

БПОУ ВО «Грязовецкий политехнический техникум»

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ  
ОП.01 . «Инженерная графика»**

**35.02.07 «Механизация сельского хозяйства»**

Преподаватель: Данилова И.М.

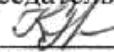
Грязовец  
2018 г.

**РАССМОТРЕНО**

на заседании цикловой комиссии  
по общепрофессиональным дисциплинам  
и профессиональным модулям отделения  
«Механизация сельского хозяйства»

Протокол № 1  
от « 29 » августа 2018 г.

Председатель ЦК



Е.В. Зиновьева



**СОГЛАСОВАНО**

Зам директора по ОМР



Е.А. Ткаченко

« 29 » августа 2018 г.

## **Пояснительная записка**

Практические работы по ОП. 01. Инженерная графика разрабатываются на основе рабочей программы и включают методические указания по выполнению. Практические работы направлены на овладение студентами умений решения стандартных задач и приобретение навыков практических действий.

Основные требования к содержанию практических работ:

- соответствие содержания практических заданий изученному теоретическому материалу;
- максимальное приближение содержания практических заданий к реальной действительности;
- поэтапное формирование умения, т.е. движение от знания к умению, от простого умения к сложному и т.д.

В процессе выполнения практических работ студенты расширяют и углубляют знания по изучаемым темам, проверяют их достоверность.

Практические работы являются связующим звеном между теорией и практикой, способствуют развитию самостоятельности, эффективно содействуют формированию специальных знаний и умений.

В структуру практических работ входят следующие компоненты:

**Вводная часть.** Преподаватель определяет тему занятий, формирует ее цель, разрабатывает задание, ставит перед студентами вопросы, требует их разрешения, проводит соответствующий инструктаж по выполнению работ, дает методические указания.

**Самостоятельная работа студентов.** Намечают пути решения поставленных задач, решают их посредством необходимых действий.

**Итоговая часть.** Преподаватель анализирует работу студента, выявляет ошибки и определяет причину их возникновения, принимает отчет по работе.

При выполнении практических работ предусмотрено обязательно изучение и выполнение требований техники безопасности, правил аварийной безопасности, основ гигиены труда.

Задания соответствуют названию и цели работы и логически связаны между собой. Методические рекомендации по выполнению задания содержат алгоритм (последовательность шагов) по выполнению данного задания. Студенты должны ответить на контрольные вопросы и подготовить отчет по работе.

### ***Оценка результатов при отчете по практическим занятиям***

Оценка «отлично» ставится при соблюдении следующих условий:

- представленный отчет выполнен в полном соответствии с заданием;
- изложение грамотное, четкое и аргументировано;
- на все поставленные по тематике данной работы вопросы даны исчерпывающие ответы, при этом речь студента отличается логической последовательностью, четкостью, прослеживается умение делать выводы, обобщать знания и практический опыт.

Оценка «хорошо» ставится при соблюдении следующих условий:

- представленный отчет выполнен в полном соответствии с заданием;
- изложение грамотное, четкое и аргументировано;

- на поставленные по тематике данной работы вопросы даны исчерпывающие ответы, при этом речь студента отличается логической последовательностью, четкостью, прослеживается умение делать выводы, обобщать знания и практический опыт. Возможны некоторые неточности при ответах, однако основное содержание вопроса раскрыто полно.

Оценка «*удовлетворительно*» ставится при соблюдении следующих условий:

- представленный отчет выполнен в полном соответствии с заданием;
- изложение грамотное, четкое и аргументировано;
- на поставленные по тематике данной работы вопросы, даны неполные, слабо аргументированные ответы;
- не даны ответы на некоторые вопросы, требующие элементарных знаний темы.

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится в том случае, если:

- представленный отчет выполнен в полном соответствии с заданием;
  - изложение грамотное, четкое и аргументировано;
- студент не понимает вопросов по тематике данной работы, не знает ответа на теоретические вопросы, требующие элементарных знаний данной темы.

## *Перечень практических работ*

1. Выполнять линии чертежа по ГОСТ 2.303-68 и их применение.  
Масштабы по ГОСТ 2.302-68 и их применение.  
Шрифты по ГОСТ 2.304-68 и их применение.
2. Лекальные кривые.
3. Сопряжения.
4. Выполнение комплексных чертежей точек, прямых;
5. Комплексные чертежи плоскостей. Взаимное положение точки и прямой, прямой и плоскости
6. Выполнение комплексных чертежей геометрических тел с проекциями точек на поверхности геометрических тел, аксонометрические проекции тел.
7. Выполнение плоских фигур в изометрии;
8. Выполнение плоских геометрических фигур в диметрии
9. Усеченный многогранник;
10. Усеченное тело вращения.
11. Построение комплексного чертежа двух взаимно пересеченных геом. тел (многогранник и пирамида; два тела вращения. Определение линии пересечения. Аксонометрическая проекция.
12. Выполнение к.ч. моделей по аксонометрической проекции (или с натуры).  
Применение простых разрезов. Нанесение размеров. Аксонометрия с вырезом на  $\frac{1}{4}$ ;
13. Выполнение к.ч. моделей по 2-м видам 3-й вид. Простые разрезы. Нанесение размеров. Аксонометрия. Точка на поверхности модели.  
Выполнение упражнений. Выбор положения модели. Выполнение рисунков моделей в различных положениях. Приемы изображения разрезов на рисунках моделей.  
Выполнение упражнения:  
Соединение половины вида с половиной разреза, наложенный разрез, сложный ломанный разрез, сложный ступенчатый разрез;  
Выполнение различных видов сечений. Выполнить чертеж изделия и несколько сечений.  
Выполнение эскиза детали средней сложности с натуры. Выполнение по эскизу рабочего чертежа. Нанесение размеров, шероховатостей и других технических сведений.
14. Выполнение резьбовых крепежных изделий:
  - а). Соединение болтом;
  - б). Соединение шпилькой;
  - в). Соединение винтом;
  - г). Соединение фитингом (трубные соединения).
15. Выполнение эскиза зубчатого колеса. Расчет параметров констр. элементов;  
Выполнение цилиндрической и конической зубчатых передач. Расчет параметров зацепления и конструктивных элементов.
16. Выполнение эскизов деталей входящих в сборочную единицу (4...5 деталей);  
Выполнение сборочного чертежа. Выполнение спецификации сборочному чертежу  
Деталирование сборочной единицы. Выполнить рабочие чертежи двух деталей по  
указанию преподавателя.

## Практическая работа №1-№3

**Тема:** Выполнение линий чертежа по ГОСТ 2.303-68 и их применение. Масштабы по ГОСТ 2.302-68 и их применение. Шрифты по ГОСТ 2.304-68 и их применение.

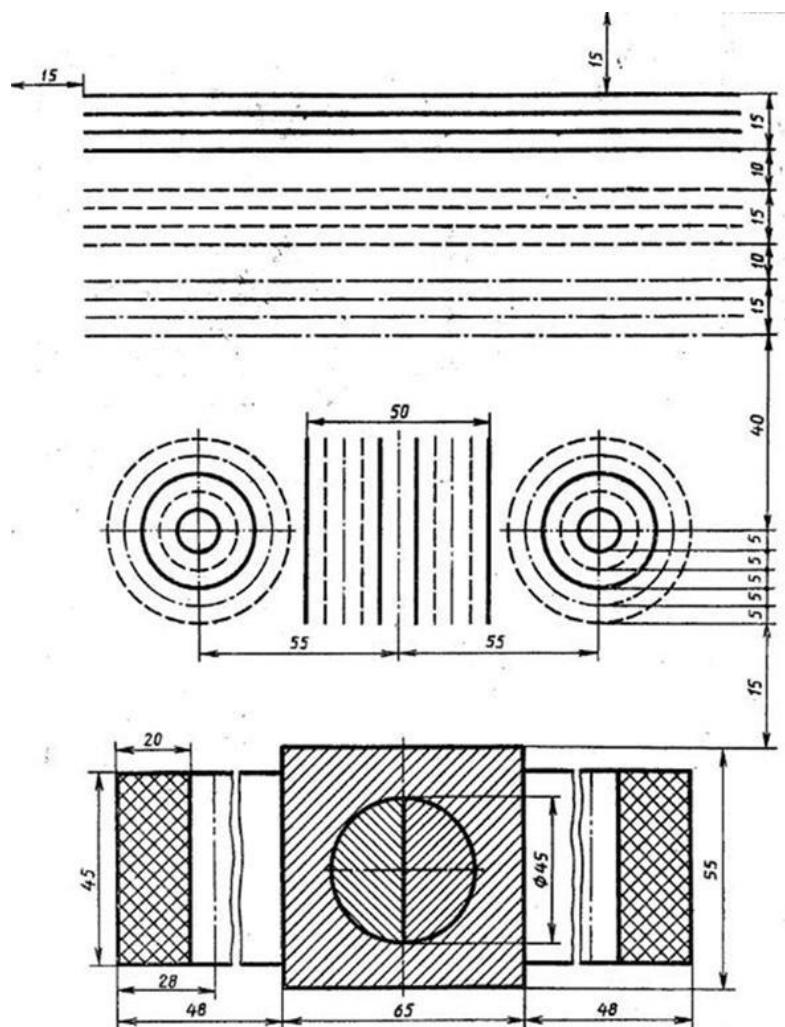
### Цель работы:

- Изучение и закрепление знаний стандартов (ГОСТ 2.301-68 – 2.305-68, ГОСТ 2.104- 2006);
- Приобретение навыков в написании букв и цифр чертежным шрифтом в соответствии с требованием ГОСТа 2.304-81;
- Приобретение навыков оформления чертежа согласно требованиям стандартов ЕСКД;
- Приобретение навыков в работе с чертежными инструментами и в проведении линий карандашом;

**Исходные данные (задание):** *Задание выполняется в одном варианте:*

1. Вычертить приведенные линии и изображения, соблюдая их указанное расположение на формате А4. Толщину и другие размеры линий выполнять в соответствии с ГОСТ 2.303-68. Размеры на чертеже не наносить.

2. Заполнить основную надпись согласно ГОСТ 2.104-68 шрифтом чертёжным по ГОСТ 2.304-81.



**Методические указания к выполнению листа.** Линии чертежа должны иметь начертание в соответствии с их назначением по ГОСТ 2.303-68. Толщина сплошной основной линии должна быть в пределах 0,5...1,4 мм и выбирается в зависимости от величины и сложности изображения, а также от размеров чертежа. Толщина линий одного типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Студенты в чертежах толщину с обводки линий видимого контура принимают равной 0,8...1,0 мм.

#### **Порядок выполнения:**

##### **1. Оформить формат чертежного листа согласно ГОСТ 2.301-68.**

Чертеж выполняется на чертежной бумаге с помощью чертежных инструментов с максимальной точностью и аккуратностью. Цифры и надписи выполняются стандартным шрифтом по ГОСТ 2.304-81.

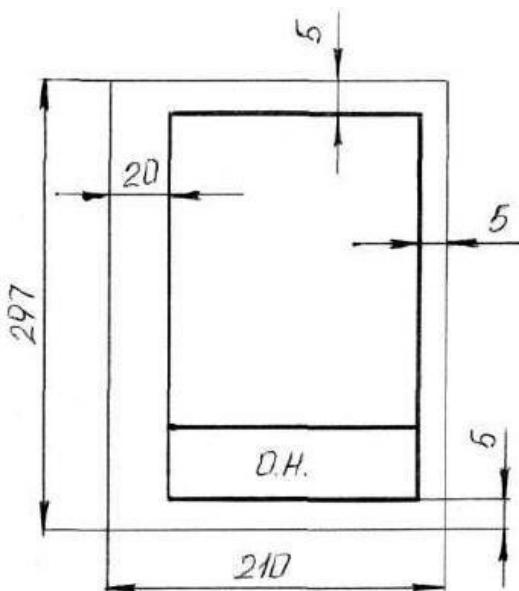
*Форматы листов* определяются размерами внешней рамки (выполненной тонкой линией) оригиналов, подлинников, дубликатов, копий

ГОСТ 2.301-68 устанавливает следующие основные форматы:

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата	1189 x 841	594 x 841	594 x 420	297 x 420	297 x 210

Поле чертежа внутри каждого листа ограничивается рамкой толщиной основной линии на расстоянии 5 мм от границ формата, а от левого края листа – на расстоянии 20 мм для брошюровки.

В правом нижнем углу на каждом чертеже помещается основная надпись



вплотную к линиям рамки согласно ГОСТ 2.104-2006

*Масштабом* ГОСТ 2.302-68 называется отношение линейных размеров

изображения предмета на чертеже к действительным размерам этого предмета.

При выполнении чертежа обязательно применение масштаба.

Масштабом ГОСТ 2.302-68 называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к действительным размерам этого предмета.

ГОСТ 2.302-68 предусматривает следующие масштабы:

Масштаб уменьшения 1: 2; 1 : 2,5; 1 : 4; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 25; 1 : 40 и т.д.

Масштаб увеличения 2 : 1; 2,5 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1; 15 : 1; 20 : 1; 25 : 1; 40 : 1 и т.д.

На чертежах проставляются только действительные размеры изделия.

Вычертить приведенные линии и изображения, соблюдая их указанное расположение на формате А4 согласно заданию. Толщину и другие размеры линий выполнять в соответствии с ГОСТ 2.303-68.

### **Типы линий.**

Изображения выполняют в виде сочетания линий, различных по назначению, начертанию, размерам и наименованию.

ГОСТ 2.303-68 устанавливает начертание и назначение девяти типов линий, которые могут применяться на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

За исходную принята сплошная толстая основная линия. На учебных чертежах сплошную толстую основную линию выполняют толщиной **0,8...1мм.** Толщину остальных линий устанавливают в зависимости от толщины основной линии.

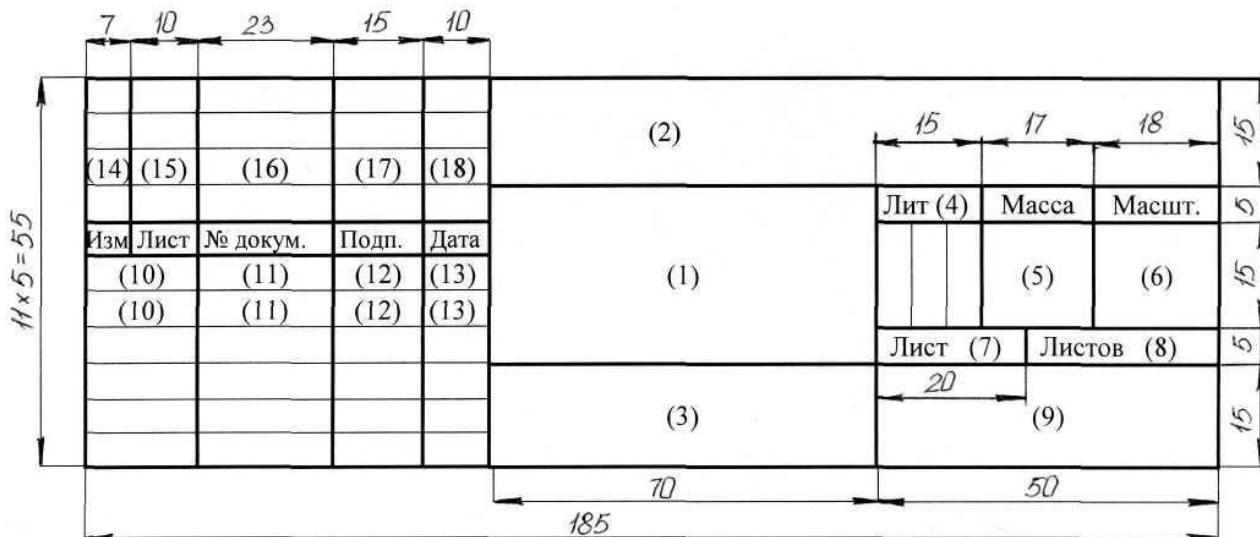
Толщина линий каждого типа должна быть одинакова для всех изображений одного масштаба на данном чертеже.

Основные типы линий представлены в таблице

Наимено- вание	Начертание	Толщина линии	Каран- даш	Назначение
Сплошная толстая, основная		s от 0,5 до 1,4 мм	M, TM	1. Линии видимого контура 2. Линии контура вынесенного сече- ния 3. Линии рамки чертежа и основной надписи
Сплошная тонкая		От s/3 до s/2	2T	1. Линии контура наложенного сече- ния 2. Линии размер- ные 3. Линии выносные 4. Линии штрихов- ки 5. Линии-выносок 6. Линии ограни- чения выносных эле- ментов
Сплошная волнистая		От s/3 до s/2	TM	1.Линии обрыва 2.Линии разграни- чения вида и разре- за
Штриховая		От s/3 до s/2	TM	1.Линии невидимо- го контура 2.Линии перехода невидимые
Штрих- пунктирная		От s/3 до s/2	T	1.Линии осевые 2.Линии центровые 3.Линии сечений, являющиеся осями симметрии для на- ложенных и выне- сенных сечений
Разомкну- тая		От s до 3s/2	M, TM	1. Линии сечений

2. Заполнить основную надпись согласно ГОСТ 2.104-68 шрифтом чертёжным по ГОСТ

2.304-81.



Графы основной надписи заполняют следующим образом: графа 1 – наименование изделия или название темы: **Линии чертежа**

(размер шрифта  $h=7$  тип Б с наклоном 75)

графа 2 – обозначение чертежа (размер шрифта  $h=10$  тип

Б с наклоном) Заполнять по следующей схеме: **XX. XX. XX.:**

- наименование дисциплины (ИГ);
- номер задания или темы (01);
- вариант задания (номер студента по списку группы); графа 3 – обозначение материала (только для деталей); графа 4 – литера: учебный чертёж (у);
- графа 5 – масса детали (не прославлять); графа 6 – масштаб изображения;
- графы 7,8 – номер листа, количество листов;
- графа 9 – наименование учебного заведения и группы студента: «ОГБОУ СПО ИАТ ТМ-34» (размер шрифта  $h=5$  тип Б с наклоном).

Графы основной надписи заполняют чертежным шрифтом согласно ГОСТ 2.304-81 (СТ СЭВ 851-78 – СТ СЭВ 855-78).

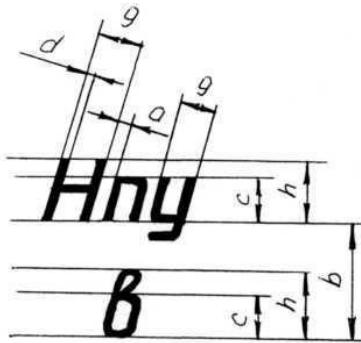
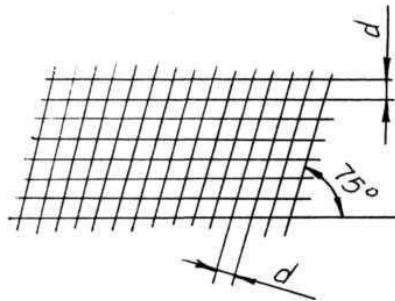
Чертежный шрифт включает русский, латинский и греческий алфавиты, а также арабские и римские цифры и знаки. В свою очередь, данный алфавит содержит прописные (заглавные) и строчные буквы.

Высота прописных букв ( $h$ ) и цифр в миллиметрах определяет размер шрифта. Он может быть равен 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40 мм.

Рекомендуемые шрифты: 3,5; 5; 7; 10.

ГОСТ 2.304-81 устанавливает два типа шрифта: тип А ( $d = 1/14 h$ ) и тип Б ( $d = 1/10 h$ ), с наклоном и без наклона. В настоящих методических указаниях подробно рассмотрен шрифт типа Б с наклоном  $75^\circ$  и параметрами,

приведенными в табл.1. Этот шрифт и рекомендуется для выполнения надписей на чертежах.



Вспомогательная сетка и параметры шрифта по ГОСТ 2.304-81

Перед написанием букв следует нанести размерную сетку. Размеры букв

Шрифт типа Б

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

и цифры шрифта брать по ГОСТ 2.304-68.

**Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия):** Плакат. Образец работы

**АБВГДЕЖЗИЙКИМНО**  
**ПРОПУФХЦЧЩЬЫ**  
**ЬЗЮЯ 1234567890**  
**абвгдежзийкимнапр**  
**стуфхцчщьызюя**

**Вопросы для повторения: (при необходимости)**

1. Перечислить размеры основных форматов чертежных листов.
2. Описать типы и размеры линий чертежа.
3. Что определяет размер шрифта?
4. Какие размеры шрифтов установлены для чертежей?
5. Какой размер шрифта является минимальным для чертежа, выполненного карандашом?
6. Какая линия на чертежах является основной?
7. Где располагается основная надпись чертежа?

**Практическая работа №4**

**Тема:** лекальные кривые

**Цель:** научиться вычерчивать эвольвенту, синусоиду, спираль Архимеда, циклоидальные кривые

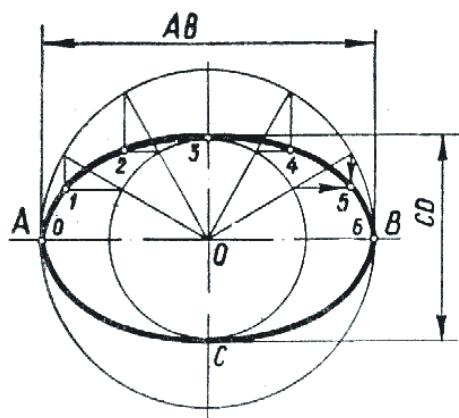
**Исходные данные (задание):** Задание выполняется в одном варианте:

1. Вычертить приведенные ниже лекальные кривые

Это кривые линии, у которых на каждом их элементе непрерывно изменяется кривизна. Лекальные кривые не могут быть вычерчены с помощью циркуля, их построение выполняется по ряду точек. При вычерчивании кривой полученный ряд точек соединяют по лекалу, поэтому ее называют лекальной кривой линией. Точность построения лекальной кривой повышается с увеличением числа промежуточных точек на участке кривой.

К лекальным кривым относятся так называемые плоские сечения конуса – **эллипс, парабола, гипербола**, которые получаются в результате сечения кругового конуса плоскостью. Такие кривые рассматривались при изучении курса «Начертательная геометрия». К лекальным кривым также относят **эвольвенту, синусоиду, спираль Архимеда, циклоидальные кривые**.

**Эллипс** - геометрическое место точек, сумма расстояний которых до двух неподвижных точек (фокусов) есть величина постоянная.



Наиболее широко применяется способ построения эллипса по заданным полуосям АВ и СD. При построении проводят две концентрические окружности, диаметры которых равны заданным осям эллипса. Для построения 12 точек эллипса окружности делят на 12 равных частей и полученные точки соединяют с центром.

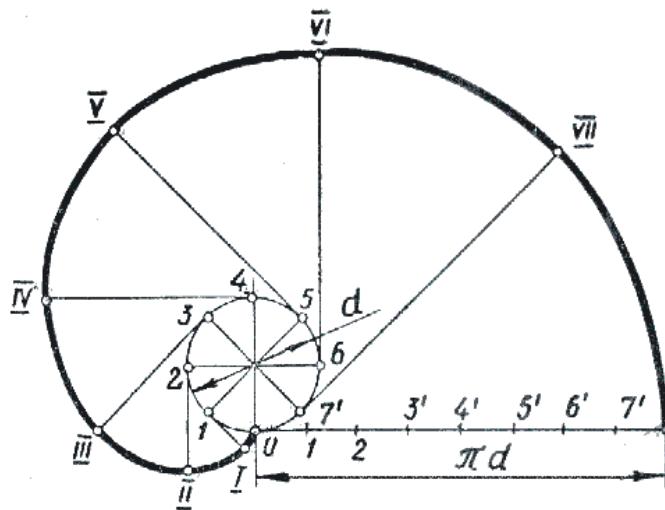
На рис. 14 показано построение шести точек верхней половины эллипса; нижняя

половина вычерчивается аналогично.

**Эвольвента** - является траекторией точки окружности, образованной ее развертыванием и выпрямлением (развертка окружности).

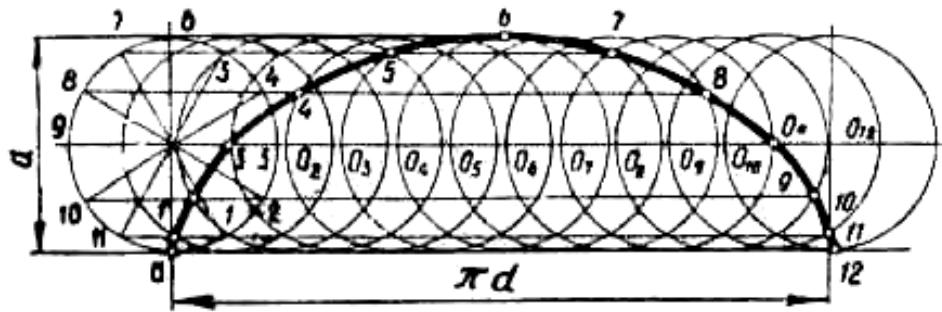
Построение эвольвенты по заданному диаметру окружности показано на рис. 15. Окружность делится на восемь равных частей. Из точек 1,2,3 проводят касательные к окружности, направленные в одну сторону. На последней касательной откладывают шаг эвольвенты, равный длине окружности

$(2\pi R)$ , и полученный отрезок делят также на 8 равных частей. Откладывая на первой касательной одну часть, на второй – две части, на третьей – три части и т.д., получают точки эвольвенты.



**Циклоидальные кривые** - плоские кривые линии, описываемые точкой, принадлежащей окружности, катящейся без скольжения по прямой линии или окружности. Если при этом окружность катится по прямой линии, то точка описывает кривую, называемую циклоидой.

Построение циклоиды по заданному диаметру окружности  $d$  показано на рис.16.



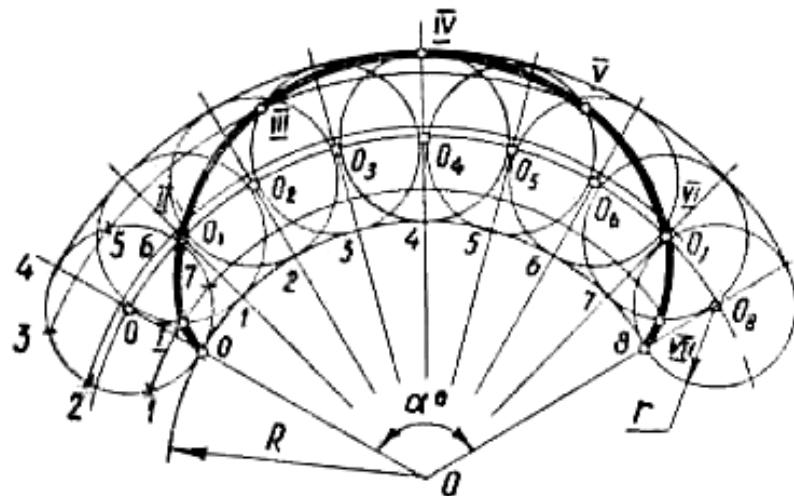
Окружность и отрезок длиной  $2\pi R$  делят на 12 равных частей. Через центр окружности проводят прямую, параллельную отрезку. Из точек деления отрезка к прямой проводят перпендикуляры. В точках их пересечения с прямой получаем  $O_1, O_2, O_3$  и т.д. - центры перекатываемой окружности.

Из этих центров описываем дуги радиусом  $R$ . Через точки деления окружности проводим прямые параллельные прямой, соединяющей центры окружностей. На пересечении прямой, проходящей через точку 1 с дугой, описанной из центра  $O_1$ , находится одна из точек циклоиды; через точку 2 с другой из центра  $O_2$  - другая точка и т.д.

Если же окружность катится по другой окружности, находясь внутри нее (по вогнутой части), то точка описывает кривую называемую **гипоциклоидой**. Если окружность катится по другой окружности, находясь вне ее ( по выпуклой части), то точка описывает кривую, называемую **эпициклоидой**.

Построение гипоциклоиды и эпициклоиды аналогично, только вместо отрезка длиной  $2\pi R$  берется дуга направляющей окружности.

