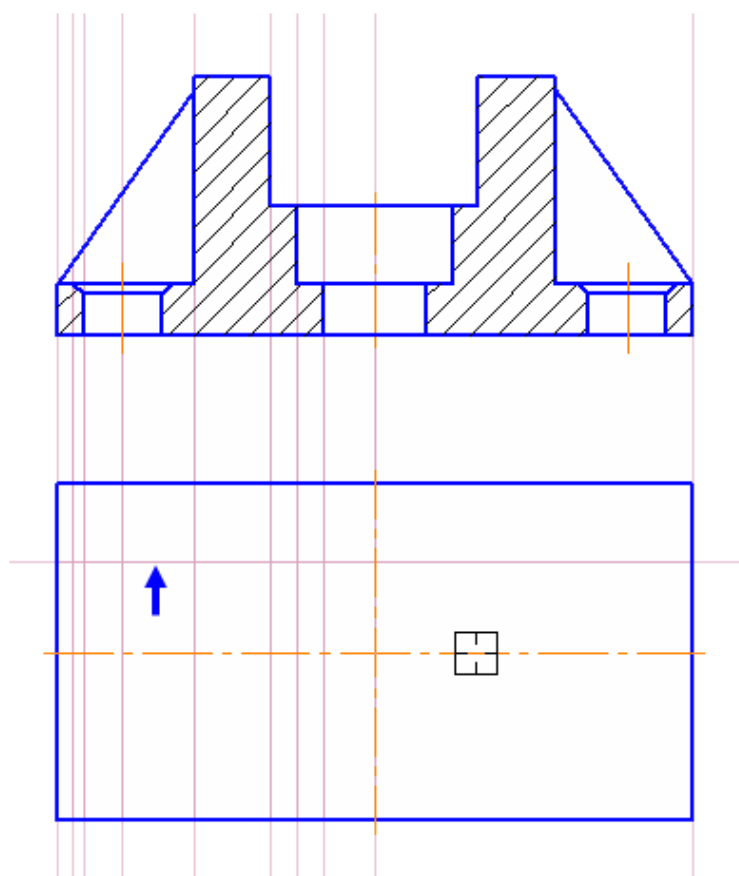





- Ширину прямоугольника можно задать с помощью мыши. Перемещайте курсор вправо до крайней правой вспомогательной прямой. После срабатывания привязки **Точка на кривой** зафиксируйте точку щелчком мыши.

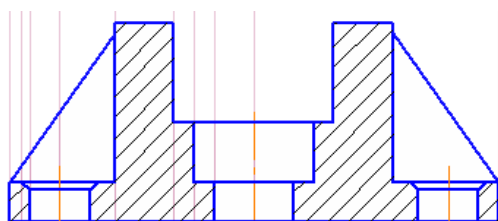


На виде сверху нужно построить несколько окружностей, которые соответствуют отверстиям и проточке.

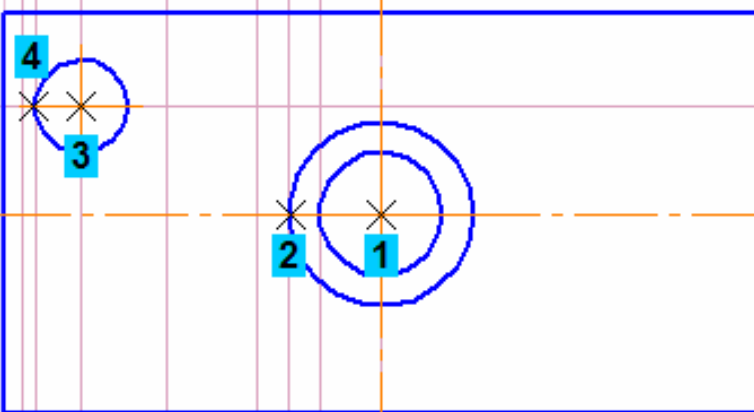
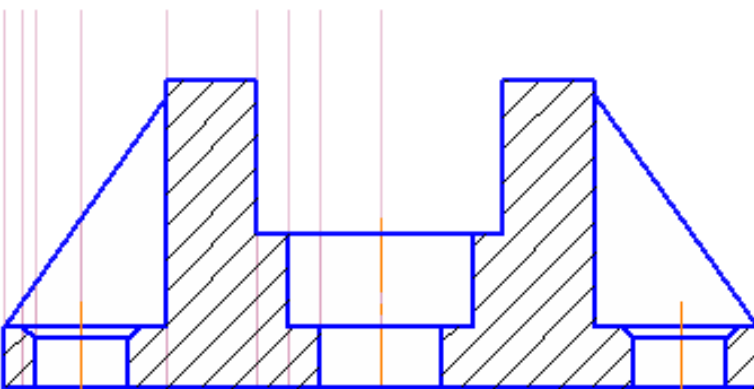
- Для точного размещения левого верхнего крепежного отверстия постройте вспомогательную прямую, параллельную горизонтальной оси прямоугольника на расстоянии **14** мм.



- Нажмите кнопку **Окружность**  на панели **Геометрия** .
- Для построения центрального отверстия укажите точку **1** (привязка **Ближайшая точка**) центра окружности.
- Поскольку оси симметрии на виде уже есть, нажмите кнопку **Без осей**  в группе **Оси** на Панели свойств.
- С помощью привязки **Пересечение** укажите точку **2**.

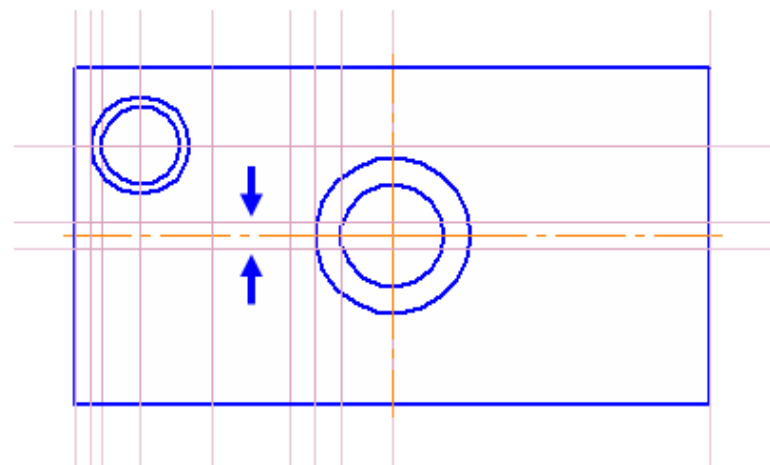




Для построения окружности проточки укажите точку **1** центра окружности и точку **2** на окружности.  
Для построения крепежного отверстия укажите точки **3** и **4**.

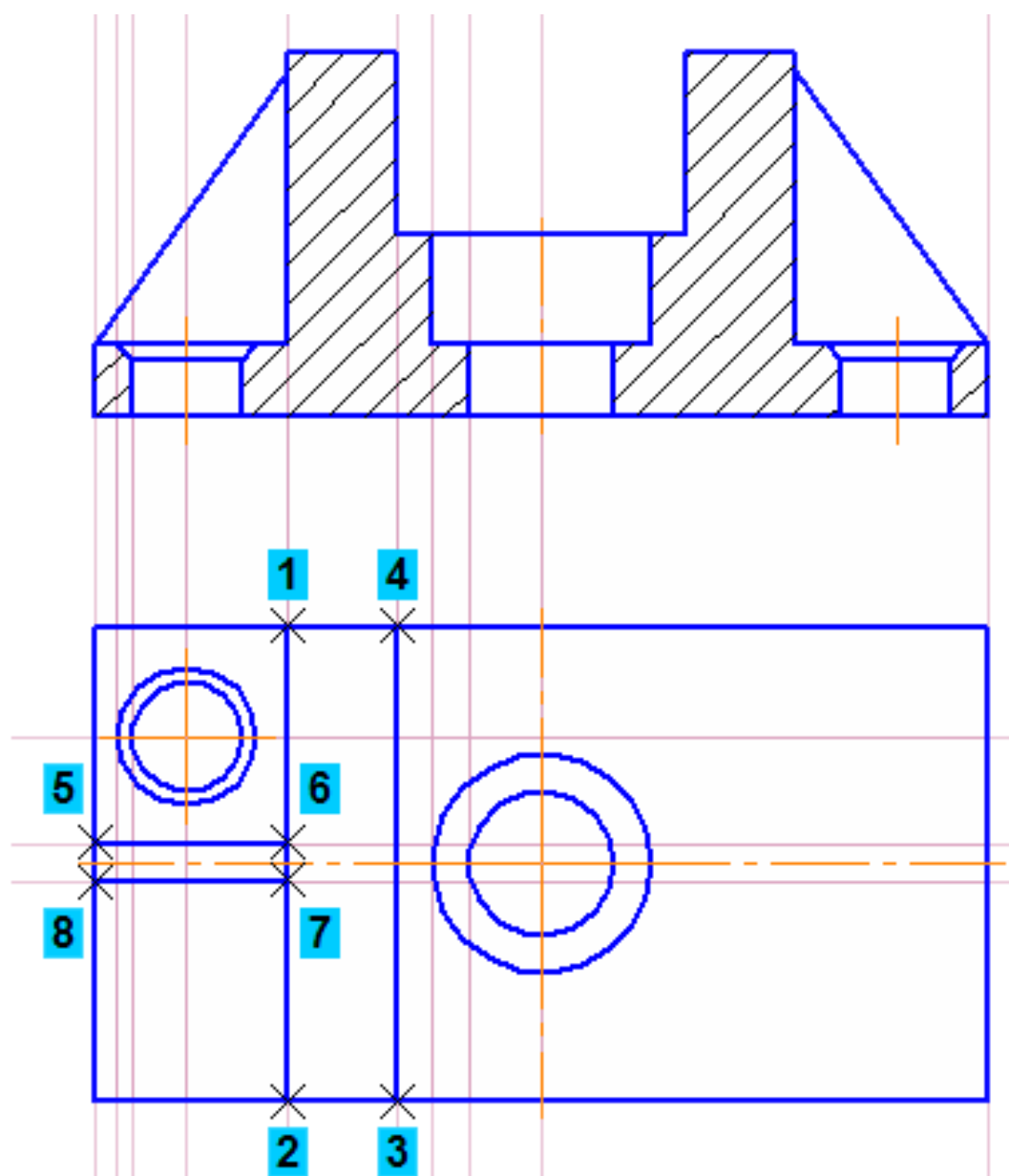


На виде сверху нужно построить несколько отрезков.

