

ПРАВИТЕЛЬСТВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Автомеханический колледж»

РАССМОТРЕНО И ПРИНЯТО

на заседании Педагогического Совета
СПб ГБПОУ «Автомеханический колледж»

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Педагогического Совета
Директор СПб ГБПОУ
«Автомеханический колледж»

Протокол №_14_

_____ /Р.Н. Лучковский/

«__09__» ____06____ 20 23_г.

«_____» _____ 20__г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

обще-professionalной учебной дисциплины

<i>Профессия</i>	<i>15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))</i>
<i>Дисциплина</i>	<i>ОП.01 ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ</i>

*ДЛЯ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ РАБОЧИХ, СЛУЖАЩИХ*

СРОК ОБУЧЕНИЯ – 10 МЕСЯЦЕВ

2023г.

Сборник практических работ по основам инженерной графики разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) среднего профессионального образования (далее СПО), рабочей программы по основам инженерной графики и предназначен для обучающихся по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)), входящей в состав укрупнённой группы профессий: **15.00.00 Машиностроение**

Организация-разработчик: Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Автомеханический колледж»

Составитель:

Дженко Сергей Николаевич, преподаватель СПб ГБПОУ «Автомеханический колледж»

Рекомендована МК профессионального цикла «Машиностроение и технология материалов»

Содержание

1. Пояснительная записка.....	4
2. Перечень практических занятий.....	6
3. Подготовка и порядок проведения практических занятий.....	7
5. Практические занятия.....	9
6. Приложение (образец выполнения работы).....	54

1. Пояснительная записка

Настоящие методические рекомендации предназначены для обучающихся, в качестве практического пособия при выполнении практических работ по программе дисциплины основы инженерной графики, по профессии СПО **15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))**

Цель данных методических указаний:

- оказание помощи студентам в выполнении практических работ по дисциплине «основы инженерной графики».
- способствовать освоению профессиональных и общих компетенций по профессии:

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей ОПОП по профессии **15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))»** и овладению профессиональными компетенциями (ПК)

ПК 1.1. Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций.

ПК 1.2. Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию по сварке.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

Практические работы проводятся с целью систематизации и углубления знаний, полученных при изучении дисциплины основы инженерной графики, практическая отработка обучающимися навыков по оформлению и чтению чертежей, закрепление теоретических знаний, а так же ознакомление с организацией рабочего места при работе при выполнении и чтении чертежей, чертежным оборудованием и инвентарем, правилами безопасного использования при работе с чертежными инструментами.

- для выполнения чертежей и эскизов
- для чтения сборочных сварочных чертежей

В результате выполнения практических работ по дисциплине «основы инженерной графики» обучающиеся должны:

- знать: основные правила разработки, оформления и чтения конструкторской и технологической документации; общие сведения о сборочных чертежах; основные приемы техники черчения, правила выполнения чертежей; основы машиностроительного черчения; требования единой системы конструкторской документации (ЕСКД);
- уметь: читать чертежи изделий, механизмов и узлов используемого оборудования; использовать технологическую документацию;
- владеть практическими навыками по выполнению и чтению сборочных чертежей и эскизов.

При оценке знаний обучающихся используется шкала оценки образовательных достижений:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
60 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 60	2	неудовлетворительно

Практические работы реализуются с учетом возможностей образовательного учреждения.

2. Перечень практических занятий

Наименование разделов , тем	№	Тема практических работ	Кол-во часов
Раздел.1 Техника выполнения чертежей и правила их оформления			
Тема 1.1 Понятие о стандартах ЕСКД. Форматы. Линии.	1	Оформление формата.	1
Тема 1.3. Нанесение размеров на чертежах. Масштаб.	2	Нанесение размеров на чертеж.	1
Раздел 2. Чертежи в системе прямоугольных проекций.			
Тема 2.2. Построение многогранников и тел вращения на 3 плоскости проекции	3	Выполнение 3-х проекций по рисунку модели.	2
Раздел 3. Чтение и выполнение чертежей			
Тема 3.1. Анализ геометрической формы предмета.	4	Построение проекций группы геометрических тел.	2
Раздел 4. Аксонометрические проекции. Технический рисунок детали.			
Тема 4.4. Технический рисунок детали	5	Построение аксонометрической проекции группы геометрических тел.	2
Раздел 5. Эскизы.			
Тема 5.1. Выполнение эскизов.	6	Выполнение эскизов деталей.	1
Раздел 6. Сечение и разрезы.			
Тема 6.2. Разрезы. Правила выполнения.	7	Построение проекций модели и соединение половины вида с половиной разреза. Нанесение размеров.	1
Раздел 7. Сборочные чертежи.			
Тема 7.3. Соединение болтом и шпилькой.	8	Построение резьбового соединения болтом.	2
Итого:			12

3. Подготовка и порядок проведения практических занятий

Подготовка к проведению практических занятий включает подготовку преподавателя, обучающихся и помещения.

Подготовка преподавателя состоит из анализа форм и методов проведения данной работы и подготовки заданий для обучающихся. Подготовка обучающихся заключается в предварительном повторении теоретического материала и записи в тетрадях для практических занятий темы, задания и порядка проведения практических занятий. В подготовку входит проверка исправности оборудования, подготовка необходимого инвентаря, инструментов.

До начала работы преподаватель проводит **вводный инструктаж** о правилах техники безопасности при работе с оборудованием, инвентарем и инструментами. Обучающиеся выполняют индивидуальные задания, закрепляются за отдельным рабочим местом, получают индивидуальные задания и приступают к работе, в процессе которой преподаватель обращает внимание обучающихся на правильность оформления и выполнения чертежей, организацию и состояние рабочего места. Некоторые приемы и процессы демонстрирует преподаватель.

По окончании практических занятий преподаватель оценивает работу обучающихся, учитывая правильность выполнения чертежей, соблюдение норм ЕСКД, своевременность окончания работы, аккуратность в процессе выполнения задания, поддержание чистоты рабочих мест; подводит итоги, отмечая положительные стороны и ошибки.

По окончании занятий обучающиеся убирают рабочее место, моют стол, инвентарь, выносят мусор.

Дежурная бригада проверяет качество уборки рабочих мест и производит уборку помещения.

Оценка за практические занятия выставляются на основании результатов работы и выполненного чертежа, в соответствии с критериями оценивания на соответствие ЕСКД.

5. Практические занятия

Практическое занятие №1

Оформление формата

Учебная цель: изучить правила оформления формата согласно ЕСКД; получить навыки оформления чертежей.

Теоретические сведения

1. ЕСКД Все графические документы любого назначения и содержания следует выполнять по правилам, регламентированным комплексом стандартов *Единая система конструкторской документации* (ЕСКД).

Все стандарты, предусмотренные ЕСКД, распределяются по следующим классификационным группам:

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

В ЕСКД все стандарты имеют определенную структуру обозначений и названий. Например, ГОСТ 2.303 - 68 Линии означает: цифра 2 - номер, присвоенный комплексу ЕСКД (отделяется точкой); первая цифра 3 - шифр классификационной группы, число 03. - порядковый номер стандарта в группе, число 68 - год регистрации стандарта, слово Линии - название стандарта.

Стандарты ЕСКД разработаны для промышленности и не учитывают особенностей выполнения чертежей в учебных заведениях, поэтому при выполнении учебных чертежей допускаются незначительные отклонения от стандартов, о которых предупреждает преподаватель при изучении соответствующих тем.

2. Форматы по ГОСТ 2.301 - 68*

Чертежным форматом называется размер листа конструкторского документа.

ГОСТ 2.301 - 68* устанавливает шесть основных и ряд дополнительных форматов. Размеры и обозначения основных форматов приведены в таблице 3.1.

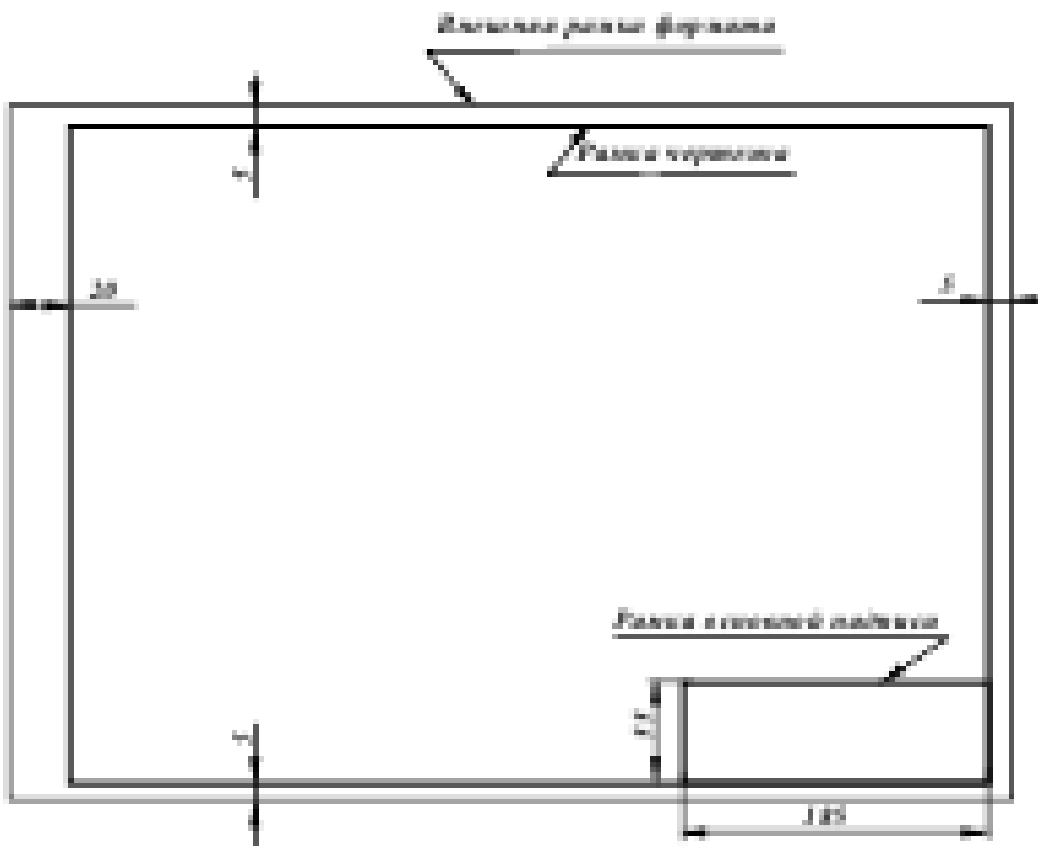
Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4	A5
Размеры сторон формата, мм	841*1189	594*841	420*594	297*420	210*297	148*210

Таблица 1 - Форматы основные

ГОСТ 2.310 - 68* предусматривает также использование при необходимости дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Обозначение дополнительных форматов составляется из обозначения основного формата и его кратности, например А0,А1,А2, А4,А3 и т.д.

Все чертежи должны выполняться на листах стандартного формата. Форматы листов бумаги определяются размерами внешней рамки чертежа, которая проводится сплошной тонкой линией.

Рамку поля чертежа следует проводить, отступая внутрь от внешней рамки на 20 мм слева и по 5 мм с трех других сторон. Рамки поля чертежа и основной надписи должны быть выполнены основной (сплошной толстой) линией (рис. 3.1).



3. Масштабы по ГОСТ 2.302 - 68*

Масштабом чертежа называют отношение линейных размеров изображения объекта на чертеже к соответствующим размерам объекта в натуральную величину. При выборе масштаба следует учитывать величину и сложность объекта или его составных частей, а также вид и назначение чертежа и руководствоваться, прежде всего, удобством выполнения и чтения изображений (наиболее часто применяемые масштабы приведены в таблице 2).

Таблица 2

Натуральная величина					1:1				
Масштабы уменьшения	1:2	2:2,5	1:4	1:10	1:15	1:20	1:25	1:40	1:50
Масштабы увеличения	2:1	2,5:1	4:1	10:1	15:1	20:1	25:1	40:1	50:1

Масштаб, указываемый в специальной графе основной надписи, должен обозначаться по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т.д. Масштаб какого-либо изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, должен обозначаться в скобках рядом с обозначением изображения по типу А (5:1), Б-Б (2:1) и т.д.










Отступления от указанного масштаба в изображении отдельных элементов, например детали, допускаются в случаях, когда эти элементы трудно вычертить в выбранном масштабе или желательно облегчить зрительное восприятие их изображений. Если элемент или его положение изображены с отступлением от указанного масштаба, то размерное число следует подчеркнуть (рис. 3.2).

Во всех случаях независимо от масштаба на чертеже должны быть нанесены истинные размеры изображенного объекта.

4. Линии по ГОСТ 2.303 - 68*

При выполнении конструкторской документации применяют сочетания линий, начертания которых зависят от их назначения, т.е. отображения этими линиями той или иной информации. Сочетания линий различного назначения, структурируя изображение, придают ему необходимую наглядность и облегчают восприятие формы отображенных объектов.

В качестве исходной принята сплошная толстая (основная) линия. Толщины остальных линий зависят от выбранной толщины основной линии. Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений одного масштаба на данном чертеже. Правильное использование линий различного начертания при выполнении проекций и изображений позволяет отобразить графически основную часть информации о геометрическом или техническом объекте. Таким образом, выполнение проекций и изображений является процессом кодирования информации с помощью совокупности различных линий при соблюдении установленных стандартом их начертаний и основных назначений. Наименование, начертание и толщина линий по отношению к толщине основной линии приведены в таблице 3.

Наименование	Начертание	Толщина, мм
1. Сплошная толстая основная		$S = 0,6 \dots 1,5$
2. Сплошная тонкая		От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
3. Сплошная волнистая		
4. Штриховая		
5. Штрихпунктирная тонкая		От $\frac{S}{2}$ до $\frac{2}{3}S$
6. Штрихпунктирная утолщенная		
7. Разомкнутая		От S до $1,5S$
8. Сплошная тонкая с изломами		От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		

Сплошную толстую основную линию применяют для изображения: рамок поля чертежа и основной надписи; отрезка линии и контура (на эюре); видимых контуров объектов и их частей на видах, сечениях и разрезах; видимых линий перехода.

Сплошной тонкой линией выполняют: оси координат и границы плоскостей проекций; вектор направления проецирования и лучи проецирования; линии связи между проекциями объектов; линии построения; траектории линейного перемещения и поворота; внешнюю рамку формата; линии выносные и размерные; линии штриховки (графических обозначений материалов в сечениях); контур наложенного сечения; линии перехода воображаемые; линии, ограничивающие выносные элементы на видах, сечениях и разрезах; линии подчеркивания размерных чисел с отступлением от масштаба; линии выноски и полки линий-выносок; контуры пограничных деталей (обстановки).

Сплошной волнистой линией вычерчивают (от руки) линии обрыва длинной детали, линии разграничения вида и разреза.

Штриховую линию применяют для вычерчивания линий невидимого контура и невидимых линий перехода. Штриховые линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.

Штрихпунктирной тонкой линией выполняют линии осевые и центровые, линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных и вынесенных сечений. Практически штрихи вычерчивают длиной 15 ... 20 мм с интервалами между штрихами 3 ... 5 мм. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.

Штрихпунктирную утолщенную линию применяют для обозначения поверхностей, подлежащих термообработке или покрытию.

Разомкнутой линией обозначают положение секущей плоскости. Допускается части разомкнутой линии соединять штрихпунктирной тонкой линией.

Сплошную тонкую линию с изломами используют для вычерчивания длинной линии обрыва.

Штрихпунктирную тонкую линию с двумя точками применяют для обозначения линий сгибов на развертках, для изображения развертки, совмещенной с видом, а также для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях.

3.6. Основная надпись по ГОСТ 2.104 - 68

На всех листах чертежей и других конструкторских документах помещают основную надпись. Расположение основной надписи в зависимости от размера формата показано на рис. 4.

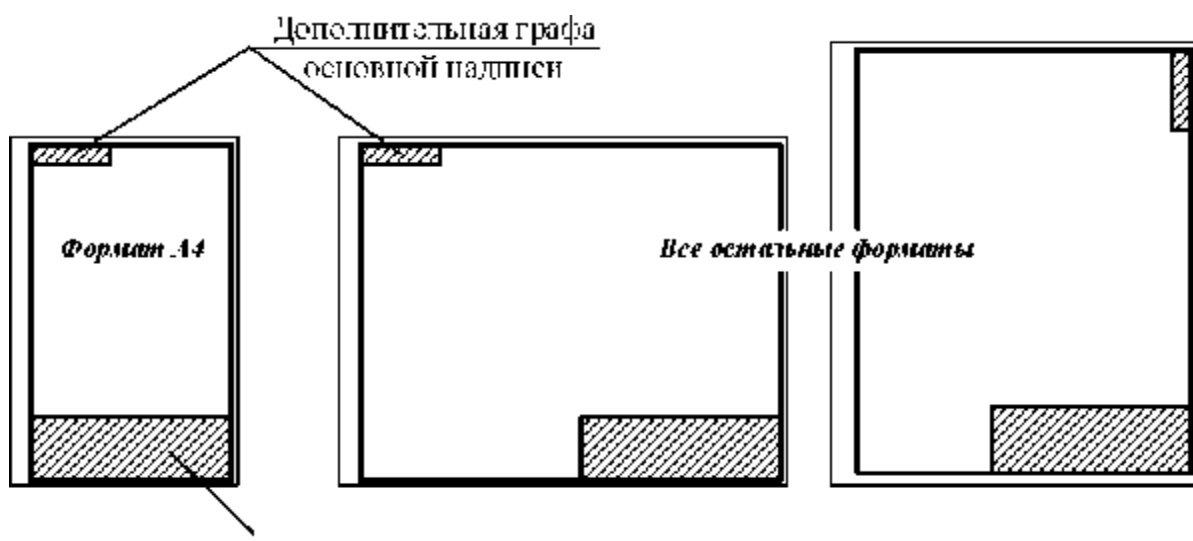


Рис. 4 Расположение основной надписи

Основная надпись содержит важную часть информации об изображенном объекте, главным образом, организационного характера.

ГОСТ 2.104 - 68* устанавливает расположение, размеры, а также содержание граф основной надписи (рис. 5.).