Построение эпициклоиды по заданному радиусу подвижной и неподвижной окружностей показано на рис.17. Угол  $\alpha$ , который вычисляется, и окружность радиуса  $R$  делят на восемь равных частей. Проводится дуга окружности радиуса  $R+r$  и из точек  $O_1, O_2, O_3..$  – окружности радиуса  $r$ .



Построение гипоциклоиды по заданным радиусам подвижной и неподвижной окружности показано на рис.18. Угол  $\alpha$ , который подсчитывается, и окружность

радиуса  $R$  делятся на восемь равных частей. Проводится дуга окружности радиусом  $R - r$  и из точек  $O_1, O_2, O_3\dots$  - окружности радиусом  $r$ .

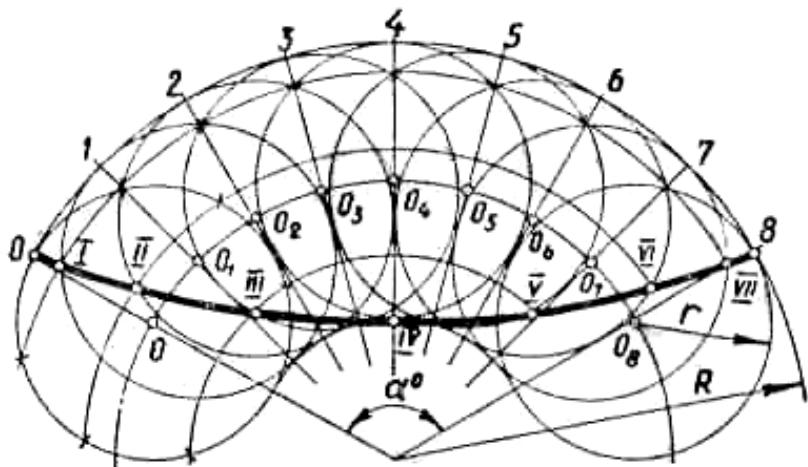
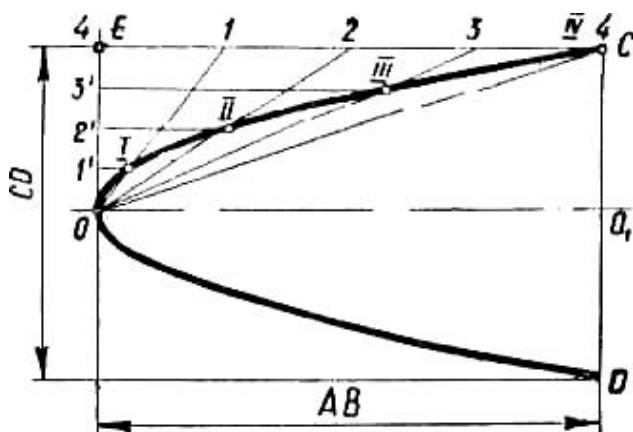
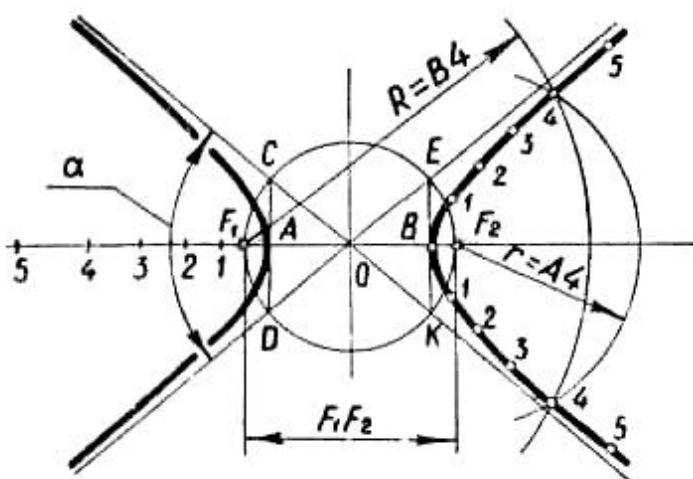


Рис. 18

**Парабола** - это  
геометрическое место точек,  
равноудаленных от  
неподвижной точки - фокуса  
 $F$  и неподвижной прямой -  
директрисы,  
перпендикулярной к оси  
симметрии параболы.  
Построение параболы по  
заданному отрезку  $OO' = AB$  и  
хорде  $CD$  показано на рис.19



Прямые ОЕ и ОС разделены на одинаковое число равных частей. Дальнейшее построение ясно из чертежа.



## Гипербола - геометрическое место

точек, разность расстояний которых от двух неподвижных точек (фокусов) - есть величина постоянная. Представляет собой две разомкнутые, симметрично расположенные ветви.

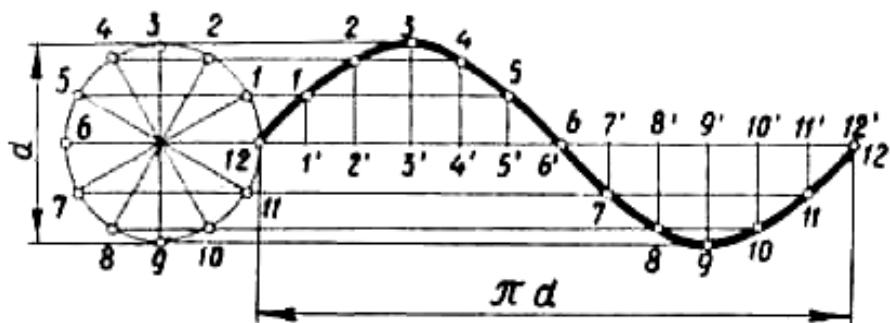
Постоянные точки гиперболы  $F_1$  и  $F_2$  - это фокусы, а расстояние между ними называется фокусным. Отрезки прямых, соединяющие точки кривой с фокусами,

называются радиус-векторами. Гипербола имеет две взаимно перпендикулярные оси - действительную и мнимую. Прямые, проходящие через центр пересечения осей, называются асимптотами.

Построение гиперболы по заданному фокусному расстоянию  $F_1F_2$  и углу  $\alpha$  между асимптотами показано на рис.20. Проводится ось, на которой откладывается фокусное расстояние, которое делится пополам точкой  $O$ . Через точку  $O$  проводится окружность радиуса  $0,5F_1F_2$  до пересечения в точках  $C, D, E, K$ . Соединяя точки  $C$  с  $D$  и  $E$  с  $K$ , получают точки  $A$  и  $B$  – вершины гиперболы. От точки  $F_1$  влево отмечают произвольные точки  $1, 2, 3, \dots$  расстояния между которыми должны увеличиваться по мере удаления от фокуса. Из фокусных точек  $F_1$  и  $F_2$  радиусами  $R=B4$  и  $r=A4$  проводятся дуги до взаимного пересечения. Точки пересечения  $4$  являются точками гиперболы. Остальные точки строятся аналогично.

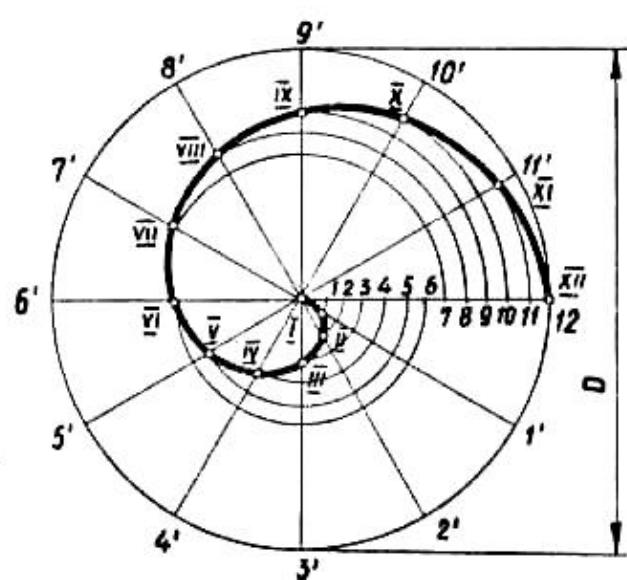
**Синусоида** - плоская кривая, выражающая закон изменения синуса угла в зависимости от изменения величины угла.

Построение синусоиды по заданному диаметру окружности  $d$  показано на рисунке



Для ее построения делят данную окружность на 12 равных частей; на такое же число равных частей делится отрезок, равный длине данной окружности ( $2\pi R$ ). Проводя через точки деления горизонтальные и вертикальные прямые, находят в пересечении их точки синусоиды.

**Сpirаль Архимеда** - это плоская кривая, описываемая точкой, которая равномерно вращается вокруг заданного центра и вместе с тем равномерно удаляется от него.



Построение спирали Архимеда заданному диаметру окружности  $D$  показано на рис.22

Окружность и радиус окружности поделен на 12 равных частей. Дальнейшее построение видно из чертежа.

При выполнении построении сопряжений и лекальных кривых

приходится прибегать к простейшим геометрическим построениям - таким как деление окружности или прямой на несколько равных частей, деление угла и отрезка пополам, построение перпендикуляров, биссектрис и т.д. Все эти построения изучались в дисциплине «Черчение» школьного курса, поэтому подробно в данном пособии не рассматриваются

### ***Практическая работа №5***

**Тема:** Построение сопряжений двух прямых дугой окружности заданного радиуса, дуг с дугами и дуги с прямой.

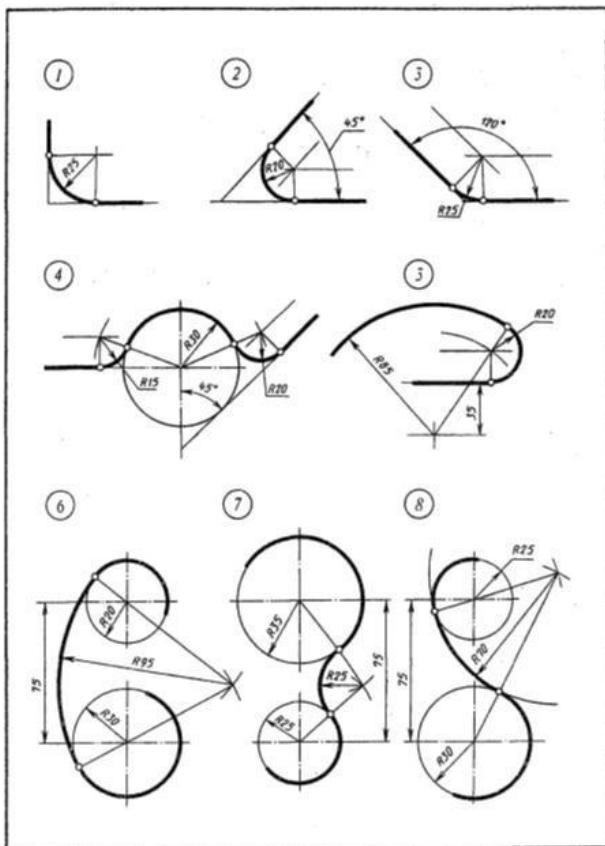
**Цель работы:** - изучение методов построения сопряжений, приобретение навыков в выполнении геометрических построений, продолжение закрепления навыков работы с чертежными инструментами и оформления чертежа;

- способствование развитию пространственного воображения, логического мышления.

***Основные понятия: (при необходимости)***

**Исходные данные (задание):** Выполнить примеры построения сопряжений и нанести размеры.

Задание выполняется в одном варианте. Масштаб 1:1.



Порядок выполнения:

*Методические указания по выполнению работы.*

При выполнении чертежа рекомендуется соблюдать следующую последовательность:

1. Подготовить формат листа А-4, начертить внешнюю и внутреннюю рамки чертежа, отвести место для основной надписи и дополнительной графики.

Масштаб изображения М 1:1

2. Провести осевые и центровые линии, взяв расстояние между ними согласно размерам детали и учитывая равномерность распределения изображений на поле чертежа.

3. Провести дуги окружностей, окружности и прямые линии, положение которых определено заданными размерами и не требует дополнительных построений.

4. Выполнить геометрические построения и сопряжения. Предварительные построения выполнять тонкими линиями твердым карандашом (Т или 2Т).

5. Нанести выносные и размерные линии, надписать размерные числа (шрифт 5).

6. Проверить правильность выполнения чертежа и обвести чертеж карандашом (ТМ или М). Вначале обвести дугу окружностей и окружности, затем – прямые линии. Обвести внутреннюю рамку чертежа. Все построения сопряжений сохранить.

*Краткие сведения из теории.*

При выполнении чертежей деталей встречаются случаи плавного перехода от одной линии к другой, называемые сопряжениями. Различают

виды сопряжений:

- Сопряжение двух прямых дугой окружности заданного радиуса;
- Сопряжение дуги окружности и прямой линии дугой заданного радиуса
- Сопряжение углов дугой заданного радиуса;

Сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса. Различают внешнее, внутреннее и смешанное касания.

Если одна окружность с центром  $O$  касается окружности с центром  $O_1$  с внешней стороны, то такое сопряжение называется внешним. При этом точка сопряжения  $B$  лежит на линии центров  $O$  и  $O_1$ , а расстояние между центрами  $O$  и  $O_1$  равно сумме радиусов  $R + r$  (рис. 1а).

Если одна окружность касается другой окружности внутри, то такое сопряжение называется внутренним, при этом точка сопряжения  $B$  лежит на линии центров  $O_1O = R - r$  (рис. 1в).

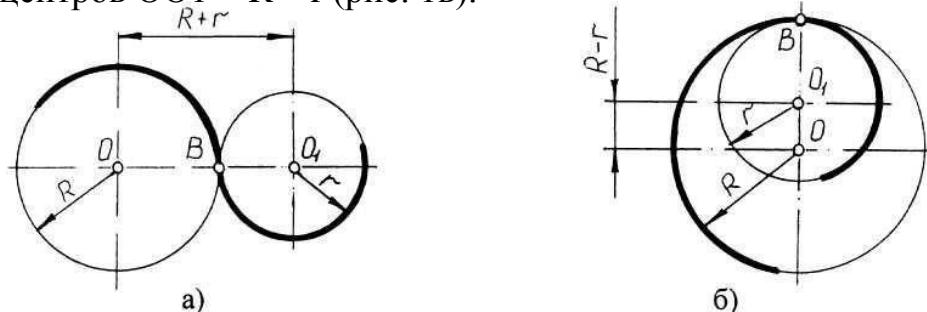


Рис.1 Внешнее и внутреннее

сопряжения Чтобы построить сопряжение необходимо найти:

1. Центр сопряжения
2. Точки сопряжения

Прежде чем начертить, необходимо провести анализ графического состава изображения, чтобы установить, какие геометрические построения необходимо применить.

*Сопряжение двух прямых линий (скругление углов)*

Здесь возможны три случая: прямые пересекаются под прямым углом друг к другу (рис.2,а), прямые пересекаются под острым углом и прямые пересекаются под тупым углом (рис.2,б,в.). Во всех трех случаях методика решения одна и та же.

Параллельно сторонам угла, образованного данными прямыми, провести прямые на расстоянии заданного радиуса  $R$ . Точка пересечения этих прямых является центром  $O$  сопряжения. Из центра опустить перпендикуляры к сторонам данного угла и определить точки сопряжения  $A$ . Между точками  $A$  из центра  $O$  провести сопрягающую дугу радиуса  $R$ .

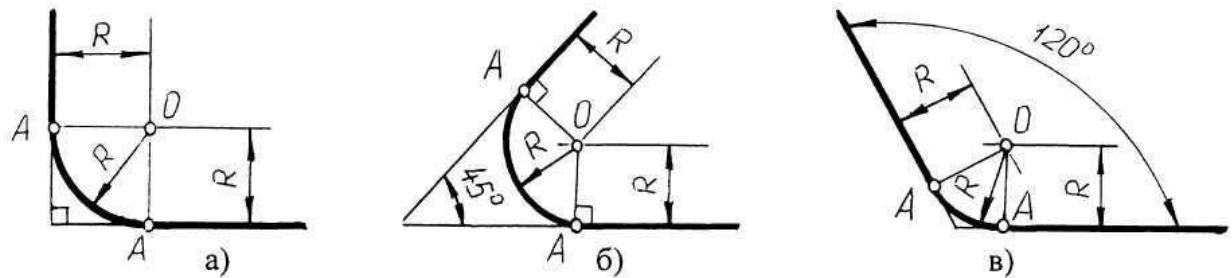


Рис.2 Построение сопряжения двух прямых линий

*Сопряжение дуги окружности и прямой линии второй дугой*

Если прямая не пересекает окружность, то можно осуществить внешнее сопряжение (рис.3, а) и внутреннее сопряжение (рис.3, б).

В первом случае необходимо провести вспомогательную прямую, параллельную заданной прямой, на расстоянии заданного радиуса  $R_1$  и из точки О вспомогательную окружность радиуса  $(R + R_1)$ . Пересечение вспомогательных линий даст центр дуги сопряжения  $O_1$ .

Опуская из точки  $O_1$  перпендикуляр на заданную прямую, найти точку сопряжения  $A$ , а соединяя точку  $O_1$  с О, найти точку сопряжения на заданной окружности  $A_1$ .

Во втором случае построение аналогично предыдущему случаю, но так как сопряжение внутреннее, то вспомогательную окружность проводят радиусом  $R_1 \square R$  (рис.13, б).

Построение сопряжения прямой с окружностью радиуса  $R$ , когда прямая пересекает окружность (рис.3, в), аналогично предыдущему, то есть необходимо провести вспомогательную прямую параллельно заданной прямой на расстоянии радиуса  $R_1$  и вспомогательную окружность радиусом  $R - R_1$ . Затем найти точки сопряжения  $A$  и  $A_1$ .

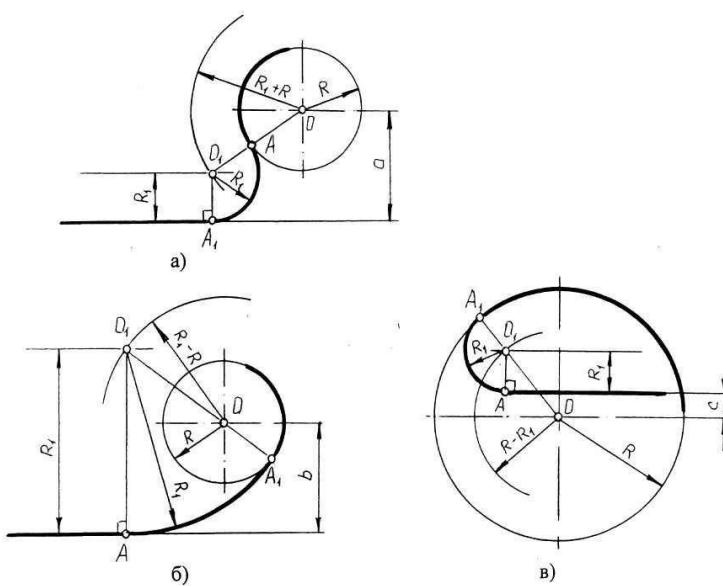


Рис.3. Сопряжение дуги окружности и прямой линии второй дугой *Сопряжение двух дуг окружностей третьей дугой*

В данном случае сопрягающая дуга радиуса  $R$  может касаться заданных

дуг радиусов  $R_1$  и  $R_2$  с внешней стороны (рис.4, а), создавать внутреннее касание (рис.4, б) или сочетание внешнего и внутреннего касания (рис.4, в, г).

При построении внешнего сопряжения центр  $O$  искомой дуги радиуса  $R$  находится на пересечении вспомогательных окружностей, проведенных из центров  $O_1$  и  $O_2$  соответствующими радиусами  $R + R_1$  и  $R + R_2$ . Соединяя  $O_1$  и  $O_2$  с  $O$ , необходимо найти точки сопряжения  $A_1$  и  $A_2$ . Между точками  $A_1$  и  $A_2$  из центра  $O$  провести сопрягающую дугу радиуса  $R$  (рис.4, а).

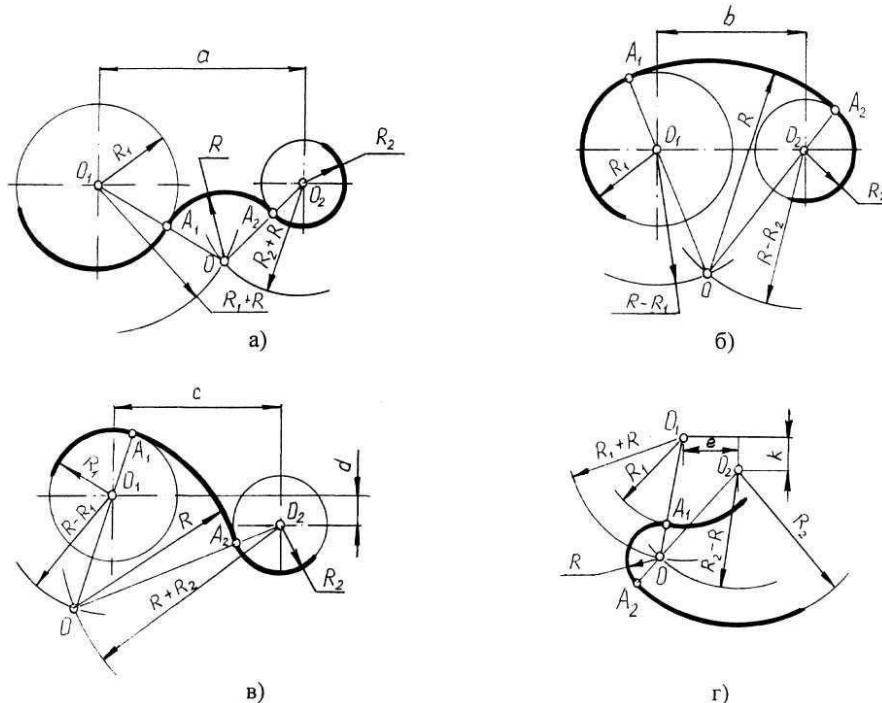


Рис.4. Построение сопряжения двух дуг окружностей третьей дугой Построение внутреннего касания аналогично, только вспомогательные окружности проводят радиусами  $R - R_1$  и  $R - R_2$  (рис.4, б).

При построении смешанного касания (сочетание внутреннего и внешнего) центр сопряжения находится на пересечении вспомогательных окружностей радиусами  $R - R_1$  и  $R + R_2$  (рис.4, в, г). Затем необходимо найти точки сопряжения  $A_1$ ,  $A_2$  и соединить их сопрягающей дугой.

#### Нанесение размеров

Величины изображенного изделия и его элементов на чертежах определяются размерами, общее число которых должно быть минимальным, но достаточным для его изготовления и контроля. Линейные размеры указывают в миллиметрах без обозначения единиц. Угловые единицы указывают на чертеже в градусах ( $^{\circ}$ ). Правила нанесения размеров установлены ГОСТ 2.307-68\*. Размеры на чертежах указывают размерными линиями. Размерные линии ограничивают стрелками (рис.16, а), которые острием касаются выносных линий, линий контура, осевых линий. Выносная линия выступает за стрелку на 1—2 мм. Размерную линию проводят параллельно отрезку, размер которого указывают, по возможности, вне контура изображения (рис.16, б). Расстояние от размерной линии до контура и между параллельными размерными линиями должно быть 10 мм. Размерные линии не должны быть продолжением линий контура, осевых, центровых и выносных линий. Все перечисленные линии не могут быть использованы в качестве размерных. Размерные линии не

должны пересекаться с выносными, поэтому меньшие размеры наносят ближе к линиям контура, а большие дальше. Форму стрелки и ее размеры выдерживают на чертеже одинаковыми. Каждый размер указывается только один раз. Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине.

Для обозначения диаметра перед размерным числом наносят знак  $\Phi$ , для обозначения радиуса  $\square R$  (рис.1б, в), размеров квадратных элементов -  $\square$ . Размерную линию при указании величины углов проводят в виде дуги с центром в вершине угла.

*Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия): Плакаты.*

**Вопросы для повторения:**

1. Что такое сопряжение?
5. Как определить точку касания при построении окружности, касательной к прямой?
6. На чем основан общий прием нахождения центра сопрягающей дуги?
7. Как выполняется сопряжение двух заданных окружностей дугой заданного радиуса?
8. Как выполняется сопряжение двух пересекающихся прямых?

*Пример выполнения работы: (при необходимости)*

### **Практическая работа №6**

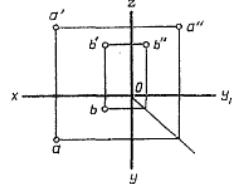
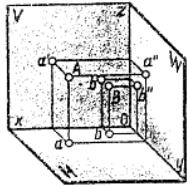
**Тема:** Выполнение комплексных чертежей точек, прямых;

**Цель работы:** - Приобретение навыков построения комплексных чертежей точки согласно правилам проекционного черчения;

- Изучение способов получения графических изображений;
- Изучение основных правил построения чертежей;
- Развитие пространственного воображения, логического мышления.

*Основные понятия: (при необходимости) Исходные данные (задание):*

Построить наглядные изображения и комплексные чертежи проекций точки на формате А4 согласно варианту. Определить положение точек относительно плоскостей проекций.



№ варианта	Координаты					
	A			B		
X	Y	Z	X	Y	Z	
1	30	20	10	20	40	28
2	35	24	15	20	14	25
3	28	20	15	20	35	25
4	30	22	16	22	35	38
5	38	28	20	15	15	28
6	15	20	30	35	30	10
7	30	22	13	20	35	25
8	15	30	15	35	16	25
9	30	22	15	22	35	30
10	30	30	5	5	30	25
11	25	28	12	40	45	40
12	38	28	36	15	15	15
13	40	25	20	14	14	28
14	15	30	10	35	15	20
15	5	15	30	30	30	15
16	30	20	10	36	36	36
17	25	28	10	40	40	40
18	25	26	15	20	15	26
19	30	30	5	5	30	25
20	30	25	12	25	35	30
21	15	28	10	35	14	30
22	30	20	10	30	30	30
23	30	25	14	20	35	25
24	30	22	12	22	35	30
25	35	24	15	20	14	30
26	30	28	14	32	35	30
27	25	28	12	40	36	28
28	40	28	22	15	15	28
29	25	30	12	36	36	36
30	30	26	16	35	35	35

Предусмотрено 30 вариантов данной работы.

#### Порядок выполнения:

1. Начертить внутреннюю рамку чертежа.
2. Разделить формат на 6 равных частей.
3. В трёх частях шрифтом №5 указать координаты точек своего варианта: A(X,Y,Z), B(X,Y,Z).
4. В частях, где указаны координаты, построить комплексный чертёж 6-ти точек. В оставшихся трёх частях построить наглядные изображения точек.
5. Обозначить оси: X,Y,Z и плоскости проекций: V,W,H.

#### Краткие сведения из теории.

Процесс получения изображения пространственного предмета на плоскости называется проецированием. Рассмотрим существующие методы проецирования.

Центральное проецирование на плоскость.

Пусть в пространстве задана некоторая фигура ABC, называемая объектом проецирования, и точка S – центр проецирования. Необходимо построить проекцию объекта ABC на плоскость ПI.

Проведя через точку прямые A, B, C до пересечения с плоскостью ПI., получим точки AI, BI, CI, которые будут являться проекциями точек пространства на плоскость ПI.. Соединив их отрезками прямых, получим фигуру AIBICI. При этом:

- плоскость ПI называется плоскостью проекций;
- прямые SAI, SBI, SCI – проецирующими прямыми;
- фигура AIBICI – центральной проекцией фигуры ABC;
- фигура ABC – оригиналом.

Описанный процесс получения изображений составляет сущность способа центрального проецирования (рис.1).

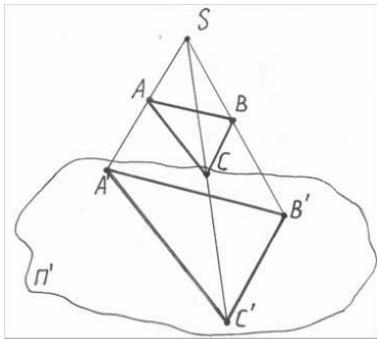


Рис.1

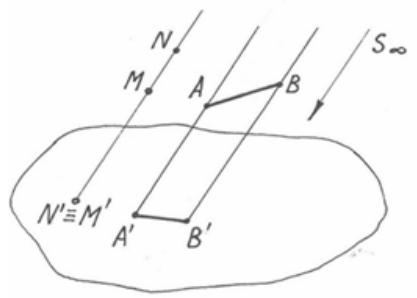


Рис.2

Изображения, полученные при центральном проецировании, близки к зрительным образам, полученным на сетчатке нашего глаза, поэтому они обладают большой степенью наглядности. Частными случаями этого метода являются фотографирование и кинопроецирование.