- Сначала постройте две вспомогательные прямые, параллельные горизонтальной оси прямоугольника на расстоянии **2 мм**. Они нужны для построения ребра жесткости.





- Нажмите кнопку **Отрезок**  на панели **Геометрия** .
- Постройте четыре отрезка: 1–2, 3–4, 5–6 и 7–8.

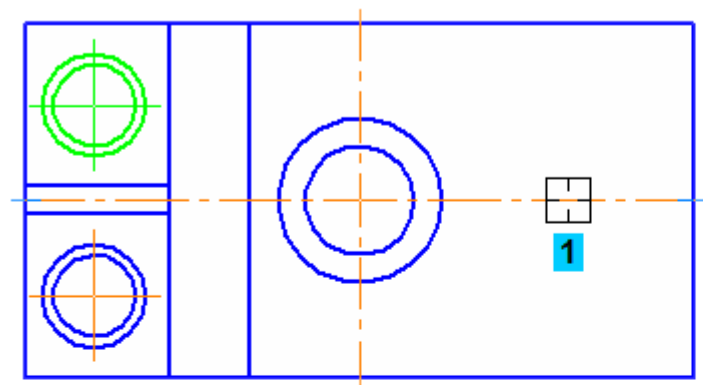



- Удалите вспомогательные построения.

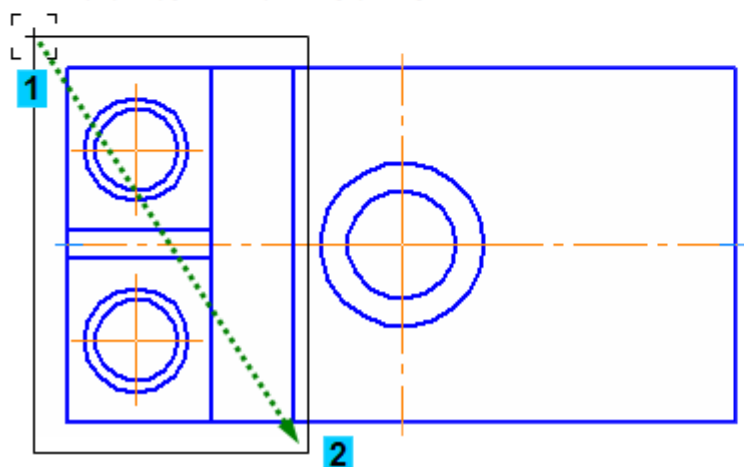
Следующий шаг — построение зеркальной копии крепежного отверстия относительно горизонтальной оси симметрии детали. Перед копированием исходные объекты нужно выделить. Отверстие состоит из нескольких элементов: двух окружностей и значка обозначения центра. Группу объектов удобно выделять рамкой.

- Прекратите выполнение текущей команды, если она активна .
- Поместите курсор в пустое место чертежа левее и выше отверстия (курсор **1**). Будьте внимательнее — внутри курсора не должно быть никаких объектов.
- Нажмите и не отпускайте **левую** кнопку мыши.
- Удерживая ее нажатой, перемещайте курсор вниз и вправо — система будет формировать рамку выделения. После того как рамка охватит отверстие, отпустите кнопку мыши (точка **2**).

- Нажмите кнопку **Выбор базового объекта**  на Панели специального управления.
- Укажите **горизонтальную** осевую линию — система построит симметричное отверстие.



- Нажмите кнопку **Прервать команду** .
- Сформируйте еще одну рамку выделения так, чтобы она захватила все объекты в левой части детали.



Строится правая часть изображения.

Осталось проставить размеры согласно чертежа.

Вопросы для самостоятельной работы.

1. Как построить прямоугольник для главного вида?
2. Как построить наклонные линии на главном виде?
3. Что дает применение вспомогательных линий при выполнении чертежа?
4. Как выполняется построение прямоугольника на виде сверху?



Литература:

1. КОМПАС-ГРАФИК 5.X для Windows, Практическое руководство, части 1 и 2 1 июня 2002 года АО АСКОН;
2. В.В. Самсонов, Г.А. Красильников, Автоматизация конструкторских работ в среде КОМПАС-3D, Машиностроение 2009
3. Раздел **Справка** в программе КОМПАС
4. Интернет-ресурсы: 1) [tehkd.com](http://tehkd.com), [youtube.com](http://youtube.com)  
2) 3d total  
3) [http://ermak.cs.nstu.ru/kg\\_rivs](http://ermak.cs.nstu.ru/kg_rivs)

## Практическая работа № 19

**Тема:** создание 3D моделей методом выдавливания в программе КОМПАС.

Цель работы: познакомиться с основными приемами построения объёмных моделей методом выдавливания.

Время на выполнение работы-2 часа.

Материальное обеспечение работы:

- 1.Персональные компьютеры
- 3.Методические материалы

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизированные конструктивные элементы. Основная задача, решаемая системой КОМПАС-3D- моделирование изделий с целью существенного сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство.

Компас -3D- это программа для работы в операционной системе Windows. Поэтому её окно содержит те же элементы управления, что и другие Windows- приложения, например, «Создать», «Открыть», «Сохранить файл» и т.д.

Для знакомства с интерфейсом системы достаточно открыть Азбуку Компас-3D: Справка/ Азбука Компас-3D/ Общие сведения / **Основные элементы интерфейса.**

В «Основных элементах интерфейса» рассматривается «Главное окно системы» со всеми присутствующими в нём элементами: заголовком, главным меню, строкой сообщений, стандартной, компактной панелью и т.д. Заголовок расположен в верхней части окна, в нём отображается название программы – Компас-3D, номер её версии (в данном случае – V15) и имя текущего документа. Главное меню расположено непосредственно под заголовком. В нём расположены все основные меню системы, в каждом из выпадающих меню хранятся связанные с ним команды.

Изучение графической системы удобнее всего начинать с построения несложной детали. Построим деталь «Пирамида», представленную на рис.2. по чертежу на рисунке 1.

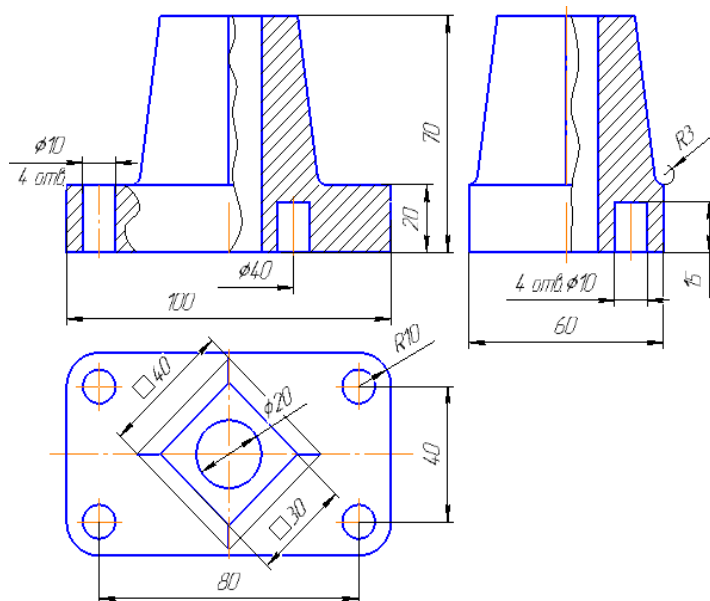


Рисунок 1

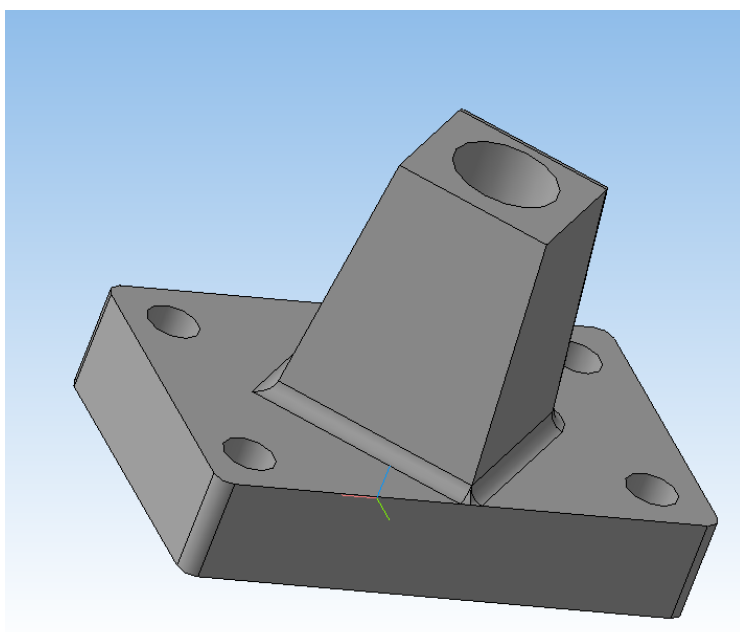


Рисунок 2.

Рис.1. Изображение пирамиды, электронную модель которой предстоит построить (рисунок 2).

Выбираем **Файл / Создать/ Деталь**. Сохраняем деталь под именем «Пирамида» (рисунок 3).

Основное место в главном окне занимает «Дерево модели», в котором мы сможем наблюдать результаты наших построений.