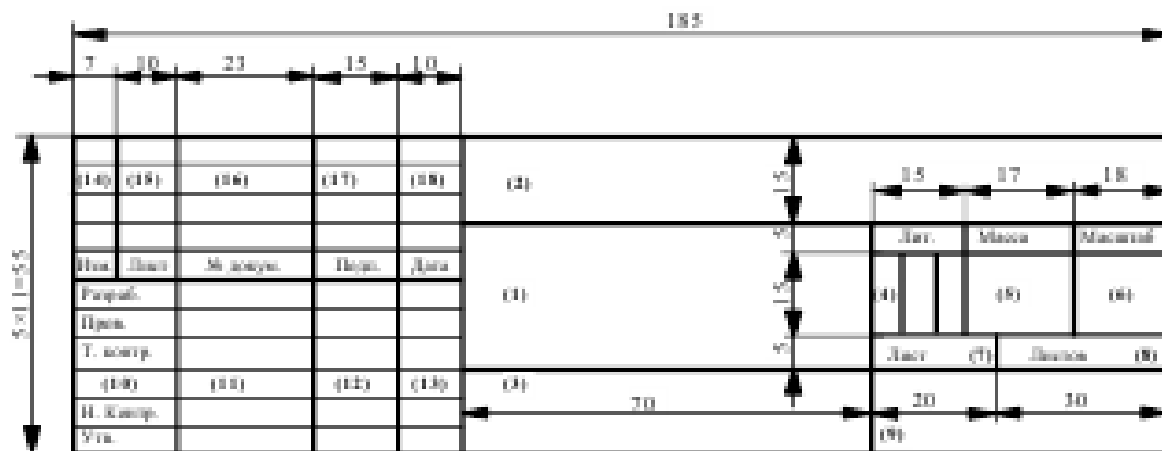


Рис. 5 - Форма основной надписи

В графах основной надписи указывают (номера граф показаны в скобках):

в графе 1 - наименование изделия в именительном падеже единственного числа, которое должно соответствовать принятой терминологии и быть по возможности кратким. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное;

в графе 2 - обозначение документа (см. ГОСТ 2.201-80 и ГОСТ 2.102-68*);

в графе 3 - обозначение материала детали (заполняют только на чертежах деталей);

в графе 4 - литеру, присвоенную данному документу по ГОСТ 2.103 - 68* (на учебных чертежах - "У");

в графе 5 – массу изделия по ГОСТ 2.109 - 73*;

в графе 6 – масштаб в соответствии с ГОСТ 2.302 - 68* и ГОСТ 2.109-73*;

в графе 7 - порядковый номер листа (на документах, состоящих из исходного листа, графу не заполняют);

в графе 8- общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе);

в графе 9 - наименование предприятия (учебного заведения, факультета, группы);

в графе 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ;

в графе 11 - четко написанные фамилии лиц, подписавших документ;

в графе 12 - подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;

в графе 13 - дату подписания документа;

в графах 14 ... 18 – сведения об изменениях на чертеже (на учебных чертежах не заполняют).

В дополнительной графе основной надписи указывают повернутое на 180 или 90 градусов обозначение документа

Выполнить оформление формата в соответствии вышеуказанными материалами

Отчет о работе должен содержать :

- а) Название и цель работы;
- б) Оформленный согласно ЕСКД формат;
- в) Подробные выводы о результатах выполнения работы.

Контрольные вопросы

1. Каковы площадь и размеры основного формата?
2. Какие масштабы уменьшения и увеличения установлены стандартом? Как обозначаются масштабы в графе основной надписи и на поле чертежа?
3. Какие типы линий установлены стандартом?
4. Какие типы шрифтов установлены ГОСТ?
5. Каково содержание граф основной надписи

Практическое занятие №2

Нанесение размеров на чертеж

Учебная цель:

1. изучить правила нанесения размеров;
2. научиться наносить размерные линии на чертежах.

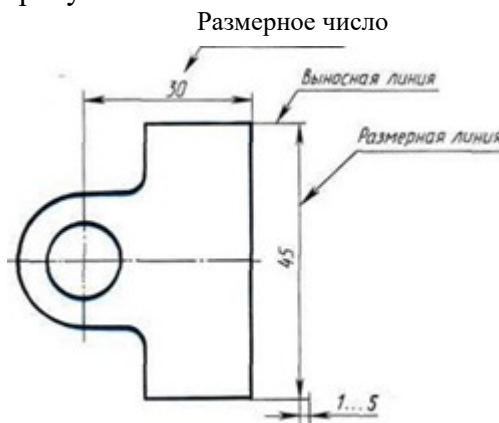
Теоретические сведения

Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других технических документах устанавливает ГОСТ 2.307—68.

В данном параграфе указаны только те правила, которые необходимы при выполнении чертежей общей части курса черчения.

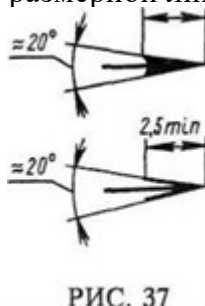
Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнен чертеж.

Размеры бывают линейные — длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса, дуги и угловые — размеры углов.



Линейные размеры указывают на чертеже в миллиметрах, единицу измерения на чертеже не указывают.

Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны упираться острием в соответствующие линии контура или в выносные и осевые линии (рис. 36). Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм.



Величина стрелки выбирается в зависимости от толщины линий видимого контура (s) и должна быть одинакова для всех размерных линий чертежа. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 37. Размерные и выносные линии выполняют сплошными тонкими линиями. В пределах одного чертежа размерные числа выполняют цифрами одного шрифта (чаще применяют шрифт размером 3,5). Размерные числа ставят над размерной линией, параллельно ей и как можно ближе к середине.

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной линией и линией контура — 10 мм. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают и наносят действительный размер. Если стрелки размерных линий пересекают расположенные близко друг к другу контурные линии, то эти линии рекомендуется прерывать (рис. 3). В случае, показанном на рисунке 3, размерную и выносные линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм.

Если наклон размерной линии к вертикали менее 30° , то размерное число наносят на полке линии-выноски (рис. 3, а).

Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий на чертеже определяют наибольшим удобством чтения чертежа. Если для нанесения размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят как показано на рис. 3, б; если недостаточно места для нанесения стрелок, то их наносят как показано на рис. 3, в.

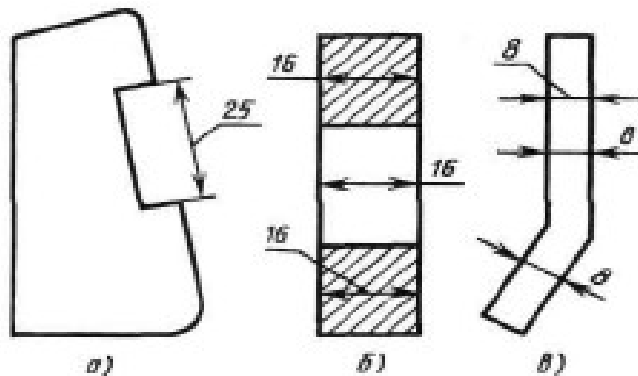


Рис.3

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 38).

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками (размеры 2; 1; 2 на рис. 4), наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или точками (размеры 6; 4; 2 на рис. 4). В местах нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (размер 50 на рис. 4).

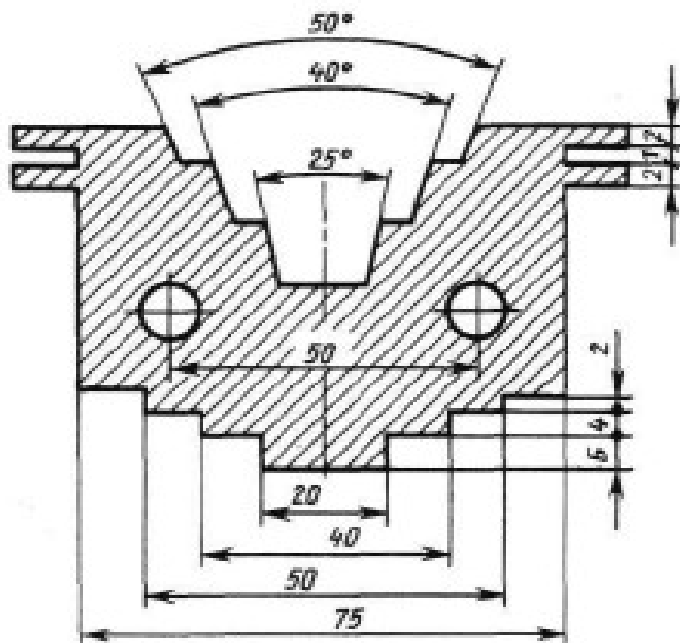
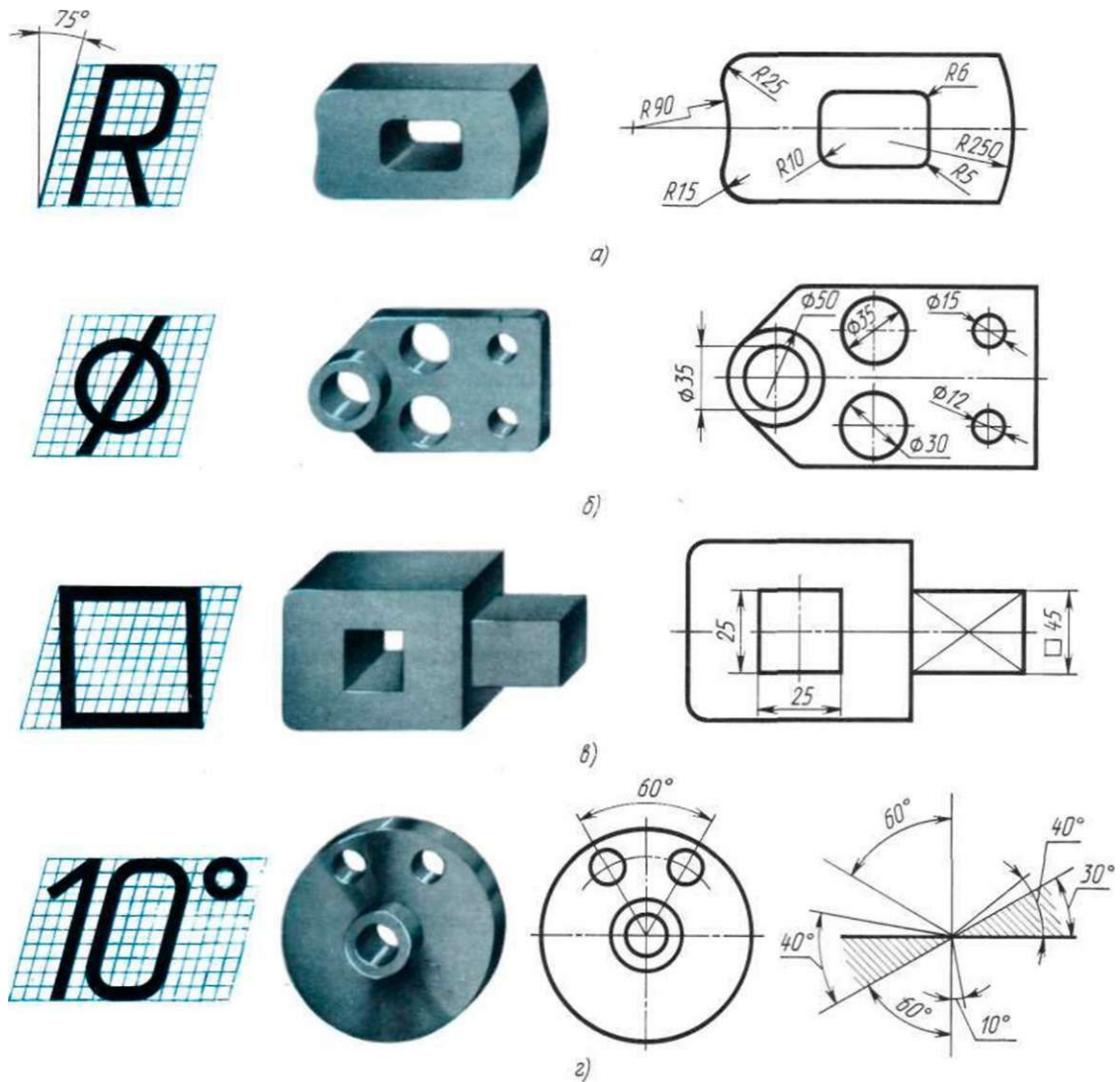


Рис.4

Рис.5



При указании размера радиуса перед размерным числом ставят прописную букву R. На рис. 5, а показаны примеры нанесения размеров радиусов.

При большой величине радиуса допускается центр приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° (R90 на рис. 5, а). Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (R250 на рис. 5, а).

Перед размерным числом диаметра ставят знак \varnothing (рис. 5, б), высота которого равна высоте цифр размерных чисел. Знак представляет собой окружность, пересеченную кривой под углом 45° к размерной линии.

При указании размера диаметра окружности размерную линию можно проводить с обрывом, при этом обрыв размерной линии следует делать несколько дальше центра окружности ($\varnothing 50$ на рис. 5, б).

Если недостаточно места для нанесения стрелок или размерного числа над размерной линией, то размеры диаметров наносят, как показано на рис. 5, б, $\varnothing 15$; $\varnothing 12$.

При указании **радиуса или диаметра сферы** также пользуются знаками **R** и **O**. В случаях, когда на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, допускается надпись "Сфера" или знак O, например, "*Сфера $\varnothing 30$* " или "*OR12*".

Нанесение угловых размеров показано на рис. 41, г. Для указания размера угла размерная линия проводится в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии — радиально. В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерными линиями со стороны их выпуклости; в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии, — со стороны вогнутости размерных линий.

В заштрихованной зоне наносить размерные числа не рекомендуется. В этом случае размерные числа должны располагаться на горизонтально нанесенных полках линий-выносок (рис. 5, г, размеры 30° и 40°).

Выполнить оформление чертежа в соответствии вышеуказанными материалами

Отчет о работе должен содержать:

- а) Название и цель работы;
- б) Оформленный чертеж согласно ЕСКД;
- в) Подробные выводы о результатах выполнения работы.

Контрольные вопросы

1. Могут ли пересекаться на чертеже размерные линии?
2. Каким значком обозначаются диаметры?
3. Каким значком обозначаются радиусы?
4. Каким значком обозначается сфера?

Практическое занятие №3

Выполнение 3-х проекций по рисунку модели.

Учебная цель: изучить принцип построения различных видов геометрических тел в 3-х проекциях, получить практические навыки построения геометрических тел.

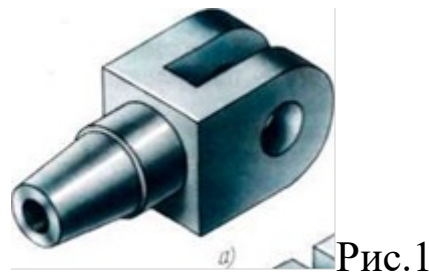
Теоретические сведения

Деталь любой формы можно представить как совокупность отдельных геометрических тел.

Для примера возьмем деталь (рис. 1) и проанализируем ее форму. Мысленно разделив ее на отдельные элементы, получим следующие геометрические тела: 1 — усеченный прямой круговой конус с цилиндрическим отверстием, 2 — прямой круговой цилиндр, 3 — прямоугольный параллелепипед, 4 — два прямоугольных параллелепипеда с цилиндрическими отверстиями, 5 — два полых полуцилиндра. Для выполнения комплексных чертежей необходимо усвоить методы проецирования отдельных геометрических тел, а также точек и линий, расположенных на поверхности этих тел.

Геометрические тела, ограниченные плоскими многоугольниками, называются многогранниками. Эти многоугольники называются гранями, их пересечения — ребрами. Угол, образованный гранями, сходящимися в одной точке — вершине, называется многогранным углом.

Тела вращения ограничены поверхностями, которые получаются в результате вращения какой-либо линии вокруг неподвижной оси. Линия ЛВ, которая при своем движении образует поверхность, называется образующей. Наиболее часто встречаются такие тела вращения, как цилиндр, конус, шар, тор.



ПРОЕКЦИИ ПРИЗМ

Построение проекций правильной прямой шестиугольной призмы (рис. 161) начинается с выполнения ее горизонтальной проекции — правильного шестиугольника. Из вершин этого шестиугольника проводят вертикальные линии связи и строят фронтальную проекцию нижнего основания призмы. Эта проекция изображается отрезком горизонтальной прямой. От этой прямой вверх откладывают высоту призмы и строят фронтальную проекцию верхнего основания. Затем вычерчивают фронтальные проекции ребер — отрезки вертикальных прямых, равные высоте призмы. Фронтальные проекции передних и задних ребер совпадают. Горизонтальные проекции боковых граней изображаются в виде отрезков прямых. Передняя боковая грань 1243 изображается на плоскости V без искажения, а на плоскости W — в виде прямой линии. Фронтальные и профильные проекции остальных боковых граней изображаются с искажением.

На чертеже оси x , y и z не показывают, что делает чертеж более простым.

Несколько сложнее построение проекций наклонной призмы.

Рассмотрим порядок построения проекций наклонной шестиугольной призмы.

1. Призма, основание которой лежит на плоскости $Я$, наклонена к этой плоскости под углом α (рис. 162, a). Ребра призмы параллельны плоскости V , т.е. являются фронталями.

Вначале выполняется построение горизонтальной проекции основания призмы, которое проецируется на плоскость Я без искажения (правильный шестиугольник). Фронтальная проекция основания представляет собой отрезок прямой, параллельной оси x .

Из точек $1'$, $2'$, $3'$ фронтальной проекции основания проводят прямые проекции ребер под углом α к оси x и на них откладывают действительную длину бокового ребра призмы.

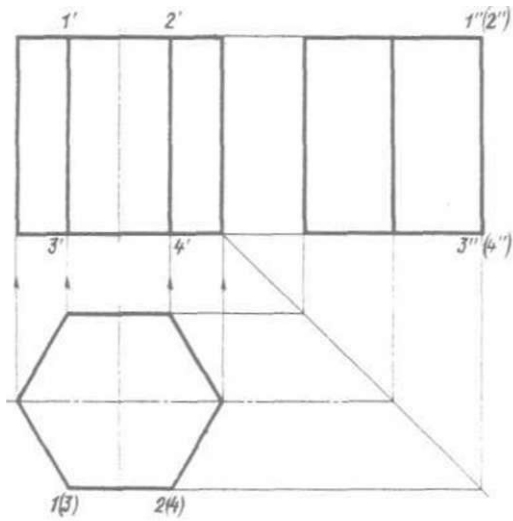


РИС. 161

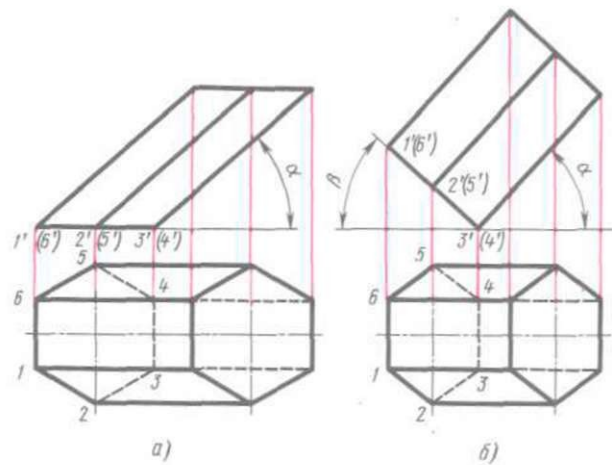


РИС. 162

Строят фронтальную проекцию верхнего основания призмы в виде отрезка прямой, равного и параллельного фронтальной проекции нижнего основания.

Из точек 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 горизонтальной проекции нижнего основания проводят прямые — проекции ребер — параллельно оси x и на них с помощью вертикальных линий связи находят шесть точек — горизонтальные проекции вершин верхнего основания призмы.

2. Прямая правильная шестиугольная призма наклонена под углом α к плоскости Я. Основание призмы наклонено к плоскости Я под углом α (рис. 162, б).