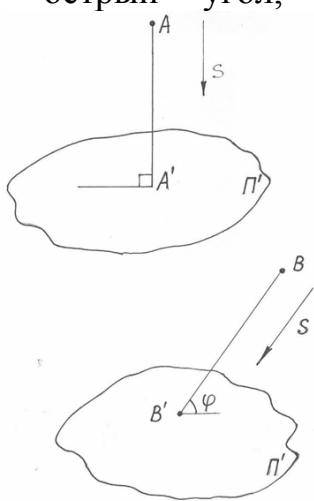
#### Параллельное проецирование на плоскость

Если центр проецирования удалить в бесконечность, то в этом случае проецирующие лучи будут параллельны друг другу.

Такое проецирование называется параллельным, а полученное изображение – параллельной проекцией объекта проецирования. Параллельные проекции строятся аналогично центральным, только проецирующие лучи проводят параллельно заданному направлению  $S$  (Рис.1).

Параллельное проецирование называется прямоугольным или ортогональным, если направление проецирования  $S$  перпендикулярно к плоскости проекций, т.е. если проецирующие прямые составляют с плоскостью проекций прямой угол.

Если направление проецирования составляет с плоскостью проекций произвольный острый угол, параллельное проецирование называется



косоугольным

Рассмотренные методы проецирования позволяют решать лишь прямую задачу начертательной геометрии, т.е. по заданному предмету строить его изображение. Однако на практике приходится решать и другую, обратную задачу, заключающуюся в определении формы и размеров предмета по заданному его проекционному изображению (чертежу). Поэтому проекционный чертеж должен обладать свойством «обратимости».

Параллельные проекции обладают рядом важных свойств:

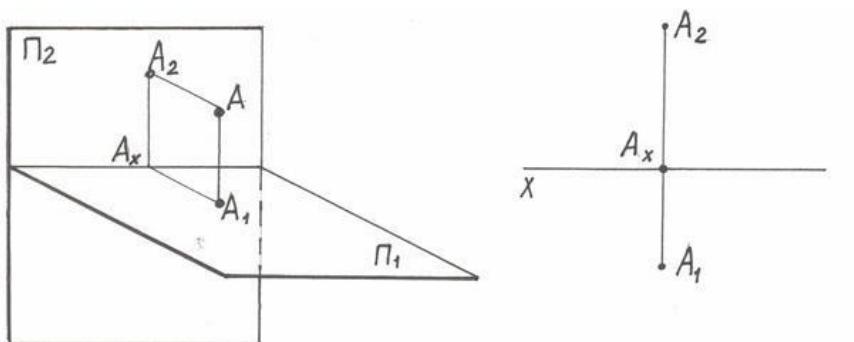
- отношение отрезков прямой линии равно отношению их проекций;
- проекции параллельных прямых параллельны между собой;
- прямые линии и плоские фигуры, параллельные в пространстве плоскости проекций, проецируются в натуральную величину;
- прямая, параллельная проецирующему лучу, проецируется в виде точки.

### Ортогональные проекции

Представим себе две взаимно перпендикулярные плоскости  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ . Плоскость  $\Pi_1$  расположим горизонтально и будем называть горизонтальной плоскостью проекций. Плоскость  $\Pi_2$  займет вертикальное положение, перпендикулярное  $\Pi_1$ , и будет называться фронтальной плоскостью проекций.. Эти две плоскости пересекутся по прямой линии, которая называется осью проекций  $X$ .

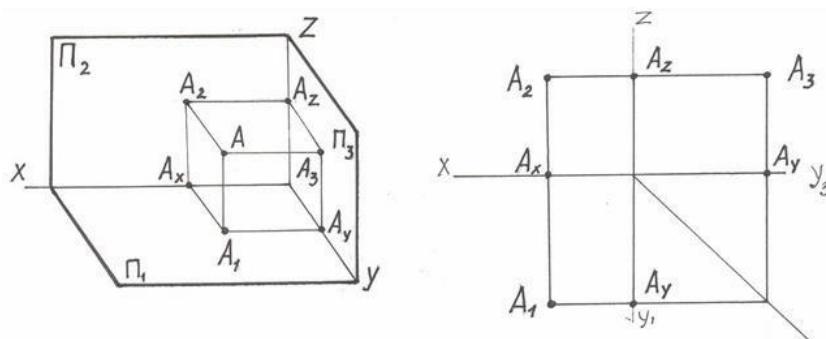
Выделим в пространстве точку  $A$  и построим ее ортогональные проекции на плоскостях  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ . Для этого из точки  $A$  опустим проецирующие лучи перпендикулярно каждой плоскости проекций. Получим проекции точки  $A$ :  $A_1$  – горизонтальная проекция,  $A_2$  – фронтальная проекция.

Для получения плоского чертежа точки  $A$  плоскость  $\Pi_1$  совмещается с плоскостью  $\Pi_2$  вращением вокруг оси проекций  $X$ . Проекции  $A_1$  и  $A_2$  будут лежать на одном перпендикуляре к оси  $X$ . Прямая  $A_1A_2$ , соединяющая две



проекции точки на плоском чертеже, называется **линией проекционной связи**. Рассмотренный плоский чертеж, состоящий из двух ортогональных проекций (эпюра Монжа), является обратимым чертежом, т.е. по этому чертежу можно реконструировать оригинал.

Однако в силу трехмерности пространственной фигуры ее комплексный чертеж становится более ясным, когда дана еще одна проекция на третью плоскость. В качестве такой плоскости применяется плоскость  $\Pi_3$  –



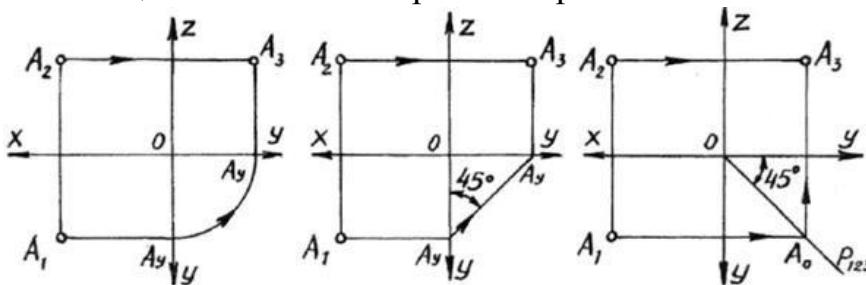
профильная плоскость проекций, перпендикулярная к обеим плоскостям  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ .

Проекция точки  $A$  на плоскость проекций  $\Pi_3$  называется профильной проекцией и обозначается  $A_3$ . Плоскости проекций, попарно пересекаясь,

определяют три оси: X, Y и Z, которые называются осями проекций. Для получения плоского чертежа точки необходимо плоскости проекций П1 и П3 совместить с плоскостью проекций П2, которая считается неподвижной. Горизонтальная и профильная плоскости проекций совмещаются с фронтальной плоскостью вращением вокруг осей X и Y. Полученные таким образом изображения (проекции) точки располагаются в определенной системе и составляют один целостный чертеж (эпюр). Прямая K0 является биссектрисой прямого угла и называется постоянной прямой комплексного чертежа. Прямые A1AxA2, A1AyA3, A2AzA3, связывающие проекции одной точки, называются линиями проекционной связи. **Точка определяется координатами A(x,y,z).**

Проекционную связь между горизонтальной и профильной проекциями можно установить несколькими графическими приемами:

1. Дугой окружности;
2. С помощью прямой под углом 45°;
3. С помощью постоянной прямой чертежа.



Удобнее всего пользоваться третьим способом

Все чертежи, используемые на производстве, строятся в системе прямоугольных проекций.

**Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)** Модель системы координат Г.Монжа. Образец работы

**Вопросы для повторения:**

1. Назовите методы проецирования.
2. Дать определение центрального проецирования.
3. Дать определение параллельного проецирования.
4. Дать определение ортогонального проецирования
5. Назовите основные плоскости проекции.
6. Что такое комплексный чертеж и как он образуется? Что такое линии проекционной связи.
7. Определяет ли одна проекция точки ее положение в пространстве?

**Практическая работа №6-№7**

**Тема:** Комплексные чертежи плоскостей. Взаимное положение точки и прямой, прямой и плоскости

**Цель работы:**

- приобретение навыков построения комплексных чертежей отрезка согласно правилам проекционного черчения;
- способствование развитию пространственного воображения, логического мышления;

- развитие способности к сопоставлению нового и ранее изученного материала.

### **Основные понятия: (при необходимости)**

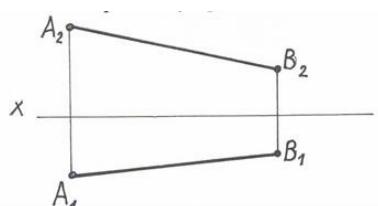
**Прямая линия** – это траектория движения точки в пространстве, при условии, что направление ее движения не изменяется. Прямую в пространстве можно задать двумя точками, поэтому, чтобы построить чертеж прямой, надо построить проекции двух ее точек.

**Исходные данные (задание):** Построить комплексные чертежи проекций отрезка.

#### **Порядок выполнения:**

#### **Краткие сведения из теории.**

Прямая в пространстве может быть расположена относительно плоскостей проекций по-разному. Прямая, не параллельная и не перпендикулярная ни одной из плоскостей проекций, называется прямой общего положения.



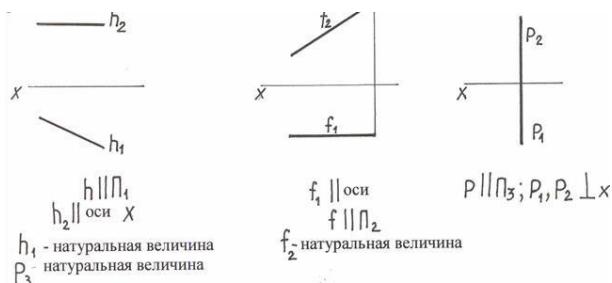
Проекции прямых общего положения на эпюре не параллельны и не перпендикулярны ни одной из осей проекций.

Прямые общего положения не проецируются в натуральную величину, их проекции всегда меньше их действительного размера. Относительно плоскостей проекций прямые могут занимать и особые положения. Такие прямые, параллельные или перпендикулярные к плоскостям проекций, называются прямыми частного положения.

Прямая, параллельная какой-нибудь одной плоскости проекций, называется прямой уровня:

- **горизонталь** – прямая, параллельная горизонтальной плоскости проекций;
- **фронталь** – прямая, параллельная фронтальной плоскости проекций;
- **профильная прямая уровня** – прямая, параллельная профильной плоскости проекций.

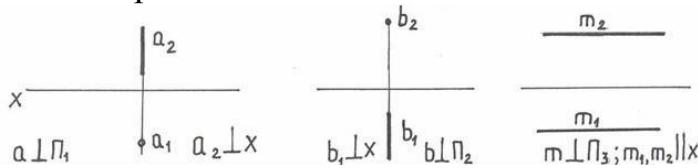
Каждая прямая уровня проецируется в истинную (натуральную) величину



на ту плоскость проекций, которой она параллельна. Прямая может быть параллельна сразу двум плоскостям проекций и, следовательно, перпендикулярна третьей плоскости проекций. Таких прямых тоже три. Они называются проецирующими прямыми:

- горизонтально-проецирующая прямая – перпендикулярна к горизонтальной плоскости проекций;

- фронтально-проецирующая прямая – перпендикулярна к фронтальной плоскости проекций;
- профильно-проецирующая прямая – перпендикулярна к профильной плоскости проекций.



Проецирующие прямые, как и прямые уровня, выделяются на чертеже характерным расположением проекций: на плоскость, которой они перпендикулярны, эти прямые проецируются в точку, а на другие плоскости проекций – в истинную (натуральную) величину.

### **Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)**

Модель системы координат

Г.Монжа.

### **Вопросы для повторения: (при необходимости)**

1. Какие прямые называются прямыми общего положения?
2. Какие прямые называются прямыми уровня?
3. Какие прямые называются проецирующими прямыми?
4. Назовите взаимные положения двух

прямых линий.

### **Проектирование плоскостей**

Провести плоскость можно следующими способами:

- через 3 точки, не лежащие на одной прямой;
- через прямую и точку, не лежащую на той прямой;
- через 2 пересекающиеся прямые;
- через 2 параллельные прямые.

Аналогично на чертеже плоскость может быть задана также 4 способами:

- проекциями трех точек;
- проекциями прямой и точки, не лежащей на этой прямой;
- проекциями двух пересекающихся прямых; проекциями двух параллельных прямых.

Плоскость может занимать в пространстве относительно плоскостей проекций различное положение. Если она не параллельна и не перпендикулярна плоскостям проекций, то это – плоскость общего положения.

Плоскости, параллельные или перпендикулярные  
одной из плоскостей проекций, называются  
плоскостями частного положения

Проецирующими называют плоскости, перпендикулярные к одной из плоскостей проекций. Таких плоскостей три:

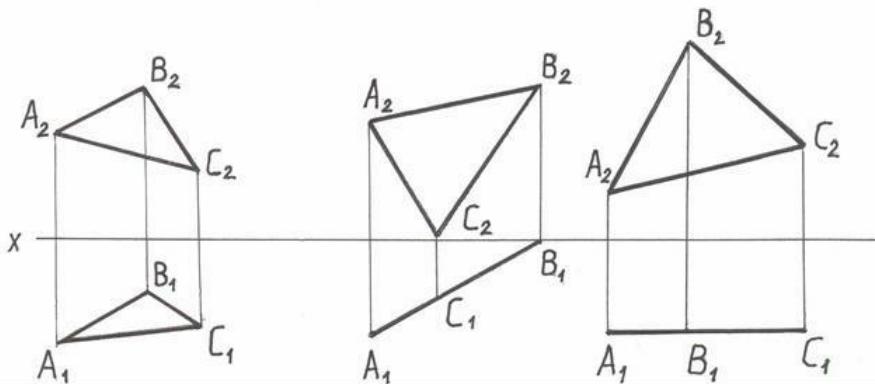
- горизонтально-проецирующая плоскость – перпендикулярна к горизонтальной плоскости проекций;
- фронтально-проецирующая плоскость – перпендикулярна к фронтальной плоскости проекций;
- профильно-проецирующая плоскость – перпендикулярна к профильной плоскости проекций.

Плоскости, перпендикулярные сразу двум плоскостям проекций, параллельны

третьей плоскости проекций, называются плоскостями уровня.

Таких плоскостей также три: горизонтальная, фронтальная и профильная.

Линия или фигура, лежащая в плоскости уровня, проецируется в натуральную величину на ту плоскость проекции, которой параллельна данная плоскость.



- a) – плоскость общего положения;
- b) – горизонтально-проецирующая плоскость;
- c) – фронтальная плоскость уровня.

**Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)**

Модель системы координат Г.Монжа.

**Вопросы для повторения: (при необходимости)**

1. Дать определение плоскости общего положения
2. Дать определение горизонтально-проецирующей плоскости.
3. Дать определение фронтально-проецирующей плоскости.
4. Дать определение профильно-проецирующей плоскости.

### **Практическая работа №8**

**Тема:** Выполнение комплексных чертежей геометрических тел с проекциями точек на поверхности геометрических тел, аксонометрические проекции тел.

**Цель работы:**

- приобретение навыков построения комплексных чертежей геометрических тел и проекций точек, лежащих на их поверхности.
- приобретение навыков построения аксонометрических проекций геометрических тел;
- способствование развитию пространственного воображения, логического мышления;
- развитие способности к сопоставлению нового и ранее изученного материала.

**Основные понятия: (при необходимости)**

**Многогранником** называется тело, ограниченное плоскими многоугольниками. Каждый из таких многоугольников называется гранью многогранника, общие соприкасающиеся стороны смежных многоугольников называются ребрами. **Кривой** поверхностью называется совокупность всех последовательных положений некоторой линии, движущейся в пространстве по определенному закону.

**Исходные данные (задание):**

1. Построить в трёх проекциях геометрические тела (цилиндр, призма, пирамида, конус), каждое на формате А4

2. Найти недостающие проекции точек, расположенных на их поверхностях.
3. По выполненным чертежам построить аксонометрические проекции геометрических тел и точек, лежащих на их поверхности.

Предусмотрено 30 вариантов заданий.

**Порядок выполнения:**

1. По двум заданным проекциям геометрического тела построить на формате А4 третью.

Для этого сначала постройте прямоугольные оси координат X, Y, Z. Далее по размерам перечертите заданные проекции, недостающую проекцию постройте с помощью вспомогательной прямой комплексного чертежа. Линии проекционной связи выполните сплошной тонкой.

2. По заданным размерам построить известные проекции точек. Определите недостающие проекции точек. Линии связи между проекциями точек проводите тонкими линиями и не стирайте их.

3. Обозначить проекции

точек. На чертежах

принято обозначать:

А- наглядное изображение точки а' –

фронтальная проекция

точки А

а - горизонтальная проекция

точки А а'' – профильная

проекция точки А

4. Если проекция точки невидимая, то её обозначить следующим образом (а'').

5. Построить аксонометрическую проекцию геометрического тела.

6. Построить наглядное изображение точек на поверхности геометрического тела.

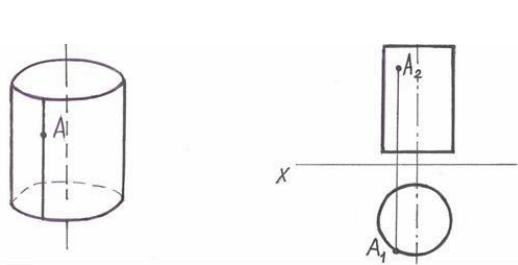
7. В графе наименование указать имя геометрического тела, например:  
Призма

**Краткие сведения из теории.**

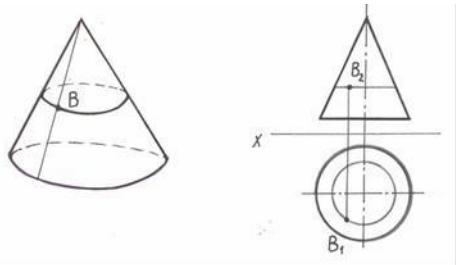
Линия, посредством которой получена поверхность, называется образующей. Линия, по которой перемещается образующая, называется направляющей. В зависимости от вида образующих поверхности подразделяются на:

- линейчатые, у которых образующая – прямая линия (цилиндрическая, коническая и др.);
- нелинейчатые, у которых образующая – кривая линия (сфера, тор, гиперболоид и др.). На чертеже поверхность задают проекциями контурной линии – очерком.

Прямой круговой цилиндр.



Прямой круговой конус.



Построение проекций точки N, расположенной на боковой грани ASB прямой шестигранной пирамиды и заданной на чертеже горизонтальной проекцией  $n_1$ .

Когда точки расположены на гранях пирамиды, наклонённых ко всем плоскостям проекций, их строят, основываясь на следующем: точка принадлежит плоскости, если она расположена на прямой, лежащей в этой плоскости. Следовательно, через точку N нужно провести вспомогательную

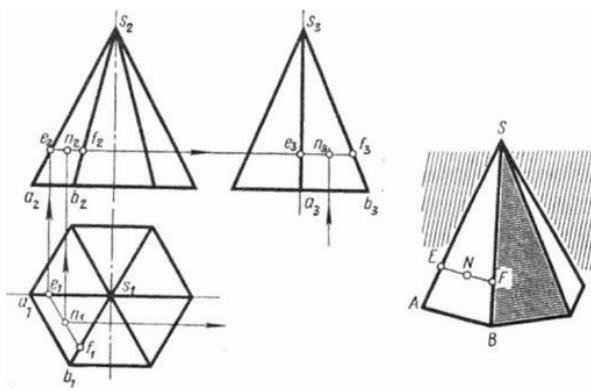


Рис. 79

прямую, построить проекции этой прямой и на ней найти проекции точки N.

Через точку N проведена прямая EF, параллельная ребру основания AB. Параллельность в проекциях сохраняется, т. е. проекции прямой EF будут параллельны проекциям ребра AB.

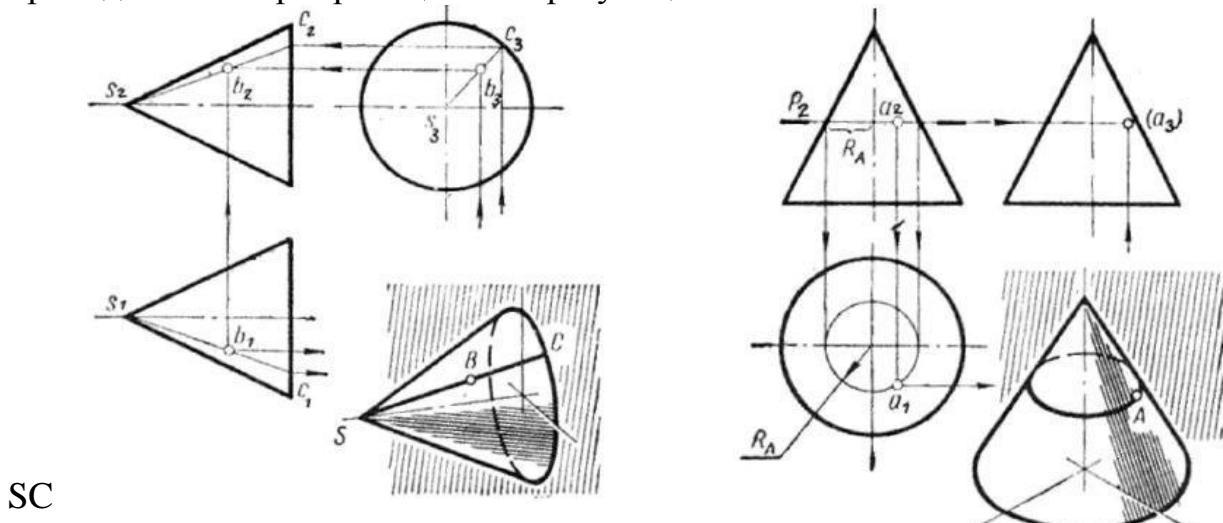
Нахождение проекций точек, лежащих на рёбрах и гранях пирамиды, перпендикулярных плоскостям проекций, аналогично нахождению проекций точек на поверхности призмы.

#### **Приёмы построения проекций точек, принадлежащих боковой поверхности конуса.**

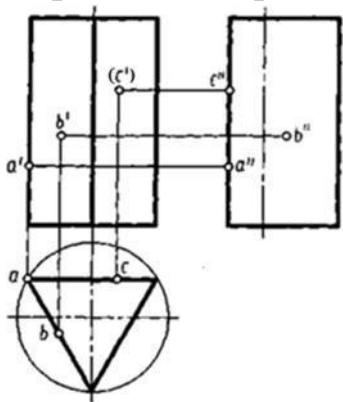
Как и на пирамиде, на поверхности конуса через заданную точку можно проводить линию, параллельную основанию конуса (параллель). На горизонтальной проекции - это окружность, а на фронтальной и профильной проекциях - горизонтально расположенные прямые линии.

Можно проводить прямую линию (образующую), проходящую через вершину и основание конуса. Проекции точки В во всех плоскостях будут

принадлежать пропроекциям образующей



*Приёмы построения проекций точек, принадлежащих боковой*



*поверхности призмы.*

**Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)**

Набор моделей геометрических тел

**Вопросы для повторения: (при необходимости)**

1. Перечислить методы проецирования
2. Как получают проекции при помощи прямоугольного параллельного проецирования
3. Описать систему координат и плоскостей проекций прямоугольного проецирования пространственных объектов.
4. Описать порядок построения комплексных чертежей точек, отрезков прямых линий, плоских фигур, геометрических тел.
5. Дать классификацию видов аксонометрических проекций по ГОСТ 2.317-69.
6. Изложить порядок построения аксонометрических проекций точки, плоскости, геометрических тел.
7. В какой последовательности строят проекции цилиндра и шестигранной призмы, основания которых расположены на фронтальной плоскости проекции?
8. Какие тела называются телами вращения?

**Практическая работа №9 -№10**

**Тема:** Выполнение изображений

плоских фигур в различные

видах аксонометрических проекциях.

### Цель работы:

- приобретение навыков построения изображений аксонометрических проекций плоских фигур, расположенных в трёх плоскостях проекций в изометрической и диметрической проекциях. Основные понятия: (при необходимости)

**Исходные данные (задание):** Даны ортогональные проекции плоских фигур

1. Построить прямоугольную изометрическую проекцию шестиугольника, пятиугольника, прямоугольника и окружности в трёх плоскостях проекций.
2. Построить косоугольную фронтальную диметрическую проекцию треугольника, квадрата в трёх плоскостях проекций.

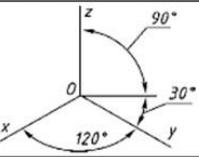
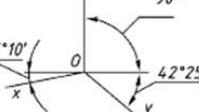
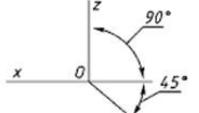
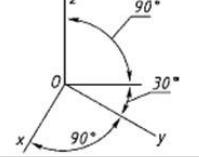
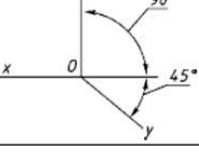
### Порядок выполнения:

Переход от ортогональных проекций плоских фигур к аксонометрическим проекциям рекомендуется осуществлять в такой последовательности:

1. На ортогональном чертеже обозначают оси прямоугольной системы координат, к которой и относят данную плоскую фигуру. Оси ориентируют так, чтобы они допускали удобное измерение координат точек фигуры.
2. Странят аксонометрические оси.
3. Переносят точки плоскости, расположенные на осях прямоугольной системы координат на оси аксонометрии.
4. Выполняют построения линий, расположенных параллельно осям.
5. Соединяют построенные точки в последовательности их расположения.

### Краткие сведения из теории.

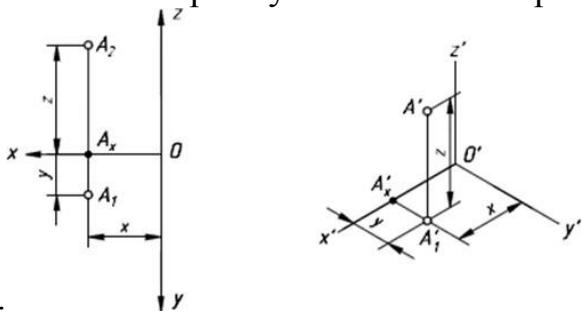
Аксонометрические проекции по ГОСТ 2.317-2011 ЕСКД.

Вид проекции	Расположение аксонометрических осей	Коэффициенты искажения
Прямоугольная изометрическая		$k_x = k_y = k_z = 0,82$ (допускается округлять до 1,0)
Прямоугольная диметрическая		$k_y = 0,47$ ; $k_x = k_z = 0,94$ (допускается округлять $k_y$ до 0,5; $k_x = k_z$ до 1,0)
Косоугольная фронтальная изометрическая		$k_x = k_y = k_z = 1,0$
Косоугольная горизонтальная изометрическая		$k_x = k_y = k_z = 1,0$
Косоугольная фронтальная диметрическая		$k_y = 0,5$ ; $k_x = k_z = 1,0$

Изометрическую проекцию для упрощения, как правило, выполняют без

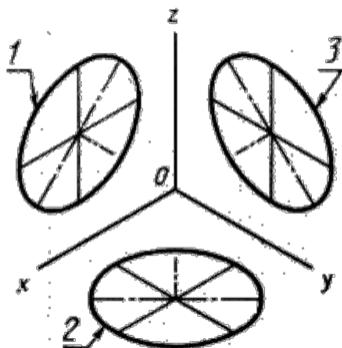
искажения по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , т.е. принял коэффициент искажения равным 1.

Построение точки  $A$  в прямоугольной изометрии по заданным ортогональным



проекциям.