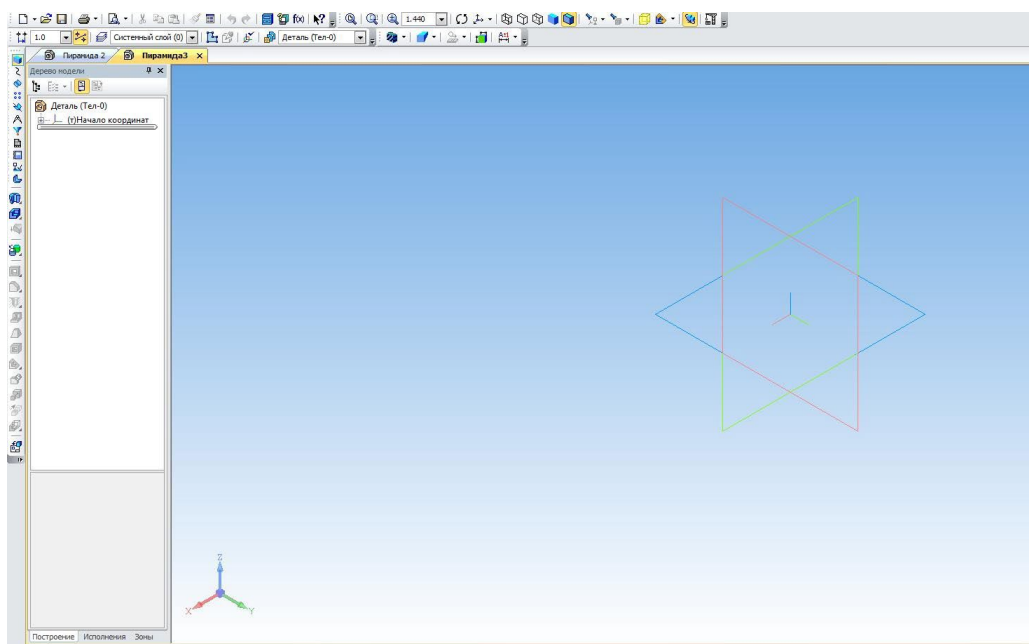


Рис.3



В «Стандартной панели» находятся кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами. На панели «Вид» расположенной непосредственно под «Стандартной панелью», находятся кнопки, которые позволяют изменять масштаб изображения модели, перемещать и вращать изображение, изменять форму представления модели (каркасное, полутонное изображение и т.п.).

Состав панели «Текущее состояние» определяется режимом работы системы. Например, в режимах работы с

чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д. «Компактная панель» состоит из «Панели переключения» и «Инструментальных панелей». Каждой кнопке на «Панели переключения» соответствует одноименная «Инструментальная панель», содержащая набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку.

При нажатии кнопки команды на «Инструментальной панели» и удержании её в нажатом состоянии рядом с кнопкой появляется «Расширенная панель», включающая в себя команды данной группы. Кнопки, позволяющие вызвать расширенную панель команд, отмечены маленьким черным треугольником в правом нижнем углу.

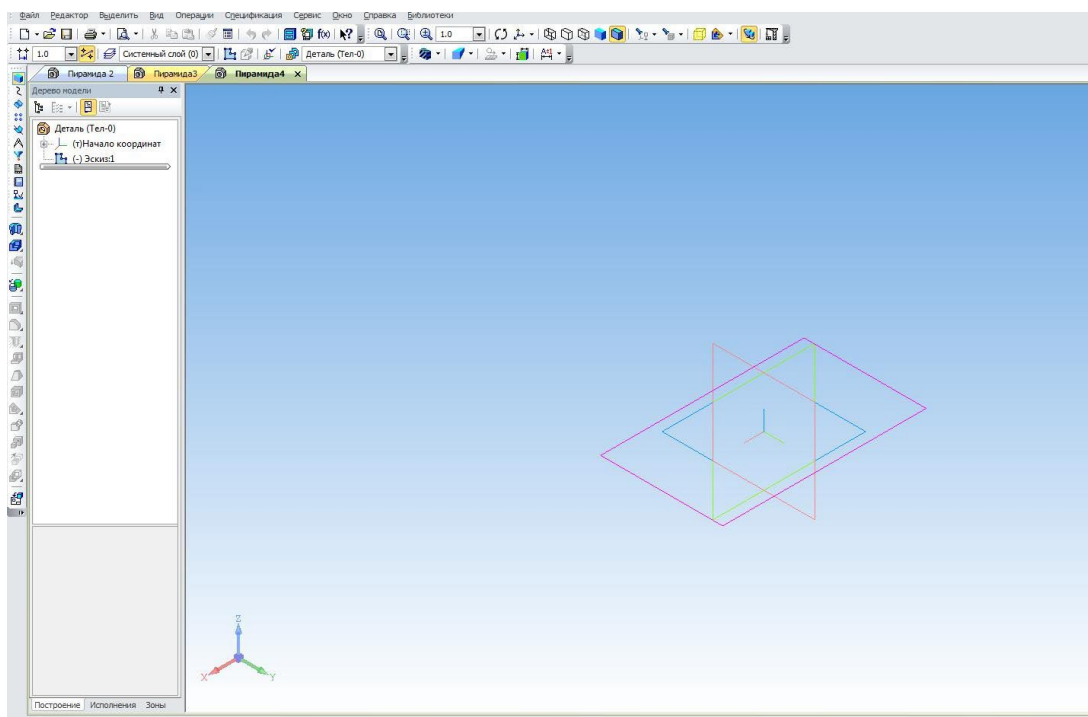


Рис.4.

Модель, которую предстоит построить (рис.2), целесообразно разделить на ряд простых фигур:

прямоугольная призма в основании (нижняя часть), четырёхугольная усечённая пирамида со сквозным цилиндрическим отверстием, четыре сквозных отверстия по углам основания, четыре глухих отверстия в нижней части модели, располагающиеся по окружности.

Для создания объёмных элементов в системе «Компас-3D» используется **перемещение плоских фигур в пространстве**. Плоская фигура, в результате перемещения которой образуется объёмное тело, называется **эскизом**, а само перемещение – **операцией**. Эскизы могут располагаться на одной из стандартных плоскостей проекций (горизонтальной, фронтальной или профильной) (рис.4), на плоской грани созданного ранее элемента или на вспомогательной плоскости. Эскизы создаются средствами плоского черчения и состоят из одного или нескольких контуров.

На панели «Дерево модели» при «щелчке» на квадрате с крестиком появляется подсказка расположения плоскостей проекций и координатных осей  $x$ ,  $y$  и  $z$ .

Основание модели будет располагаться на плоскости **XY**, выделяем эту плоскость левой кнопкой мыши (далее - **ЛМ**). В панели «Текущее состояние» **ЛМ** нажимаем кнопку построения эскиза.

Основание пирамиды представляет собой прямоугольник с размерами 60 x 100 мм.

Активируем инструментальную панель «Геометрия», выбираем иконку «Вспомогательная прямая»,

горизонтальная, проводим её через центр осей. Выбираем «Параллельная прямая», размер 30 мм, активируем 2 параллельные прямые к горизонтальной прямой. Проводим через центр осей вертикальную прямую, выбираем «Параллельная прямая», расстояние 50 мм и активируем 2-е вертикальные прямые.

Основной линией строим прямоугольник высотой 60 мм и шириной 100 мм. По окончании построения нажимаем кнопку «Stop» на панели специального управления. Завершив построение и редактирование эскиза, необходимо выйти из него, отжав соответствующую кнопку в панели «Текущее состояние» - «Эскиз» (Рис.4)

«Панель свойств» служит для управления процессом выполнения команды: задания размеров, указания центра, направления выдавливания, уклонов и т.д. На ней расположены одна или несколько вкладок и «Панель специального управления».

К построению эскизов в «Компас- 3D» предъявляется ряд требований: эскиз должен представлять собой замкнутый контур, выполненный сплошной основной линией. Внутри контура эскиза могут содержаться один или несколько замкнутых контуров. Эскизы могут располагаться на стандартных плоскостях проекций, на плоскостях ранее созданных элементов детали, а также на вспомогательных плоскостях, которые можно построить самостоятельно с помощью средств «Вспомогательной геометрии» (рис.3).



Контур в эскизе всегда строится стилем линии «Основная» (синие линии); контуры в эскизе не должны пересекаться и не должны иметь общих точек.

Строка сообщений располагается в нижней части программного окна. В ней появляются различные сообщения и запросы системы. Это может быть: краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор; сообщение о том, какие нужно вводить данные; краткая информация по текущему действию, выполняемому системой. Необходимо внимательно следить за состоянием «Строки сообщений». Это поможет правильно реагировать на запросы и сообщения системы и избежать ошибок при выполнении построений.

Построение трехмерной твердотельной модели заключается в последовательном выполнении операции объединения, вычитания и пересечения над простыми объемными элементами (призмами, цилиндрами, пирамидами, конусами и т.д.). Многократно выполняя эти простые операции над различными объемными элементами, можно построить самую сложную модель.

Высота основания пирамиды составляет 20 мм. Активизируем кнопку «Операция выдавливания», нажав **ЛМ** «Редактирование детали» на «Панели переключения».

В «Панели свойств» присутствуют четыре вкладки: «Параметры», «Тонкая стенка», «Результат», «Свойства» (рис.5). Во вкладке «Параметры» указывается контур (эскиз

1), в соответствии с которым деталь примет объёмную форму, направление построения (черной прозрачной стрелкой указано на модели), расстояние, на которое необходимо выдавить эскиз (указываем 20 мм), уклон и угол уклона. Во вкладке «Тонкая стенка» необходимо указать тип построения тонкой стенки. Выбираем «нет», подразумевая, что деталь сплошная (не полая), без тонких стенок.