В этом случае необходимо вначале построить фронтальную проекцию основания. Эта проекция представляет собой отрезок, равный расстоянию между параллельными сторонами шестиугольника. Если этот отрезок разделить пополам и из его середины провести линию связи, то на ней будут расположены точки 2 и 5 — горизонтальные проекции вершин основания призмы. Расстояние между точками 2 , 5 равно действительному расстоянию между вершинами основания призмы. Так как горизонтальные проекции сторон 16 и 34 представляют собой их действительные длины, то, воспользовавшись этим обстоятельством, можно построить полностью горизонтальную проекцию основания.

ПРОЕКЦИИ ПИРАМИД

Построение проекций треугольной пирамиды начинается с построения основания, горизонтальная проекция которого представляет собой треугольник без искажения (рис. 164, а). Фронтальная проекция основания — отрезок горизонтальной прямой.

Из горизонтальной проекции точки s (вершины, пирамиды) проводят вертикальную линию связи, на которой от оси x откладывают высоту пирамиды и получают фронтальную проекцию s' вершины. Соединяя точку s' с точками $У$, $2'$ и $3'$, получают фронтальные проекции ребер пирамиды.

Горизонтальные проекции ребер получают, соединяя горизонтальную проекцию точки s с горизонтальными проекциями точек 1 , 2 и 3 .

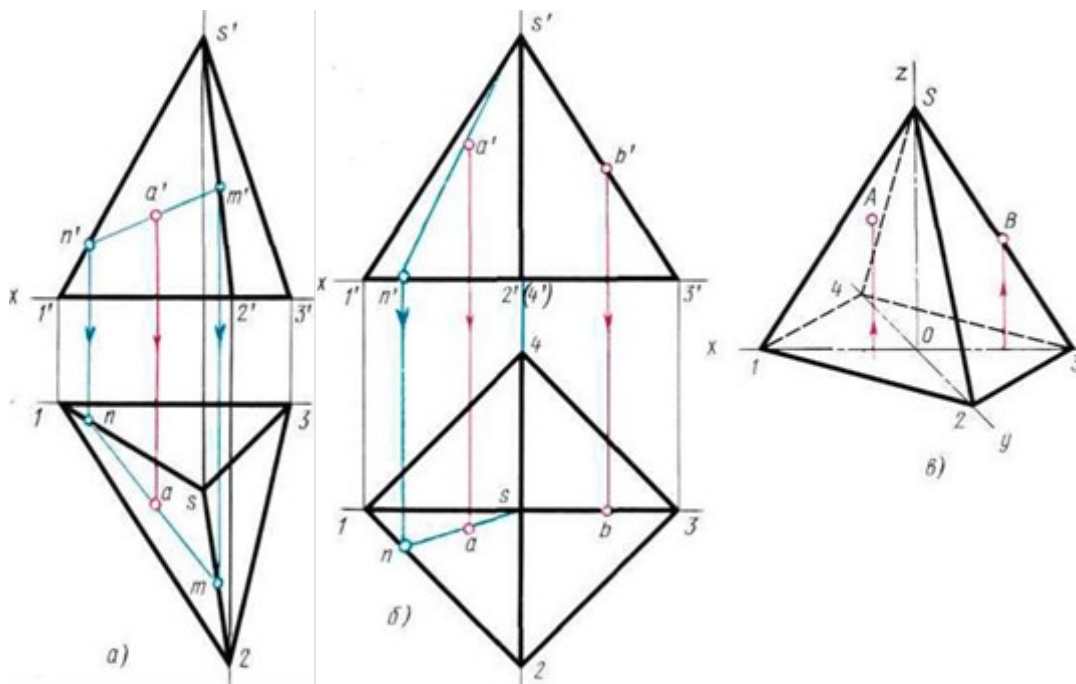
Пусть, например, дана фронтальная проекция a' точки A , расположенной на грани пирамиды $ls2$, и требуется найти другую проекцию этой точки. Для решения этой задачи проведем через a' произвольную вспомогательную прямую и продолжим ее до пересечения с

фронтальными проекциями $l's'$ и $2's'$ ребер в точках n' и m' . Затем проведем из точек n' и m' линии связи до пересечения с горизонтальными проекциями ls и $2s$ этих ребер в точках n и m . Соединив nm , получим горизонтальную проекцию вспомогательной прямой, на которой с помощью линии связи найдем искомую горизонтальную проекцию a точки A . Профильную проекцию этой точки находят по линиям связи.

Другой способ решения задачи на построение проекции точки по заданной ее проекции показан на рис. 164, б. Дана четырехугольная правильная пирамида. Через заданную фронтальную проекцию a' точки A проводят вспомогательную прямую, проходящую через вершину пирамиды и расположенную на ее грани. Горизонтальную проекцию ns вспомогательной прямой находят с помощью линии связи. Искомая горизонтальная проекция a точки A находится на пересечении линии связи, проведенной из точки a' , с горизонтальной проекцией ns вспомогательной прямой.

Фронтальная диметрическая проекция рассматриваемой пирамиды выполняется следующим образом (рис. 164, в).

Вначале строят основание, для чего по оси x откладывают длину диагонали $l3$, а по оси y — половину длины диагонали 24 . Из точки O пересечения диагоналей проводят ось z и на ней откладывают высоту пирамиды. Вершину S соединяют с вершинами основания прямыми линиями — ребрами.



Фронтальную диметрическую проекцию точки L , расположенной на грани пирамиды, строят по координатам, которые берут с комплексного чертежа. От начала координат O по оси x откладывают координату x_A , из ее конца параллельно оси y — половину координаты y_A и из конца этой координаты параллельно оси z — третью координату z_A . Построение точки B , расположенной на ребре пирамиды, более простое. От точки O по оси x откладывают координату x_B и из конца ее проводят прямую, параллельную оси z , до пересечения с ребром пирамиды в точке B .

ПРОЕКЦИИ ЦИЛИНДРОВ

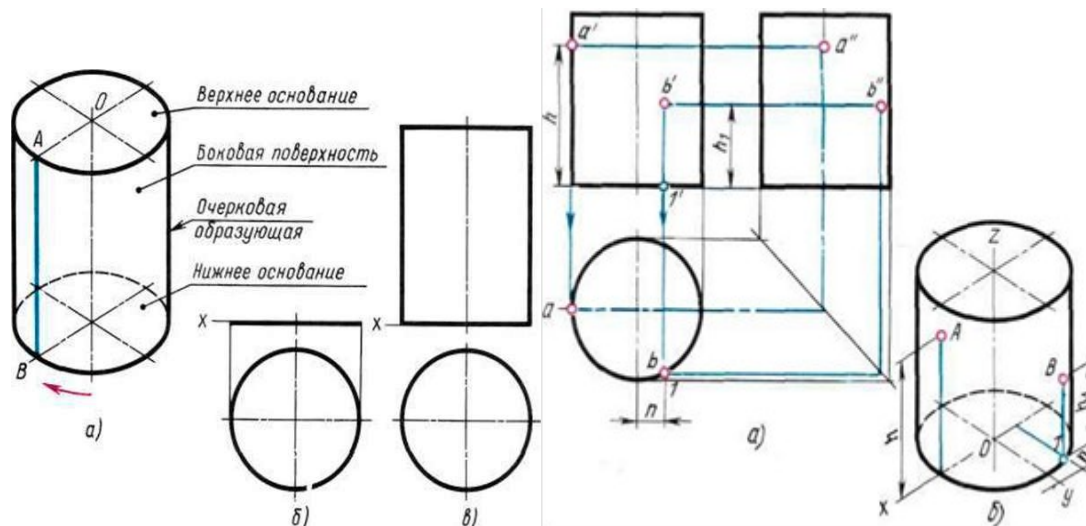
Боковая поверхность прямого кругового цилиндра получается вращением отрезка AB образующей вокруг оси, параллельной этому отрезку. На рис. 165, а представлена изометрическая проекция цилиндра.

Построение горизонтальной и фронтальной проекций цилиндра показано на рис. 165, б и в.

Построение начинают с изображения основания цилиндра, т.е. двух проекций окружности (рис. 165, б). Так как окружность расположена на плоскости Я, то она проецируется на эту плоскость без искажения. Фронтальная проекция окружности представляет собой отрезок горизонтальной прямой, равный диаметру окружности основания.

После построения основания на фронтальной проекции проводят две очерковые (крайние) образующие и на них откладывают высоту цилиндра. Проводят отрезок горизонтальной прямой, который является фронтальной проекцией верхнего основания цилиндра (рис. 165, в).

Определение недостающих проекций точек А и В



/i, расположенных на поверхности цилиндра, по заданным фронтальным проекциям в данном случае затруднений не вызывает, так как вся горизонтальная проекция боковой поверхности цилиндра представляет собой окружность (рис. 166, а). Следовательно, горизонтальные проекции точек А и В можно найти, проводя из данных точек a' и b' вертикальные линии связи до их пересечения с окружностью в искомых точках a и b .

Профильные проекции точек А и В строят также с помощью вертикальных и горизонтальных линий связи.

Изометрическую проекцию цилиндра вычерчивают, как показано на рис. 166, б.

В изометрии точки А и В строят по координатам. Например, для построения точки В от начала координат O по оси $.v$ откладывают координату $x_v = n$, а затем через ее конец проводят прямую, параллельную оси y , до пересечения с контуром основания в точке I. Из этой точки параллельно оси z проводят прямую, на которой откладывают координату $z_{II} = h_1$ точки В.

ПРОЕКЦИИ КОНУСОВ

Наглядное изображение прямого кругового конуса показано на рис. 167, а. Боковая поверхность конуса получена вращением отрезка BS вокруг оси, пересекающей отрезок в точке S. Последовательность построения двух проекций конуса показана на рис. 167, б и в. Сначала строят две проекции основания. Горизонтальная проекция основания — окружность. Фронтальной проекцией будет отрезок горизонтальной прямой, равный диаметру этой окружности (рис. 167, б). На фронтальной проекции из середины основания восстанавливают перпендикуляр и на нем откладывают высоту конуса (рис. 167, в). Полученную фронтальную проекцию вершины конуса соединяют прямыми с концами фронтальной проекции основания и получают фронтальную проекцию конуса.

Если на поверхности конуса задана одна проекция точки А (например, фронтальная проекция на рис. 168, а), то две другие проекции этой точки определяют с помощью

вспомогательных линий — образующей, расположенной на поверхности конуса и проведенной через точку L , или окружности, расположенной в плоскости, параллельной основанию конуса.

В первом случае (рис. 168, а) проводят фронтальную проекцию $s'a'f$ вспомогательной образующей. Пользуясь вертикальной линией связи,

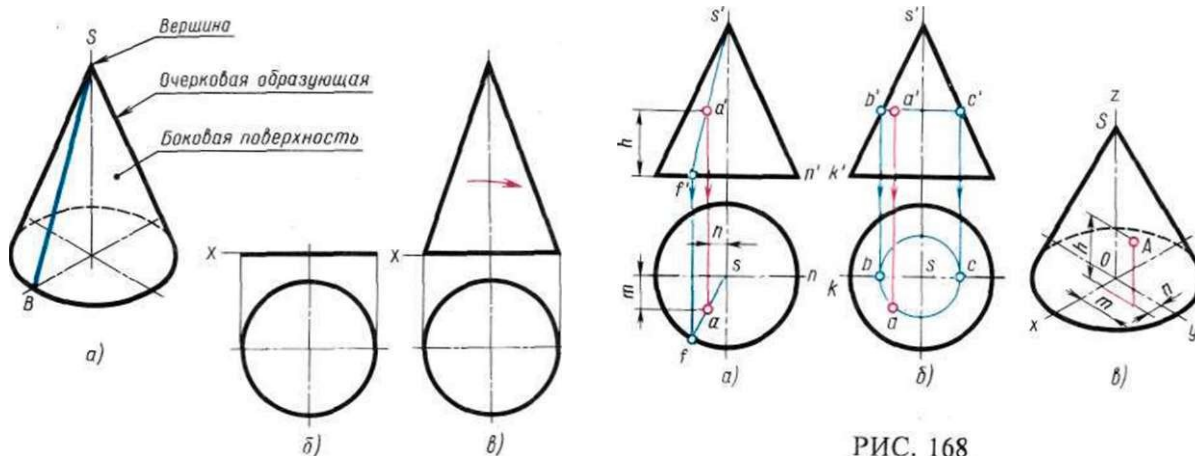


РИС. 168

проведенной из точки f' , расположенной на фронтальной проекции окружности основания, находят горизонтальную проекцию sf этой образующей, на которой с помощью линии связи, проходящей через a' , находят искомую точку a .

Во втором случае (рис. 168, б) вспомогательной линией, проходящей через точку A , будет окружность, расположенная на конической поверхности и параллельная плоскости H . Фронтальная проекция этой окружности изображается в виде отрезка $B'c'$ горизонтальной прямой, величина которого равна диаметру вспомогательной окружности. Искомая горизонтальная проекция a точки A находится на пересечении линии связи, опущенной из точки a' , с горизонтальной проекцией вспомогательной окружности.

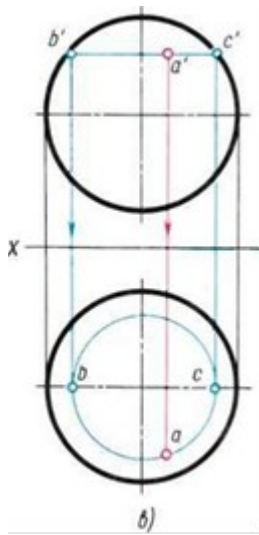
ПРОЕКЦИИ ШАРА

На рис. 169, а изображена половина шара, сферическая поверхность этого шара образована вращением четверти окружности $ЛВ$ вокруг радиуса $АО$.

Проекция этой фигуры приведены на рис. 169, б. Горизонтальная проекция — окружность радиуса, равного радиусу сферы, а фронтальная — полуокружность того же радиуса.

Если точка A расположена на сферической поверхности (рис. 169, в), то вспомогательная линия $B'c'$, проведенная через эту точку параллельно горизонтальной плоскости проекций, проецируется на горизонтальную плоскость проекций окружностью. На горизонтальной проекции вспомогательной окружности находят с помощью линии связи искомую горизонтальную проекцию (i точки A).

Величина диаметра вспомогательной окружности равна фронтальной проекции $B'c'$.



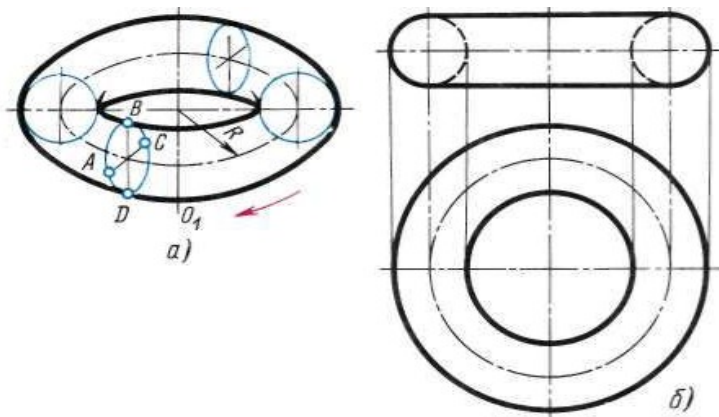
ПРОЕКЦИИ КОЛЬЦА И ТОРА

Поверхность кругового кольца (рис. 170, а) образована вращением образующей окружности $ABCD$ вокруг оси OO_1

Тор — поверхность, образованная вращением части дуги окружности, являющейся образующей, вокруг оси OO_1 , расположенной в плоскости этой окружности и не проходящей через ее центр.

На рис. 171, а и б приведены два вида тора. В первом случае образующая дуга окружности радиуса R отстоит от оси вращения на расстоянии меньше радиуса R , а во втором случае — больше. В обоих случаях фронтальные проекции тора представляют собой действительный вид двух образующих дуг окружности радиуса R , расположенных симметрично относительно фронтальной проекции оси вращения. Профильными проекциями тора будут окружности.

Круговое кольцо (или открытый тор) имеет горизонтальную проекцию в виде двух concentric окружностей, разность радиусов которых равна толщине кольца или диаметру образующей окружности (рис. 170, б). Фронтальная проекция ограничивается справа и слева дугами полуокружностей диаметра образующей окружности



КОМПЛЕКСНЫЕ ЧЕРТЕЖИ ГРУППЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ И МОДЕЛЕЙ

Для развития пространственного воображения полезно выполнять комплексные чертежи группы геометрических тел и несложных моделей с натуры.

Наглядное изображение группы геометрических тел показано на рис. 2. Построение комплексного чертежа этой группы геометрических тел следует начинать с горизонтальной проекции, так как основания цилиндра, конуса и шестигранной пирамиды проецируются на горизонтальную плоскость проекции без искажений. С помощью вертикальных

линий связи строят фронтальную проекцию. Профильную проекцию строят с помощью вертикальных и горизонтальных линий связи.