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций,



проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы.

**Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)**

Образец работы

**Вопросы для повторения: (при необходимости)**

1. Какие проекции называются аксонометрическими?
2. Что такое показатели искажения?
3. Какие виды аксонометрических проекций вы знаете? Как направлены в них аксонометрические оси?
4. Как изображаются окружности в различных аксонометрических проекциях?
5. Каковы критерии выбора той или иной аксонометрической проекции при построении плоской фигуры?

## Практическая работа №11

**Тема:** усечённый многогранник

**Цель:** освоить принципы построения линий пересечения поверхностей многогранников – пирамиды и призмы

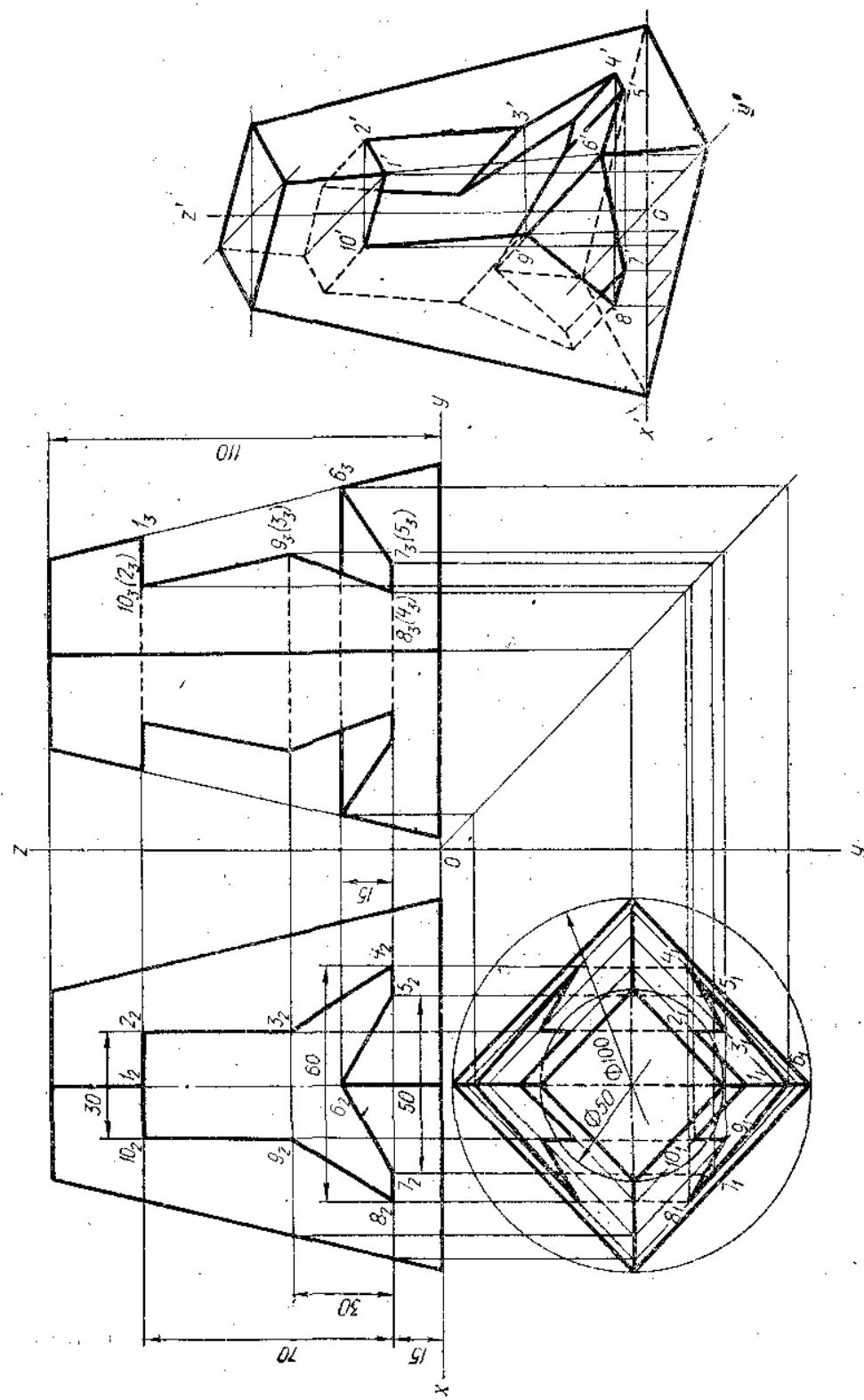
**Задание.** Построить линии пересечения поверхностей многогранников – пирамиды и призмы

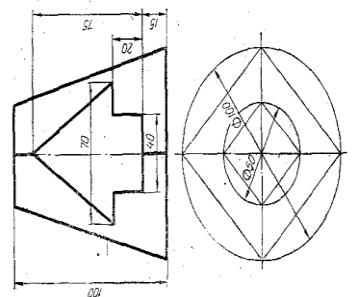
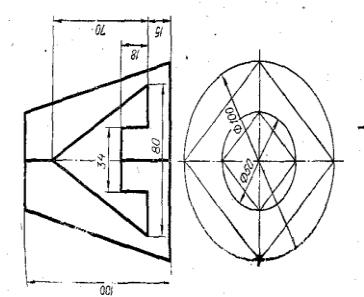
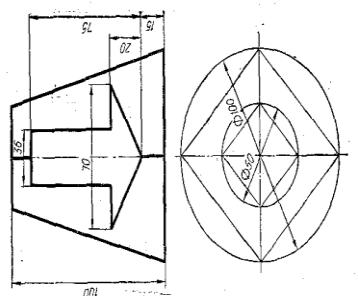
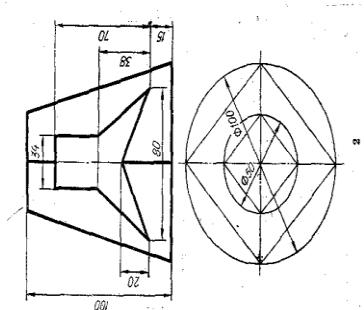
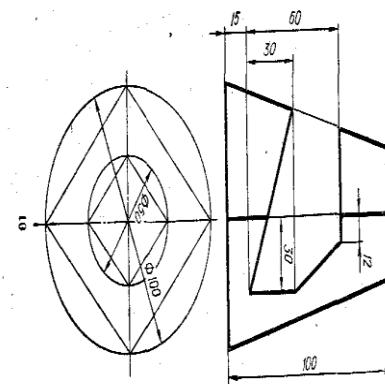
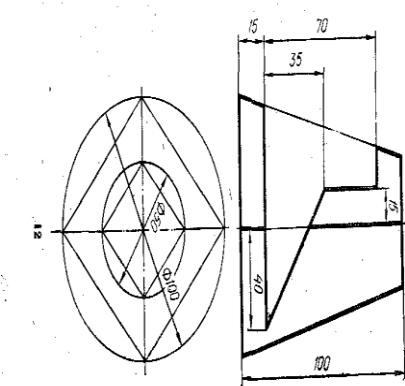
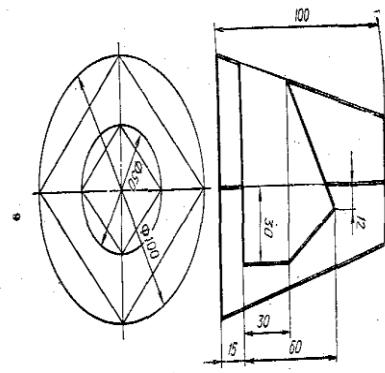
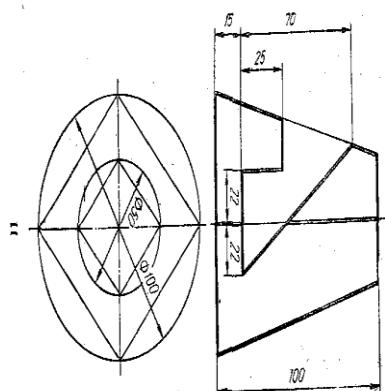
**Методические указания:**

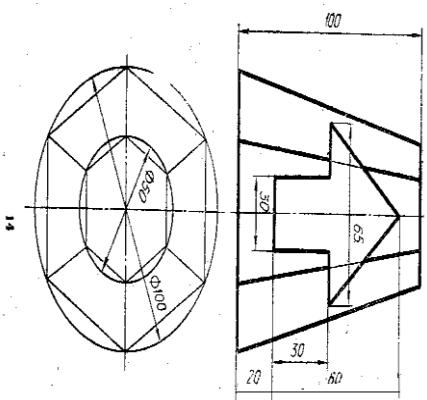
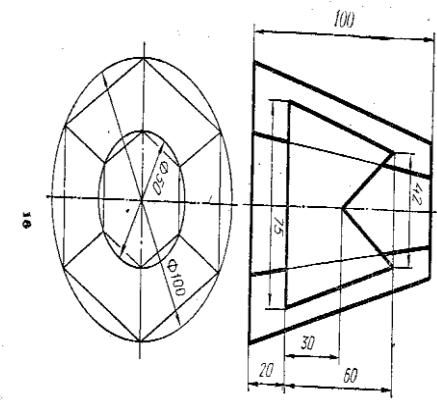
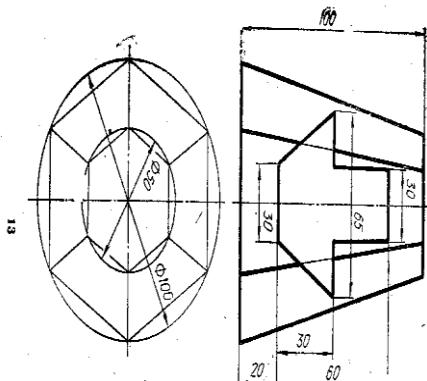
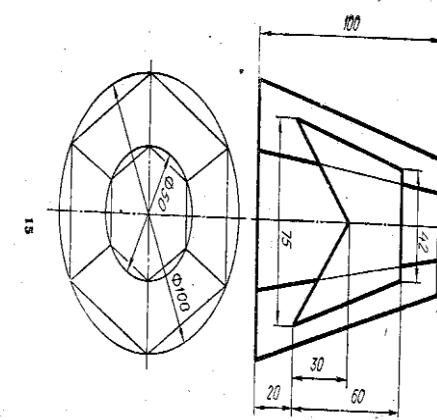
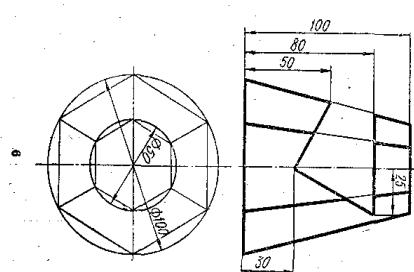
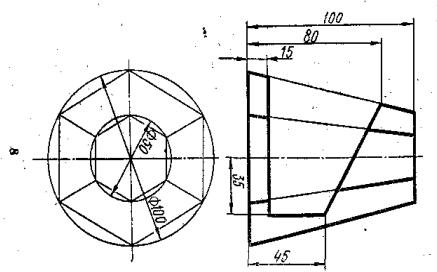
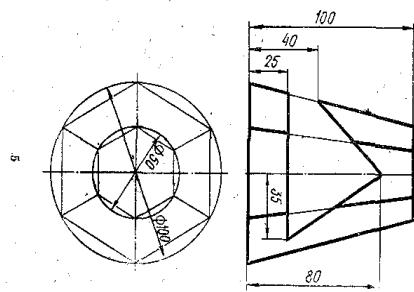
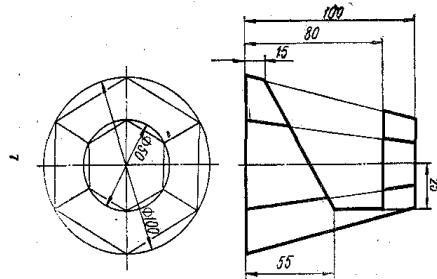
1. По имеющимся в задании (рисунки 20 - 23) размерам перечертить условие своего варианта. Фронтальную проекцию пирамиды с призматическим вырезом

обвести сплошной основной линией, так как на этом изображении изменений не будет. Обозначить цифрами характерные точки линии пересечения поверхностей.

2. Горизонтальные и профильные проекции точек линии пересечения, принадлежащих боковым ребрам пирамиды, найти при помощи линий связи.
3. Остальные точки линии пересечения отыскать, применяя вспомогательные горизонтальные секущие плоскости, которые образуют сечение, подобное основанию пирамиды. Соединив последовательно проекции полученных точек, получить проекции линии пересечения. Нанести невидимый контур, считая, что призматическое отверстие сквозное.
4. Профильные проекции точек линии пересечения найти с помощью линий связи.
5. Построить диаметрическую косоугольную проекцию пирамиды, на которую перенести все передние точки линии пересечения, используя координаты этих точек относительно центра основания пирамиды. Точки соединить прямыми линиями.
6. Из найденных точек провести прямые, параллельные оси ОУ, на которых отложить расстояния между передними и задними точками линии пересечения, применяя показатель искажения 0,5. Обвести линии пересечения с учетом их видимости







## Практическая работа №12-№13

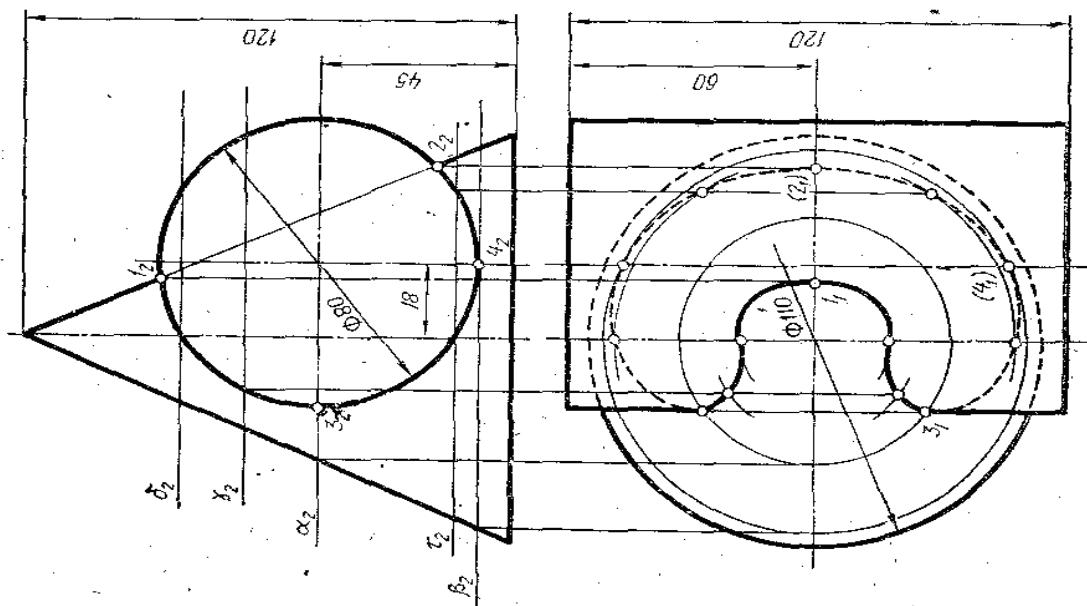
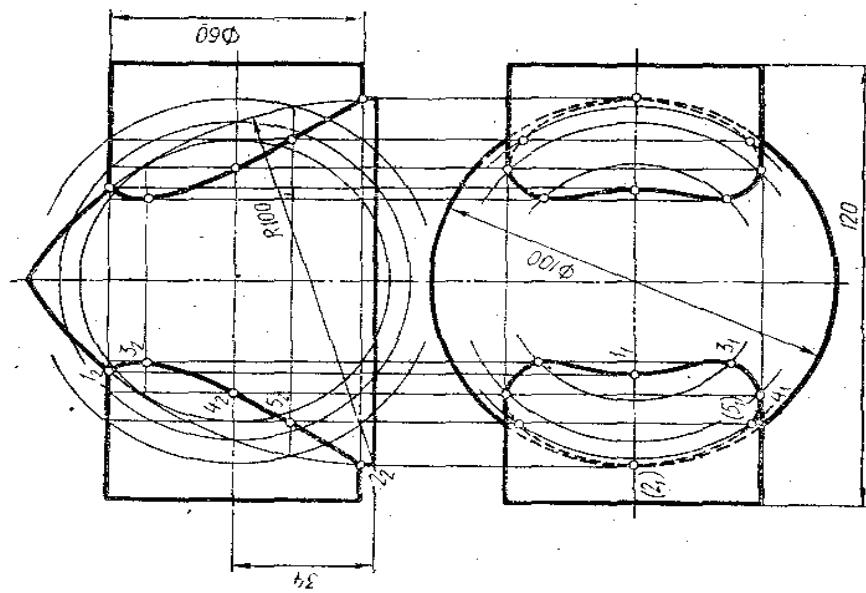
**Тема:** Усеченное тело вращения. Построение комплексного чертежа двух взаимно пересеченных геом. тел (многогранник и пирамида; два тела вращения)

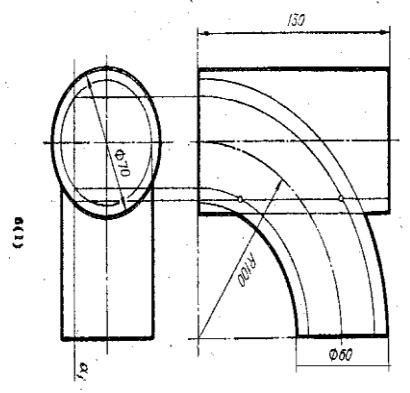
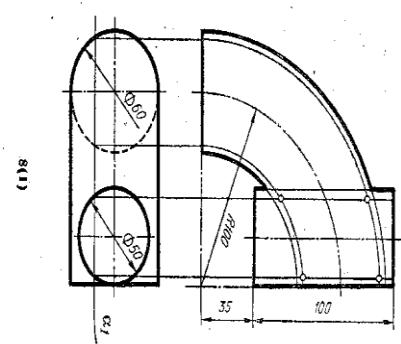
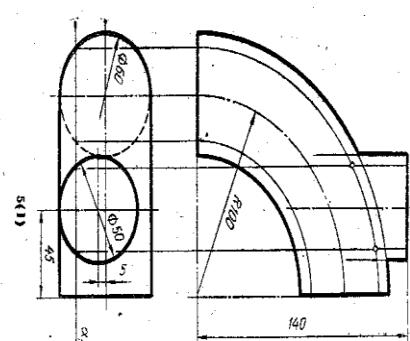
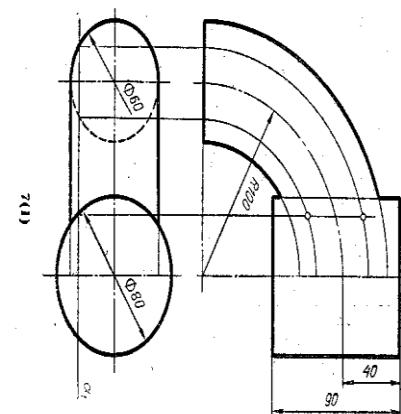
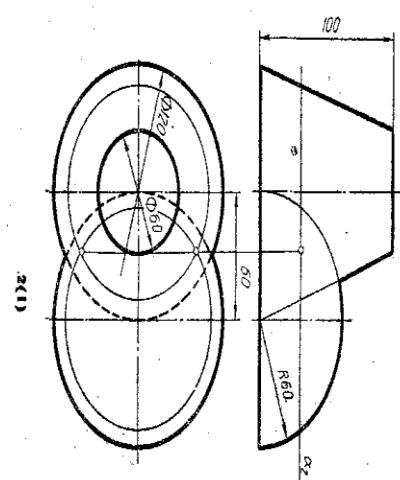
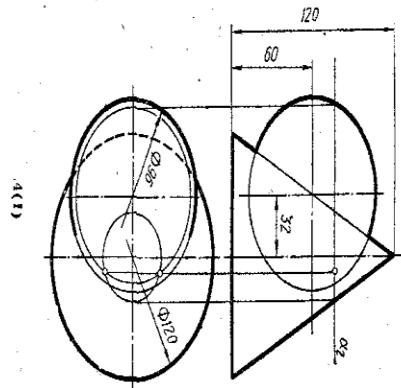
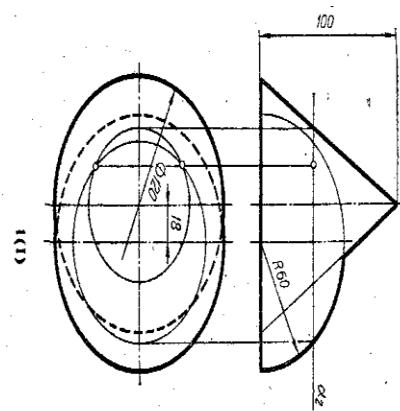
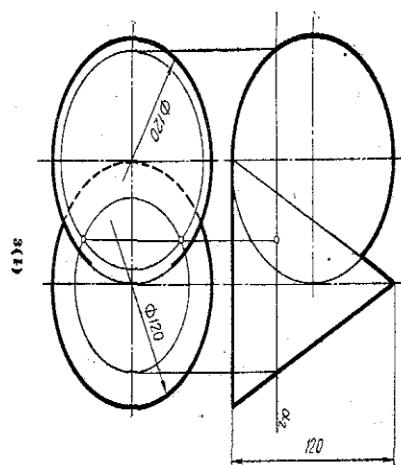
**Цель:** освоить принцип построения чертежа двух взаимно пересеченных геом. тел (многогранник и пирамида; два тела вращения)

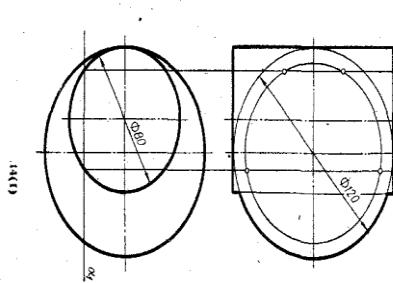
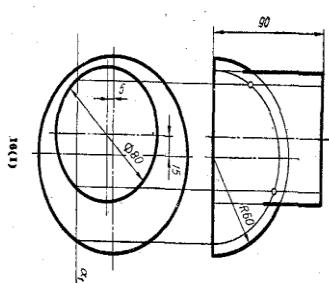
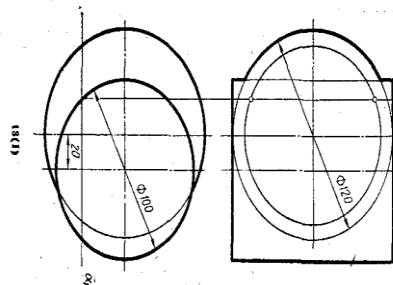
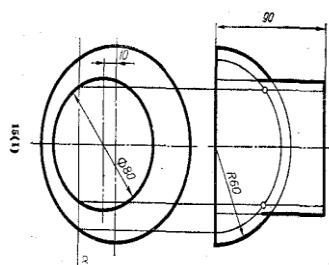
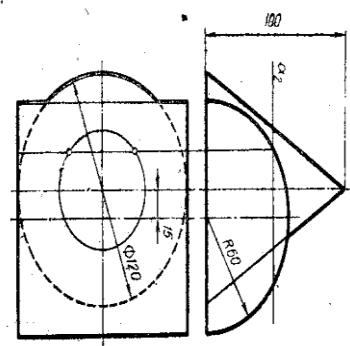
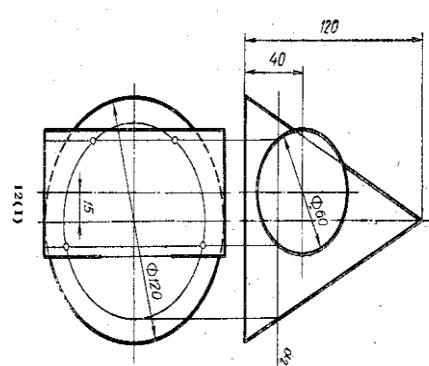
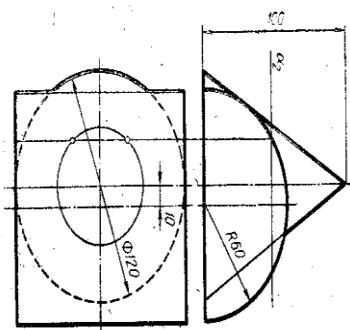
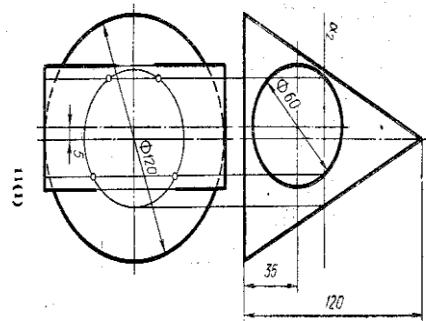
**Задание.** Построить линии пересечения тел вращения

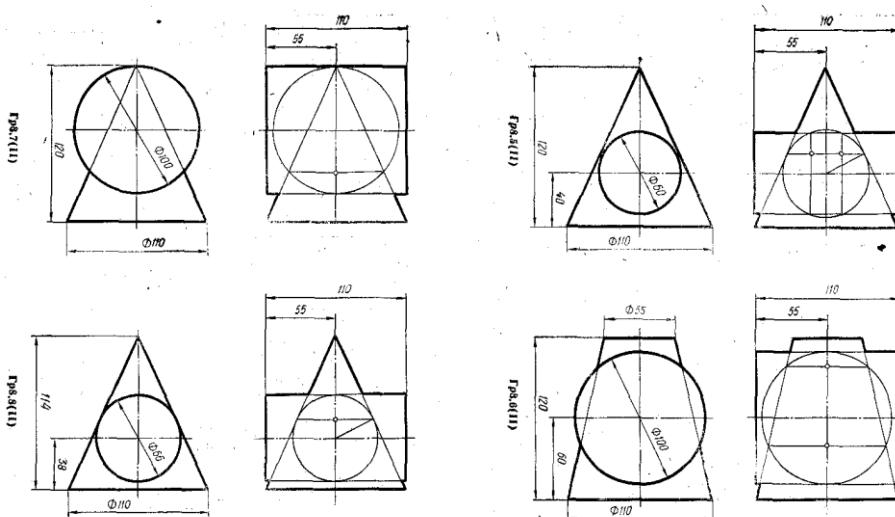
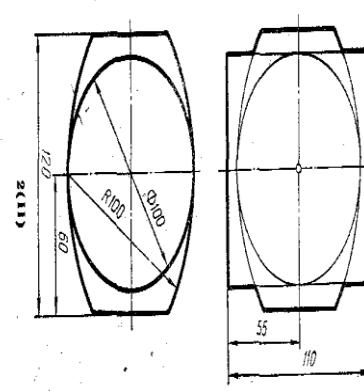
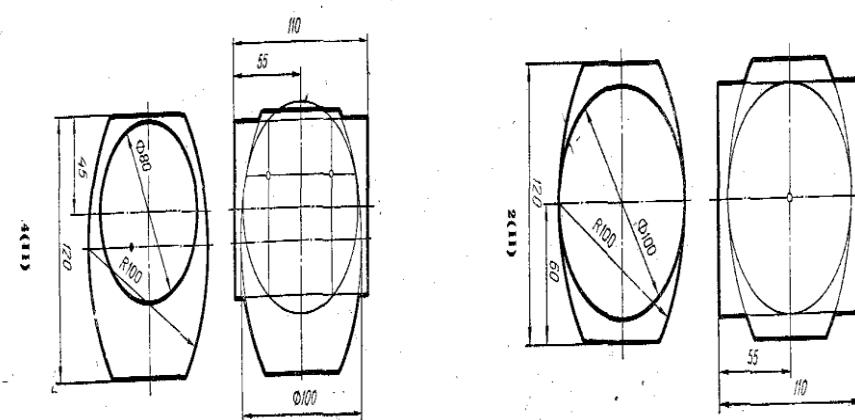
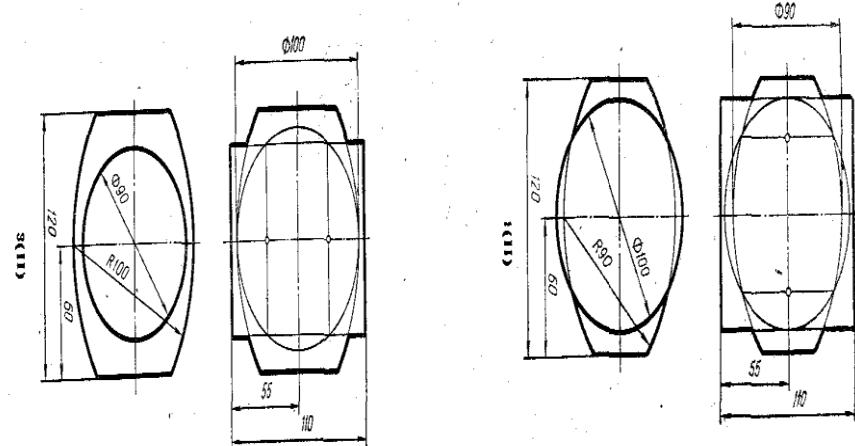
**Методические указания:**