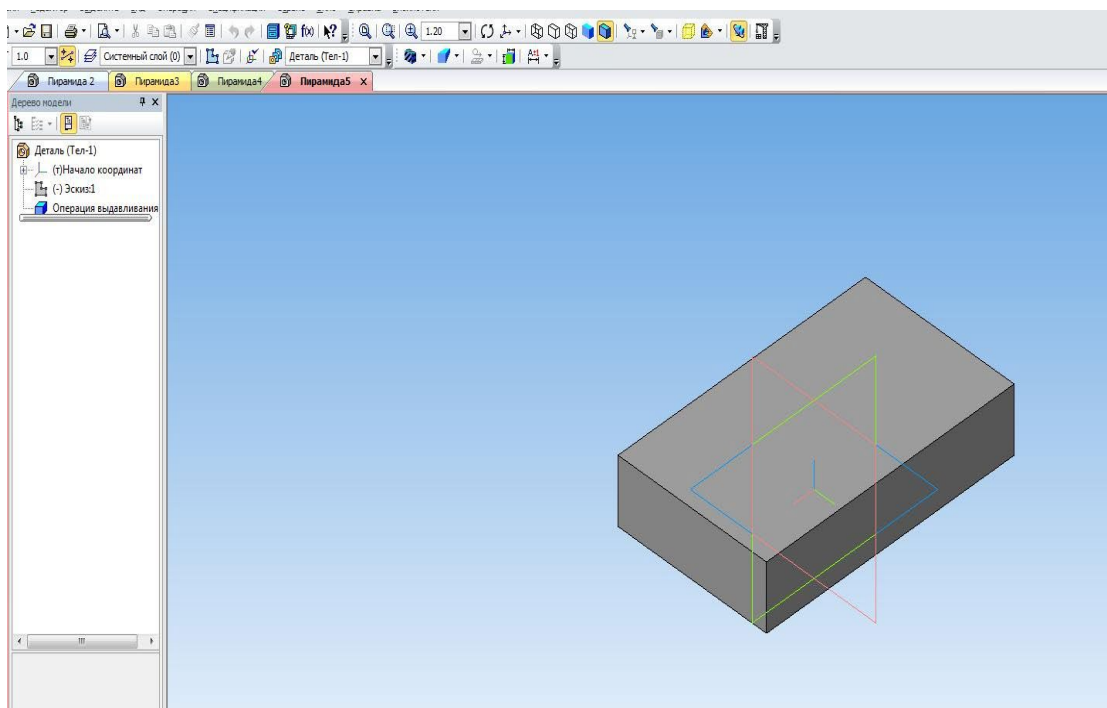


Рис.5. Редактирование параметров операции выдавливания

Во вкладке «Свойства» можно отредактировать цвет, прозрачность и др. оптические свойства элемента. По завершении редактирования нажимаем кнопку «Создать объект» (чёрная стрелочка), которую необходимо нажимать, завершая любую операцию. Прообраз будущего основания изображается в окне редактирования детали прозрачным параллелепипедом. Получившееся основание на рис.5.

В левой части программного окна располагается дерево модели. Дерево модели- это графическое представление набора объектов, составляющих модель (рис.5).

Корневой объект Древа – сама модель, т.е. деталь или сборка. Пиктограммы объектов автоматически возникают в Древе модели сразу после создания этих объектов в модели. В окне Древа отображается последовательность построения модели (слева).

Система КОМПАС-3D располагает разнообразными операциями для построения объемных элементов, четыре из которых считаются базовыми, располагаются на инструментальной панели редактирования детали.

Операция выдавливания – это выдавливание эскиза перпендикулярно его плоскости.

Операция вращения – это вращение эскиза вокруг оси, лежащей в его плоскости.

Кинематическая операция – это перемещение эскиза вдоль направляющей.

Операция по сечениям – это построение объемного элемента по нескольким эскизам (сечениям).

Для четырех базовых операций, добавляющих материал к модели, существуют аналогичные операции, вычитающие материал.

Операция может иметь дополнительные возможности (опции), которые позволяют изменять или уточнять правила

построения объёмного элемента. Например, если в операции выдавливания прямоугольника дополнительно задать величину и направление уклона, то вместо призмы будет построена усечённая пирамида.

Процесс создания трехмерной модели заключается в многократном добавлении или вычитании дополнительных объемов. Примерами вычитания объема из детали могут быть различные отверстия, проточки, канавки, пазы, а примерами добавления объема – бобышки, выступы, рёбра.

## **ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ**

Построив призматическое основание (параллелепипед), приступаем к созданию усечённой пирамиды. Для построения нижнего квадрата с размерами стороны 40 мм, плоскость рисования эскиза выбираем на верхней плоскости основания (рис.5) ЛМ – «Эскиз». Активизируем инструментальную панель «Геометрия», выбираем рисование многоугольника, располагая его так, как показано на рис.1.

На «Панели свойств» задаём: количество вершин -4, рисование многоугольника по вписанной окружности, диаметр которой 40 мм, угол наклона – 45.

Следует обращать внимание на указания «Строки сообщений» в нижней части окна, и вводить те данные, которые запрашиваются. Завершаем создание эскиза, отжав кнопку «Эскиз» на панели «Текущее состояние».

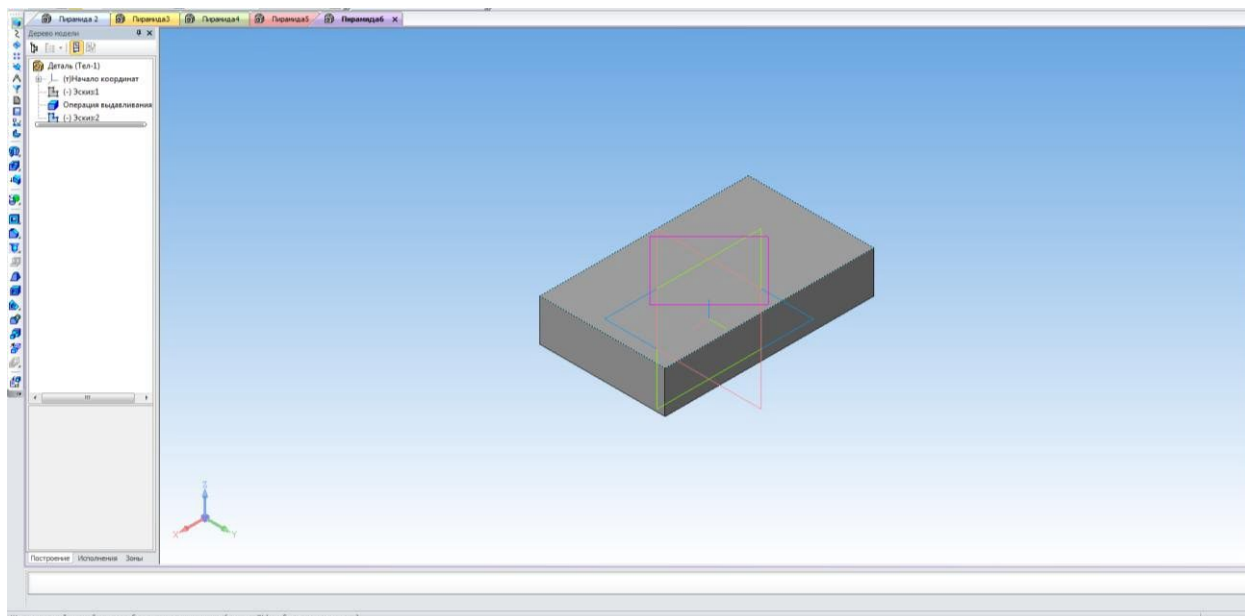


Рис.6.

Для построения верхнего квадрата пирамиды с размером стороны 30 мм, необходимо построить плоскость, параллельную основанию и отстоящую от его верхней плоскости на расстоянии 50 мм. Активизируя вкладку «Вспомогательная геометрия», выбираем «Смещенную плоскость».

В качестве базовой плоскости указываем верхнюю плоскость усеченной пирамиды. Построение смещенной плоскости завершаем нажатием кнопки «Создать объект» и «Стоп» (рис.6).

Эскиз квадрата с размером стороны 30 мм строим на смещенной плоскости таким же образом, как построили нижний квадрат – вызвав расширенную панель команд кнопкой «Многоугольник» или через главное меню: Инструменты / Геометрия / **Многоугольник**.

Параметры построения те же: построение многоугольника по вписанной окружности, диаметр окружности 30 мм, угол между катетом и осями X или Y 45.

Формирование твердотельной модели пирамиды выполняем «Операция выдавливания», «По сечениям». В список сечений вносим эскизы верхнего и нижнего (2 и 3) оснований пирамиды, выбрав их в «Дереве модели». По команде «Создать объект» получается пирамида на рис 7.

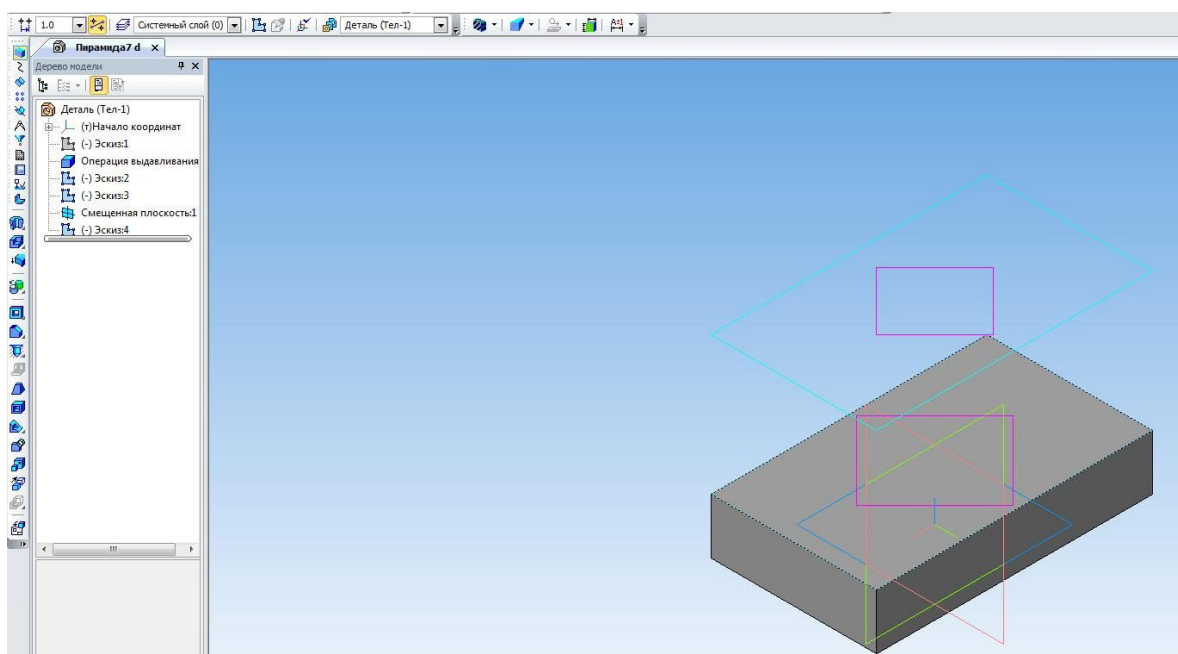


Рис.7.

Во вкладке «Тонкая стенка» выбираем «нет» тонкой стенки.

Круглое отверстие диаметром 20 мм и 4 отверстия диаметром 10 мм выполняем на плоскости, так как они – сквозные. Выбираем направление выдавливания эскиза, глубина выреза – «Через всё», проверяем тип построения тонкой стенки в соответствующей вкладке – «нет» тонкой

стенки. Завершаем операцию нажатием кнопок «Создать объект». Рис.8.