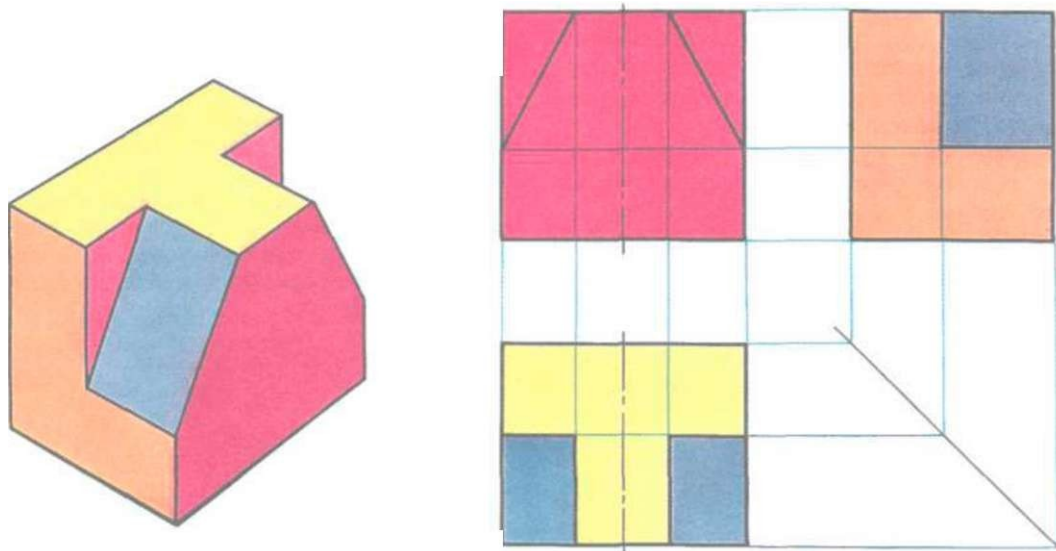


Рис.2

Ход работы

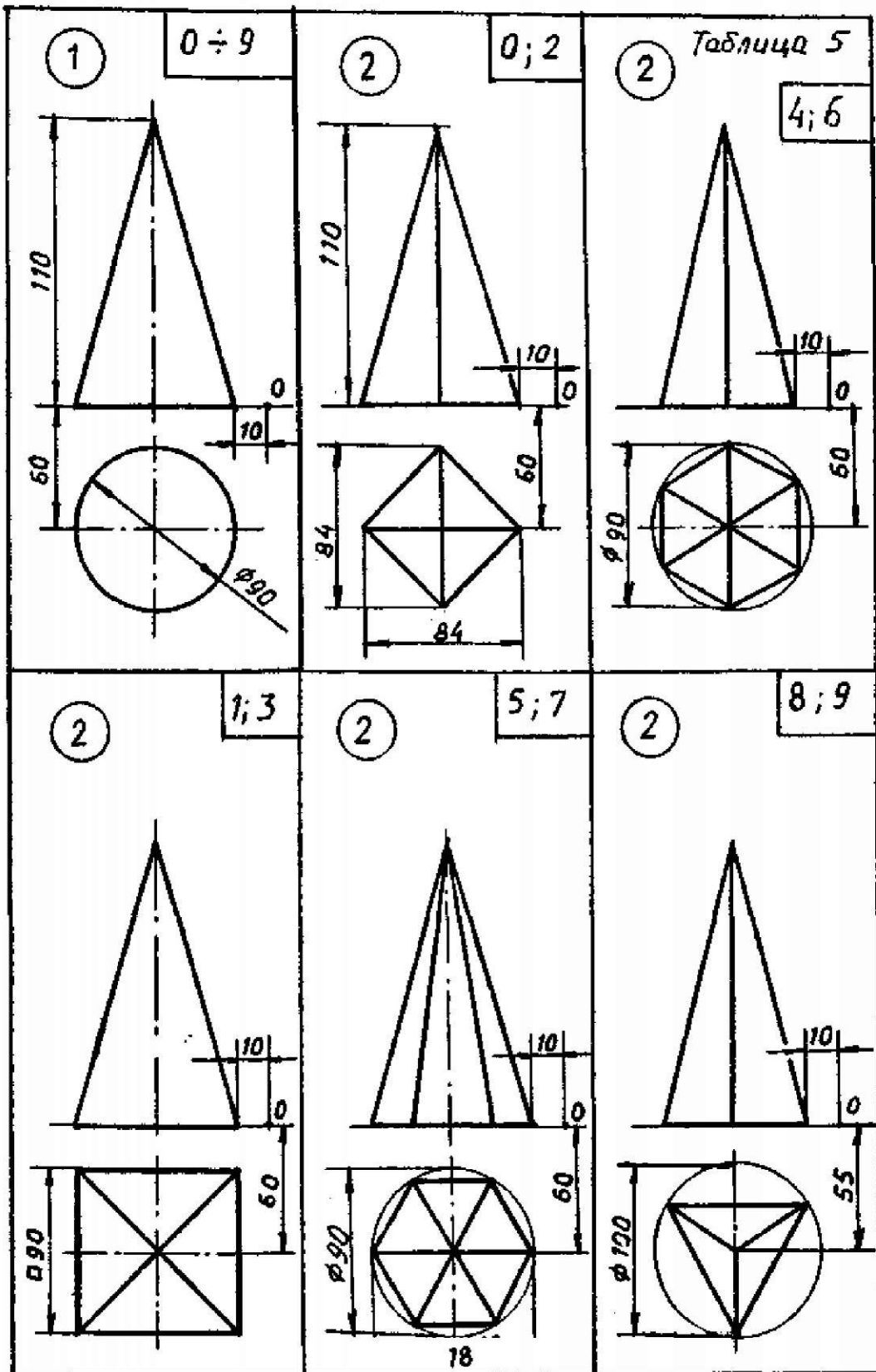
Выполнить чертеж модели в 3-х проекциях в соответствии вышеуказанными материалами по индивидуальному заданию(Приложение №1) под руководством преподавателя.

Отчет о работе должен содержать:

- а) Название и цель работы;
- б) Оформленный согласно ЕСКД чертеж;
- в) Подробные выводы о результатах выполнения работы.

Контрольные вопросы

1. В какой последовательности строят проекции прямого кругового цилиндра и правильной шестигранной призмы, основания которых расположены на фронтальной плоскости проекций?
2. Какими приемами определяют недостающие проекции точек, лежащих на поверхности конуса, шара и тора?
3. Какие тела называются телами вращения?
4. Чем отличается пирамида от призмы?



Практическое занятие №4

Построение проекций группы геометрических тел.

Учебная цель:

- изучить принципы построения проекций группы геометрических тел;
- освоить практические навыки построения проекций группы геометрических тел.

Теоретические сведения

Общие правила построения линий пересечения поверхностей

Метод построения линий пересечения поверхностей тел заключается в проведении вспомогательных секущих плоскостей и нахождении отдельных точек линий пересечения данных поверхностей в этих плоскостях.

Построение линии пересечения поверхностей тел начинают с нахождения очевидных точек. Например, где изображены линии пересечения призмы с конусом, такими точками являются точки *A* и *B*. Затем определяют характерные точки, расположенные, например, на очерковых образующих поверхностей вращения или крайних ребрах, отделяющих видимую часть линий перехода от невидимой. На рис. это точки *C* и *D*. Они располагаются на крайних ребрах верхней горизонтальной грани призмы.

Все остальные точки линии пересечения называются промежуточными (например, точки *E* и *F*). Обычно их определяют с помощью вспомогательных параллельных секущих плоскостей.

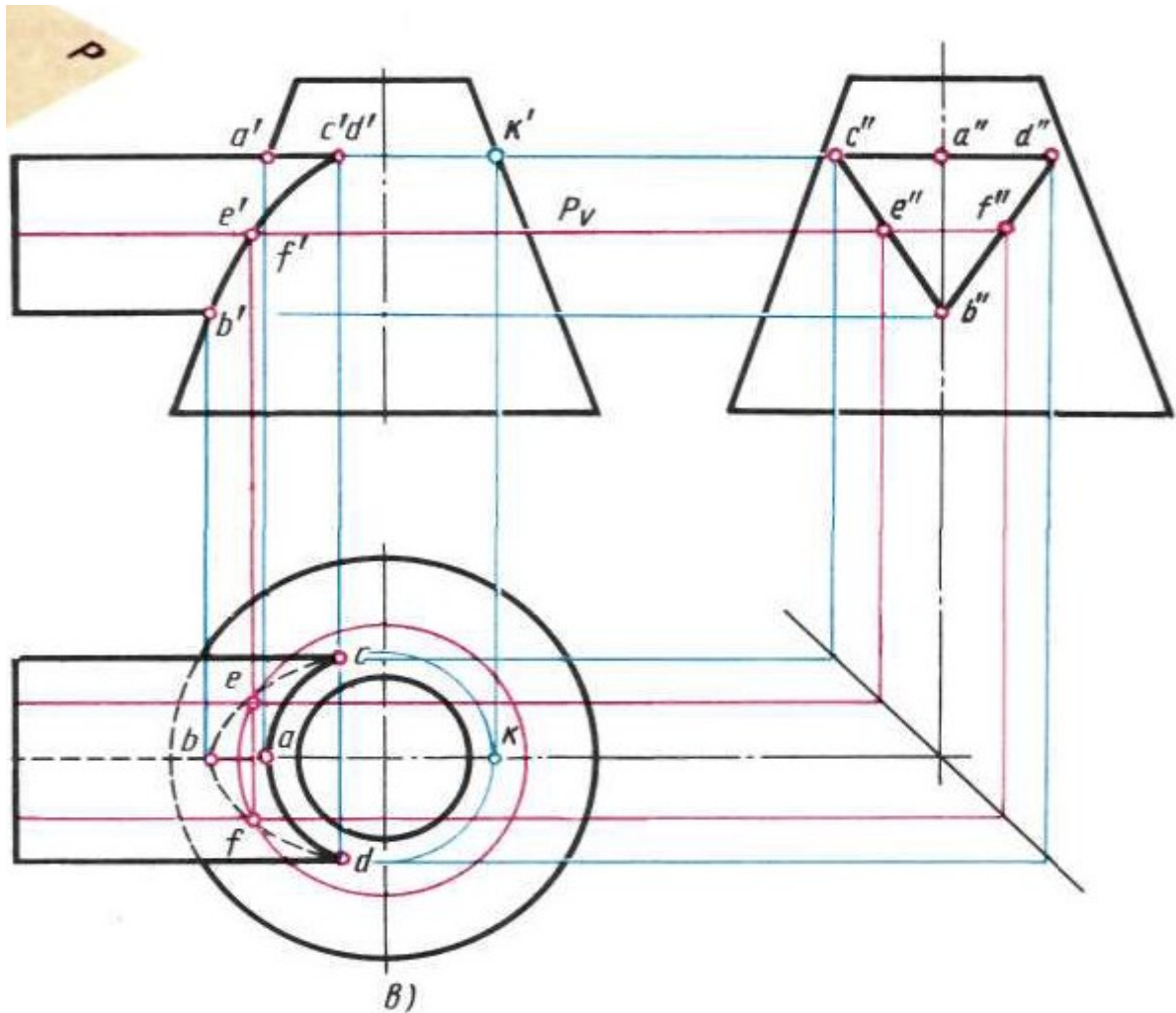


Рис.1

В качестве вспомогательных плоскостей выбирают такие плоскости, которые пересекают обе заданные поверхности по простым линиям — прямым или окружностям, причем окружности должны располагаться в плоскостях, параллельных плоскостям проекций.

В данном примере плоскость P пересекает конус по окружности (рис. 1, в), с помощью которой находят горизонтальные проекции точек e и f .

Во всех случаях перед тем как строить линию пересечения поверхностей на чертеже, необходимо представить себе эту линию в пространстве.

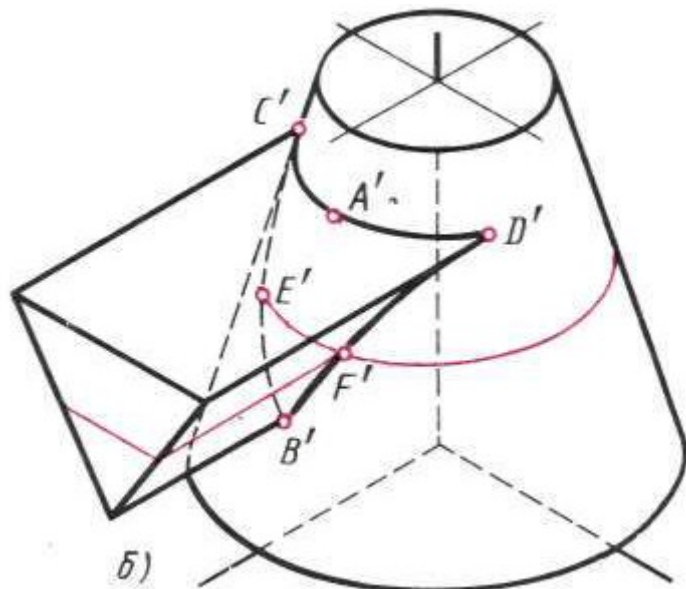


Рис.2

Пересечение поверхностей цилиндра и призмы

На рис. 202 показано построение проекции линий пересечения поверхности треугольной призмы с поверхностью прямого кругового цилиндра. Боковые грани призмы перпендикулярны плоскости V (рис. 3), поэтому фронтальная проекция линий пересечения поверхностей этих тел совпадает с фронтальной проекцией основания призмы.

Горизонтальные проекции линий пересечения поверхностей совпадают с горизонтальной проекцией цилиндра и являются окружностью. Профильные проекции точек A и E находим по горизонтальным и фронтальным проекциям с помощью линий связи. Для построения проекций промежуточных точек B, C, D используем вспомогательные секущие плоскости P, P_y и с помощью которых находим фронтальные проекции B', c', d' точек B, C, D .

В данном примере можно обойтись без вспомогательных секущих плоскостей, намечая произвольно на фронтальной проекции точки B', c', d' .

Опуская линии связи на горизонтальную проекцию, находим горизонтальные проекции c, b, d точек C, B, D . На профильной проекции с помощью линий связи находим проекции B'', c'', d'' .

На рис. 2, показано построение изометрической проекции. После построения изометрической проекции цилиндра, используя размеры r и h (рис. 3), строят изометрическую проекцию основания призмы, на котором находят точки 1, 2, 3, 4, 5. От этих точек откладывают расстояния $1'e'', 2'd''$ и т.д., взятые с профильной проекции комплексного чертежа, и находят точки A, B, C, D, E .

На изометрической проекции линия пересечения поверхностей цилиндра и призмы получается соединением точек A, B, C, D, E , которые строятся по координатам, взятым с комплексного чертежа.

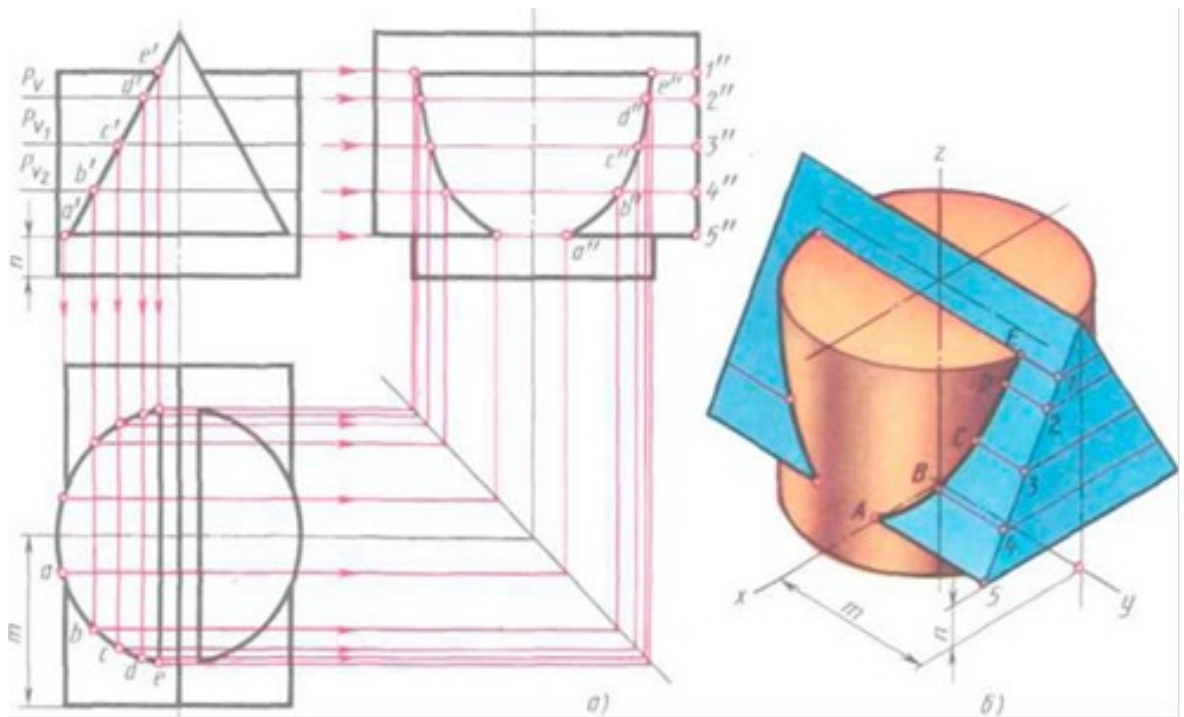


Рис.3

Пересечение цилиндрических поверхностей

При выполнении машиностроительных чертежей наиболее часто встречается случай пересечения двух цилиндрических поверхностей, оси которых расположены под углом 90° .

Разберем пример построения линии пересечения поверхностей двух прямых круговых цилиндров, оси которых перпендикулярны к плоскостям проекций (рис. 4, а).

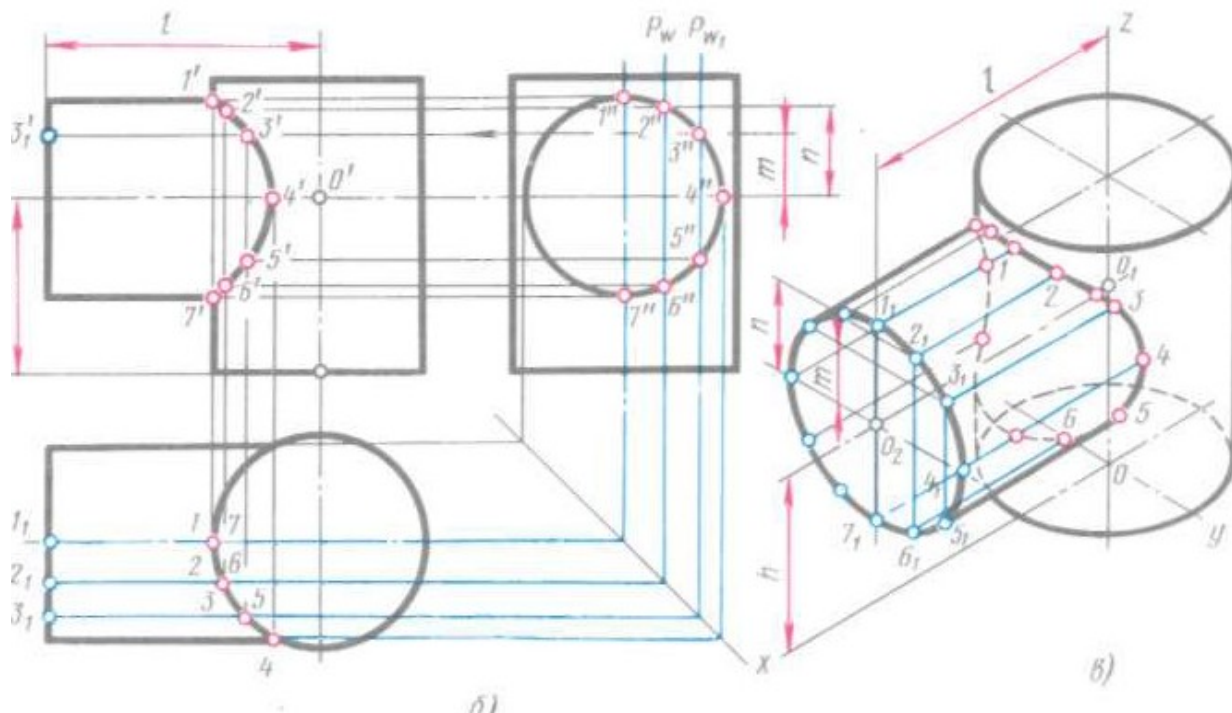
В начале построения, как известно, находим проекции очевидных точек 1, 7 и 4.

Построение проекций промежуточных точек показано на рис. 203, б. Если в данном примере применить общий способ построения линий пересечения с помощью вспомогательных взаимно параллельных плоскостей, пересекающих обе цилиндрические поверхности по образующим, то на пересечении этих образующих будут найдены искомые промежуточные точки линии пересечения (например, точки 2, 3, 5 на рис. 4, а). Однако в данном случае выполнять такое построение нет необходимости по следующим соображениям.

Горизонтальная проекция искомой линии пересечения поверхностей совпадает с окружностью — горизонтальной проекцией большого цилиндра. Профильная проекция линии пересечения также совпадает с окружностью — профильной проекцией малого цилиндра.