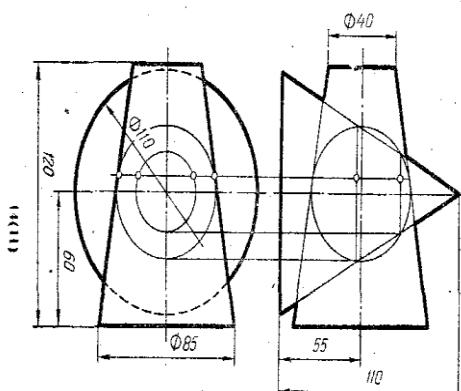
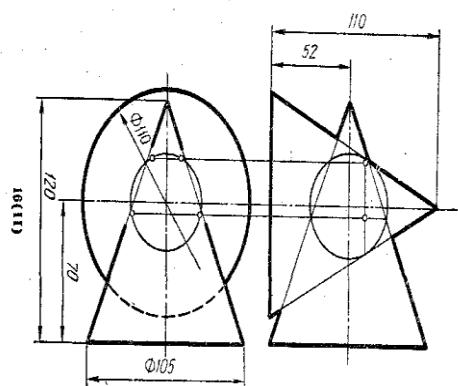
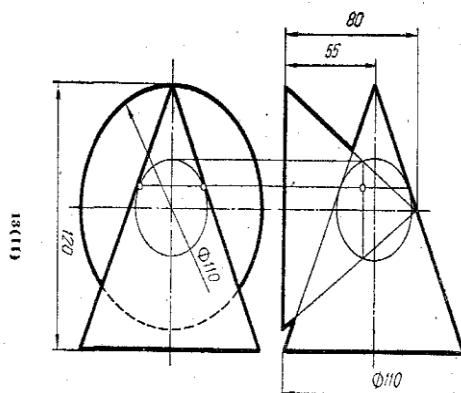
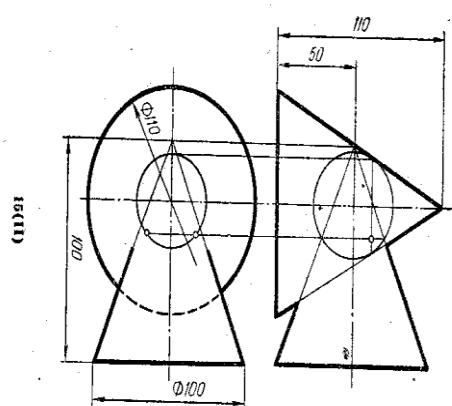
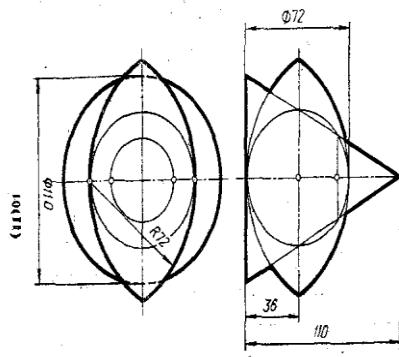
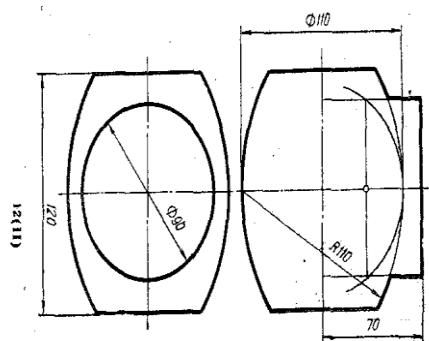
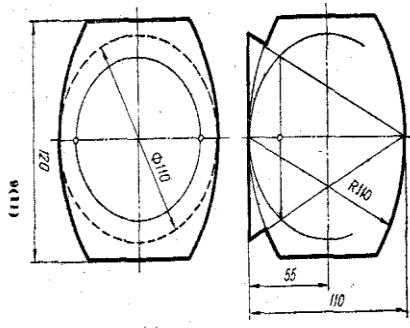
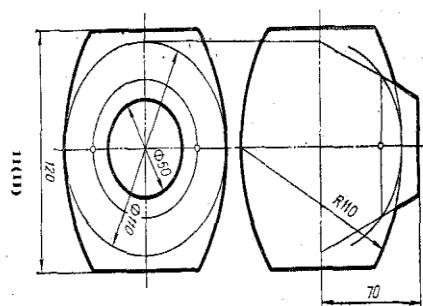
1. Найти линии пересечения тел вращения с непересекающимися осями (рисунки 26-28) и тел вращения с пересекающимися осями (рисунки 29-32). Каждую задачу решать в двух проекциях.
2. Первую задачу следует решать при помощи вспомогательных плоскостей-посредников уровня. Направление плоскости выбирать с таким расчетом, чтобы оба тела пересекались по простым плоским фигурам: окружностям, прямоугольникам, треугольникам. В первую очередь найти опорные точки, затем – промежуточные (случайные). Число последних выбирать таким, чтобы расположение проекций линии пересечения определялось наиболее четко. Найденные точки обозначить цифрами.
3. Решая вторую задачу (пересекающиеся оси тел вращения), применить метод концентрических сфер. Центром таких сфер будет фронтальная проекция точки пересечения осей тел. Первой провести минимальную сферу, вписывающуюся в одно тело и пересекающую второе. В условии задания для каждого варианта минимальная сфера проведена и для этого построения найдены опорные точки линии пересечения. Радиусы последующих сфер следует увеличивать на 3-4 мм. Полученные проекции точек обозначить цифрами и при необходимости найти их горизонтальные проекции.
4. Линии пересечения тел вращения – это пространственные линии, проецирующиеся в плоские лекальные кривые. Поэтому проекции точек следует соединять по лекалу. В некоторых случаях нужно найти невидимые части линии пересечения тел и обвести их штриховыми линиями.











## Практическая работа №14

**Тема:** Определение линии пересечения. Аксонометрическая проекция.

**Цель:** научится выполнять аксонометрическую проекцию треугольников и линии пересечения двух плоскостей

**Исходные данные (задание):** Построить комплексные чертежи аксонометрической проекции треугольников и линии пересечения двух плоскостей

**Порядок выполнения:**

1. Строим оси изометрической прямоугольной аксонометрии.
2. Переносим горизонтальные проекции точек плоскостей ABC и DEF на аксонометрическую проекцию. При этом координируем точки K и M на плоскости хоу комплексного чертежа и также переносим их на соответствующие прямые DE и DF. Обводим сплошными основными линиями видимый контур и штриховыми — невидимый. Видимый и невидимый контур плоскостей ABC и DEF переносят с комплексного чертежа на аксонометрический с горизонтальной проекции без изменения. Линию пересечения MN двух плоскостей ABC и DEF обводят сплошной основной линией (рис. 7.1).
3. После, переноса горизонтальной проекции откладывают координаты точек A, B, C, D, E и F параллельно осям, обводят тонкими линиями контуры плоскостей ABC и DEF и затем проецируют точки M и N на прямые DF и DE соответственно, проводя линии параллельно осям z из точек M<sub>1</sub> и N<sub>1</sub> до пересечения их с линиями DF и DE (рис. 7.1).

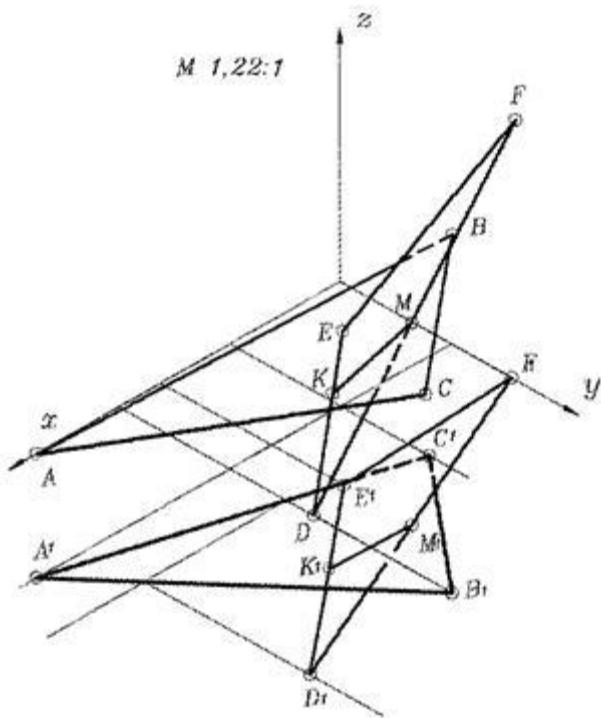


Рис. 7.1

Выполнив аксонометрическую проекцию треугольников и линии пересечения двух плоскостей в тонких линиях, необходимо затем выделить видимый и невидимый контур сплошными и основными штриховыми линиями.

После выполнения первой и второй части задания их переносят на формат А3. Лист этого необходимо более рационально располагать оси координат комплексного чертежа и аксонометрической проекции, чтобы не было наложения одного чертежа на другой, и построения не выходили за рамки формата. С этой целью накладывают на формат миллиметровки с выполненными заданиями и отмечают расположение осей на формате. После этого переносят построения на формат.

4. Основные ошибки, возникающие при выполнении задания. Все ошибки студентов, которые возникают при выполнении задания, можно подразделить на следующие:

1. Ошибки, возникающие из-за неправильного построения линии пересечения и определения видимости на комплексном чертеже. Из-за невнимательности студенты при переносе то чек проводят линии связи на прямые, которым не принадлежат перенесенные точки.
2. Ошибки, встречающиеся из-за неточности построения.
3. Ошибки, полученные из-за неправильного выбора вспомогательных плоскостей.

### **Контрольные вопросы**

1. Основные теоремы евклидова пространства.
2. Основные свойства при прямоугольном проецировании.
3. Точка, прямая и плоскость при изображении на комплексном чертеже.
4. Частные случаи расположения прямой и плоскости в пространстве относительно плоскостей проекций.
5. Взаимное расположение прямой и точки в пространстве. Реализация задачи на комплексном чертеже.
6. Взаимное расположение двух прямых в пространстве, и изображение на комплексном чертеже.
7. Теорема о принадлежности точки и плоскости в пространстве.
8. Теорема о принадлежности точки плоскости и поверхности.
9. Взаимное расположение прямой и плоскости в пространстве.
10. Принцип построения точек пересечения прямой с плоскостями частного положения.
11. Определение точек пересечения прямой с плоскостью общего положения.
12. Определение видимости на комплексном чертеже.

## Практическая работа № 14-15

**Тема:** Выполнение к.ч. моделей по аксонометрической проекции (или с натуры). Применение простых разрезов. Нанесение размеров.

Аксонометрия с вырезом на  $\frac{1}{4}$ ;

Работа состоит из следующих этапов:

1. Построение третьего вида детали по двум заданным
2. Построение трёх изображений по двум заданным и выполнение простых разрезов.
3. Построение изометрической проекции детали с вырезом четверти.

**Цель работы:** - закрепление навыков построения чертежа методом прямоугольного проецирования, ознакомление с правилами выполнения разрезов.

- формирование навыков выполнения простых разрезов в ортогональных и аксонометрических проекциях.
- практическое применение правил изображения предметов в соответствии с ГОСТ 2.305- 2008.
- развитие пространственного воображения, логического мышления,
- развитие способности к сопоставлению нового и ранее изученного материала.

### **Основные понятия:**

**Разрезом** называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими секущими плоскостями, где показывают то, что находится в секущей плоскости и то, что расположено за ней.

Простой разрез образован с помощью одной секущей плоскости. Вертикальный разрез получают с помощью секущей плоскости, перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций.

**Исходные данные (задание):** По двум видам детали построить третий. Выполнить вертикальные разрезы. Проставить размеры. Изобразить деталь в изометрии с вырезом четверти.

Приступая к построению третьего вида детали по двум данным, нужно сначала представить форму детали. Необходимо выяснить, какие геометрические тела составляют форму детали, мысленно представить, как эти тела будут изображены на отсутствующем третьем виде. Для правильного понимания формы детали, необходимо, два данных ее вида рассматривать одновременно.

Приступая к выполнению работы, следует изучить правила построения разрезов по ГОСТ 2.305-68 “Изображения - виды, разрезы, сечения”.

### **Порядок выполнения:**

Преподаватель выдаёт задания. Вариант задания определяется номером студента по списку в журнале.

1. Расположить формат А3 горизонтально и определить рабочую область, вычертив рамку по заданным ГОСТом размерам.
2. Мысленно разделить рабочую область на 4 части: три ортогональных проекции и аксонометрическое изображение.

3. Построить два вида детали (по заданию).

4. Построить вид слева.

## Практическая работа №16

**Тема:** Выполнение к.ч. моделей по 2-м видам 3-й вид. Простые разрезы.

Нанесение размеров. Аксонометрия. Точка на поверхности модели.

**Цель работы:** - приобретение навыков построения чертежей технических деталей согласно законам и методам проекционного черчения;

- приобретение навыков выполнения аксонометрических проекций моделей по комплексному чертежу;
- способствование развитию пространственного воображения, логического мышления;

**Основные понятия: (при необходимости) Исходные данные (задание):**

**Дано:** Две проекции модели.

Предусмотрено 30 вариантов заданий. В каждом варианте по 4 модели деталей.

**Требуется:** 1. Построить третью проекцию моделей по двум заданным на формате А3.

2. Построить аксонометрические проекции моделей

**Порядок выполнения:**

Преподаватель выдаёт задания. Вариант задания определяется номером студента по списку в журнале.

1. Прочитать чертёж модели. Под чтением чертежа понимают процесс, при котором происходит формирование пространственного (объёмного) образа предмета на основе плоских изображений (проекций). Мысленно расчленяют модель на элементарные геометрические формы и представляем, как эти формы изображаются на всех трёх проекциях, выясняем общую форму модели.

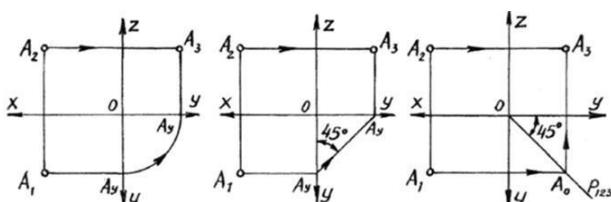
2. Расположить формат А3 горизонтально и определить рабочую область, вычертив рамку по заданным ГОСТом размерам.

3. Разделить мысленно формат на 4 равные части.

3. В частях построить два вида модели (по заданию)

4. Построить профильную проекцию.

Проекционную связь между горизонтальной и профильной проекциями



можно установить несколькими графическими приёмами:

- Дугой окружности;
- С помощью прямой под углом 45;
- С помощью постоянной прямой чертежа.

5. Нанести размера согласно ГОСТ 2.307-68.
6. Построить аксонометрические проекции моделей.

**Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)**

Набор моделей в металле. Образцы работ

**Вопросы для повторения: (при необходимости)**

1. Сформулируйте последовательность построения недостающей проекции модели.
  2. На каких проекциях отображена высота модели? (фронтальная и профильная)
  3. На каких проекциях отображена длина модели? (фронтальная и горизонтальная)
  5. На каких проекциях отображена ширина модели? (горизонтальная и профильная)
- Выполнить указанные в задании разрезы согласно ГОСТ 2.305-2008. При выполнении вертикальных разрезов учитывать особенности применения метода разрезов, при необходимости применять местные разрезы.

**Выполняя чертеж, следует учсть следующее:**

- разрез располагают от оси справа, если последняя расположена вертикально, и снизу, если ось расположена горизонтально;
- при совпадении проекции ребра с осью симметрии предмета, границей между частью вида и частью разреза, на симметричной фигуре, должна быть волнистая линия;
- простые разрезы не обозначают, если секущая плоскость и плоскость симметрии предмета совпадают и соответствующие изображения расположены на одном и том же месте в проекционной связи;
- разрезы обозначают, если секущая плоскость не совпадает с плоскостью симметрии предмета. При этом положении секущей плоскости указывается на чертеже разомкнутой линией; (рекомендуемая длина штриха для формата А3 и А4 = 8...12 мм, толщина S...1,5 S), разрез надписывают по типу: А-А, надпись следует выполнять над изображением;
- при построении нескольких разрезов на чертеже нельзя менять направление штриховки и её шаг;
- тонкие стенки, вдоль рассеченные, не штрихуют;
- при построении разрезов размеры отверстий следует наносить от образующих, на разрезах;
- не следует изображать все элементы (например, одинаковые отверстия), достаточно изобразить одно, а место расположения других указывают центровыми линиями;
- соединяя часть вида и часть разреза на изображении, следует убрать линии невидимого контура, который четко изображен на разрезе.

6. Нанести штриховку в разрезах согласно ГОСТ 2.306-68. Штриховку выполняют сплошной тонкой линией с углом наклона  $45^\circ$  к горизонтальной линии и шагом штриховки 3...4 мм.

7. Нанести размеры согласно ГОСТ 2.307-68

8. Построить изометрическую проекцию детали и выполнить вырез 1/4 согласно ГОСТ 2.317-69:

В аксонометрии разрезы выполняют двумя или более секущими

плоскостями. Чтобы вычертить разрез предмета, вначале нужно построить его аксонометрическое изображение, а затем начертить линии, по которым он рассекается плоскостью. Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях. Стороны квадратов параллельны аксонометрическим осям

9. Оформить чертёж и заполнить основную надпись по ГОСТ 2.104-2006.

***Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)***

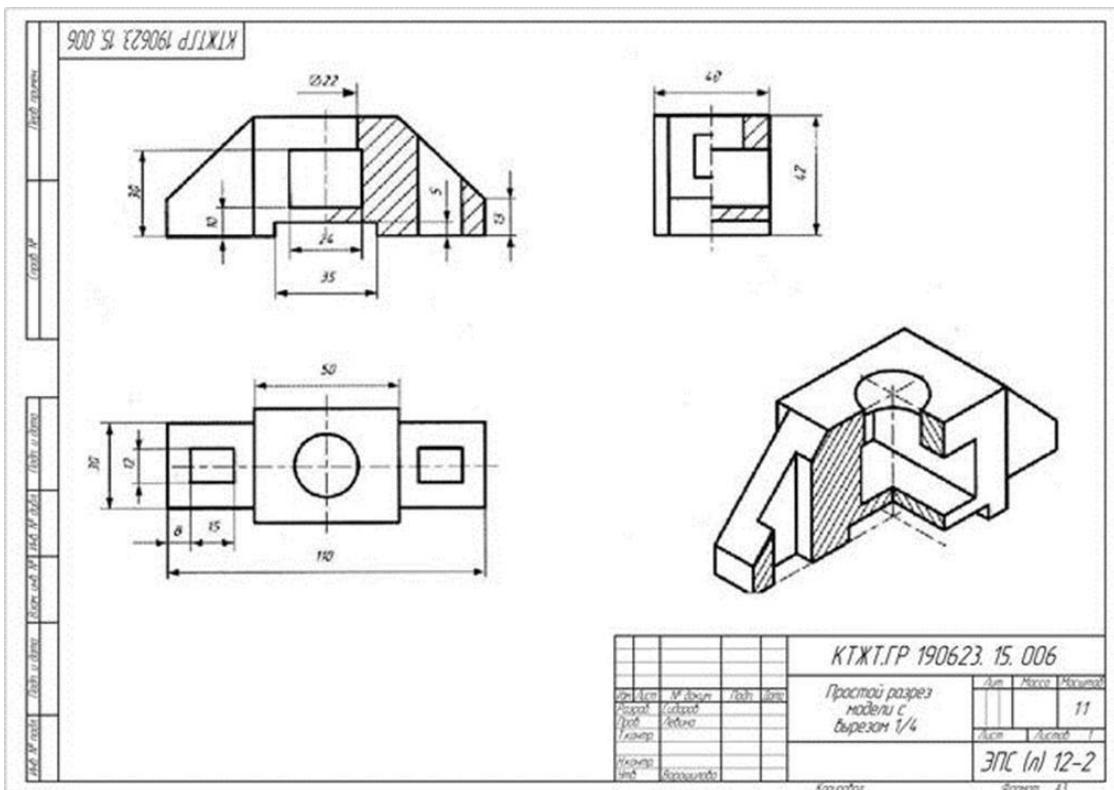
Модели деталей с простыми разрезами, образцы работ.

Методическая карта «Особенности выполнения метода разрезов» -  
стенд Ларионова Е.В., Букова О.М. Учебно-методическое пособие «Разрезы. Разрезы простые» для всех специальностей II курса  
ПК, настенный экран, слайды.

***Вопросы для повторения: (при необходимости)***

1. Как называются изображения на чертежах?
2. Перечислите основные виды.
3. Какой вид называется главным и как он выбирается?
4. Какое изображение называется разрезом?
5. Для чего применяется разрез?
6. Классификация разрезов.
7. Назовите правила оформления разрезов на чертеже.
8. В каком случае возможно соединение половины вида с половиной разреза?
9. В каком случае при выполнении простого разреза секущая плоскость не указывается и разрез не обозначается?
10. В чем заключается особенность выполнения разрезов на симметричных изображениях?
11. В каком случае на разрезах не отмечают положение секущей плоскости и не сопровождают разрез надписью?

***Пример выполнения работы:***



## Практическая работа № 17

**Тема:** Выбор положения модели. Выполнение рисунков моделей в различных положениях. Приемы изображения разрезов на рисунках моделей.

**Цель:** научится выполнять рисунки моделей в различных положениях., освоить приемы изображения разрезов на рисунках моделей

**Исходные данные (задание):** Выполнить комплексный чертёж моделей указанных на рисунках в различных положениях. Показать разрез на модели.

### Порядок выполнения:

Выполняя технический рисунок модели, необходимо прежде всего выбрать аксонометрическую проекцию, в которой модель расположится таким образом, чтобы изображение было наглядное, а выполнение ее было бы легким.

Если у модели какая-либо часть имеет форму призмы, в основании которой лежит квадрат, то такую модель следует изображать в прямоугольной диметрической проекции. Не следует располагать модель в изометрической проекции, если у нее есть плоские поверхности, расположенные под углом  $45^\circ$  к плоскости основания модели, так как такие поверхности изображаются отрезками.

Внутреннюю конструкцию модели показывают вырезом четверти модели, где стенки, попавшие в разрез, штрихуют, как и при выполнении наглядного изображения чертежными инструментами. На рис. 339 показан технический

рисунок модели без отверстий. Такие модели не требуют вырезов четверти. Рельефность модели передана штриховкой.

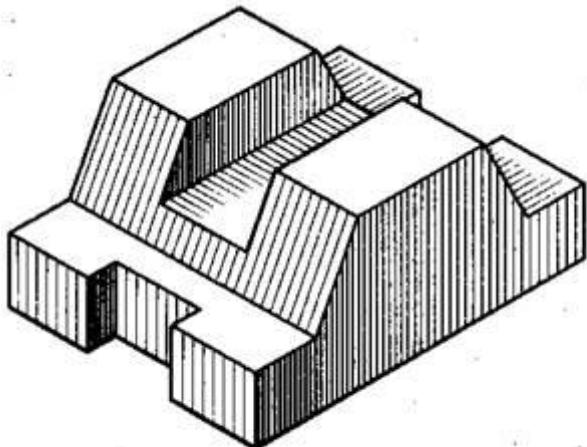


Рис. 339

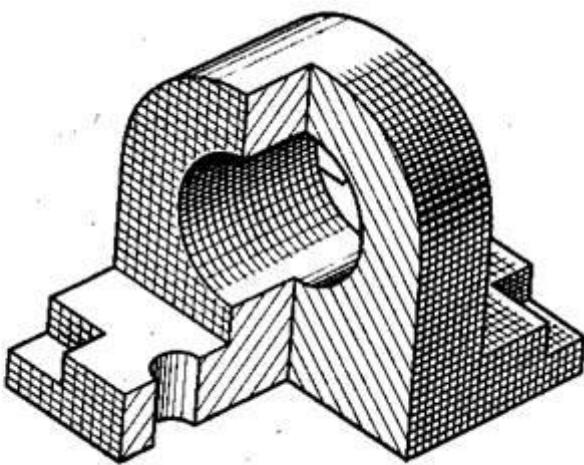


Рис. 340

На рис. 340 показан технический рисунок модели с вырезом одной четверти, а рельефность показана шраффировкой. Источник света условно располагается слева, сверху и немного сзади наблюдателя. На отверстиях модели проводят осевые и центровые линии параллельно аксонометрическим осям (рис. 340).

Участки поверхности модели в зависимости от расположения относительно источника света имеют различную степень освещенности. Условно их можно разбить на три группы.

1. Участки, расположенные горизонтально, и, следовательно, хорошо освещенные, не штрихуют или штрихуют очень редко тонкими линиями.
2. Участки, расположенные вертикально и повернутые от света, штрихуют толстыми линиями с небольшими интервалами.
3. Участки, расположенные вертикально и повернутые к свету, штрихуют тонкими линиями с небольшими интервалами.

### Практическая работа №18

**Тема:** Соединение половины вида с половиной разреза, наложенный разрез, сложный ломанный разрез, сложный ступенчатый разрез;

#### Цель работы:

- закрепление навыков построения чертежа методом прямоугольного проецирования, ознакомление с правилами выполнения разрезов
- формирование навыков построения и обозначения сложных разрезов.
- практическое применение правил изображения предметов в соответствии с ГОСТ 2.305- 2008.

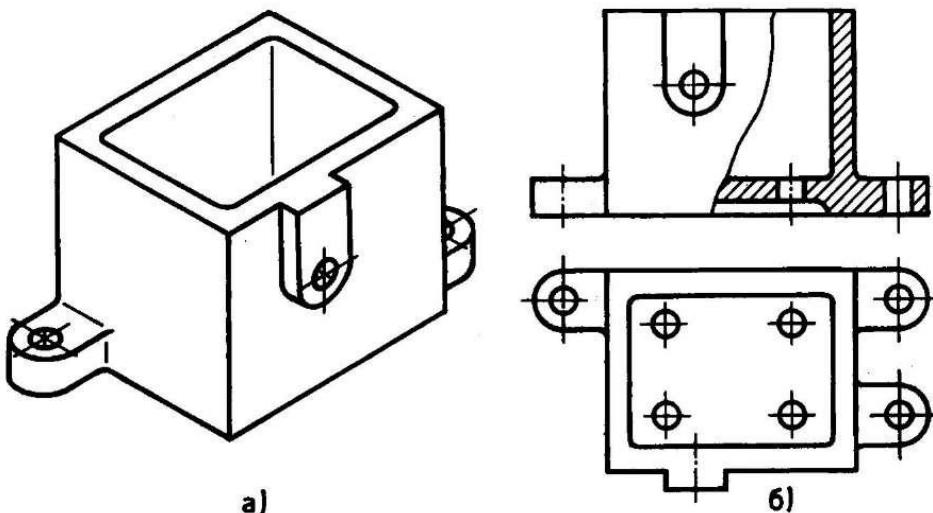
- развитие пространственного воображения, логического мышления,
- развитие способности к сопоставлению нового и ранее изученного материала.

### ***Основные понятия: (при необходимости)***

**Сложными** называются разрезы, полученные при рассечении двумя и более секущими плоскостями. В зависимости от расположения секущих плоскостей разрезы делятся:

- ступенчатые, когда секущие плоскости параллельны;
- ломаные, когда секущие плоскости пересекаются.