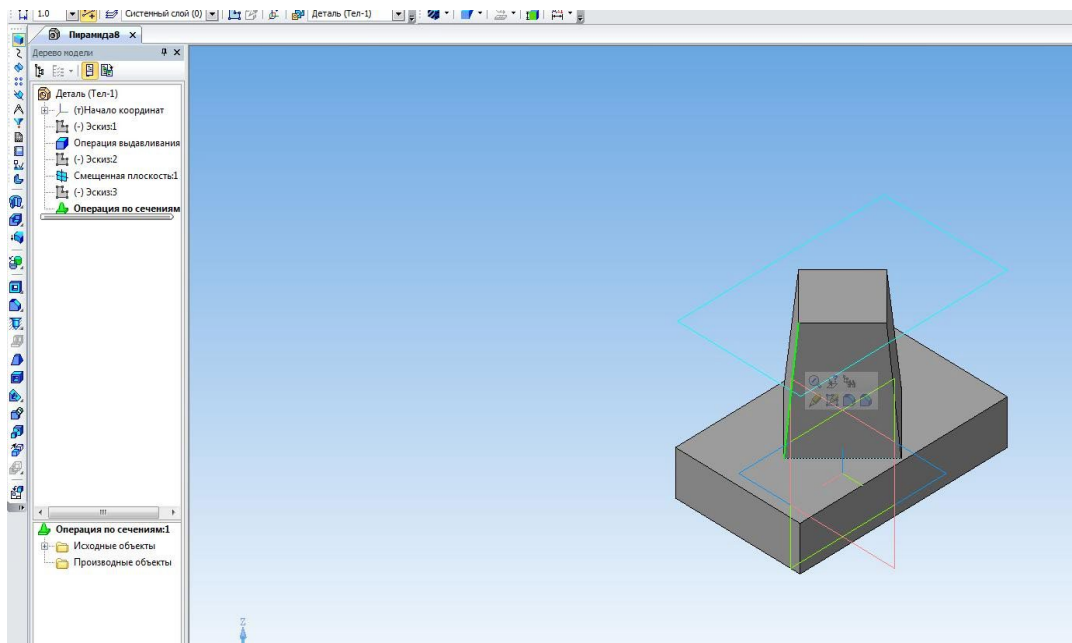


Рис.8.

При построении в эскизе, отверстий диаметром 10 мм, целесообразно использовать «Вспомогательные прямые». Вспомогательные прямые можно вызвать, активировав панель «Геометрия» через главное меню: Инструменты / Геометрия / Вспомогательные прямые / **Вертикальная прямая** / Горизонтальная прямая / Параллельная прямая.

Для второго способа построения сквозных отверстий в прямоугольном основании, выбираем плоскость рисования эскиза на верхней или нижней плоскости. Окружность диаметром 10 мм можно нарисовать, строго не придерживаясь его точного местоположения, приблизительно ближе к углу основания. Указать точное местоположение объектов с помощью возможностей параметрического черчения.

Открываем вкладку «Размеры», выбираем «Линейный размер» или «Автора размер». Задаём расстояние от центра детали до центра отверстия (точки отмечены на рисунке черными стрелками) в горизонтальном и вертикальном направлении. В «Панели свойств» указываем соответственно горизонтальный или вертикальный тип задания линейного размера. Согласно чертежу, отверстие в основании располагается на расстоянии 40 мм в продольном и 20 мм в поперечном направлении от центра. В строке «Выражение» задаём точное значение размера.

Для того, чтобы размножить одинаковые объекты, в Компас-3D предусмотрена операция создания массива. Массив можно создать в эскизе для ряда геометрических элементов. При создании эскиза: активизировав инструментальную панель «Редактирование» (кнопка с изображением молоточка обведена на левой части рисунка) или открыв выпадающее меню стандартной панели: Редактор / Копия / **По окружности (По сетке и др.)**.

Сформировав эскиз, вырезаем сквозное отверстие в основании способом выдавливания.

В трёхмерной модели также, как в эскизе, можно размножить построенный элемент детали нужное число раз по требуемой траектории. Копировать созданные трехмерные элементы можно активизировав инструментальную панель или из выпадающего меню стандартной панели: Операции / Массив элементов / **По сетке (По concentрической сетке и др.)**.



Отверстия в основании расположены по прямолинейной сетке. Практически все действия по указанию количеству элементов, шагу между ними, направлению и т.д. отображаются на экране прозрачными прообразами объектов, поэтому возможные ошибки в указании параметров можно сразу исправить.

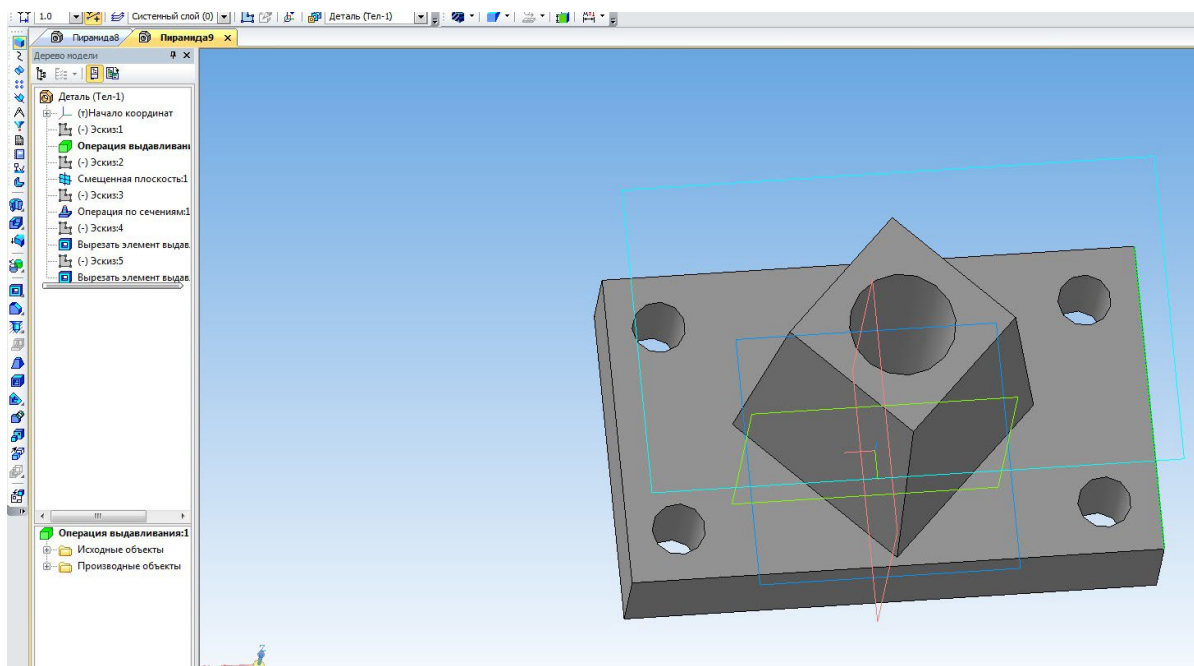


Рис.9.

Для создания глухих отверстий в нижней плоскости основания выбираем плоскость эскиза, рисуем окружность диаметром 10 мм, вырезаем отверстие на глубину 15 мм, копируем отверстия «по концентрической сетке».

При копировании по концентрической сетке необходимо указать объекты, которые необходимо размножить, их количество, ось, вокруг которой будет формироваться массив, направление (кольцевое или радиальное), шаг, ориентацию

объекта при формировании массива (разворачивать радиально или сохранять исходное положение).

Чтобы построить ось, необходимо активизировать инструментальную панель «Вспомогательная геометрия» или из главного меню: **Операции / Ось / Конической поверхности**. Для данного примера, где уже имеется сквозное цилиндрическое отверстие, удобнее всего ось, вокруг которой должны копироваться элементы, построить как «ось цилиндрической или конической поверхности» из выпадающего меню построения вспомогательных осей. Операция создания массива и выбора оси цилиндрического отверстия достаточно часто встречается при построении деталей общемашиностроительного применения.

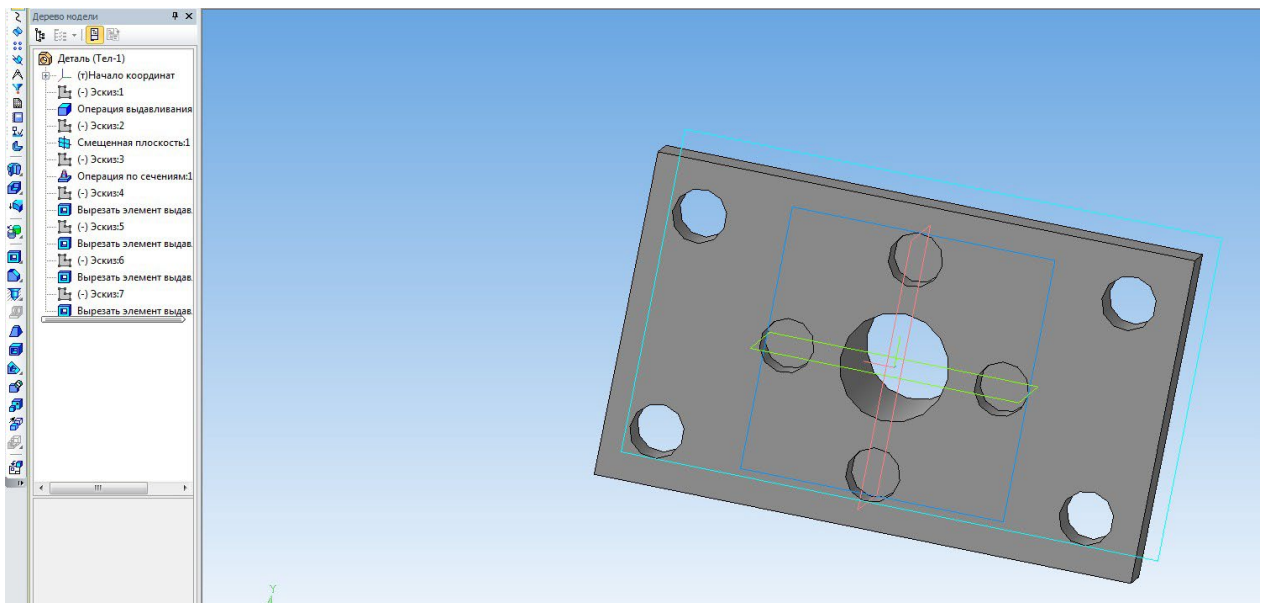


Рис.10.