Таким образом, фронтальную проекцию искомой линии пересечения легко найти по общему правилу построения кривой линии по точкам, когда две проекции точек известны. Например, по горизонтальной проекции точки 3 (рис. 4, б) находят профильную проекцию 3". По двум проекциям 3 и 3" определяют фронтальную проекцию 3' точки J, принадлежащей линии пересечения цилиндров.

Построение изометрической проекции пересекающихся цилиндров начинают с построения изометрической проекции вертикального цилиндра. Далее через точку a_1 параллельно оси x проводят ось горизонтального цилиндра. Положение точки O_2 определяется величиной L , взятой с комплексного чертежа (рис. 4, б). Отрезок, равный L , откладываем от точки O вверх по оси z (рис. 4, в). Откладывая от точки O , по оси горизонтального цилиндра отрезок l , получим точку O_2 — центр основания горизонтального цилиндра.



Изометрическая проекция линии пересечения поверхностей строится по точкам с помощью трех координат. Однако в данном примере искомые точки можно построить иначе.

Так, например, точки 3 и 2 строят следующим образом. От центра O_2 (рис. 4, в) вверх, параллельно оси z , откладывают отрезки тип, взятые с комплексного чертежа. Через концы этих отрезков прямые, параллельные оси z , до пересечения с основанием горизонтального цилиндра в точках J и $2j$. Затем из точек $J...3$ проводят прямые, параллельные оси x , и на них откладывают отрезки, равные расстоянию от основания горизонтального цилиндра до линии пересечения, взятые с фронтальной или горизонтальной проекции комплексного чертежа. Конечные точки этих отрезков будут принадлежать линии пересечения. Через полученные точки проводят по лекалу кривую, выделяя ее видимые и невидимые части.

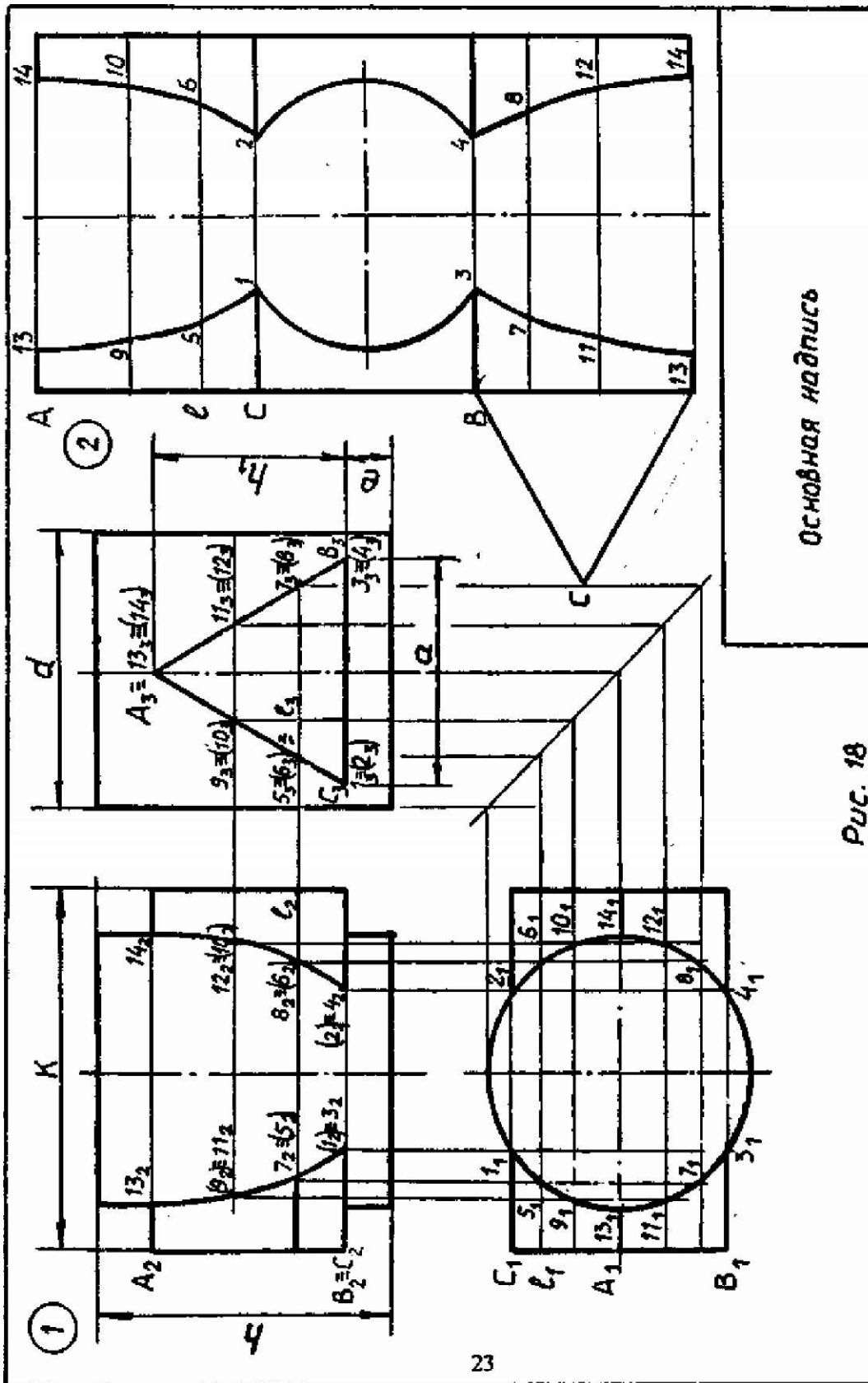
Пример взаимного пересечения цилиндрических поверхностей с осями, перпендикулярными друг к другу, приведен на рис. 204, а. Одна цилиндрическая поверхность корпуса имеет вертикальную ось, а другая (половина цилиндра) — горизонтальную.

Если диаметры пересекающихся цилиндрических поверхностей одинаковы, то профильная проекция линии пересечения представляет собой две пересекающиеся прямые (рис. 204, б).

Если пересекающиеся цилиндрические поверхности имеют оси, расположенные под углом, отличным от прямого угла, то линию их пересечения строят с помощью вспомогательных секущих плоскостей или другими способами (например, способом сфер).

Ход работы

Выполнить чертёж проекций группы геометрических тел в соответствии вышеуказанными материалами по индивидуальному заданию (Приложение №1) под руководством преподавателя. Приложение №1



№ варианта

Обозначение	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	56	55	54	70	56	55	54	70	56	54
h	71	65	72	70	68	64	72	68	68	65
m	8	10	8	15	16	10	8	14	16	9
e	71	55	72	75	60	56	72	76	60	55
h ₁	45	38	45	48	40	38	45	47	40	38
a	45	44	45	52	40	44	45	50	40	44
k	84	74	84	108	70	74	84	110	70	74
развертка	цилиндра					призмы				

Отчет о работе должен содержать:

- а) Название и цель работы;
- б) Оформленный согласно ЕСКД чертеж;
- в) Подробные выводы о результатах выполнения работы.

Контрольные вопросы

1. Что называется линией перехода?
2. Как строится линия пересечения поверхностей?
3. В чем заключается принцип решения задач на взаимное пересечение поверхностей?

Практическое занятие №5

Построение аксонометрической проекции группы геометрических тел.

Учебная цель:

- изучить принципы построения аксонометрической проекций группы геометрических тел;
- освоить практические навыки построения аксонометрической проекций группы геометрических тел

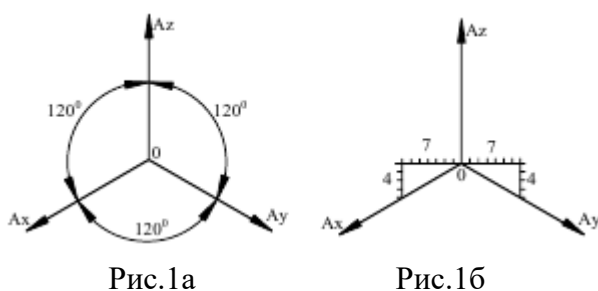
Теоретические сведения

Аксонометрическое изображение (или сокращенно *аксонометрия*) представляет собой один из видов наглядного изображения объектов, которое получается при параллельном (ортогональном, косоугольном) проецировании. Суть построения аксонометрии заключается в том, что данный объект вместе с присоединенными к нему осями прямоугольных координат проецируется параллельными лучами на некоторую произвольно выбранную плоскость, называемую *плоскостью аксонометрических проекций*.

Аксонометрические изображения более выразительны, чем проекции на двух или трех плоскостях, так как передают одной проекцией на одной плоскости отображение сразу трех сторон (передней, верхней и, как правило, левой) объекта, что очень облегчает понимание его действительной формы и ее размеров. Таким образом, аксонометрия представляет собой такое изображение, в котором проекция любой точки в пространстве привязана к аксонометрическим осям, что делает изображение метрически определенным.

Отрезки осей присоединенной к объекту системы координат проецируются на плоскость аксонометрической проекции с сокращениями, величина которых зависит от угла между данной осью и плоскостью аксонометрической проекции и называется *коэффициентом искажения*.

На рис. 1 приведено точное построение осей в изометрии, а на Рис.1б - приближенное



ГОСТ 2.317 - 69* рекомендует с целью упрощения построений принимать значения коэффициентов искажения равными 1 вместо 0,82 (в отличие от теоретической или точной, т.н. приведенная прямоугольная изометрия), что приводит к увеличению изометрической проекции в 1,22 раза.

Выполнение аксонометрических изображений. Аксонометрию объекта строят по координатам вершин, центров оснований и других характерных точек, входящих в структуру объекта. На аксонометрии отображают контуры отсеков поверхностей, очерковые ребра, очерковые образующие поверхностей вращения.

По умолчанию на аксонометрии не отображают части плоскостей и других поверхностей, расположенные внутри контуров отсеков. Линейные размеры формы откладывают только параллельно аксонометрическим осям с учетом коэффициентов искажения (без искажений в приведенной изометрии).

При необходимости показать отверстия, внутренние полости, выемки и т.п. части формы объекта применяют разрезы. Плоскости разрезов всегда ориентируют параллельно двум осям присоединенной системы координат.

Штриховку на разрезах выполняют в соответствии с рис. 2. Направлением штриховки служит одна или другая диагональ квадрата, расположенного в плоскости двух осей присоединенной системы координат.

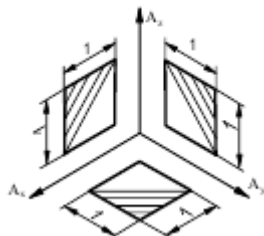


Рис.2

На аксонометрическом изображении объекта могут быть нанесены размеры формы по правилам ГОСТ 2.307 - 68*, при этом выносные и размерные линии должны быть расположены параллельно осям присоединенной системы координат. Измерение линейных размеров формы объекта на аксонометрическом изображении выполнимо только в направлениях, параллельных проекциям аксонометрических осей. Измерение размеров формы в других направлениях затруднено тем, что проекции таких размеров формы отличаются от их натуральных величин, причем коэффициент искажения по этим направлениям рассчитать весьма трудно. Угловые размеры на аксонометрических изображениях не измеряют, так как проекции углов в общем случае не соответствуют их натуральным величинам.

Аксонометрические изображения окружности. Окружность в аксонометрии отображается в виде эллипса. Изображения формы многих геометрических и технических объектов содержат окружности, плоскости которых параллельны двум осям присоединенной к объекту системы координат. Проекции таких окружностей в прямоугольной изометрии показаны на рис. 3. Для всех окружностей принят условный диаметр $d = 1$. На эллипсах, представляющих собой проекции окружностей, нанесены численные значения их больших и малых осей, а также двух сопряженных диаметров, параллельных осям присоединенной системы координат.

Над полками линий-выносок указаны значения для практического масштаба (приведенная прямоугольная изометрия), а под полками - для теоретического масштаба (точная прямоугольная изометрия). Малая ось каждого эллипса параллельна, а большая -

перпендикулярна проекции координатной оси, перпендикулярной плоскости окружности.

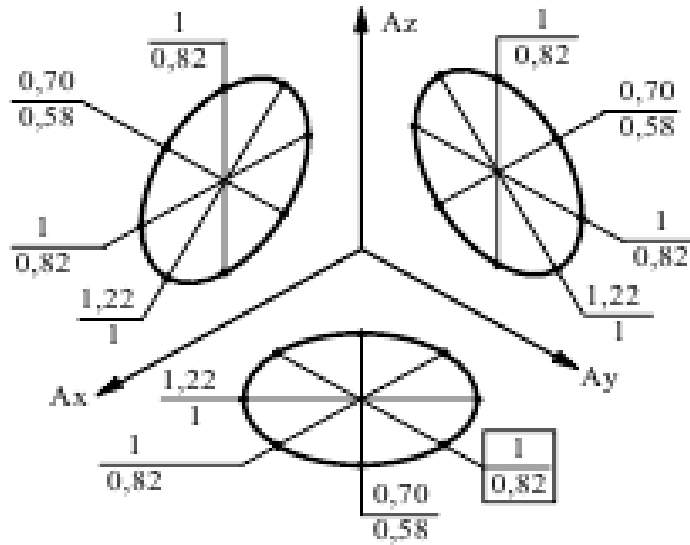


Рис.3

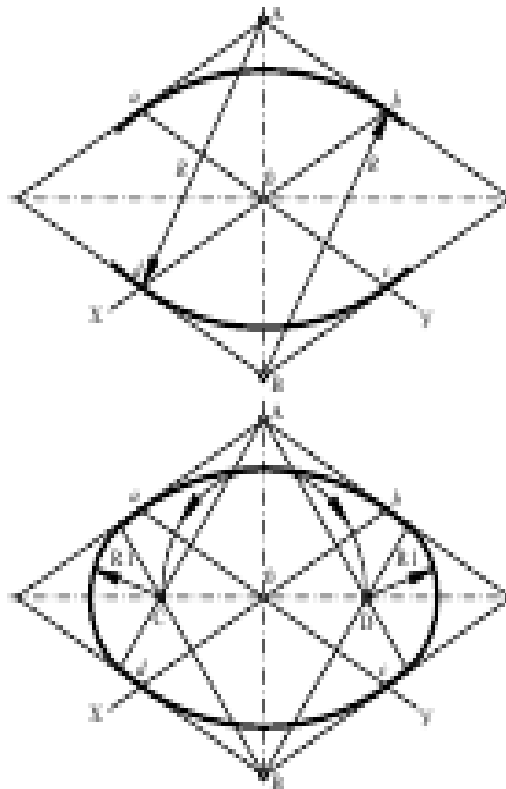


Рис.4

На рисунке 4 показано построение овала, вписанного в ромб.

Построение проводят в следующей последовательности:

- 1) строят ромб со стороной, равной диаметру изображаемой окружности. Через точку O проводят изометрические оси и на них от точки O откладывают отрезки, равные радиусу изображаемой окружности. Через точки a, b, c и d проводят прямые, параллельные аксонометрическим осям; получают ромб. Большая ось овала будет располагаться на большой диагонали ромба;
- 2) вписывают в ромб овал. Для этого из вершин тупых углов (точки A и B) описывают дуги радиусом R , равным расстоянию от вершины тупого угла (точке A или B) до точек a, b или c, d соответственно;

- 3) для определения положения центров малых окружностей из центра O проводят дугу, равную радиусу меньшей полуоси овала (касательную к ранее проведенной дуге). Получают точки C и D , которые будут центрами малых дуг;
- 3) через точки B и C , B и D , A и C и A и D проводят прямые, которые в пересечении с дугами большого радиуса дают точки сопряжения окружностей;
- 4) дугами радиуса R_1 сопрягают дуги большого овала.

Так строят овал – прямоугольную изометрическую проекцию окружности, лежащей в плоскости, к оси Z . Овалы – проекции окружностей, находящихся в плоскостях, перпендикулярных осям X и Y , строят аналогично, причем большую ось овала располагают под прямым углом к аксонометрической проекции той оси, которая перпендикулярна плоскости окружности.

Линии пересечения поверхностей тел вращения в аксонометрии строят по точкам. Эти точки находятся или по координатам, взятым с ортогональных проекций, или способом вспомогательных секущих плоскостей непосредственно на аксонометрических изображениях. Например, как видно на рис.5, вспомогательные секущие плоскости 1, 2, 3 пересекут данные цилиндры по образующим, соответственные пересечения которых дадут искомые точки.

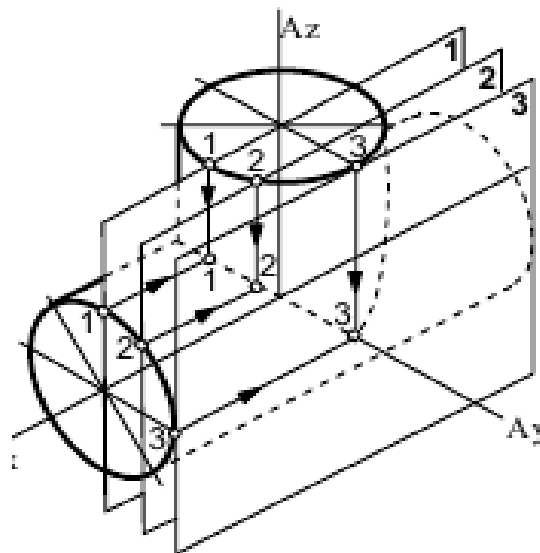


Рис.5

Применение метода построения линии пересечения по координатам показано на рис. 5. Координаты точки A измеряются на ортогональных проекциях (отрезки 1, 2 и 3) и переносятся ломаными координатными линиями на аксонометрическое изображение. Точка C определяется как пересечение образующих конусов. Точка B определяется так же, как и точка A (при этом координата $X = 0$).