**Исходные данные (задание): Дано:**



1. Соединить половину вида с половиной разреза

2. Заменить вид соответствующим разрезом.

Преподаватель выдаёт задания. Вариант задания определяется номером студента по списку в журнале.

Каждый вариант задания состоит из 2-х задач, решение которых закрепляет теоретический материал, касающийся правил выполнения сложных разрезов. В задаче 3 вид заменить ломанным разрезом А-А. В задаче 4 вид заменить ступенчатым разрезом А-А. Нанести размеры. Заполнить основную надпись.

На занятии выполняют задачу 4.

Перед выполнением задания необходимо изучить учебно-методическое пособие «Разрезы. Разрезы сложные» для всех специальностей II курса, разработанную преподавателями Ларионовой Е.В., Буковой О.М. (У «Инженерная графика»)

#### ***Порядок выполнения:***

1. Расположить формат А3 горизонтально и определить рабочую область, вычертив рамку по заданным ГОСТом размерам.
2. Мысленно разделить рабочую область на 2 части:
3. В первой части: вместо одного из приведённых изображений детали построить сложный ступенчатый разрез (задача 4).
4. Во второй части вместо одного из приведённых изображений детали построить сложный ломанный разрез (задача 3) – задача выполняется на

СРС.

6. Нанести штриховку в разрезах согласно ГОСТ 2.306-68.
7. Нанести размеры согласно ГОСТ 2.307-68
8. Оформить чертёж и заполнить основную надпись на СРС.

**Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)**

Модели деталей со сложными разрезами. Образцы работ

**Вопросы для повторения: (при необходимости)**

1. Какой разрез называется сложным?
2. Когда применяют сложные разрезы?
3. Назовите виды сложных разрезов.
4. В чём отличие ступенчатого разреза от ломаного?
5. Назовите правила обозначения разрезов на чертеже.

### **Практическая работа №19**

**Тема:** Выполнение различных видов сечений. Выполнить чертеж изделия и несколько сечений

**Цель:** Освоить методику построения сечения на комплексных чертежах.

**Задание:**

1. Выполнить оформление формата А4 с вертикальным расположением листа, вычертить штамп и заполнить штамп, выполнить построение комплексного чертежа простейших геометрических фигур, определить положение сечения, выполнить построение сечения.
2. Выполнить оформление формата А4 с горизонтальным расположением листа, вычертить штамп и заполнить штамп, выполнить построение комплексного чертежа фигуры с натуры, определить положение сечения, выполнить построение сечения.
3. Выполнить построение комплексного чертежа с натуры, с соблюдением натуральных размеров, определение положения сечения, выполнить построение выносного и наложенного сечений.

### **СЕЧЕНИЯ НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ**

Формирование чертежа детали производится путем последовательного добавления необходимых проекций, разрезов и сечений. Первоначально создается произвольный вид с указанной пользователем модели, при этом задается ориентация модели, наиболее подходящая для главного вида. Далее по этому и следующим видам создаются необходимые разрезы и сечения.

Главный вид (вид спереди) выбирается таким образом, чтобы он давал наиболее полное представление о формах и размерах детали.

«Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями». (ГОСТ 2.305-68).

**На сечениях показано лишь то, что находится в самой секущей плоскости; что расположено за секущей плоскостью, не показывают.**

Фигуру сечения на чертеже выделяют штриховкой для того, чтобы отличить на детали мысленно образованные поверхности от существующих. Штриховку наносят тонкими линиями. Наклонные параллельные линии штриховки проводят под углом 45 к линиям рамки чертежа.

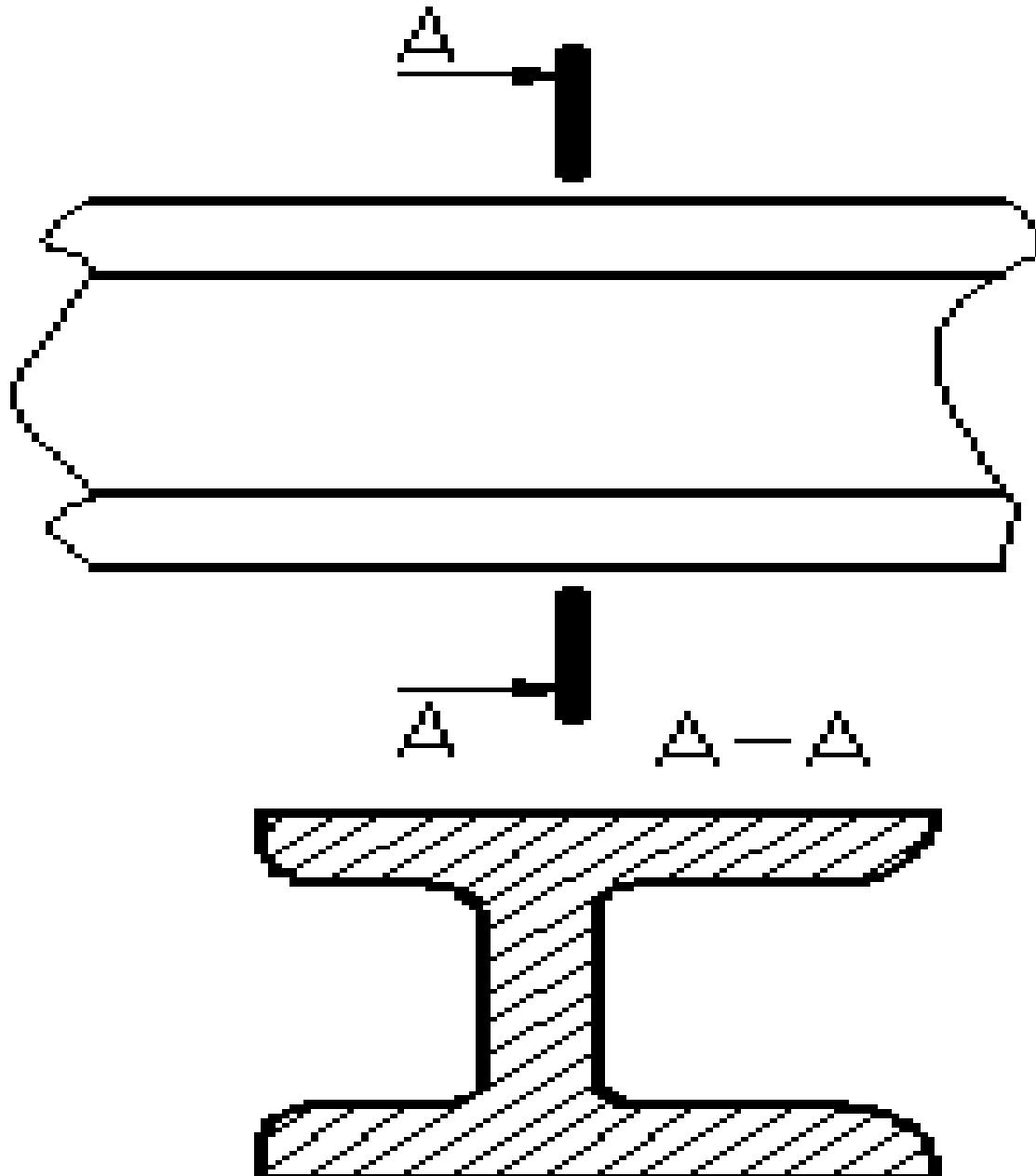
Сечение широко применяется в техническом черчении для выявления формы и внутреннего устройства предметов.

При пересечении плоскостью многогранника (например, призмы, пирамиды) в сечении получается многоугольник с вершинами, расположенными на ребрах многогранника.

При пересечении плоскостью тел вращения (например, цилиндра, конуса) фигура сечения часто ограничена кривой линией. Точки этой кривой находят с помощью вспомогательных линий — прямых или окружностей, взятых на поверхности тела. Точки пересечения этих линий с секущей плоскостью будут искомыми точками контура криволинейного сечения.

Рассмотрим несколько случаев сечения плоскостью Р геометрического тела — куба, лежащего на горизонтальной плоскости проекции Н.

Натуральные размеры отрезков линий и фигур получаются на той плоскости проекций, параллельно которой они расположены. Следовательно, чтобы определить натуральную величину отрезка линии или фигуры, необходимо, чтобы плоскость проекции была параллельна изображаемому элементу. Для этого применяют способ вращения или способ перемены плоскостей проекций.



Допускается в качестве секущей применять цилиндрическую поверхность, развертываемую затем в плоскость.

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на:

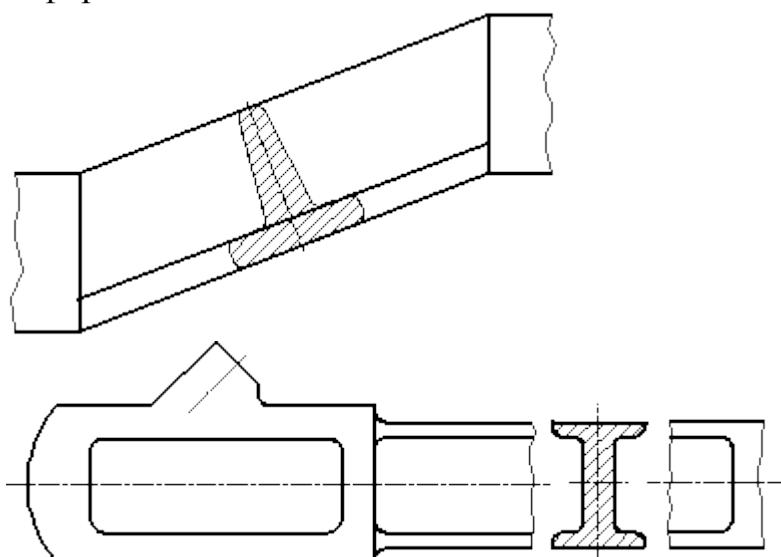
**вынесенные**

**наложенные**

Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида.

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения — сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

Оформление вынесенного сечения

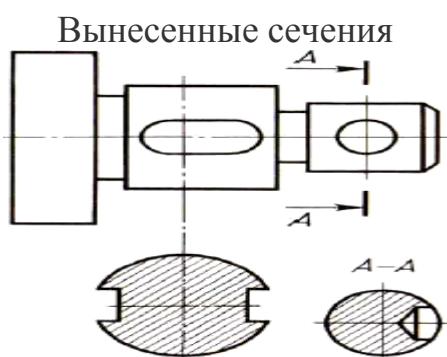


Оформление наложенного сечения

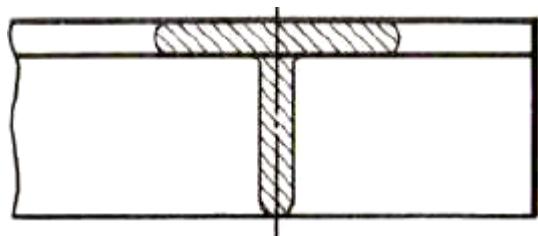
Образец оформления вынесенного сечения.

**Расположение сечений.** По расположению на чертеже сечения разделяются на вынесенные и наложенные. Вынесенные располагают вне контура изображения детали на любом месте поля чертежа, наложенные — непосредственно на видах.

Вынесенные сечения предпочтительней, так как они не загромождают вид лишними линиями.



Наложенные сечения



## Наложенное симметричное сечение

Контур вынесенного сечения обводят сплошной толстой основной линией такой же толщины (s), как и линия, принятая для видимого контура изображения; контур наложенного сечения — сплошной тонкой линией (от 1/3 до 1/2); причем контур вида в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

**Обозначение сечений.** Чтобы показать, в каком месте проходит секущая плоскость, ее обозначают.

Если сечение вынесенное, то, как правило, проводят разомкнутую линию, два утолщенных штриха. Стрелками указывают направление взгляда. Их располагают у внешних концов разомкнутой линии. С внешней стороны стрелок наносят одинаковые прописные буквы русского алфавита.

Над сечением пишут те же буквы через тире с тонкой чертой внизу.

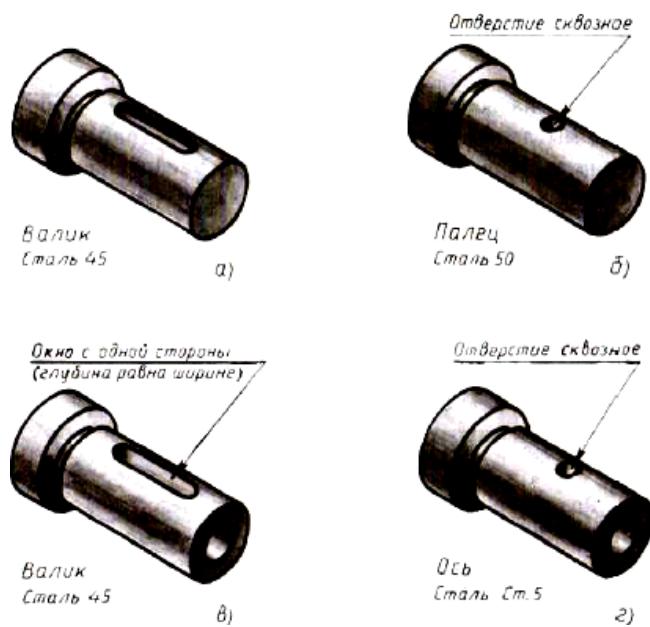
Если сечение представляет собой симметричную фигуру и расположено на продолжении линии сечения (штрихпунктирной), то стрелок и букв не наносят.

Наложенное сечение обычно не обозначают. Только в том случае, когда оно представляет собой несимметричную фигуру, проводят штрихи разомкнутой линии и стрелки, но буквы не наносят.

## АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ СЕЧЕНИЯ

1. Выберите вид построения сечения.
2. Выберите плоскость построения сечения, обозначьте ее на чертеже.
3. Выстройте образованную фигуру.
4. Выполните штриховку.

### Задания к графической работе



## Практическая (лабораторная) работа №20

**Тема::** Выполнение эскизов деталей.

**Цель работы:**

- приобретение навыков выполнения и оформления эскизов на практике машиностроительных деталей по ГОСТам ЕСКД;

- развитие логического мышления ;
- приобретение навыков нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах.

**Основные понятия:** **Деталь** — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например, вал из одного куска металла, шатун штампованный, литой корпус и др.

**Эскиз детали** — чертёж, выполненный от руки на бумаге, линованной в клетку в глазомерном масштабе с соблюдением пропорций. Эскиз является временным чертежом и предназначен для разового использования.

**Шероховатость** - это совокупность неровностей, образующих рельеф поверхности на определенной базовой длине.

### **Исходные данные**

**(задание): Дано:**

детали сборочной единицы.



**Требуется:** Выполнить эскизы деталей сборочной единицы с натуры в соответствии с требованиями ЕСКД к рабочим чертежам деталей. Указать размеры, шероховатость поверхностей, технические требования при необходимости.

Предусмотрено 30 вариантов данной работы.

### **Порядок выполнения:**

Эскиз выполнить на клетчатой или миллиметровой бумаге формата А3 (А4); Глазомерный масштаб выбрать с учетом того, чтобы изображение занимало 80% формата;

Задание состоит из следующих этапов:

1. Ознакомиться с деталью.
2. Выбрать необходимое количество изображений, выбрать главное изображение согласно ГОСТ 2. 305-2008
3. Выбрать формат листа.
4. Подготовка листа.
5. Компоновка изображений на листе.
6. Вычертить изображения детали.
7. Нанести выносные и размерные линии
8. Нанести обозначение шероховатости поверхностей с ГОСТ 2.309-73 .
9. Обмерить деталь и нанести размерные числа в соответствии с

ГОСТ 2.307-68 .

10. Оформить эскиз и заполнить основную надпись. Нанести на чертеже надписи, технические требования по ГОСТ 2.316-2008 (при необходимости).

### *I. Ознакомление с деталью*

При ознакомлении определяется форма детали (рис.1а, б) и ее основных элементов, на которые мысленно можно расчленить деталь. По возможности выясняется назначение детали и составляется общее представление о материале, обработке и шероховатости отдельных поверхностей, о технологии изготовления детали, о ее покрытиях и т. п.

### *II. Выбор главного вида и других необходимых изображений*

Главный вид следует выбирать так, чтобы он давал наиболее полное представление о форме и размерах детали, а также облегчал пользование эскизом при ее изготовлении.

Изображения деталей на чертежах располагают так, чтобы на главном виде ось детали была параллельна основной надписи. Такое расположение главного вида облегчит пользование чертежом при изготовлении по нему детали.

По возможности следует ограничить количество линий невидимого контура, которые снижают наглядность изображений, поэтому следует уделять особое внимание применению разрезов и сечений.

Необходимые изображения следует выбирать и выполнять в соответствии с правилами и рекомендациями ГОСТ 2.305—2008.

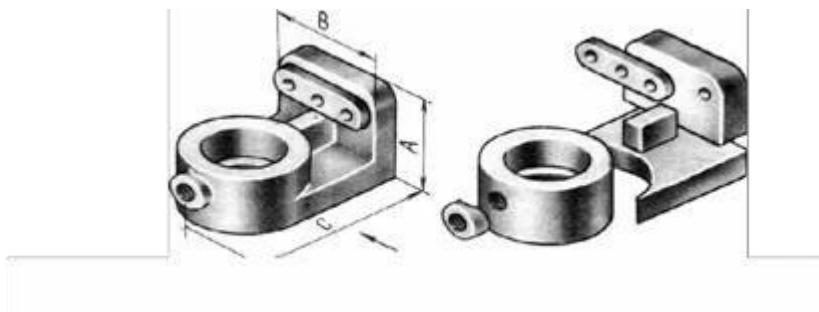


Рис. 1 – Принцип ознакомления с формой детали

### *Выбор формата листа*

Формат листа выбирается по ГОСТ 2.301—68 с таким учетом, чтобы величина и пропорции изображений позволяли четко отразить все элементы и нанести необходимые размеры и условные обозначения, а все изображения и надписи занимали не менее 75 - 80 % формата.

### *Подготовка листа*

Вначале следует ограничить формат рамкой и нанести контур рамки основной надписи.

### *Компоновка изображений на листе*

Выбрав глазомерный масштаб изображений, устанавливают на

глаз соотношение габаритных размеров детали. После этого на эскизе наносят тонкими линиями прямоугольники с габаритными размерами детали. Прямоугольники располагают так, чтобы расстояния между ними и краями рамки были достаточными для нанесения размерных линий и условных знаков, а также для размещения технических требований.

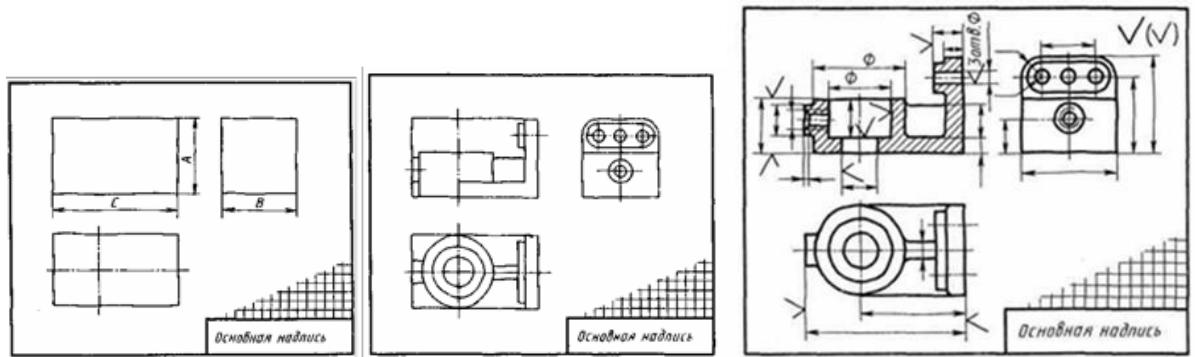


Рис. 2 - Этапы эскизирования детали

#### *Нанесение изображений элементов детали*

Внутри полученных прямоугольников наносят тонкими линиями изображения элементов детали. При этом необходимо соблюдать пропорции их размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, проводя соответствующие осевые и центровые линии.

#### *Оформление видов, разрезов и сечений*

Далее на всех видах уточняют подробности, не учтенные при выполнении этапа VI (например, скругления, фаски). В соответствии с ГОСТ 2.305—2008 оформляют разрезы и сечения, затем наносят графическое обозначение материала (штриховка сечений) по ГОСТ 2.306—68 и производят обводку изображений соответствующими линиями по ГОСТ 2.303—68.

#### *Нанесение размерных линий и условных знаков*

Размерные линии и условные знаки, определяющие характер поверхности (диаметр, радиус, квадрат, конусность, уклон, тип резьбы и т. п.), наносят по ГОСТ 2.307—68. Одновременно намечают шероховатость отдельных поверхностей детали и наносят условные знаки, определяющие шероховатость.

Нанесение размеров включает в себя:

- 1) выбор размеров;
- 2) выбор способов их простановки и взаимной увязки;
- 3) выбор мест размещения размерных линий и размерных чисел на поле формата, нанесение выносных и размерных линий;
- 4) обмер детали;

Выбор размеров подразумевает выбор параметров, характеризующих величину детали и отдельных её элементов (длина, высота, глубина, угол наклона, диаметр, расстояние между отверстиями).

Приступая к выбору размеров, надо помнить, что все размеры можно разделить на следующие четыре группы:

- 1) габаритные размеры (максимальные высота, длина и ширина детали);
- 2) размеры положения, определяющие взаимное расположение на

детали отдельных элементов её конструкции;

3) конструктивные размеры, характеризующие те элементы конструкции детали, наличие которых обусловлено основным техническим назначением детали и (или) способом её соединения с другими деталями;

4) детальные размеры – размеры элементов детали, наличие которых обусловлено технологией изготовления, требованиями прочности, удобством сборки.

Две последние группы размеров относятся к размерам формы, определяющим формы геометрических элементов, образующих деталь. Размеры деталей наносят от размерных баз.

Размерной базой называют поверхность, линию или точку на детали, относительно которой задают расположение других поверхностей, линий или точек той же детали.

Диаметры (радиусы), характеризующие поверхности вращения, проставляются от так называемых условных размерных баз, в качестве которых принимают оси этих поверхностей вращения. Эти же оси служат размерными базами для увязки поверхностей вращения с другими элементами конструкции детали.

Для того чтобы из деталей можно было собрать действующее устройство, необходимо обеспечить соответствие размеров сопрягаемых поверхностей деталей. Для выполнения этого требования все размеры детали должны наноситься от размерных баз, в качестве которых могут быть выбраны отдельные элементы детали (поверхности, линии, точки). Баз может быть несколько. При нанесении размеров в детали сначала необходимо определить эти базы и установить их взаимное расположение, а затем задать относительно этих баз положение остальных элементов детали. Размеры можно нанести от баз тремя методами: цепным, координатным и комбинированным. *Цепной метод* характеризуется тем, что размеры последовательно расположенных элементов наносятся цепочкой, при этом один размер должен оставаться свободным. Метод обеспечивает низкую точность расположения центра первого отверстия относительно центра последнего.

*Координатный метод* - все размеры наносятся от одной базы.

Метод обеспечивает высокую точность положения центров отверстий изготовления и более низкой точности.

Обычно применяется простановки размеров *комбинированным методом* - часть линейных размеров проставляются цепочкой, а часть от размерных баз. Он дает возможность повысить точность выполнения наиболее ответственных размеров, в то время как менее ответственные размеры оказываются выполненными с меньшей точностью, что упрощает и удешевляет изготовление детали. При этом надо помнить, что цепочкой можно задавать не более трех размеров (по ГОСТ 2.307-68), иначе при незначительной неточности в каждом размере в сумме накапливается слишком большая ошибка в размерах.

*Методы нанесения размеров.* Все размеры детали можно разделить на две группы:

1) сопрягаемые – размеры, которые определяют форму, величину и положение тех поверхностей детали, которые сопрягаются

(соприкасаются) с поверхностями других деталей в изделии;

2) свободные – размеры поверхностей, которые не соприкасаются с поверхностями других деталей.

### *Нанесение размерных чисел*

При помощи измерительных инструментов определяют размеры элементов и наносят размерные числа на эскизе. Если у детали имеется резьба, то необходимо определить ее параметры и указать на эскизе соответствующее обозначение резьбы.

Размерные числа определяются путем обмера детали.

Для измерения наружных линейных размеров применяют штангенциркуль (рис. 3).

Размеры диаметров, глубину отверстий и полостей измеряют с помощью штангенциркуля.

Штангенциркуль – один из самых распространенных инструментов измерения благодаря простой конструкции, удобству в обращении и быстроте в работе. Порядок отсчета показаний штангенциркуля по шкалам штанги и нониуса следующий (рис. 3):

- считают число целых миллиметров, для чего находят на шкале штанги штрих, ближайший к крайнему левому (нулевому) штриху нониуса, и запоминают его числовое значение (на рис. 3 это 24 мм);
- считают доли миллиметра, для чего на шкале нониуса находят штрих, ближайший к его нулевому штриху и совпадающий со штрихом шкалы штанги, и умножают цену деления (0,1 мм) нониуса на порядковый номер штриха нониуса (на рис. 3 это  $0,1 \times 6 = 0,6$  мм);

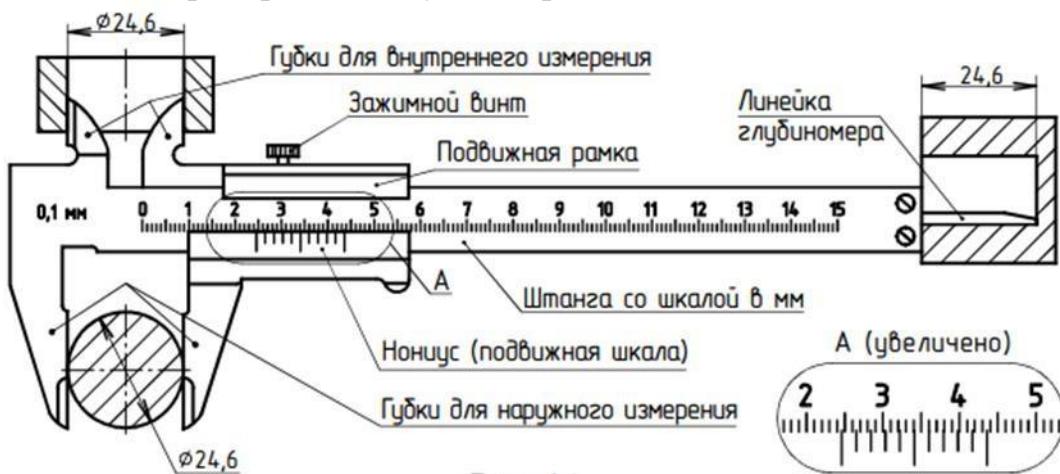


Рис.3

- подсчитывают полную величину показания штангенциркуля, для этого складывают число целых миллиметров и долей миллиметра (на рис. 3 это  $24 \text{ мм} + 0,6 \text{ мм} = 24,6 \text{ мм}$ ). Для измерения шага резьбы используют резьбовые шаблоны.

Резьбовой шаблон представляет собой пластину (рис.4), на которой нанесены зубцы с шагом резьбы, обозначаемым на плоскости шаблона. Набор шаблонов для метрической или дюймовой резьбы скрепляется в кассету. На метрическом резьбомере стоит клеймо «М60 », а на дюймовом – «Д55 ».

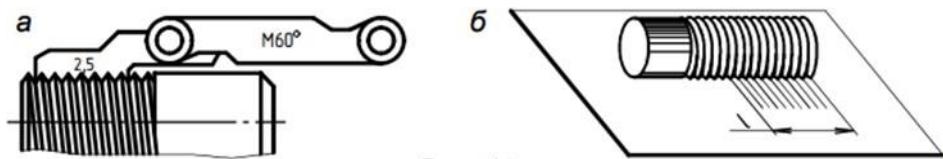


Рис.4

*III. Нанесение шероховатости поверхностей детали по ГОСТ 2.309 – 73.*

На чертеже шероховатость поверхности обозначают условным знаком одного из трех видов (рис.5) по ГОСТ 2.309-73 с указанием параметров шероховатости.