Для завершения построения модели остаётся скруглить углы основания радиусом 10 мм, построить плавный переход от пирамиды к основанию (рис.2).

Построить скругления можно, активизировав инструментальную панель или из главного меню, выбрав **Операции / Дополнительные элементы / Фаска (Скругление)**.

При выборе рёбер, которые скругляют с одинаковым радиусом, деталь удобно поворачивать, нажав на колёсико на манипуляторе «мышь», которое дублирует кнопку «повернуть изображение» панели Вид.

Следует внимательно выбирать элементы, на которых требуется построить фаску или скруглить элемент. Подводя курсор к плоскости, ребру или вершине, появляются соответствующие значки рядом с курсором мыши. Это помогает избежать ошибок при выборе элементов. Как в любой операции формообразования, при выборе элементов и указании параметров операции, появляется прообраз будущей модели, что позволяет своевременно вносить коррективы в процесс формирования модели.

Для того, чтобы лучше были видны рёбра, плоскости, вершины, можно временно отключить изображение вспомогательных объектов- плоскостей, осей и т.д., выбрав Вид / Скрыть / **Конструктивные плоскости (Конструктивные оси и др.)**. На рисунке 2 изображена законченная модель пирамиды в полутонном изображении, в перспективе. Это наиболее наглядное представление модели.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Какой элемент выбирается в окне «Новый документ»?
2. Для чего включается кнопка «Эскиз»?
3. Как выполняется операция выдавливания 1го элемента?

4. Как выполняется построение пирамиды?
5. Как выполняется операция «Скругление»?
6. Как выполняется построение сквозных и глухих отверстий?

Литература:

1. КОМПАС-ГРАФИК 5.X для Windows, Практическое руководство, части 1 и 2 1 июня 2002 года АО АСКОН;
2. В.В. Самсонов, Г.А. Красильников, Автоматизация конструкторских работ в среде КОМПАС-3D, Машиностроение 2009
3. Раздел **Справка** в программе КОМПАС

## **Практическая работа № 20**

**Тема:** Принципы выполнения кинематических операций в программе КОМПАС 3D на примере пружины.

**Цель:** Освоить приемы построения объемных моделей с применением кинематических операций.

Время на работу: 2 часа.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Кинематическая операция создания трехмерной модели состоит в перемещении эскиза формы поверхности вдоль направляющей. Как эскиз, так и направляющая создаются заранее и являются компонентами кинематической операции.

Цель работы - научиться строить пространственные элементы, используя кинематические операции в системе трехмерного моделирования Компас 3D.

С помощью кинематических операций можно выполнять различные конструктивные элементы деталей, а также строить детали целиком. В данных методических указаниях рассматривается построение пружины.

### **ПОСТРОЕНИЕ ПРУЖИНЫ**

Пусть необходимо создать модель пружины высотой 100 мм, диаметром 50 мм с шагом 12 мм из проволоки диаметром 5 мм. (рисунок 1).

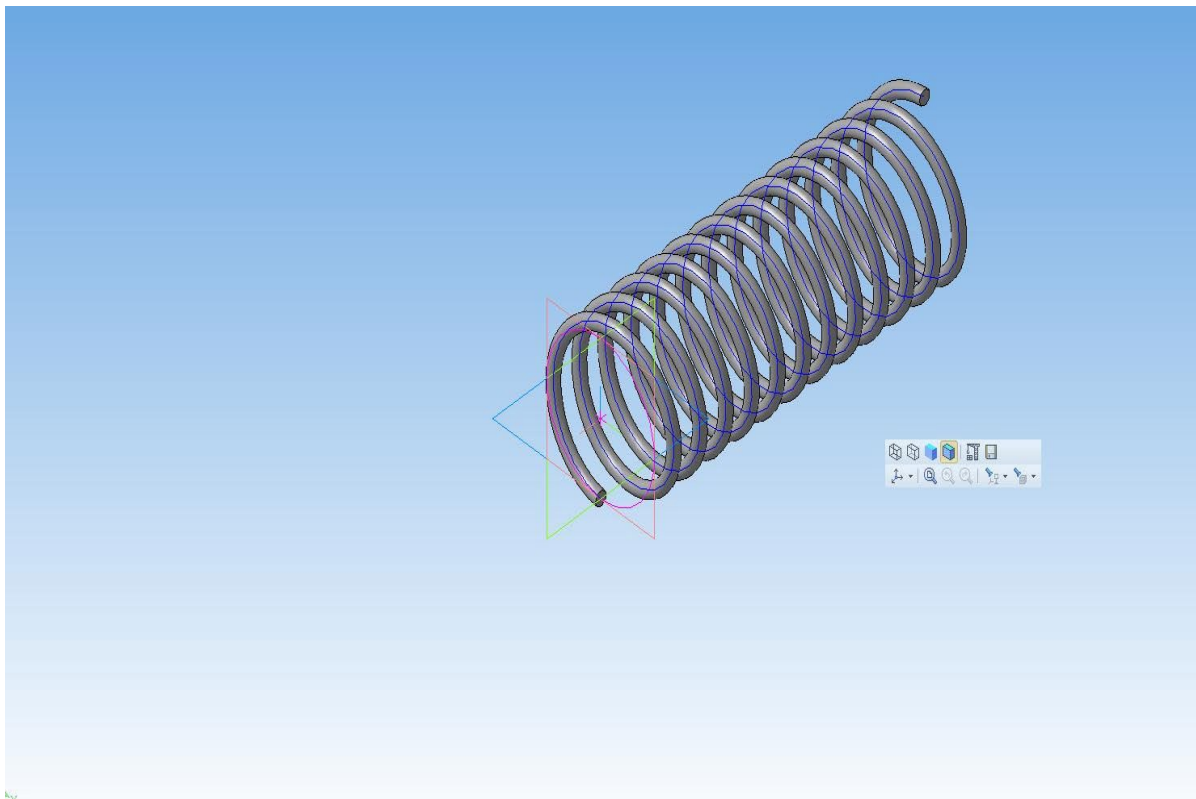


Рисунок 1.

1. В меню программы выбрать «Деталь». Выбирается плоскость, перпендикулярно которой будет проходить ось пружины. Выбираем плоскость ZOY. Чертим окружность диаметром 50 (рисунок 2). Выходим из эскиза.

2. На компактной панели нажимаем кнопку «Пространственные кривые» или через главное меню входим в режим создания пространственных кривых: **Операции / Пространственные кривые / Спираль цилиндрическая.**

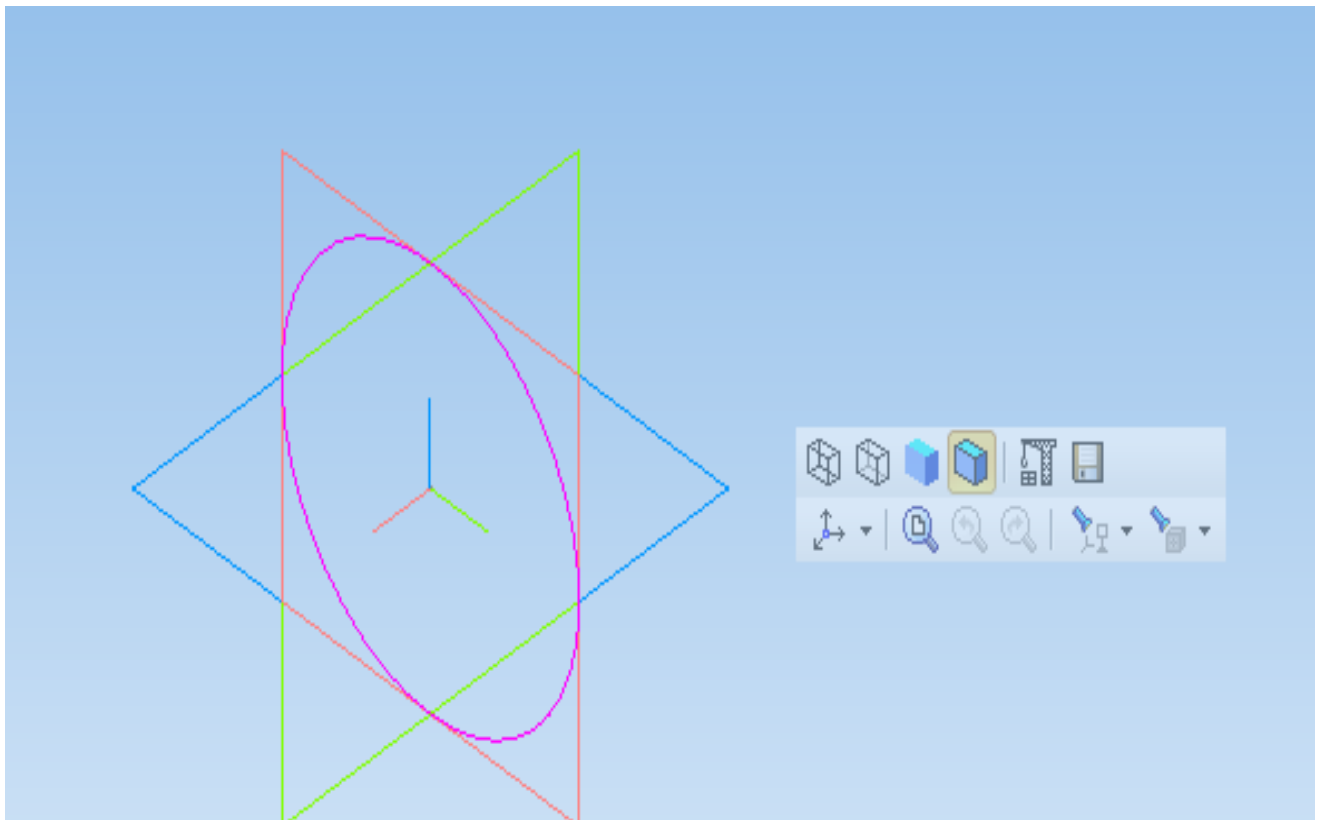


Рисунок 2.

На экране появляется прообраз пружины (рис.2), на панели свойств появляются вкладки «Построение», «Диаметр», «Свойства» с перечнем параметров, которые необходимо заполнить для построения пружины.