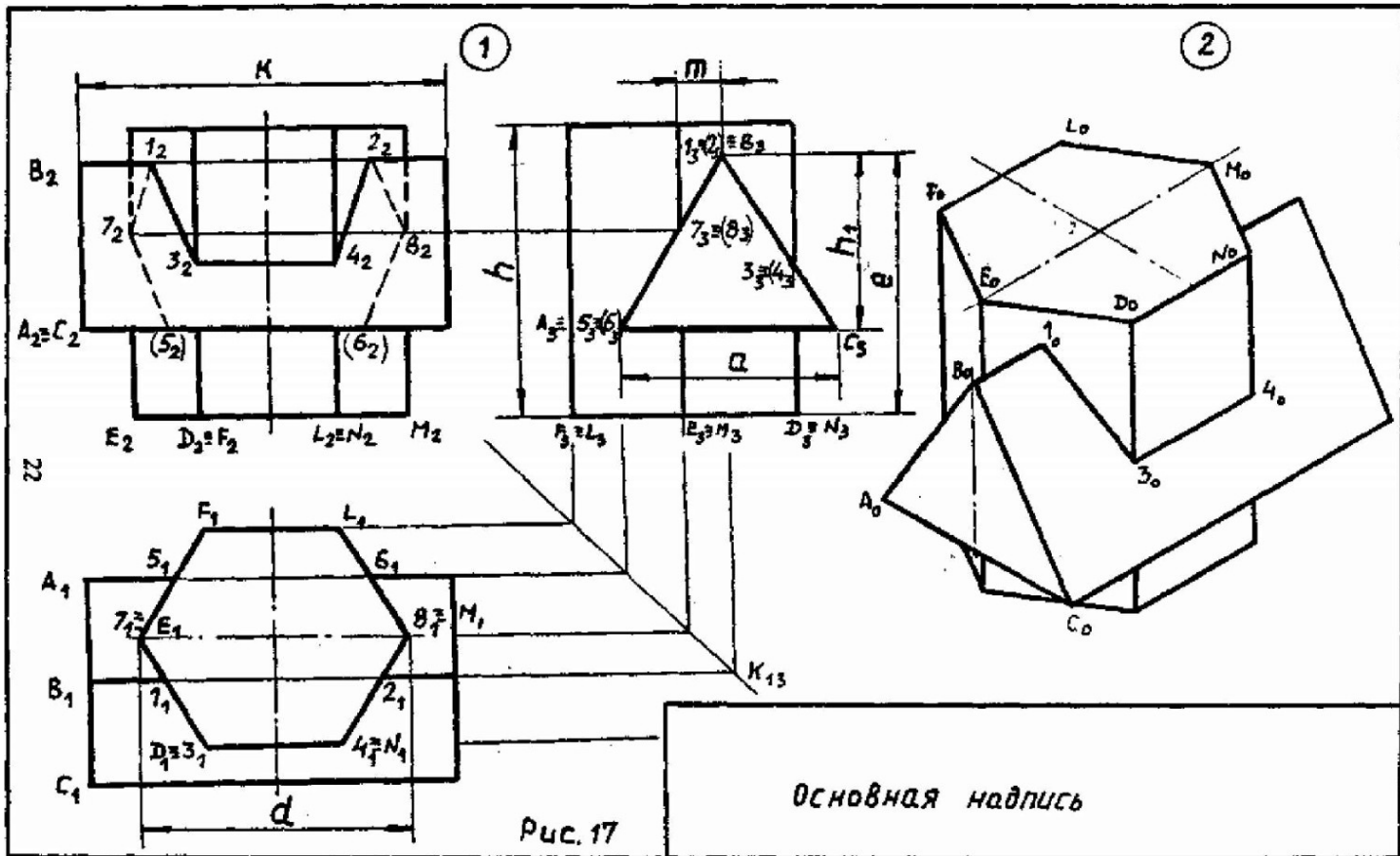
Ход работы

Выполнить чертеж аксонометрической проекции группы геометрических тел проекций в соответствии вышеуказанными материалами по индивидуальному заданию (Приложение №1) под руководством преподавателя.

Приложение №1

Обозначение	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

d	54	50	55	54	52	55	54	56	50	55
h	70	60	65	70	70	60	60	62	60	65
h ₁	50	45	53	50	56	38	50	52	45	53
e	15	12	12	15	14	50	18	20	12	12
a	64	46	52	64	60	55	64	52	46	52
k	76	75	74	76	70	70	72	72	75	74



Отчет о работе должен содержать:

- Название и цель работы;
- Оформленный согласно ЕСКД чертеж;
- Подробные выводы о результатах выполнения работы.

Контрольные вопросы

- Какая плоскость называется аксонометрической плоскостью проекций и как она обозначается?
- Как располагаются координатные оси в изометрии?

3. Как проводят секущие плоскости при образовании разрезов на аксонометрических изображениях?
4. Как направляются линии штриховки сечений на аксонометрических изображениях?

Практическое занятие №6

Выполнение эскизов деталей.

Цель работы: Изучить правила и приёмы составления эскизов, способов обмера деталей и выполнения рабочих чертежей деталей. Приобрести навыки работы со справочной литературой.

Теоретические сведения

Эскизом называется конструкторский документ, выполненный от руки, без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба, но с обязательным соблюдением пропорций элементов деталей. Эскиз является временным чертежом и предназначен, в основном, для разового использования.

Эскиз должен быть оформлен аккуратно с соблюдением проекционных связей и всех правил и условностей, установленных стандартами ЕСКД.

Эскиз может служить документом для изготовления детали или для выполнения ее рабочего чертежа. В связи с этим эскиз детали должен содержать все сведения о ее форме, размерах, шероховатости поверхностей, материале. На эскизе помещают и другие сведения, оформляемые в виде графического или текстового материала (технические требования и т.п.).

Выполнение эскизов (эскизирование) производится на листах любой бумаги стандартного формата. В учебных условиях рекомендуется применять писчую бумагу в клетку.

Процесс эскизирования можно условно разбить на отдельные этапы, которые тесно связаны друг с другом. На рис. 1 показано поэтапное эскизирование детали "Опора".

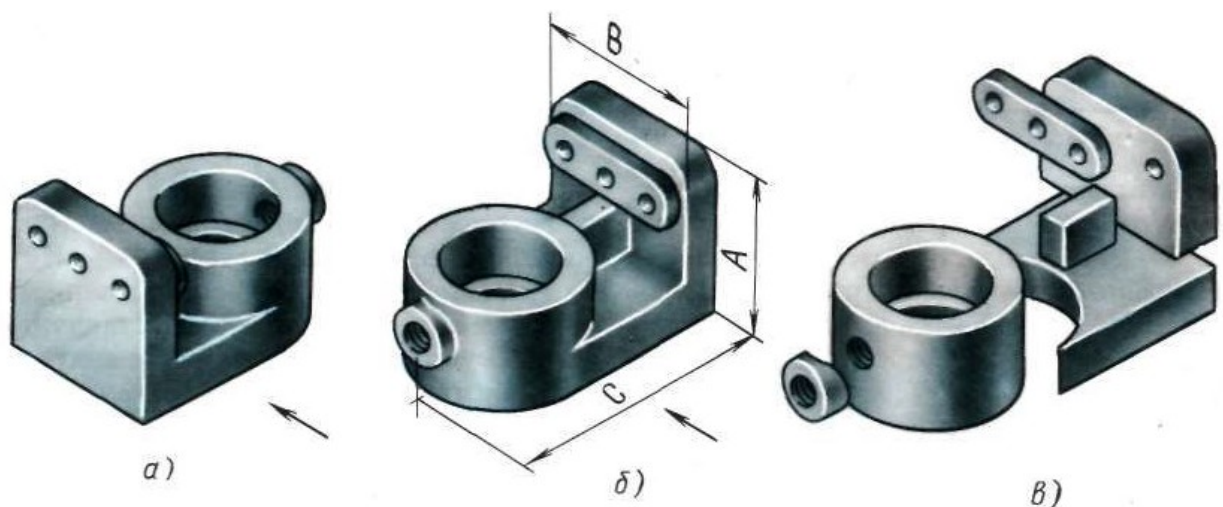


Рис 1

I. Ознакомление с деталью

При ознакомлении определяется форма детали (рис. 1, а и б) и ее основных элементов (рис. 1, в), 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.

Существует значительное число деталей, ограниченных поверхностями вращения: валы, втулки, гильзы, колеса, диски, фланцы и т.п. При изготовлении таких деталей (или заготовок) в основном применяется обработка на токарных или аналогичных станках (карусельных, шлифовальных).

Изображения этих 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 число 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 2.305-68.

На рис. 1, а и б даны варианты расположения детали и стрелками показано направление проецирования, в результате которого может быть получен главный вид. Следует отдать предпочтение положению детали на рис. 367, б. В этом случае на виде слева будут видны контуры большинства элементов детали, а сам главный вид даст наиболее ясное представление о ее форме.

В данном случае достаточно трех изображений, чтобы представить форму детали: главный вид, вид сверху и вид слева. На месте главного вида следует выполнить фронтальный разрез.

III. Выбор формата листа

Формат листа выбирается по ГОСТ 2.301—68 в зависимости от того, какую величину должны иметь изображения, выбранные при выполнении этапа II. Величина и масштаб изображений должны позволять четко отразить все элементы и нанести необходимые размеры и условные обозначения.

IV. Подготовка листа

Вначале следует ограничить выбранный лист внешней рамкой и внутри нее провести рамку чертежа заданного формата. Расстояние между этими рамками должно составлять 5 мм, а слева оставляется поле шириной 20 мм для подшивки листа. Затем наносится контур рамки основной надписи.

V. Компоновка изображений на листе

Выбрав глазомерный масштаб изображений, устанавливают на глаз соотношение габаритных размеров детали. В данном случае, если высоту детали принять за L , то ширина детали $B \sim A$, а ее длина $C \sim 2A$ (см. рис. 366, а и 367, б). После этого на эскизе наносят тонкими линиями прямоугольники с габаритными размерами детали (см. рис. 366, а). 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.

Осуществление компоновки изображений можно облегчить применением прямоугольников, вырезанных из бумаги или картона и имеющих стороны, соответствующие габаритным размерам детали. Перемещая эти прямоугольники по полю чертежа, выбирают наиболее удачное расположение изображений.

VI. Нанесение изображений элементов детали Внутри полученных прямоугольников наносят

тонкими линиями изображения элементов детали (см. рис. 366, б). При этом необходимо соблюдать пропорции их размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, проводя соответствующие осевые и центровые линии.

VII. Оформление видов, разрезов и сечений Далее на всех видах (см. рис. 366, в) уточняют

подробности, не учтенные при выполнении этапа VI (например, скругления, фаски), и удаляют вспомогательные линии построения. В соответствии с ГОСТ 2.305—68 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.

VIII. 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 (см. рис. 366, в). Одновременно намечают шероховатость отдельных поверхностей детали и наносят условные знаки, определяющие шероховатость.

IX. Нанесение размерных чисел

С помощью 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 (см. рис. 366, г).

X. Окончательное оформление эскиза

При окончательном оформлении заполняется основная надпись. В случае необходимости приводятся сведения о предельных отклонениях размеров, формы и расположения поверхностей; составляются технические требования и выполняются пояснительные надписи (см. рис. 366, г). Затем производится окончательная проверка выполненного эскиза и вносятся необходимые уточнения и исправления.

Ход работы

Последовательность действий при выполнении эскизов

1) внимательный осмотр детали, уяснение ее назначения, конструктивных особенностей (геометрических форм); выявление поверхностей, которыми она будет соприкасаться с поверхностями других деталей в изделии (сопрягаемые поверхности), поверхностей, образованных без удаления слоя материала и т.д. Внимательный осмотр конструкции развивает способность к критическому анализу, весьма важную для последующей инженерной (в особенности конструкторской) деятельности.

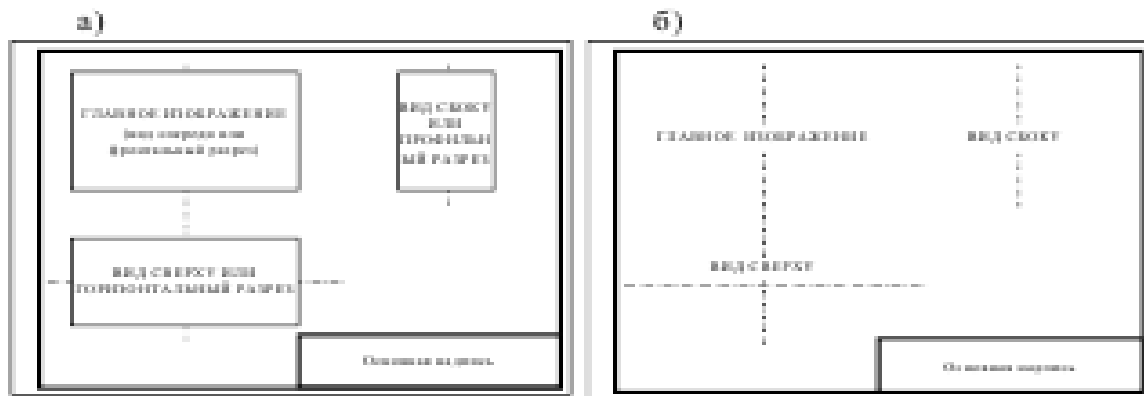
2) мысленно намечают число изображений (минимальное, с учетом условностей, установленных стандартами) - видов, разрезов, сечений, выявляющих в своей совокупности форму детали с исчерпывающей полнотой.

Особое внимание надо уделить выбору главного изображения, дающего наиболее полное представление о форме и размерах детали (ГОСТ 2.305-68).

Устанавливают примерный глазомерный масштаб и соотношения между габаритами детали (при этом допустимо выполнение предварительных набросков).

3) подготавливают лист писчей бумаги в клетку формата А4 или А3, наносят (без применения линейки) рамку поля чертежа, линии графической основной надписи и намечают площади в виде прямоугольников (рис. 5.18, а) или осевых линий с габаритными отметками (рис. 5.18, б) для каждого намеченного изображения (тонкими линиями, без нажима), предусматривая между ними места для размещения размерных линий; проводят осевые линии. Критически оценивают целесообразность намеченной компоновки эскиза, решают

от каких изображений можно отказаться, какие следует добавить.



4) строят (линии тонкие, без нажима) изображения, начиная с основной геометрической формы из числа составляющих деталь (по возможности одновременно на всех намеченных изображениях). При этом в возможно большей степени используют линии сетки, имеющейся на бумаге.

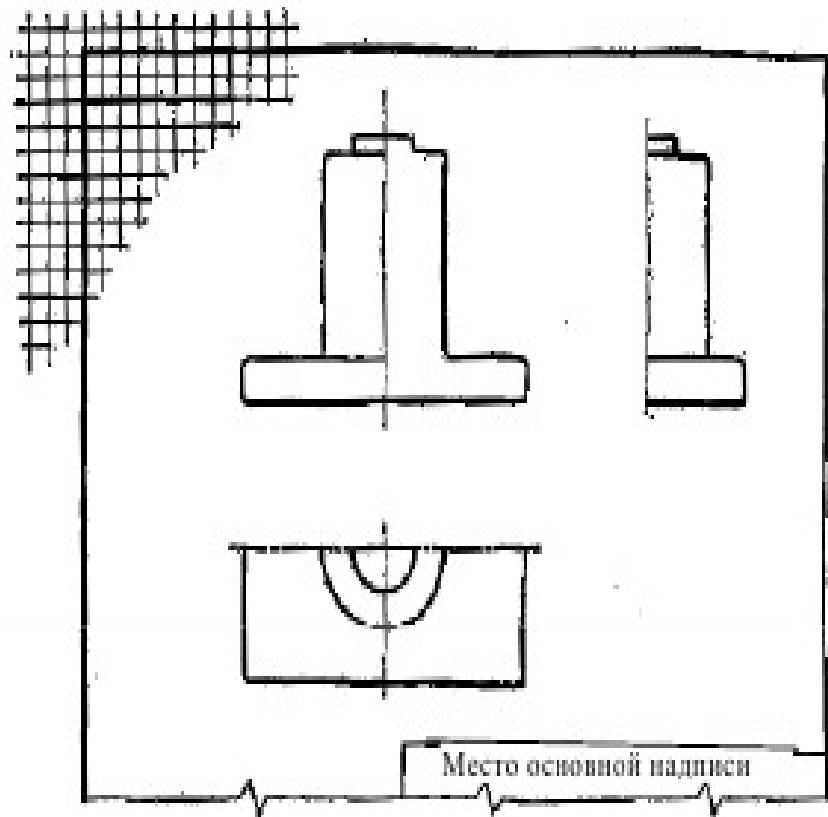
Центры окружностей, как правило, помещают в точках пересечений линий сетки (окружности больших размеров можно проводить циркулем с последующей их обводкой от руки). Разрезы и сечения временно оставляют не заштрихованными. Оси проекций и линии связи не проводят (рис. 5.19, а).

Нельзя упрощать конструкцию детали, не нанося галтели, зенковки, смазочные канавки и, в особенности, фаски. Все это имеет большое значение для прочности детали, ее правильной работы, удобства сборки и т.д.

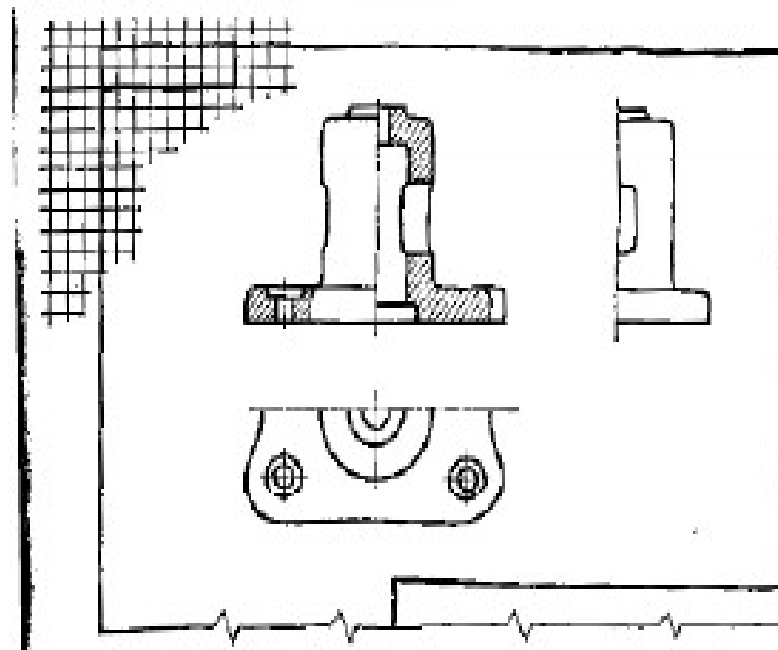
5) убедившись в верности построенных изображений, удаляют все вспомогательные линии и обводят линии контура толщиной 0,8...1,0 мм; штрихуют разрезы и сечения (рис. 5.19, б). При нанесении штриховки под 45° используют диагонали квадратов сетки. Расстояние между линиями штриховки зависит от штрихуемой площади, обычно его принимают равным 2...3 мм.