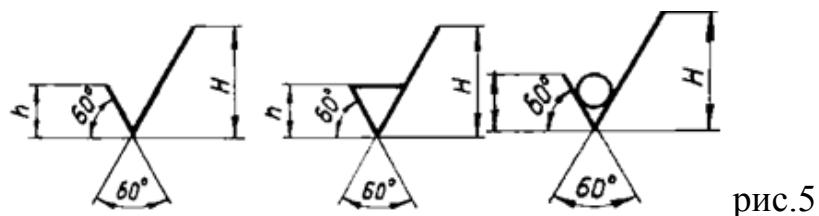


рис.5

Знаки шероховатости на чертеже проставляют на линиях контура детали, выносных линиях или на полках линий-выносок, а также на размерных линиях или их продолжениях (рис.6. а, б). При недостатке места для знака допускается разрывать выносную линию (рис. 7).

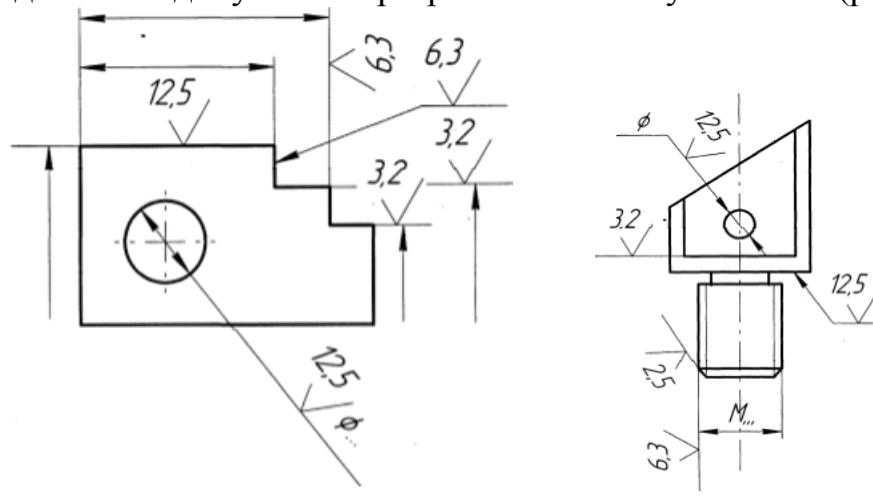
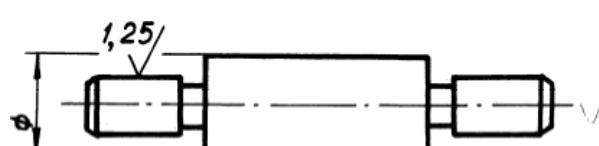


Рис.6



Ри  
с.7

*Окончательное оформление эскиза*

При окончательном оформлении заполняется основная надпись. В случае необходимости составляются технические требования.

Выполняя эскизы детали с натуры, следует критически относиться к форме и расположению отдельных ее элементов. Так, например, дефекты литья (неравномерность толщин стенок, смещение центров отверстий, неровные края, асимметрия частей детали, необоснованные приливы и т. п.) не должны отражаться на эскизе. Стандартизованные элементы детали (проточки, фаски, глубина сверления под резьбу, скругления и т. п.) должны иметь оформление и размеры, предусмотренные соответствующими стандартами.

### **Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)**

Набор комплектов сборочных единиц для выполнения эскизов деталей -25 .

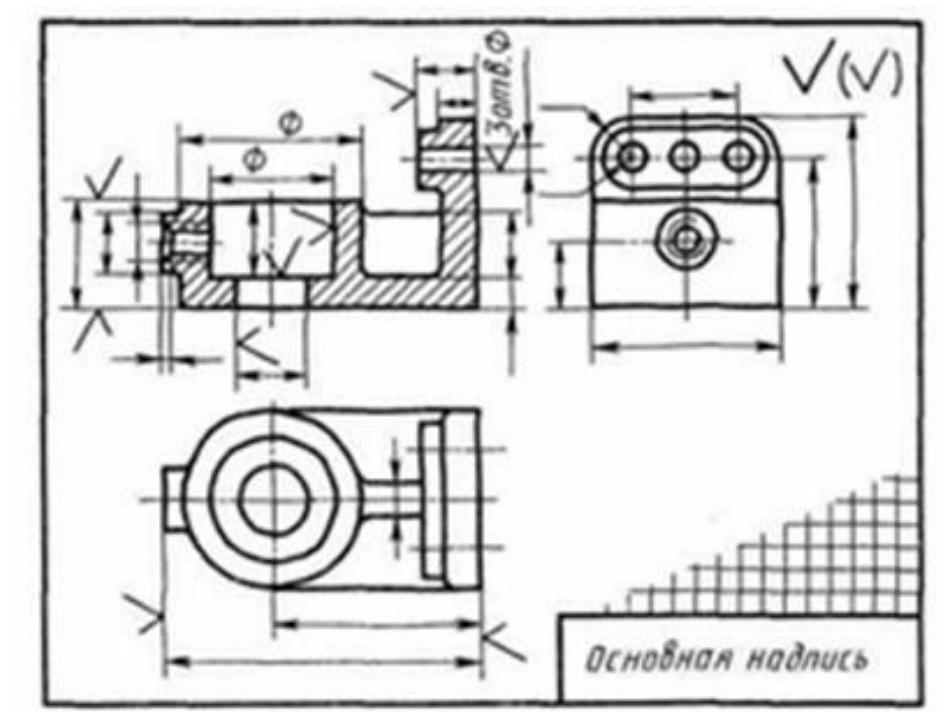
Образцы работ.

Таблица с параметрами шероховатости поверхности. Набор мерительных инструментов.

### **Вопросы для повторения:**

1. Чем отличаются эскизы деталей от рабочих чертежей.
2. Какие чертежи называются эскизами?
3. Какие данные должен содержать эскиз?
4. Последовательность выполнения эскизов.
5. Какие изображения применяют на эскизах?
6. Правила простановки размеров на эскизах.
7. Какие знаки и символы применяются при обозначении шероховатости поверхностей?
8. Правила простановки знаков и символов обозначения шероховатости поверхностей на чертежах.

### **Пример выполнения работы:**



## Практическая) работа № 22

**Тема:** Выполнение рабочего чертежа цилиндрического зубчатого колеса

**Цель работы:** - систематизация, закрепление, углубление и расширение полученных теоретических знаний студентов;

- приобретение навыков разработки конструкторской документации с соблюдением требований стандартов ЕСКД на детали зубчатых колес.

### Основные понятия:

**Зубчатое колесо** или **естерня** — основная деталь зубчатой передачи в виде диска с зубьями на цилиндрической или конической поверхности, входящими в зацепление с зубьями другого зубчатого колеса. В машиностроении принято малое зубчатое колесо с меньшим числом зубьев называть шестерней, а большое — колесом.

**Модуль** — это число миллиметров начального (делительного) диаметра  $d$  окружности, приходящихся на

один зуб колеса, т.е.  $m = d / z$ , откуда  $d = m z$

Модуль ( $m$ ) и числа зубьев шестерни ( $z_1$ ) и колеса ( $z_2$ ) являются основными расчетными параметрами зубчатой передачи.

### Исходные данные (задание):

Задание №1: Рассчитать геометрические и конструктивные параметры прямозубого цилиндрического зубчатого колеса по приведенным формулам согласно варианту.

Исходные данные выписать из таблицы исходных данных  $m$ ,  $z_2$ ,  $D_{B2}$  согласно варианту.

Таблица исходных данных

№ варианта	$m$	$z_1$	$z_2$	$D_{B1}$	$D_{B2}$	№ варианта	$m$	$z_1$	$z_2$	$D_{B1}$	$D_{B2}$
1	5	20	25	25	25	9	4	18	30	22	25
2	4	20	40	25	30	10	4	20	36	22	30
3	5	15	32	25	35	11	4	15	35	20	30
4	3	25	40	20	25	12	5	16	30	25	32
5	4	25	35	25	32	13	4	20	32	22	30
6	4	20	34	22	25	14	5	16	30	25	36
7	5	18	30	25	32	15	4	15	35	20	25
8	4	15	35	20	30	16	4	18	35	24	30

№ варианта	$m$	$z_1$	$z_2$	$D_{B1}$	$D_{B2}$	№ варианта	$m$	$z_1$	$z_2$	$D_{B1}$	$D_{B2}$
17	4	20	36	25	32	24	4	20	35	25	32
18	5	16	30	25	30	25	4	18	35	20	30
19	4	20	30	20	25	26	5	18	32	25	30
20	4	20	34	20	25	27	4	25	30	20	25
21	5	16	28	25	35	28	4	20	36	20	30
22	4	22	36	25	30	29	4	18	38	20	28
23	4	20	38	22	30	30	5	18	26	25	30

Задание №2: Выполнить рабочий чертеж зубчатого колеса с соблюдением правил, установленных ГОСТ 2.403-75

### Порядок выполнения:

Чертеж зубчатого колеса следует выполнять на листе ватмана формата

А3 или А4, с основной надписью (ГОСТ 2.104-2006), чертежными инструментами. Начертание линий должно соответствовать ГОСТ 2.303-68. Толщина линий видимого контура должна быть в пределах 0,5...1,4 мм.

### Выполнение чертежа зубчатого колеса.

1. По таблице исходных данных согласно своему варианту определите параметры зубчатого колеса ( $m$ ,  $z$ ,  $D_b$ ).
2. Рассчитайте по своим значениям  $m$ ,  $z$ ,  $D_b$  геометрические и конструктивные параметры зубчатого колеса по формулам, приведенным в таблице.

Формулы для расчета параметров

Элемент колеса	Расчетная формула	Полученный размер, мм
Высота головки зуба	$h_a = m$	$h_a =$
Высота ножки зуба	$h_f = 1,25m$	$h_f =$
Высота зуба	$h = h_a + h_f$	$h =$
Делительный диаметр	$d = mz$	$d =$
Диаметр вершин зубьев	$d_a = d + 2h_a$	$d_a =$
Диаметр впадин	$d_f = d - 2h_f$	$d_f =$

Длина ступицы	$L_{cm} = 1,5D_b$	$L_{cm} =$
Наружный диаметр ступицы	$D_{cm} = 1,6D_b$	$D_{cm} =$
Ширина зубчатого венца	$b = 6\dots 7m$	$b =$
Толщина обода	$\delta_l = 2,25m$	$\delta_l =$
Толщина диска	$\delta_2 = b/3$	$\delta_2 =$

На ватмане формата А4 выполните чертеж зубчатого колеса. На месте главного вида выполнить полный продольный фронтальный разрез зубчатого колеса, а на месте вида слева – контур отверстия в ступице со шпоночным пазом. На чертежах, согласно ГОСТ 2.402-68, окружности и образующие поверхности вершин зубьев на видах деталей показывают сплошными толстыми линиями, окружности и образующие поверхности впадин показывают сплошными тонкими линиями, а в разрезах – сплошными толстыми линиями. Делительные окружности показывают тонкими штрихпунктирными линиями. Размеры шпоночного паза под призматическую шпонку определите по таблице (раздаточный материал). На изображении зубчатого колеса должны быть указаны размеры, относящиеся к зубчатому венцу:

- а) диаметр  $d_a$ , окружности вершин зубьев; б) ширина  $b$  зубчатого венца;
- в) размеры фасок или радиусы скруглений на кромках зубьев и другие конструктивные размеры, необходимые для изготовления, а также шероховатость всех поверхностей.

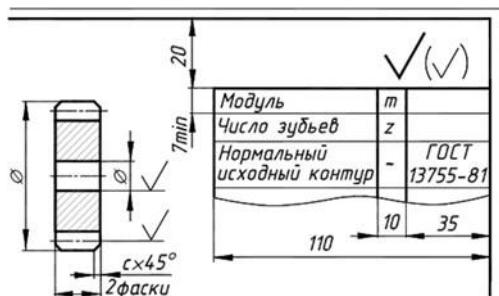
Диаметры делительной окружности и окружности впадин на чертеже не проставляют.

В правом верхнем углу чертежа поместите таблицу параметров зубчатого

венца, состоящую из трех частей, отделенных друг от друга сплошными толстыми линиями. В первой части содержатся основные данные для изготовления зубьев колеса, во второй – данные для контроля и в третьей – справочные данные.

На учебных чертежах выполняют сокращенную таблицу, содержащую только три параметра: модуль  $m$ , число зубьев  $z$  из первой части таблицы, и диаметр  $d$  делительной окружности из третьей части таблицы. Размеры таблицы и ее расположение на поле чертежа показаны на рис. 1.

рис. 1



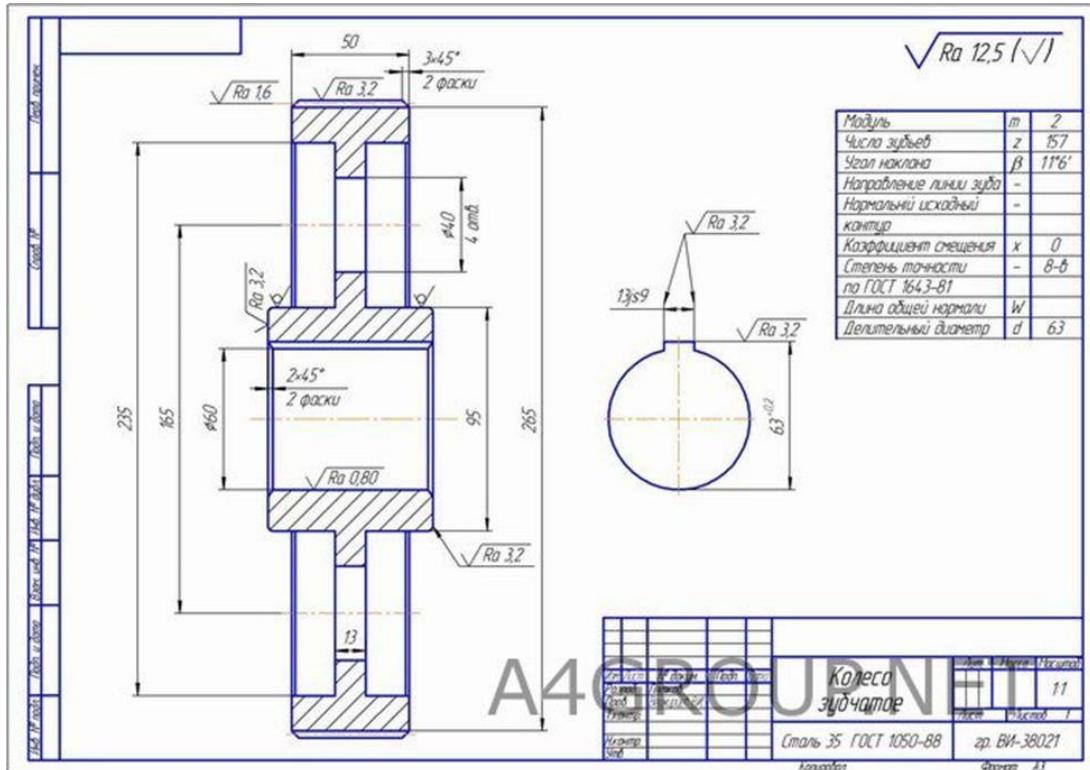
- Обозначьте шероховатость поверхностей детали по ГОСТ 2.309 – 73. Обведите линии видимого контура.
- Заполните основную надпись в соответствии с ГОСТ 2.104-2006.

**Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)** Набор зубчатых колёс. Образец работы.

**Вопросы для повторения: (при необходимости)**

- Какое соединение называют зубчатым (шлищевым)?
- Дать определение зубчатому колесу.
- Назвать основные параметры цилиндрического зубчатого колеса.
- Что такое модуль зубчатого колеса?
- Как изображают на видах и разрезах цилиндрического зубчатого колеса окружность вершин, окружность впадин и делительную окружность?

## Пример выполнения работы:



## Практическая работа №21

## Тема Болтовое соединение

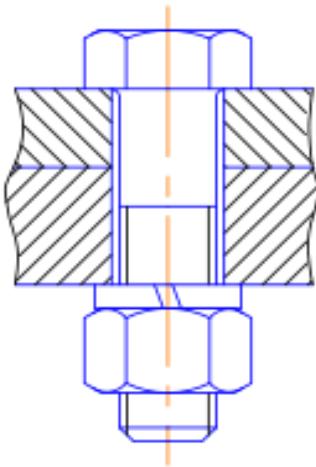
**Цель работы:** Освоить методику вычерчивания резьбовых разъемных соединений.

## Задание:

1. Провести расчет болтового соединения и вычертить сборочный чертеж резьбового соединения.
  2. Провести расчет болтового соединения и вычертить сборочный чертеж резьбового соединения. Провести деталирование сборочного чертежа болтового соединения
  3. Провести расчет болтового соединения и вычертить сборочный чертеж резьбового соединения. Провести деталирование сборочного чертежа болтового соединения. Заполнить спецификацию сборочного чертежа болтового соединения.

## Болтовое соединение

**Болт** представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом конце. Болты используются (вместе с гайками, шайбами) для скрепления двух или нескольких деталей. Существуют различные типы болтов, отличающиеся друг от друга по форме и размерам головки и стержня, по шагу резьбы, по точности изготовления и по исполнению.



**Болтовое соединение** содержит 5 сборочных единиц: 2 пластины, болт, шайбу, гайку. Болты с шестигранными головками имеют от трех (рис. 219) до пяти исполнений: исполнение 1 - без отверстий (в головке и стержне); исполнение 2- с отверстием на резьбовой части стержня; исполнение 3 - с двумя отверстиями в головке болта. При изображении болта на чертеже выполняют два вида (рис. 220) по общим правилам и наносят размеры длины 1 болта, длины резьбы  $l_0$ , размер под ключ  $S$  и обозначение резьбы  $Md$ . Высота  $H$  головки в длину болта не включается. Гиперболы, образованные пересечением конической фаски головки болта с ее гранями, заменяются другими окружностями.

Примеры условных обозначений болтов:

**Болт M12 x 60 ГОСТ 7798-70** - с шестигранный головкой, первого исполнения, с резьбой метрическая M12- диаметр цилиндра, шаг резьбы крупный, длина болта 60 мм.

**Болт 2 M12 x 1,25 x 60 ГОСТ 7798-70** - с мелкой метрической резьбой M12x1,25, второго исполнения, длина болта 60 мм.

Таблица заданий:

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Диаметр болта $d$	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	24	36
Высота первой пластины $h_1$	18	20	22	22	24	24	26	26	28	28	30	30	32	32
Высота второй пластины $h_2$	50	50	52	52	54	54	56	56	58	58	60	60	62	62

### АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ДЕТАЛЕЙ БОЛТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ

#### 1. Определяем размеры болта :

А) головка болта:

диаметр головки болта  $D = 2d$

высота головки болта  $h = 0,7d$

Б) размеры длины резьбы под гайку

$l_2 = 2d + 6$

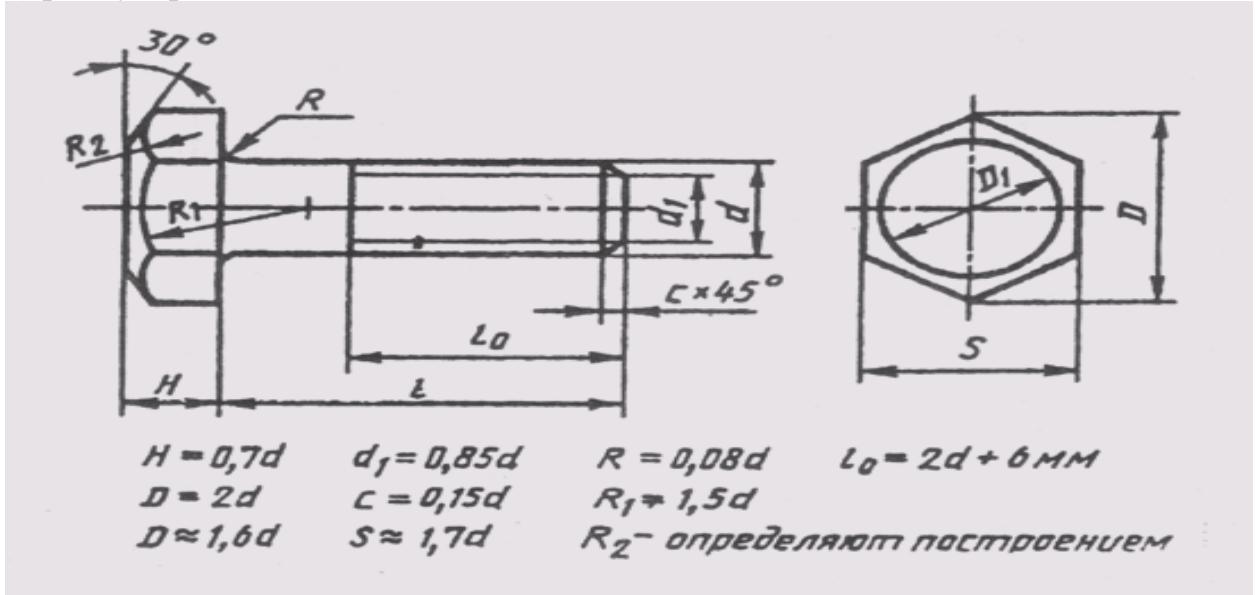
В) необходимая длина болта определяется из размеров пластин.

$L = h_1 + h_2 + 0,15d + 0,8d + 0,15d + 0,7d$

г) размеры под фаску

$c = 0,15d$  для построения вычисляем  $d_1 = 0,85d$ , делим число на 2 и откладываем от штрихпунктирной линии данное расстояние

д) радиус фаски головки болта  $R_1=1,5$



## 2.Размеры шайбы

- А) размеры диаметра шайбы  $D_{ш} = 2,2 d$ ,  
 Б) высота шайбы  $S = 0,15 d$

### 3.Размеры гайки

- А) размеры диаметра гайки  $D = 2d$
  - Б) высота гайки  $h = 0,8d$

4. Диаметр отверстия под болт  $d_{\text{отв}} = 1,1 d$   
Глубина паза глухого отверстия равна  $d + 0,5d$

5. Согласно ГОСТ 22038-76 запишите условное обозначение полученного болта.

### Дополнительное задание:

Приведите расшифровку условного обозначения шпильки

БОЛТ М16 x 40

БОЛТ М10 x 1,25 x 50

## Тема «РАСЧЕТ ШПОНОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ»

## Цель работы:

Освоить методику построения шпоночного соединения.

## Задачи:

1. Провести расчеты шпоночного соединения, по таблице ГОСТов определить размеры шпонки по размерам вала.

2. Вычертить шпоночного соединение,

3. Заполнить спецификацию для шпоночного соединения.

**Первый уровень усвоения:** Провести подбор шпон

Вычертить сборочный чертеж шпоночного соединения.  
**Второй уровень усвоения:** Провести подбор шпонки по размерам вала.

Вычертить сборочный чертеж шпоночного соединения. Провести детализирование сборочного чертежа шпоночного соединения.

**Третий уровень усвоения:** Провести подбор шпонки по размерам вала.

Вычертить сборочный чертеж шпоночного соединения. Провести деталирование сборочного чертежа шпоночного соединения. Заполнить спецификацию сборочного чертежа шпоночного соединения.

**Время выполнения работы:** 2 академических часа.

**Критерии оценки:** Работа, выполненная в полном объеме оценивается на «отлично», если в работе имеются ошибки или работа выполнена с недочетами, то баллы за выполненную работу снижаются.

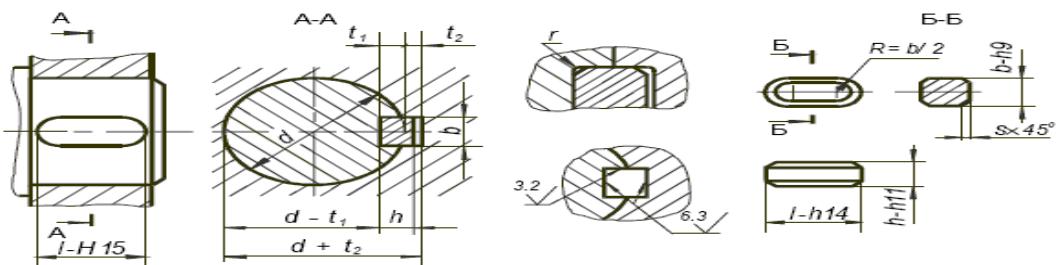
### Шпоночные соединения

**Шпоночные соединения** предназначены для соединения с валами зубчатых колес, шкивов, маховиков, муфт и других деталей и служат для передачи крутящих моментов. Шпоночное соединение – это вид соединения, которое обеспечивает жесткое соединение вала с втулкой. В шпоночное соединение входят три детали: шпонка, втулка, вал. Наиболее часто применяются соединения с призматическими шпонками. Размеры, допуски, посадки и предельные отклонения соединений с призматическими шпонками установлены [ГОСТ 23360-78\\*](#). Тип шпонки выбирается по диаметру вала. Шпонки по форме бывают: призматические, сегментные, клиновые, с головкой клиновая, с фасками и без фасок.

### ЗАДАНИЯ ВАРИАНТОВ:

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Диаметр вала, $d$	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64
Диаметр втулки, $D$	52	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82
Длина втулки, $L$	30	36	38	40	42	44	48	50	60	66	70	80	90	92	96
Длина шпонки $L_{шп} = 0,7 L$	подобрать значение из размерного ряда														

**Используя данные своего варианта определить размеры шпонки и пазов.**



№	Наименование технической информации	
	в чертежах конструкторских организаций	в расчетно-графических работах студентов 1 и 2 курсов
1	Изображение детали — виды, разрезы, сечения, выносные элементы	По стандартам ЕСКД
2	Размеры и их предельные отклонения	Размеры по стандартам ЕСКД, отклонения не наносят
3	Требования к шероховатости поверхностей	По стандарту ЕСКД
4	Допуски формы и расположения поверхностей	Не указывают
5	Основная надпись, в том числе: - наименование детали - обозначение чертежа - обозначение материала - масштаб изображений	По стандарту ЕСКД По стандарту ЕСКД В учебном варианте По стандартам на материалы По стандарту ЕСКД (эскизы в глянцевом масштабе)
6	Дополнительная графа с обозначением чертежа	В учебном варианте
7	Технические требования: - требования к материалу, заготовке, термической обработке и свойствам материала готовой детали, указания материалов-заменителей - размеры, предельные отклонения размеров, формы, взаимного расположения поверхностей, массы и т.п. - требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытий - условия и методы испытаний - указания о маркировании и клеймении - правила транспортирования и хранения - особые условия эксплуатации	Отражают частично по стандартам ЕСКД Не указывают Не указывают Не указывают Не указывают Не указывают Не указывают Не указывают
8	Технические характеристики	Не указывают

## АЛГОРИТМ РАБОТЫ С ШПОНОЧНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ

- Согласно варианта, определите размеры шпонки по диаметру вала, используя таблицу «Номинальные размеры шпонки и паза» (таблица расположена ниже алгоритма)
- Обозначения  $b$  – ширина шпонки,  $h$  – высота шпонки. По данным размерам определите глубину паза на вале и втулке. ( проведите в таблице горизонталь и спишите данные из таблицы)
- Для вычерчивания шпоночного соединения необходимо выбрать вид спереди и вид сбоку, на данных видах постройте местный разрез в области расположения шпонки. Данные изображения дадут максимум информации о размерах и расположении шпонки.
- Нанесите размерные линии и проставьте размеры. Если вы выполняете работу по третьему уровню усвоения, то постройте спецификацию и условными обозначениями укажите все размеры шпоночного соединения.

## Практическая работа

### Тема: Соединение трубное

**Задание.** Построить комплексный чертёж трубного соединения

**Методические указания:** Конструкция и размеры всех элементов соединения определены стандартами и при вычерчивании соединений они берутся из таблиц соответствующих ГОСТов Концы труб имеют резьбу наружную, а соединительные детали – внутреннюю.

Согласно варианту задания по размерам из таблиц ГОСТов на листе формата А4 выполнить чертёж трубного соединения: вид спереди рационально соединить с фронтальным разрезом.