Последовательно задаем параметры: способ построения- по шагу витков и высоте; по условию шаг витков составляет 12 мм, высота пружины 100 мм. Направление навивки – правое. Направление построения – обратное. Во вкладке «Диаметр» задаём средний диаметр пружины, равный 50 мм. Завершаем операцию нажатием клавиши «Создать объект»(рисунок 3).





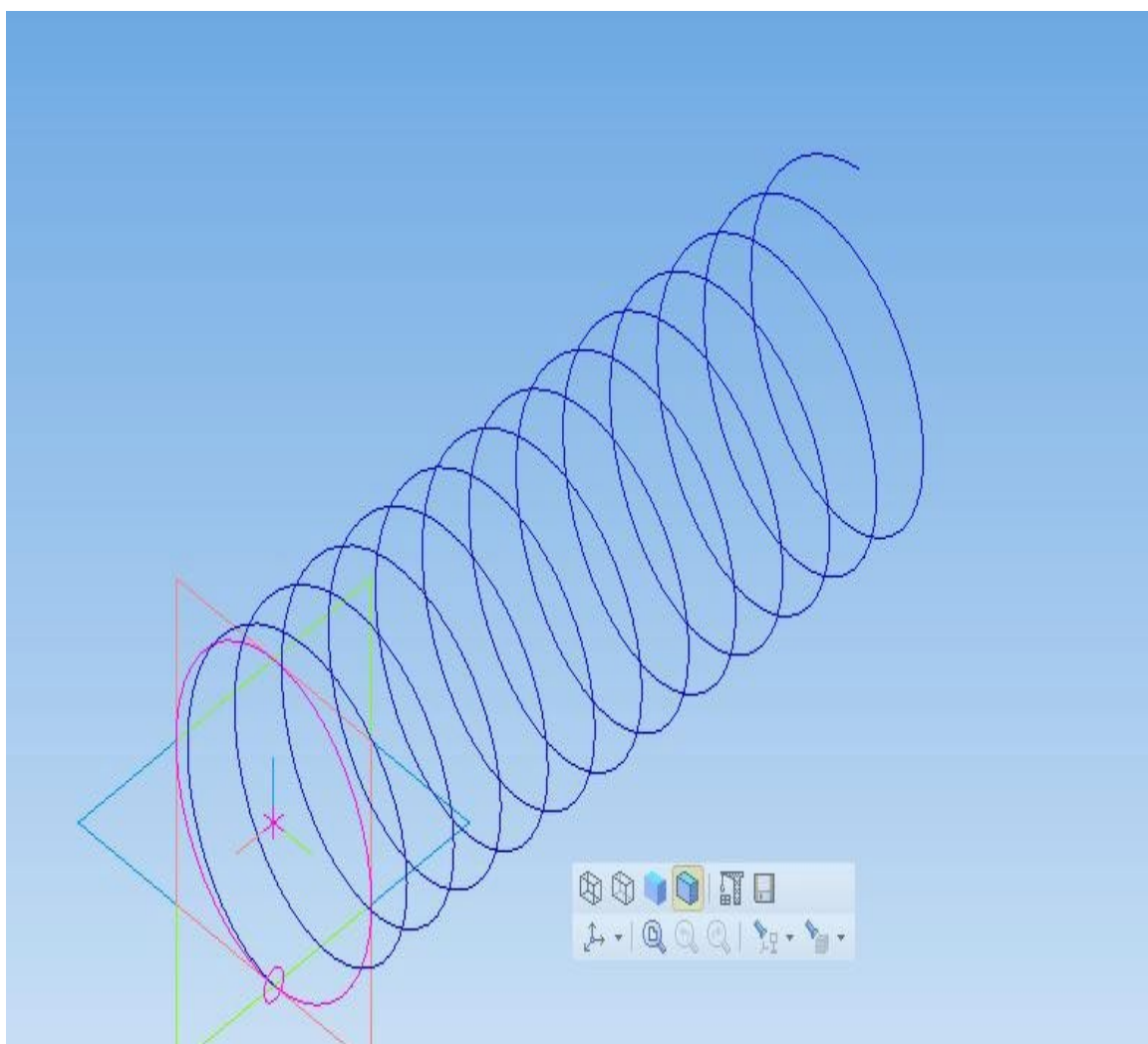


Рисунок 4. Задание точки, участвующей в создании плоскости

На компактной панели нажимаем кнопку «Вспомогательная геометрия», либо через главное меню входим в **Операции / Плоскость / Через вершину перпендикулярно ребру.**

Указываем точку как вершину, а спираль – как ребро, перпендикулярно которому будет создана плоскость.

Выбираем эту плоскость и нажимаем кнопку «Эскиз».

Профиль прутка, из которого навита пружина, представляет собой окружность диаметром 5 мм. Рисуем эту окружность с центром в точке на конце спирали, выходим из эскиза(рисунок 4).

4. На компактной панели нажимаем кнопку «Кинематическая операция», либо через главное меню входим в Операции / Операция / **Кинематические**.

Для выполнения кинематической операции задаём параметры: профиль сечения пружины (эскиз 2 в дереве построения) и траектория движения этого эскиза (цилиндрическую спираль). Движение сечения выбираем «ортогонально траектории». Завершаем выполнение операции кнопкой «Создать объект». В окне построения появляется модуль пружины .

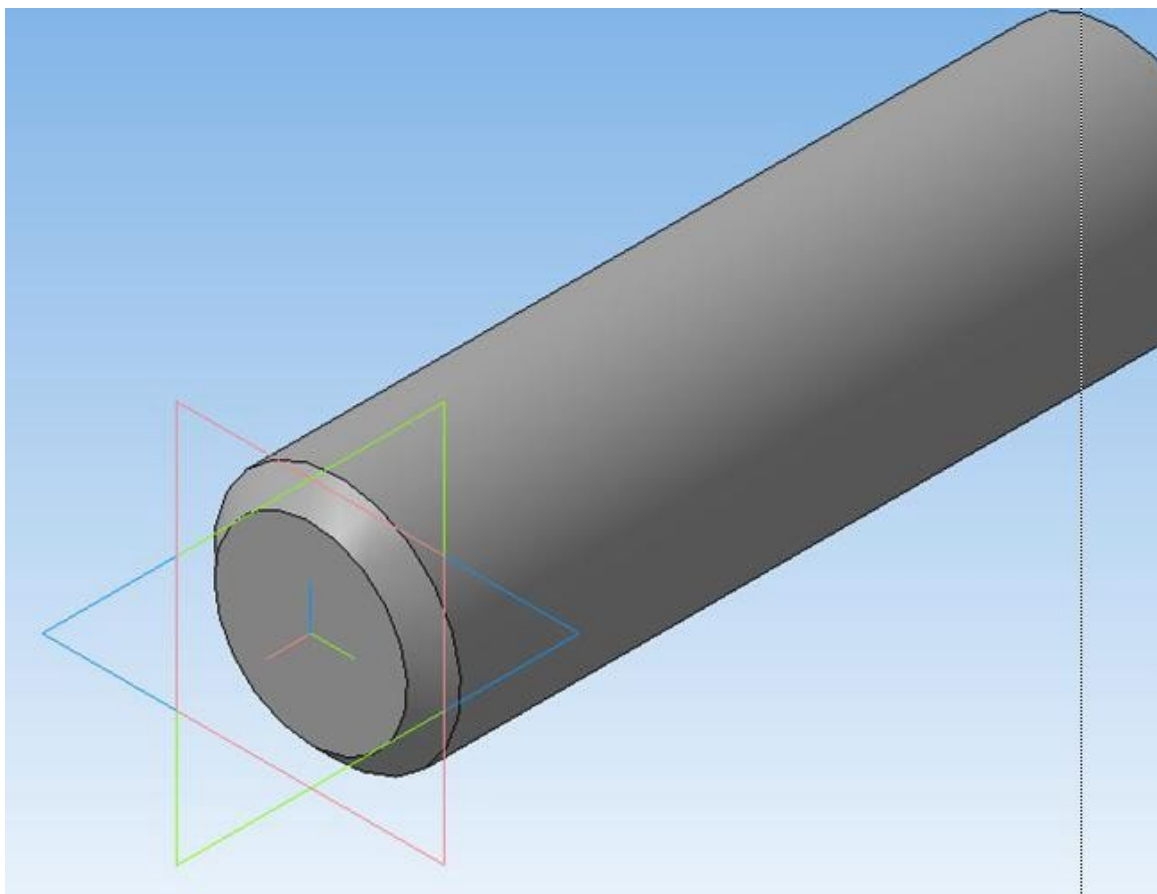
Чаще всего пружины, используемые в различных механизмах, выполняют с поджатием крайних витков, а также со сточенными на  $\frac{3}{4}$  торцами. Дополнительными операциями к концам созданной пружины можно пристроить ещё по одной пружине, но уже с меньшим шагом, имитируя поджатие витков. Затем торцы пружины можно срезать плоскостями, перпендикулярными оси пружины, «сточить» её торцы на  $\frac{3}{4}$  окружности.

Задать смещенную плоскость на  $\frac{3}{4}$  окружности; сечение поверхностью.