6) намечают основные и вспомогательные конструкторские базы и наносят необходимые выносные и размерные линии, как бы мысленно изготавливая деталь. Никаких измерений при этом не производят (рис. 5.20). Расстояния между параллельными размерными линиями и размерными и параллельными им линиями контура не должно быть менее 10 мм

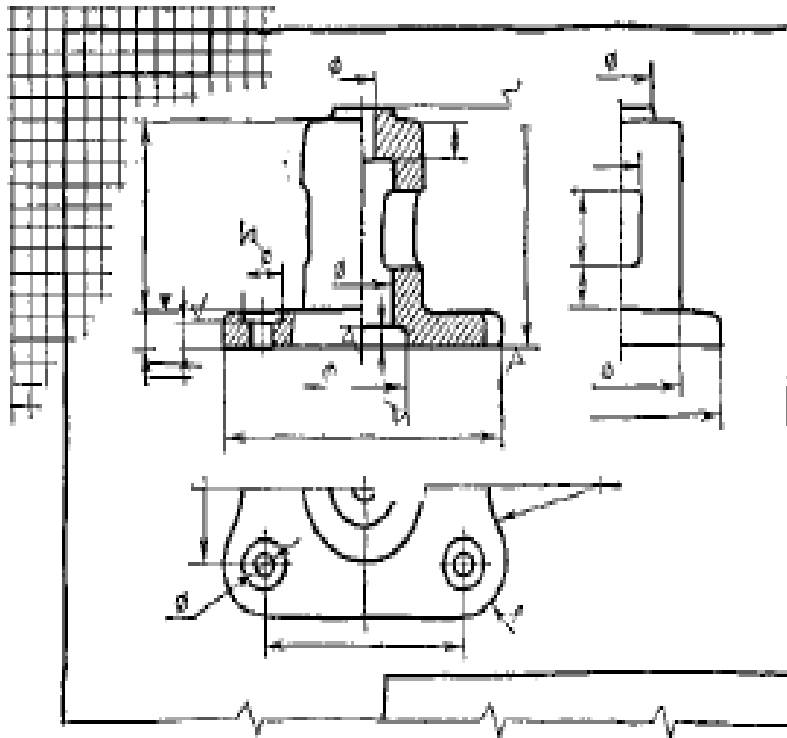
а)



б)



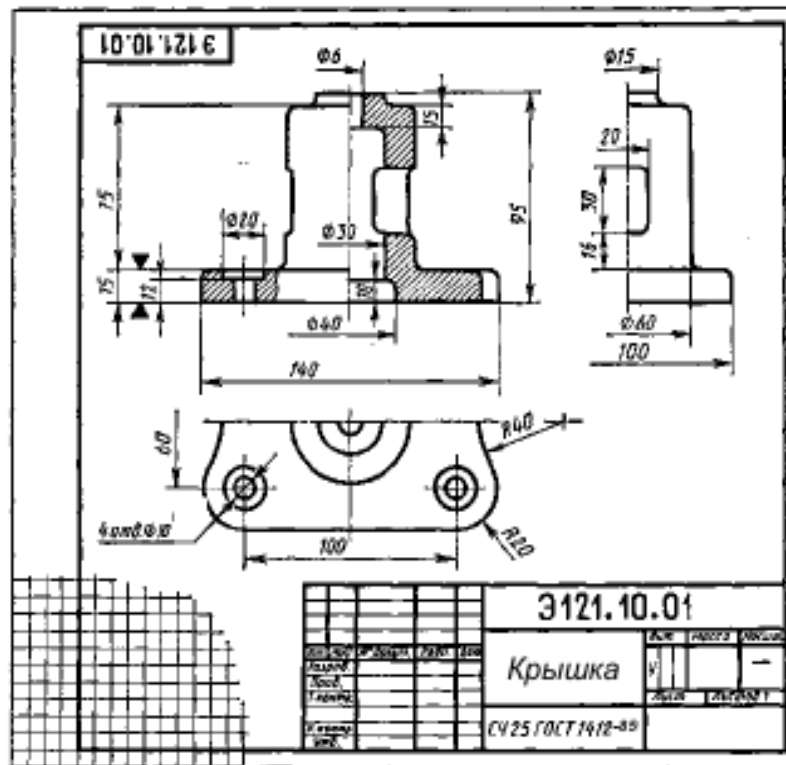
При необходимости наносят знаки шероховатости (без указания параметров), располагая их возможно ближе к соответствующим размерным линиям



7) производят обмер детали и вписывают в эскиз размерные числа шрифтом 5, согласовывая их с соответствующими стандартами (ГОСТ 6636-69. Нормальные линейные размеры; ГОСТ 10549-80. Сбеги, недорезы, проточки и фаски и др.), обозначения резьбы и т.д.

8) заполняют основную надпись: обозначение, наименование детали, материал и т.д. (рис.5. Внимательно осматривают эскиз, вносят поправки, если таковые потребовались, и предъявляют преподавателю.

Чем тщательней составлены эскизы, тем легче по ним составить сборочный чертеж. Если при выполнении последнего обнаружится на эскизе та или иная неправильность, пропуск размера и т.п., то эти недочеты должны быть устранены.



Выполнить эскиз в соответствии вышеуказанными материалами по индивидуальному заданию, модели детали выданной преподавателем, под руководством преподавателя.

Отчет о работе должен содержать:

- а) Название и цель работы;
- б) Оформленный согласно ЕСКД эскиз;
- в) Подробные выводы о результатах выполнения работы.

Контрольные вопросы

1. Что называется эскизом детали?
2. Для каких целей составляется эскиз?
3. Какие требования предъявляются к эскизу детали?
4. Что общего и в чём различие между эскизом и рабочим чертежом детали?
5. В какой последовательности надо выполнять эскиз детали с натурой?

Практическое занятие №7

Построение проекций модели и соединение половины вида с половиной разреза. Нанесение размеров.

Цель работы:

- изучить правила изображения проекций детали при совмещении с половиной разреза.
- освоить приемы, получить практические навыки построения проекций детали при совмещении с половиной разреза.
- научиться правильно наносить размеры

Теоретические сведения

Рекомендуется использовать прямоугольные проекции – изометрию и диметрию. Диметрию желательнее строить, если заданная фигура – призма или пирамида, основанием которой является квадрат. При построении не следует менять положение фигуры относительно осей проекций. Эллипсы в аксонометрии заменяют овалами, построение которых см. в практической работе №5. Линии невидимого контура на аксонометрии не изображают. При построении аксонометрии для задач полученных учащимися предусматривается выполнение выреза четверти детали. Образцы выполнения заданий на рис. 1,2,3,4.

На месте главного вида выполнить простой фронтальный разрез, а на месте вида слева совместить половину вида с половиной профильного разреза.

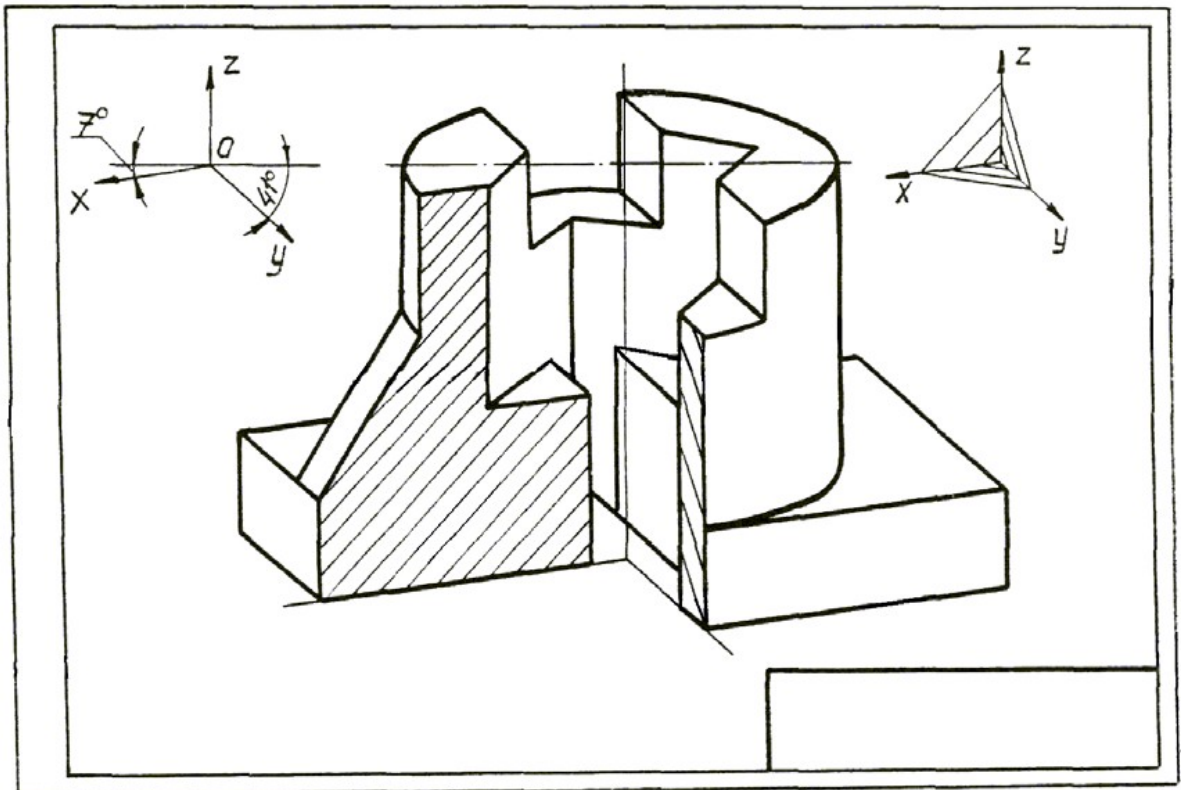
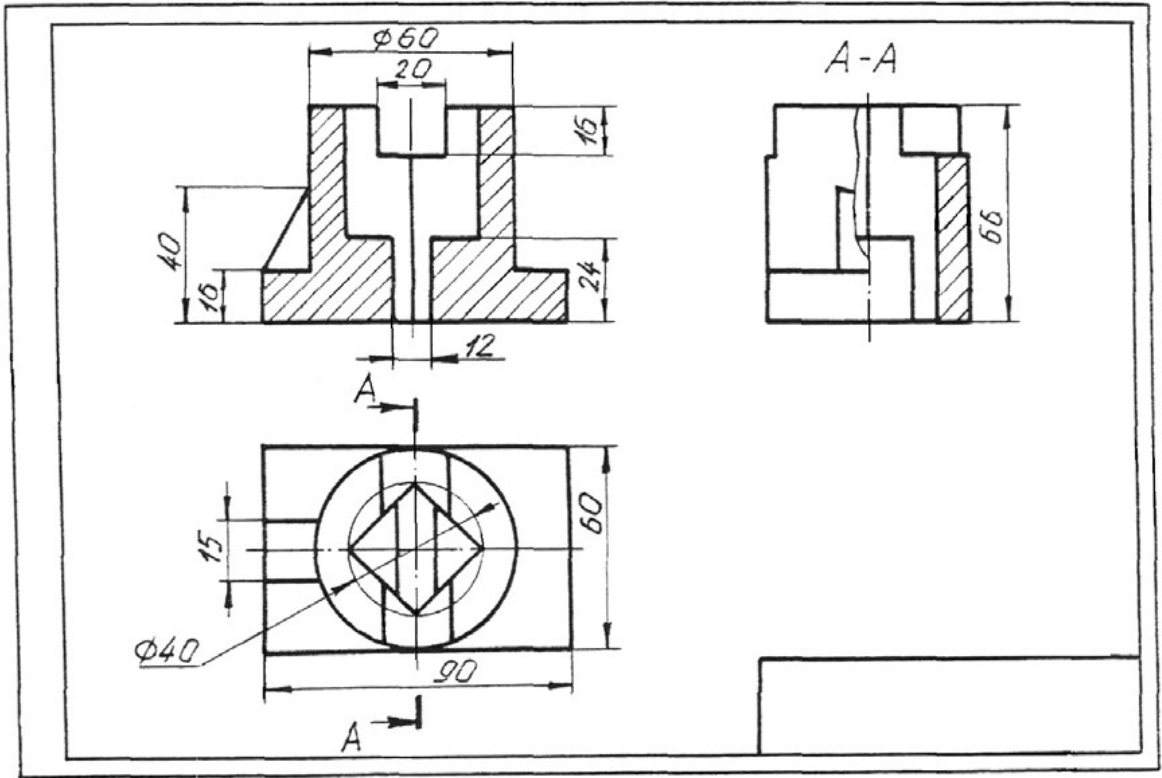
О правилах совмещения вида с разрезом см. ГОСТ 2.305-68

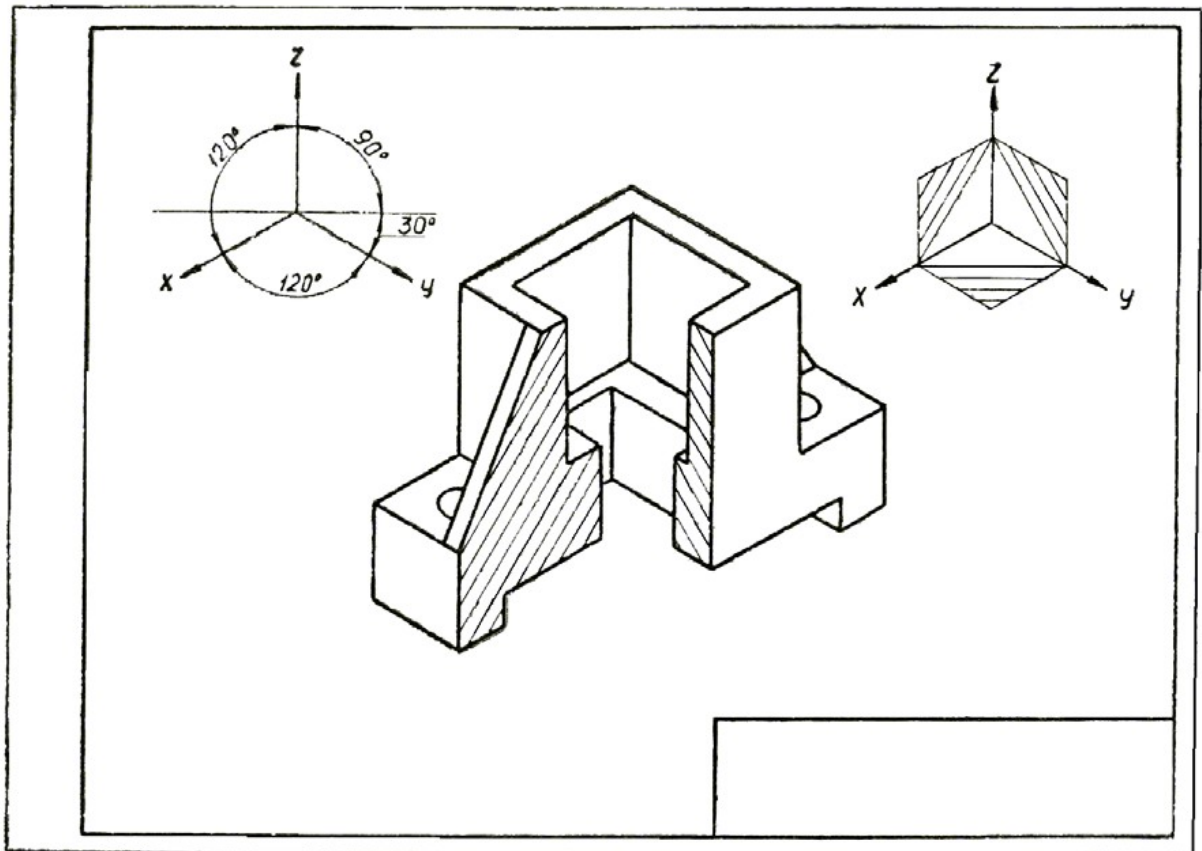
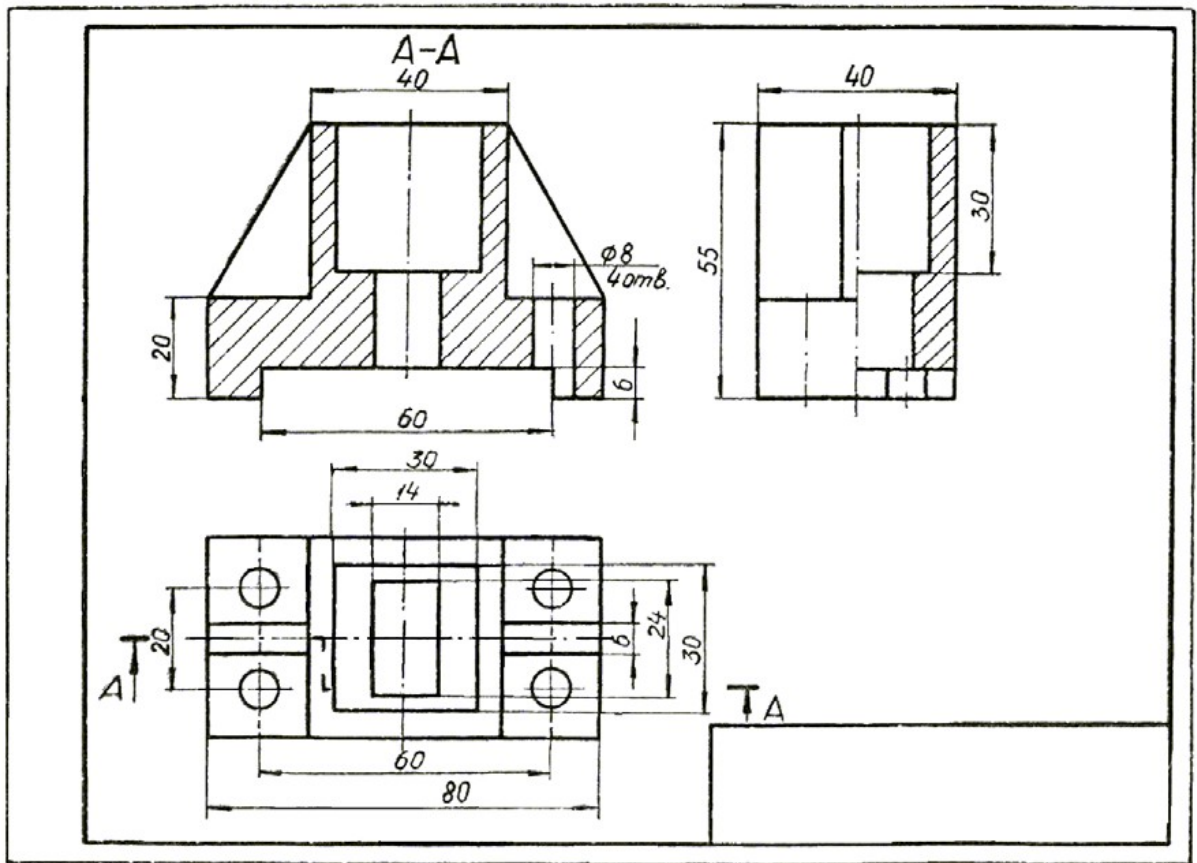
При этом необходимо учитывать следующее:

- 1) На разрезах не следует проводить линии невидимого контура. Разрезы размещают при вертикальной оси симметрии справа, при горизонтальной – снизу от нее.
- 2) Положение секущих плоскостей следует указывать на чертежах разомкнутой линией со стрелками на концах, показывающими направление взгляда наблюдателя. У стрелок ставятся буквы русского алфавита и на разрезе выполняется надпись по типу А – А.
- 3) Если линия сечения совпадает с осью или плоскостью симметрии предмета, то разрез не обозначается.
- 4) По числу секущих плоскостей разрезы делят на простые и сложные. Простые разрезы получают в результате сечения одной секущей плоскостью, сложные разрезы – 2-мя и более плоскостями.
- 5) Если секущая плоскость проходит вдоль ребра, тонкой стенки и т. д., тона чертеже эти элементы не заштриховываются.
- 6) Если с осевой линией, совмещающей, как правило, половину вида с половиной разреза, совпадает линия видимого контура, то границей между разрезом и видом должна быть линия обрыва, не совпадающая с линией контура

Порядок выполнения:

- 1) Построить на месте главного вида сложный разрез, указанный в задании (ломаный или ступенчатый). Нанести буквенное обозначение разреза.
 - 2) Вид сверху перечерчивается с указанием положения секущей плоскости и направления взгляда.
 - 3) На месте вида слева построить совмещение вида с простым профильным разрезом.
 - 4) На всех изображениях размеры проставить по ГОСТ 2.307-68.
- Образец задания дан на рис. 1,2,3,4.