Над основной надписью составить спецификацию, в которой трубы вписать в раздел «Детали», а соединительную деталь – в раздел «Стандартные изделия». Всем деталям присвоить номера позиций, которые идут в порядке возрастания и указываются в графе «Поз.». Номера позиций указывают на поле чертежа на полках линий-выносок, проводимых тонкими линиями, начинающимися с утолщённой точки, от изображений составных частей. Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа и группируют их в колонку или строчку. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

Название фитинга, его ГОСТ и размер даны в табл.

### Общие сведения

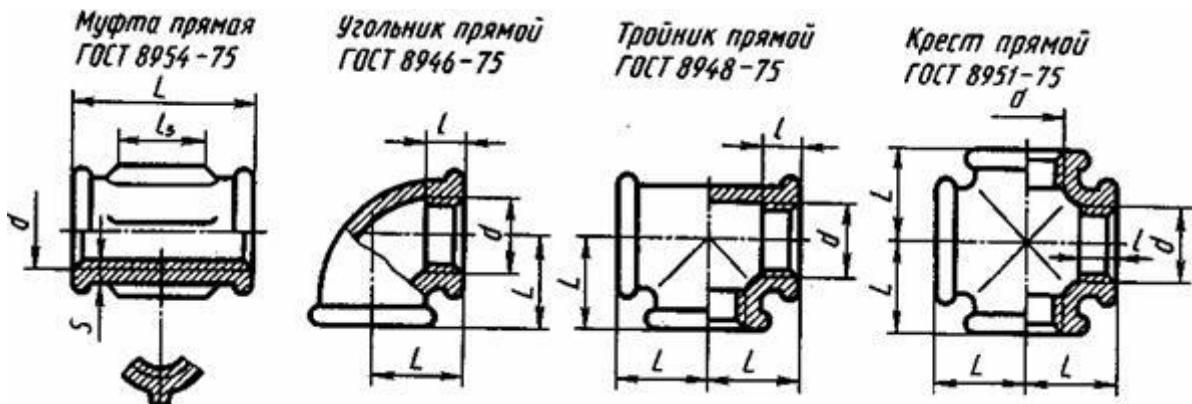
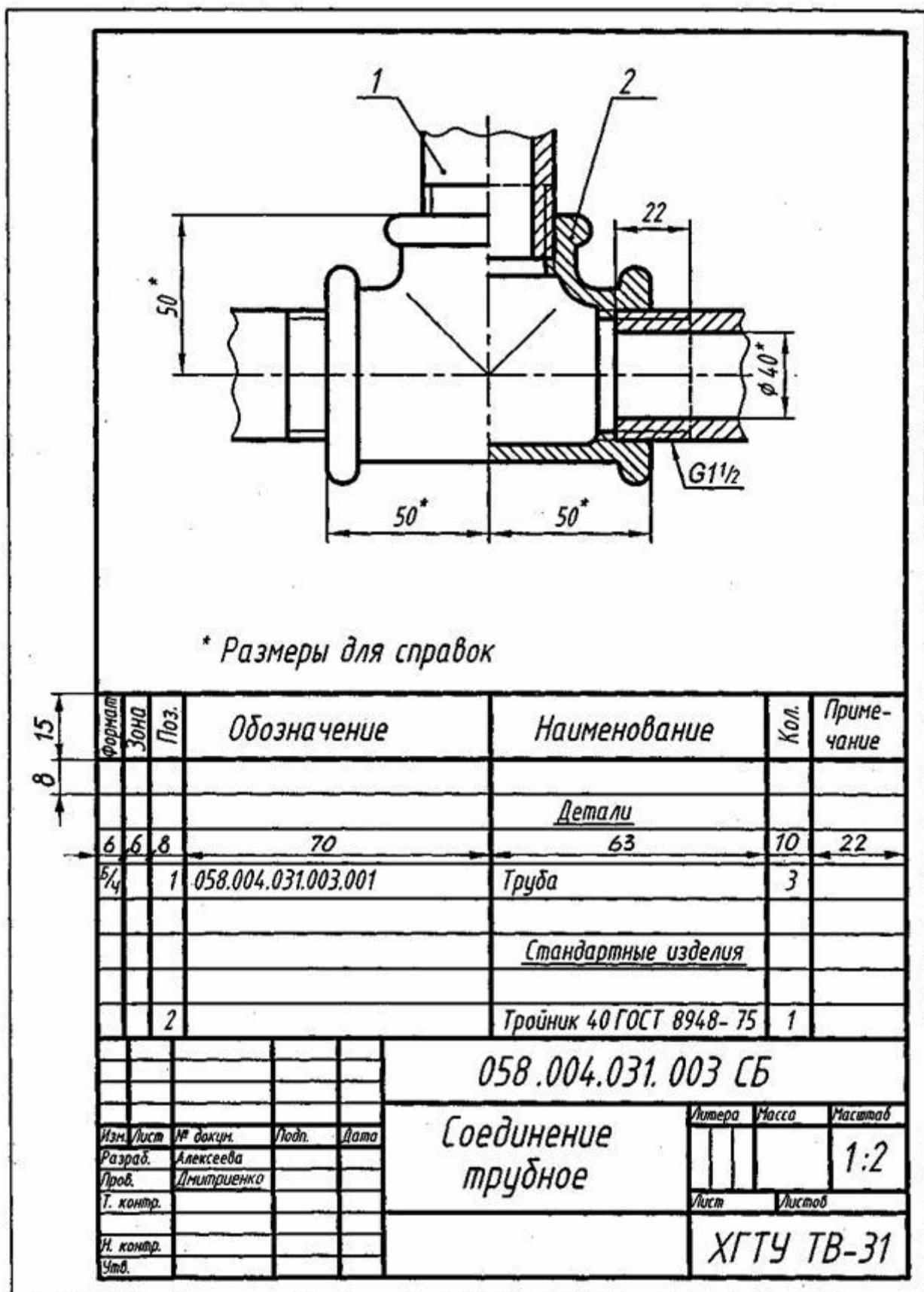


Рис. Соединительные детали трубопроводов

Трубные соединения применяются в различных системах трубопроводов и осуществляются с помощью стандартных соединительных резьбовых деталей, которые называются фитинги (муфты, угольники, тройники,

кресты). В зависимости от различия в диаметрах соединяемых труб, вида соединений (прямое или угловое), а также количества соединяемых труб (две, три или четыре) применяют фитинги различных размеров и формы

Пример выполнения работы



## Практическая работа №18

**Тема:** Деталирование сборочной единицы.

**Цель:** Освоить методику чтения сборочных чертежей, выделяя детали сборочного чертежа.

**Задание:**

1. Используя сборочный чертеж из 2-3 деталей провести его деталирование и чтение.
2. Рассмотреть узел и провести его деталирование.
3. Используя сборочный чертеж, выполнить деталирование, отметьте способ соединения деталей.

### Чтение и деталирование сборочного чертежа

**Чтением сборочного чертежа** называют процесс определения конструкции, размеров и принципа работы изделия по его чертежу.

### АЛГОРИТМ ЧТЕНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

1. основной надписи определить наименование изделия и масштаб изображения;
2. по изображениям выяснить, какие виды, разрезы, сечения выполнены на чертеже и каково назначение каждого из них;
3. прочитать технические требования на чертеже и простоявшие размеры;
4. по спецификации определить назначение каждой детали, положение ее на чертеже;
5. установить способы соединения деталей между собой и их взаимодействия, определить пределы перемещения подвижных деталей;
6. последовательно для каждой детали, входящей в сборочную единицу, выяснить ее геометрические формы и размеры, т. е. определить конструкцию детали;
7. мысленно представить внешние, внутренние формы изделия в целом и разобраться в его работе;
8. порядок сборки и разборки изделия, т. е. порядок отделения одной детали от другой, как это делается при демонтаже изделия.

**Деталирование** — это процесс выполнения рабочих чертежей деталей, входящих в изделие, по сборочному чертежу изделия. Это не простое копирование изображений детали из сборочного чертежа, а работа творческая.

Порядок выполнения рабочего чертежа детали по сборочному чертежу изделия аналогичен выполнению чертежа детали с натуры. При этом формы и размеры детали определяются при чтении сборочного чертежа.

Наименование детали и ее обозначение определяется по спецификации сборочного чертежа, а марка материала — по описанию, приложенному к учебному сборочному чертежу.

Расположение детали относительно фронтальной плоскости проекций, т. е. ее главный вид, выбирается исходя из общих требований, а не из расположения

ее на сборочном чертеже. Число и содержание изображений детали могут совпадать со сборочным чертежом.

На рабочем чертеже должны быть показаны те элементы детали, которые или совсем не изображены, или изображены упрощенно, условно, схематично на сборочном чертеже. К таким элементам относятся:

литейные и штамповочные скругления, уклоны, конусности;

проточки и канавки для выхода резьбонарезающего и шлифовального инструмента;

внешние, внутренние фаски, облегчающие процесс сборки изделия, и т. п.

Гнезда для винтов и шпилек на сборочных чертежах изображаются упрощенно, а на рабочем чертеже детали гнездо должно быть вычерчено в соответствии с ГОСТ 10549—80.

Размеры детали определяются путем замеров (если они не нанесены на чертеже) по сборочному чертежу. При этом нужно следить, чтобы сопрягаемые размеры не имели расхождений. Размеры конструктивных элементов (фасок, проточек, уклонов и т. д.) нужно назначать по соответствующим стандартам, а не по сборочному чертежу.

Размеры шпоночных пазов, шлицев, гнезд по шпильки и винты, центровых отверстий и других должны быть взяты из соответствующих стандартов на эти элементы. Диаметры отверстий для прохода крепежных изделий (винтов, болтов, шпилек) должны проставляться с учетом характера сборки.

Шероховатость поверхностей деталей определяется по техническим требованиям, описанию, условиям работы изделия и данной детали в изделии.

Чтобы оценить и проставить на чертеже шероховатость поверхностей детали, нужно определить, сопряженной или свободной является данная поверхность, каков характер эксплуатационных требований к ней и др. Для типовых деталей рекомендуются определенные границы пределов параметров шероховатости.

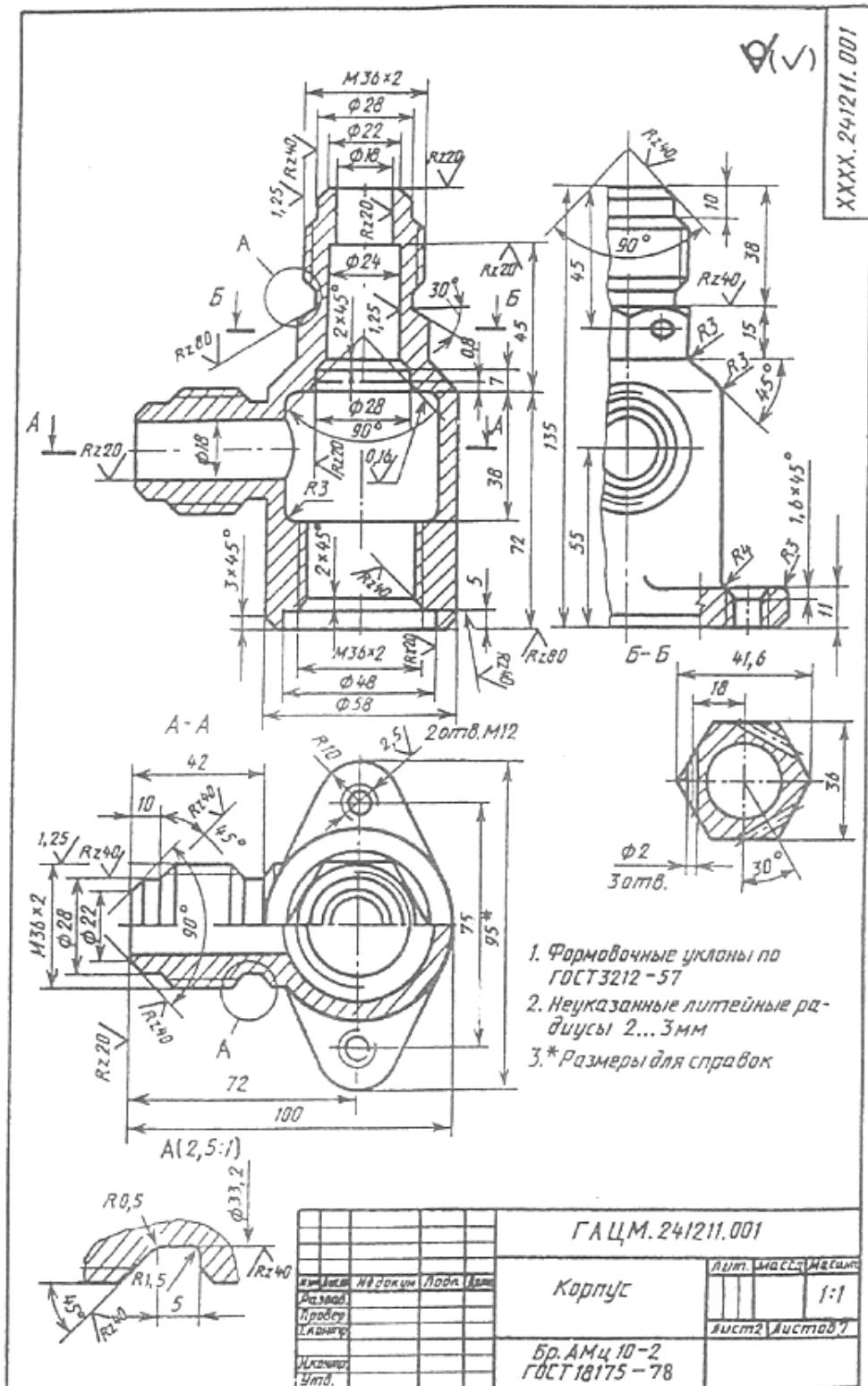
## ЧТЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ДВОЙНОГО КЛАПАНА

Принцип действия клапана следующий. Жидкость под давлением поступает в отверстие диаметр **18** верхнего наконечника корпуса **1**, сжимает пружину **3**, и в зазор между клапаном **2** и корпусом поступает через отводной (слева) наконечник корпуса в гидравлическую систему. Если снять заглушку **7** с нижнего наконечника корпуса, свинтив накидную гайку **5**, можно в корпус через нижнее отверстие подать другую жидкость, подключив клапан ко второму трубопроводу. В этом случае в систему будет поступать смесь жидкостей.

Стандартных деталей клапан не имеет. Сборочный чертеж выполнен в масштабе 1:1.

На месте главного вида выполнен полный продольный разрез клапана фронтальной плоскостью симметрии изделия. Этот разрез позволяет выявить внутреннее строение всех деталей клапана. На месте вида сверху —

совмещенное изображение половины вида и половины горизонтального разреза — **А** плоскостью, проходящей через ось отводного наконечника корпуса. На виде слева выполнен местный разрез по резьбовому отверстию во фланце корпуса. Кроме этих основных изображений выполнены сечения **Б**—**Б** и **В**—**В**.



Сечение **Б — Б** показывает отверстия в шестиугранной части корпуса для пломбирования клапана после установки его в гидросистеме. Сечение **В — В** дает представление о сопряжении деталей 1, 2 и 4 и поясняет расположение отверстий в клапане 2.

На чертеже проставлены габаритные размеры (200 и 100 мм), установочные (75 мм), монтажные (M12 и M 36) и эксплуатационные (диаметр 18) размеры.

Соединения деталей в клапане разъемные, резьбовые. Для обеспечения плотности соединения деталей 2 и 4 в проточку детали 4 заложена прокладка из картона. Наружный диаметр прокладки 48 мм, внутренний 38 мм, толщина 3 мм. Клапаны и заглушки плотно прилегают к поверхностям корпуса и штуцера (их притирают). Присоединение трубопроводов к корпусу осуществляется с помощью резьбы **M 36x2**.

Чтобы разобрать клапан, необходимо свинтить накидную гайку 5, а вместе с ней снять заглушку 6, из корпуса вывернуть штуцер 4, снять прокладку 7, через нижнее отверстие в корпусе вынуть оба клапана 2 и пружину 3. Пружина работает на сжатие, ее концы должны быть поджаты и подшлифованы. Сборка клапана производится в обратном порядке.

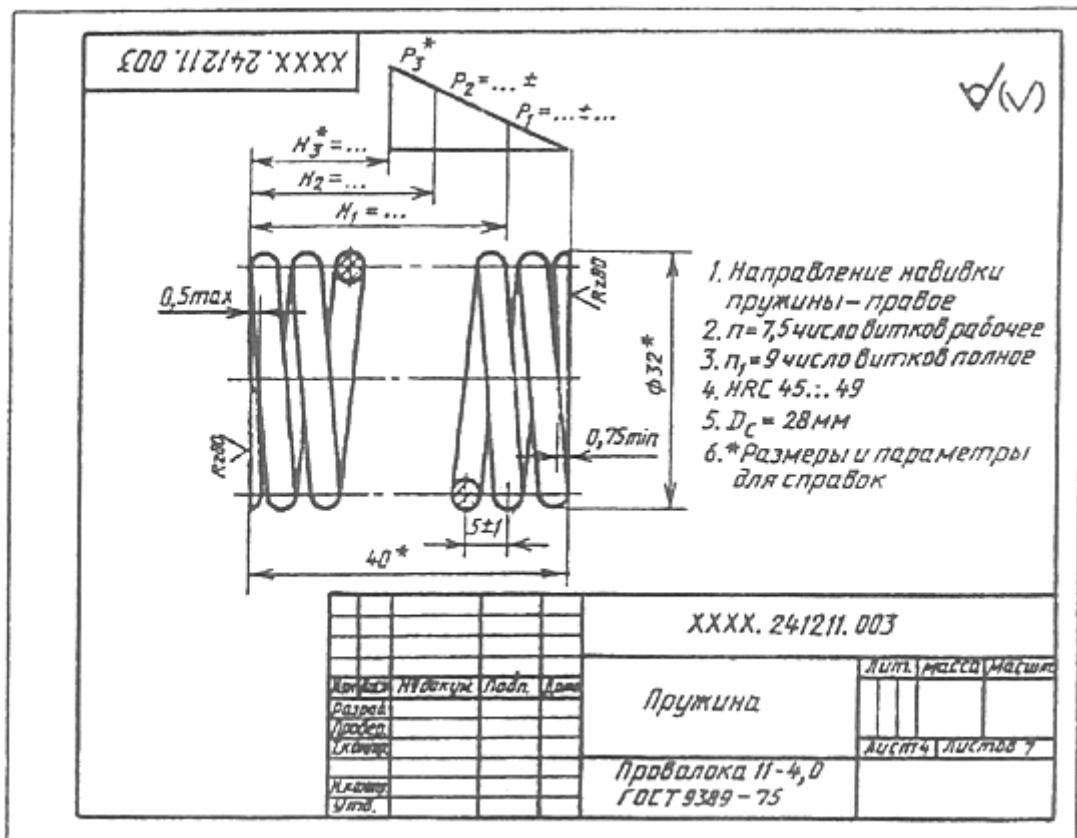
## ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА КЛАПАНА

— это процесс вычерчивания деталей изделия в соответствии со сборочным чертежом.

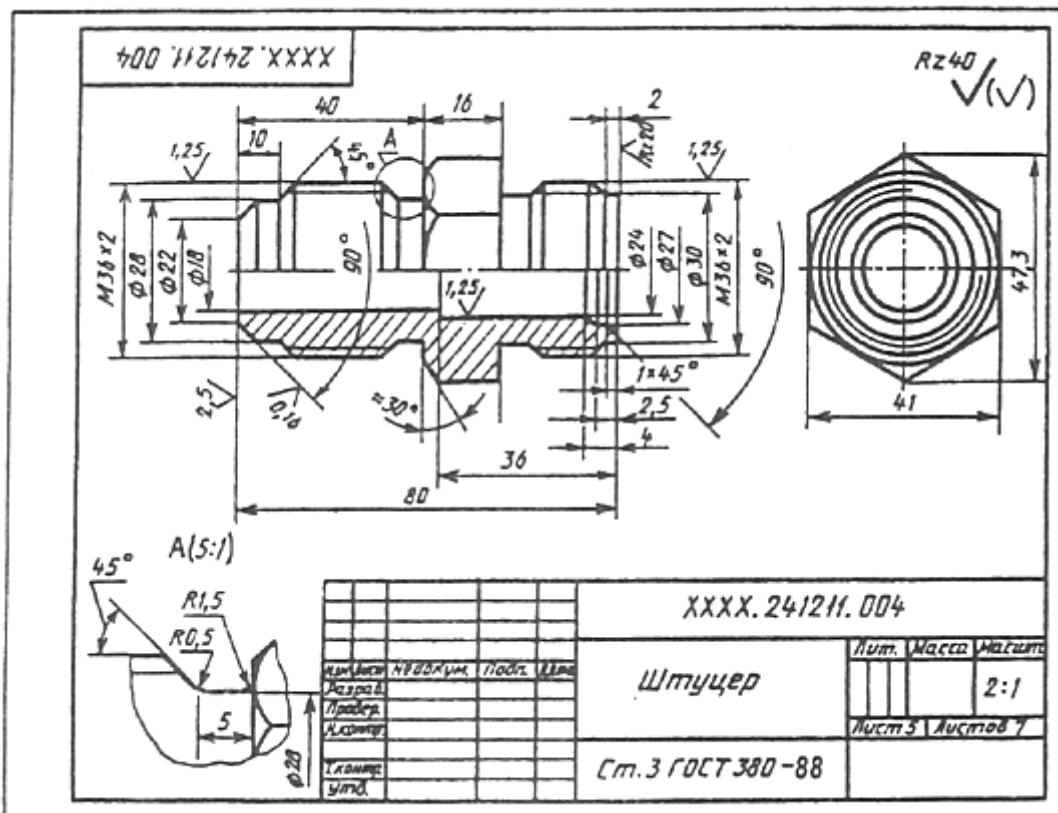
Детали сборочного чертежа обозначены позициями, каждой позиции необходимо дать название и выполнить чертеж детали, соблюдая размеры в соответствии со сборочным чертежом.

Если необходимо, то возможно использование разрезов и сечений, возможно изображение дополнительных видов или сочетание вида с местным разрезом.

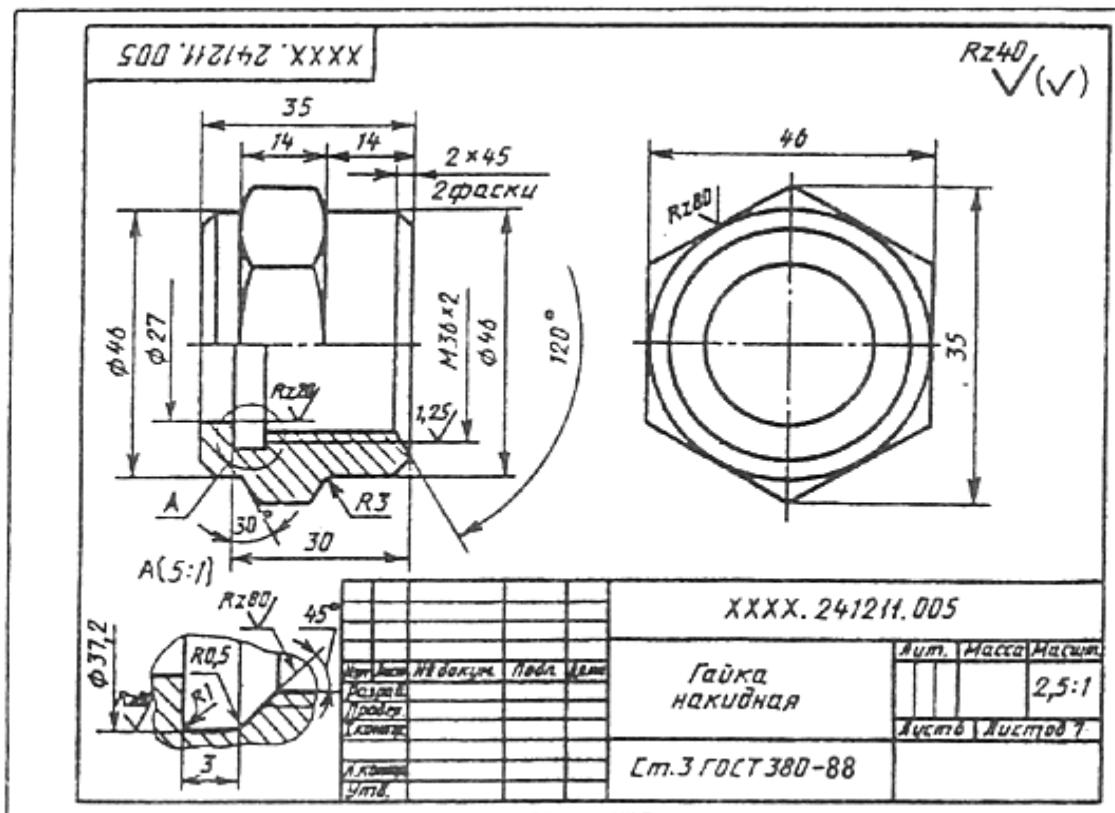
Главное правило: Используемые чертежи должны давать полное представление о габаритах, внешних и внутренних элементах строения детали, содержать данные о видах соединения детали в изделии.



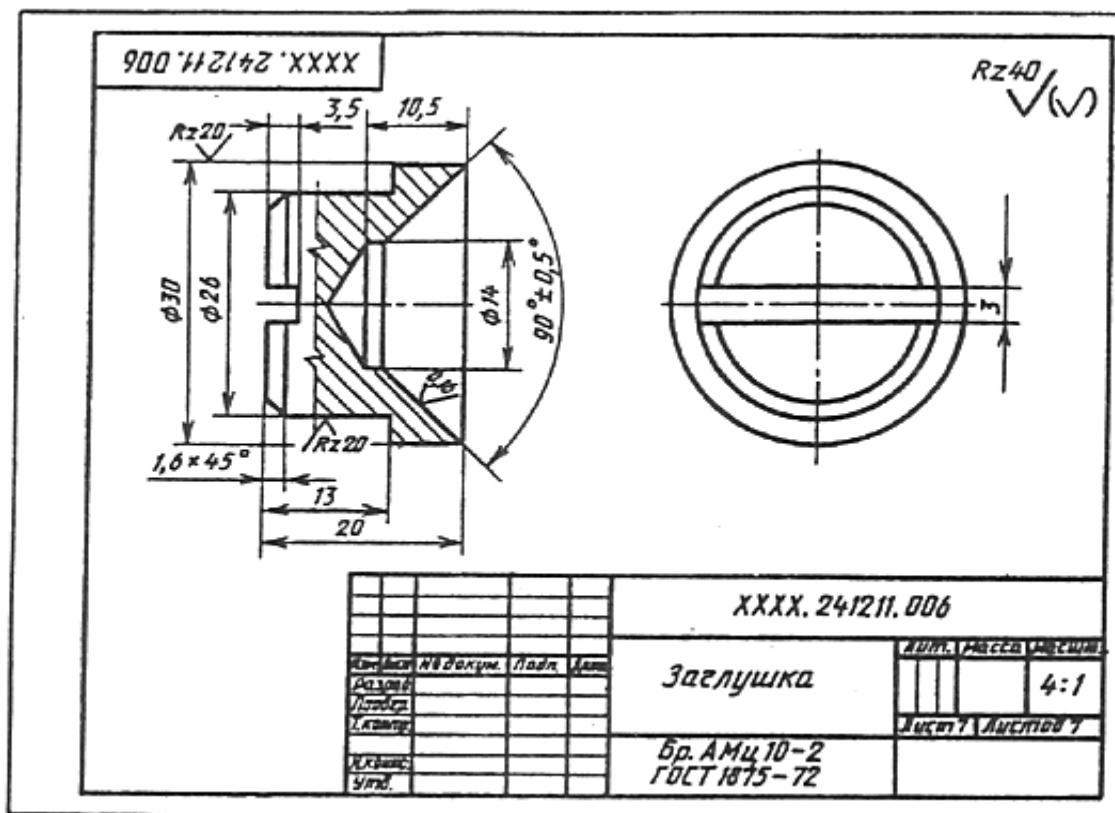
## Пружина



## Штуцер



## *Гайка накидная*



## Заглушка