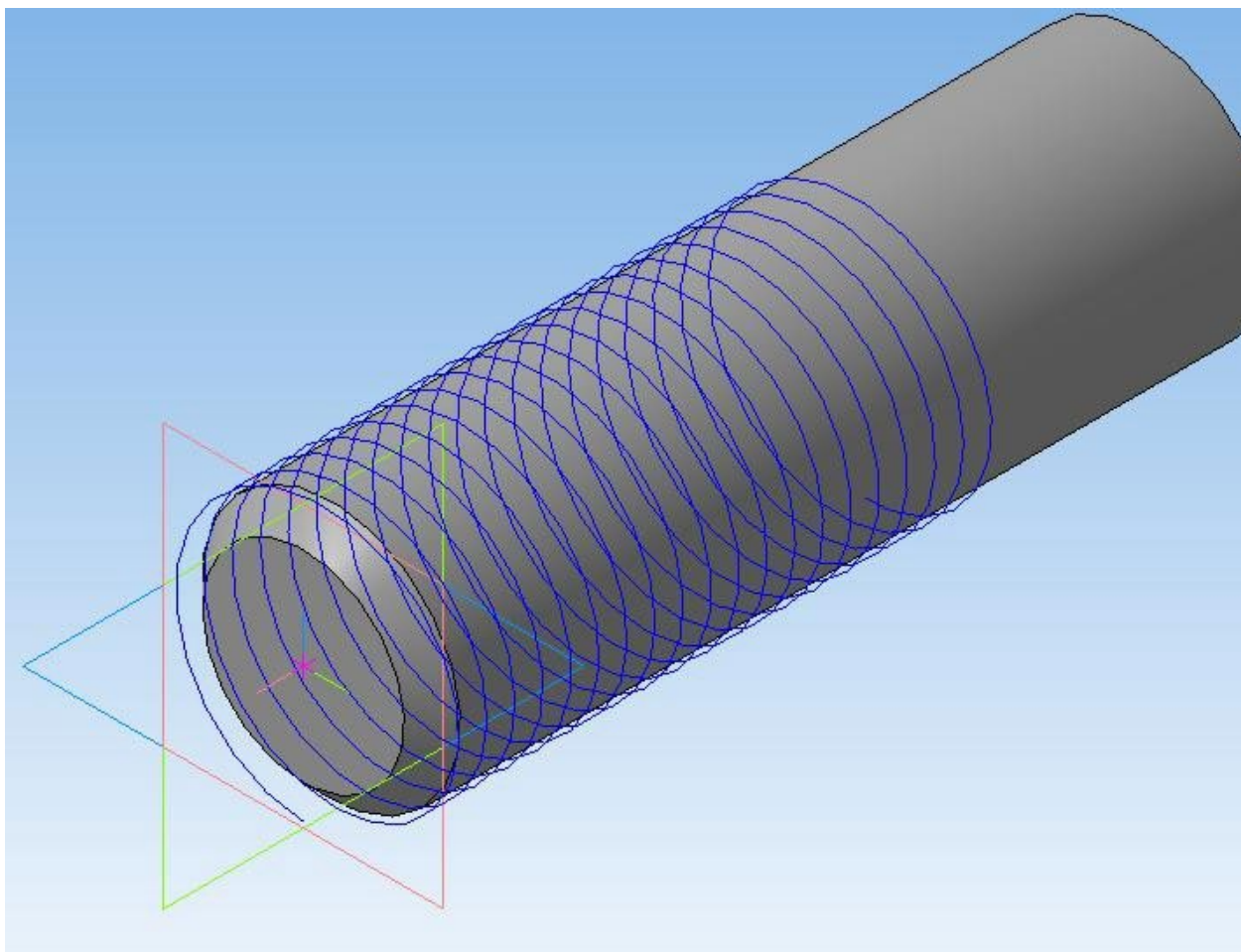
Аналогично выполняется деталь вала с резьбой.

Некоторые отличия в порядке выполнения работы:

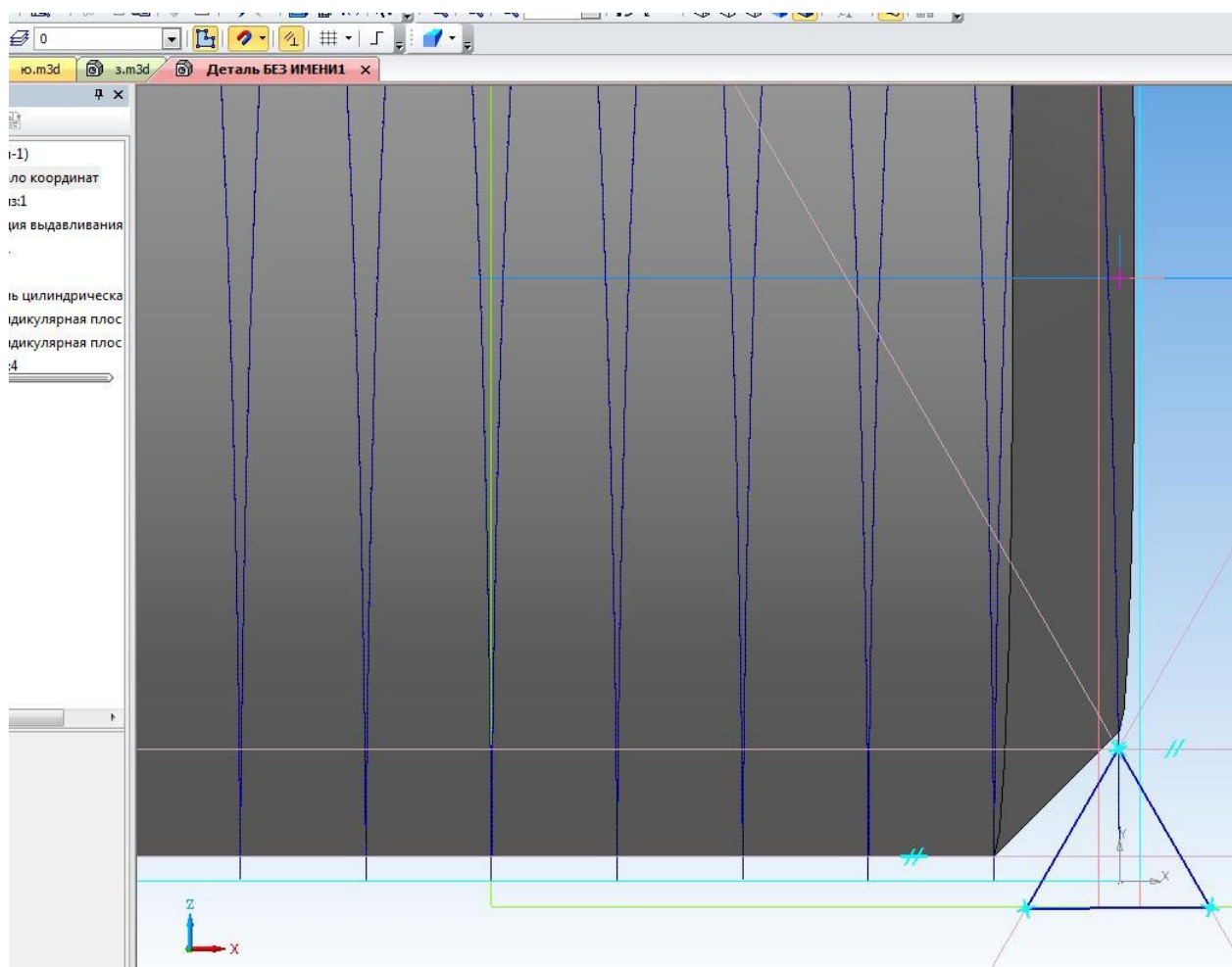
1. В 3D стоит модель вала с фаской;



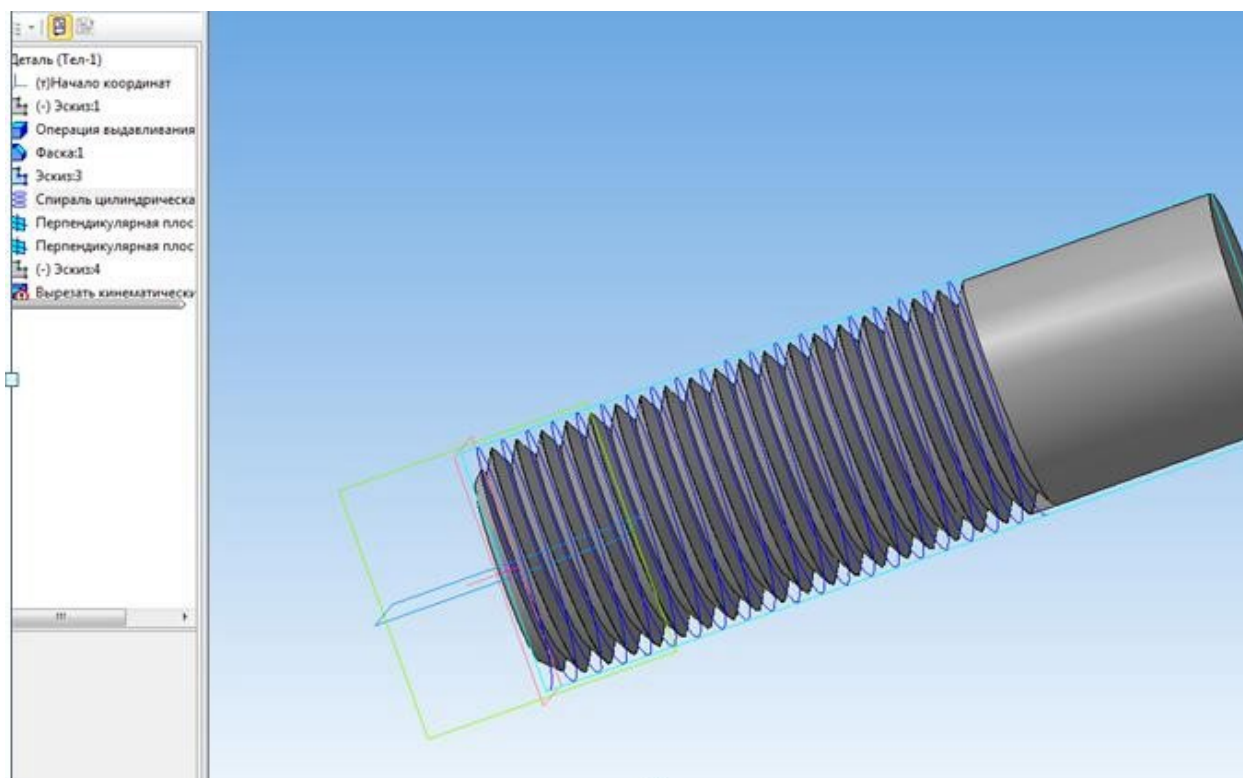
2. На поверхности вала строится спираль;



3. На торце спирали строится точка;
4. Строится треугольник с углом при вершине  $60^\circ$  ,  
врезающийся в контур вала на глубину резьбы(точка в центре  
треугольника);



5. Вырезать кинематически.



### Домашнее задание

Выполнить чертеж вала с резьбой.

#### Литература:

1. КОМПАС-ГРАФИК 5.X для Windows, Практическое руководство, части 1 и 2 1 июня 2002 года АО АСКОН;
2. В.В. Самсонов, Г.А. Красильников, Автоматизация конструкторских работ в среде КОМПАС-3D, Машиностроение 2009
3. Раздел **Справка** в программе КОМПАС