Выполнить чертеж в соответствии вышеуказанными материалами по индивидуальному заданию (Приложение №1), под руководством преподавателя.

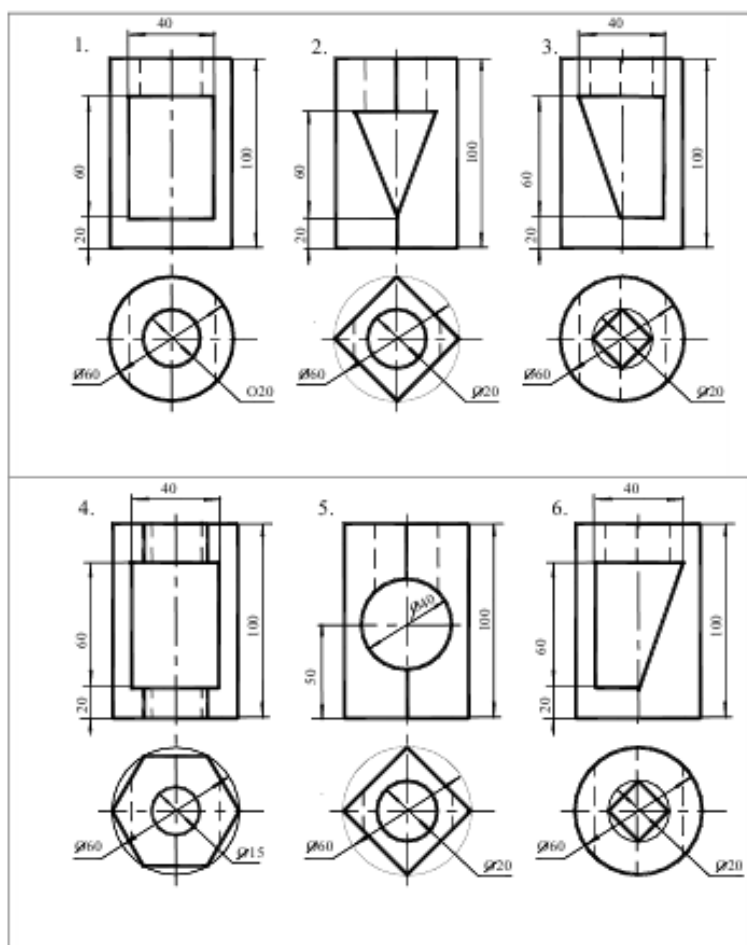
Отчет о работе должен содержать:

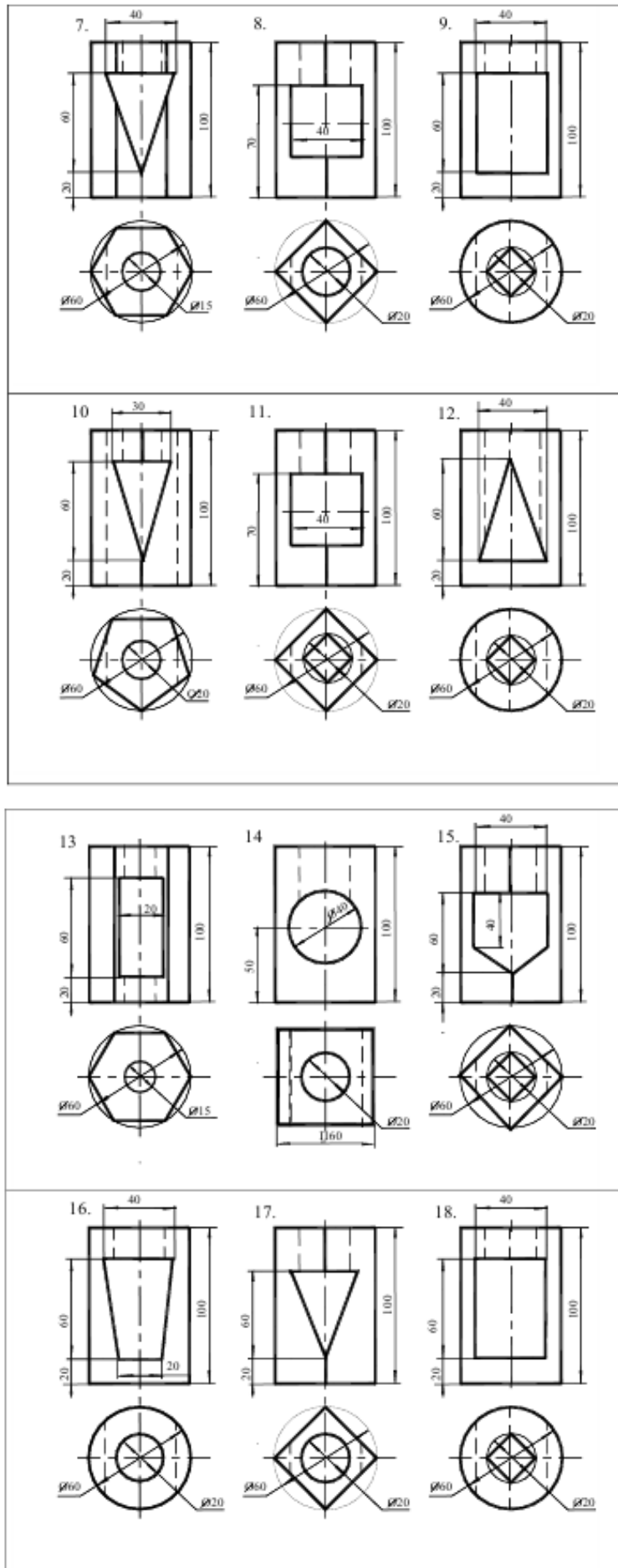
- а) Название и цель работы;
- б) Оформленный согласно ЕСКД чертеж;
- в) Подробные выводы о результатах выполнения работы.

Контрольные вопросы

1. Какая разница между основным и дополнительными видами?
2. Какие элементы деталей на продольных разрезах не заштриховывают?
3. Что называется сложным разрезом?
4. Что называется местным разрезом?
5. В чем заключается особенность выполнения разрезов на симметричных изображениях?
6. Какая разница между разрезом и сечением?
7. Назовите виды сечений.

Приложение №1





Практическое занятие №8

Построение резьбового соединения болтом.

Учебная цель:

- научиться условно, изображать резьбы и резьбовые соединения в соответствии с нормативными документами;
- условно обозначать основные виды резьбы;

Теоретические сведения

В технике широко применяют детали, имеющие различные резьбы, каждая из которых наиболее полно отвечает назначению и условиям работы резьбового соединения. Резьбы, применяемые для неподвижных соединений, называются крепежными. Резьбы, применяемые в подвижных соединениях для передач заданного перемещения одной детали относительно другой, называются кинематическими.

При резьбовом соединении двух деталей (рис.1) одна из них имеет наружную резьбу, с наружным диаметром d и внутренним d_1 (рис.1, а), выполненную на наружной поверхности, а другая — внутреннюю, выполненную в отверстии с наружным диаметром D и внутренним D_1 (рис.1, б). Под размером резьбы понимается значение его наружного диаметра, который называют номинальным диаметром резьбы.

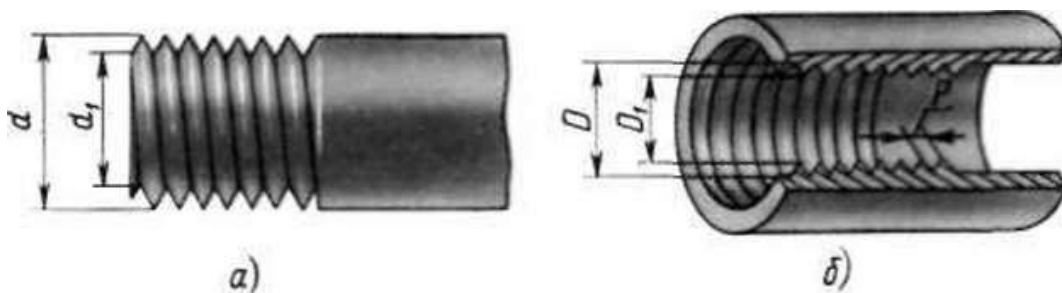


Рис.1

Основным элементом резьбы является ее профиль, установленный соответствующим стандартом.

Метрическая резьба наиболее часто применяется в крепежных деталях (винты, болты, шпильки, гайки).

Основные размеры метрической резьбы устанавливает ГОСТ 24705—81. Номинальный профиль и размеры его элементов устанавливает ГОСТ 9150-81. На рис.2 изображен профиль метрической резьбы: d — наружный диаметр резьбы (болта); d_1 — внутренний диаметр болта; P — шаг резьбы; ГОСТ 8724—81 устанавливает диаметры и шаги метрической резьбы

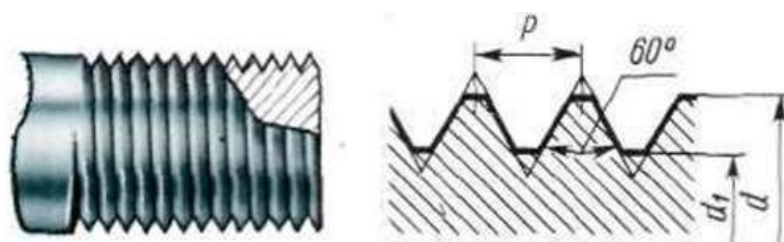


Рис. 2

Величина шага в обозначение резьбы с крупным шагом не входит, так как каждому наружному диаметру резьбы по ГОСТ 8724—81 (см. табл. 12) соответствует только одно значение крупного шага.

В обозначении метрической резьбы с мелким шагом должна указываться величина шага, так как шаг может быть различным при одном и том же наружном диаметре резьбы (см. табл. 12).

Метрическая резьба с крупным шагом обозначается буквой М и размером наружного диаметра, например М16, М42, М64.

Метрическая резьба с мелким шагом обозначается буквой М, размером наружного диаметра и шагом резьбы, например: М16*0,5; М42*2; М64*3

Условное изображение резьбы на чертежах

Для нарезки резьбы не требуется точного изображения резьбы на чертеже в виде винтовой линии, что являлось бы весьма трудоемкой чертежной операцией. Поэтому на чертежах применяют условное изображение резьбы.

Правила условного изображения резьбы установлены ГОСТ 2.311—68*.

Согласно этому стандарту резьба на стержне изображается сплошными основными (толстыми) линиями по наружному диаметру резьбы (d) и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру (d_1) (рис. 3), в отверстиях — сплошными основными линиями по внутреннему диаметру (D_1) и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру (D) (рис. 3).

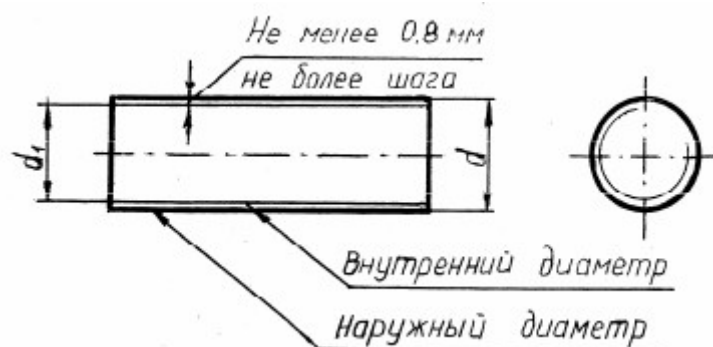
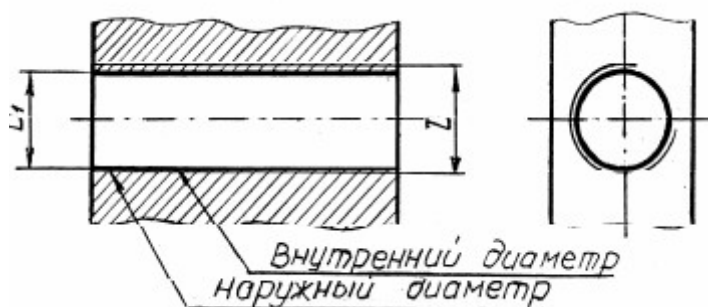


Рис.3



По выступам резьба на стержне и в отверстиях показывается толстыми линиями, а по впадинам — тонкими.

Расстояние между тонкой и основной линиями должно быть не менее 0,8 мм и не более шага резьбы (см. рис. 3). Определение шага резьбы приведено далее.

Граница резьбы всегда проводится до линии наружного диаметра резьбы и изображается сплошной основной линией. При изображении наружной резьбы в разрезе невидимая часть границы резьбы показывается штриховой линией. Допускается ее не изображать.

жать.

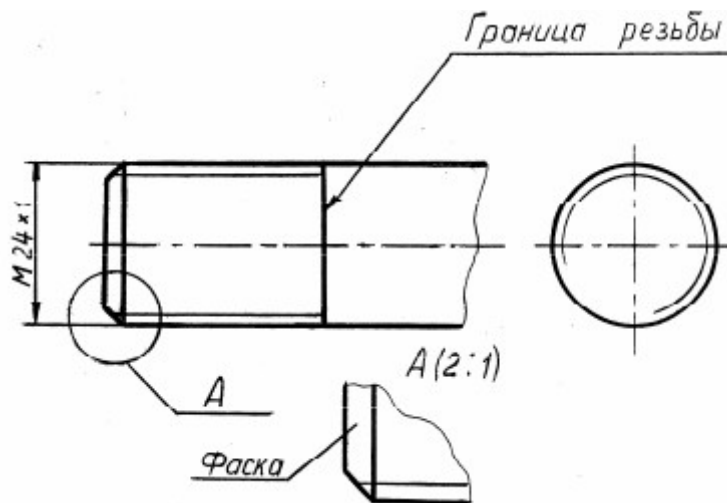


Рис.4

Фаска – это коническая поверхность в начале резьбы, выполняемая для облегчения свинчивания деталей. Фаска, размер которой соответствует стандарту, в проекциях на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, не изображается (см. рис. 4).

Ход работы

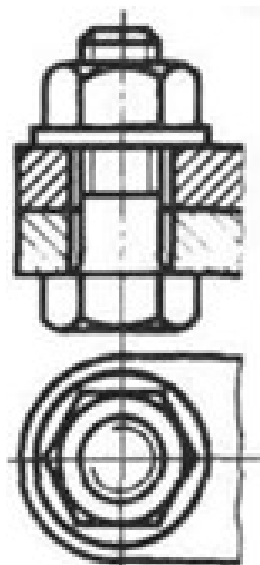
При выполнении сборочных чертежей болты, гайки и шайбы обычно вычерчивают упрощенно, выдерживая соотношения размеров и учитывая диаметр резьбы. На рис. 322 даны эти соотношения.

Длина болта l подсчитывается по формуле $l = m + n + s + H + k$, где m и n — толщина соединяемых деталей; s — толщина шайбы; H — высота гайки; k — длина выступающего над гайкой конца болта.

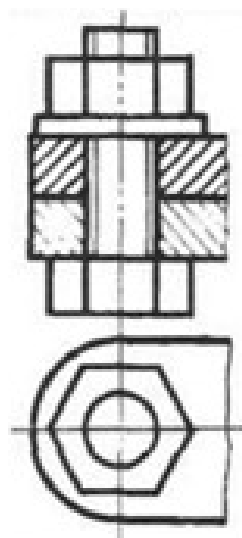
Подсчитав длину болта, подбирают значение l в зависимости от диаметра d . Размер l_0 длины резьбы болта можно принять примерно равным $2d + 2P$.

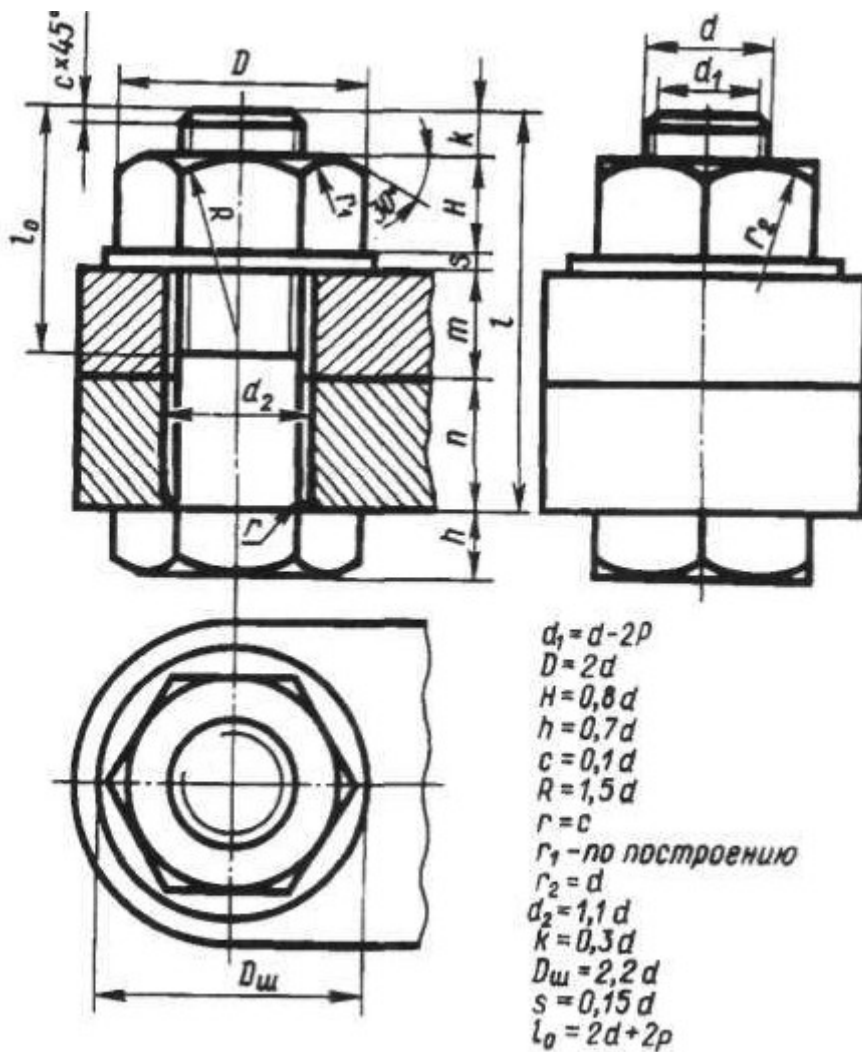
Внутренний диаметр резьбы $d_x = d - 2P$, где P — шаг резьбы.

Без упрощений



Упрощенное изображение





Выполнить чертёж типовое резьбовое соединение болтом, в соответствии вышеуказанными материалами, под руководством преподавателя.

Отчет о работе должен содержать:

- Название и цель работы;
- Оформленный согласно ЕСКД чертёж;
- Подробные выводы о результатах выполнения работы.

Контрольные вопросы

- Как на чертежах изображают резьбу на стержне? В отверстии?
- Как изображают резьбовое соединение?
- Что входит в обозначение стандартной резьбы?
- По какому диаметру обозначается метрическая резьба на стержне? В отверстии? В соединении?

6. Приложение (образец выполнения работ)

