Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Охоткин Кирилл Германович
Должность: Ректор
Дата подписания: 25.10.2023 11:17:48
Уникальный программный ключ:
4504d141840263d3b589dc6a5b1fcf177e57c1cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)
Чистопольский филиал «Восток»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

по дисциплине

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Индекс по учебному плану: **Б1.О.18**
Направление подготовки: **12.03.01 Приборостроение**
Квалификация: **Бакалавр**
Профиль подготовки: **Приборостроение**
Вид профессиональной деятельности: **проектно-конструкторская, производственно-технологическая**

Рекомендовано УМК ЧФ КНИТУ-КАИ

Чистополь
2023 г.

СЕМЕСТР 1

Практическое занятие 1

«Основные правила оформления чертежей»

Сведения из теории

ГОСТ 2.001-93 устанавливает общие положения по целевому назначению, области распространения, классификации и обозначению стандартов, входящих в комплекс Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Единая система конструкторской документации – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, изготовлении, эксплуатации, ремонте и др.).

Основное назначение стандартов ЕСКД – установление в организациях и на предприятиях единых правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, которые должны обеспечивать:

1) возможность взаимообмена конструкторскими документами между организациями и предприятиями без их переоформления;

2) стабилизацию комплектности, исключающую дублирование и разработку не требуемых производству документов;

3) возможность расширения унификации при конструкторской разработке проектов промышленных изделий;

4) упрощение форм конструкторских документов графических изображений, снижающее трудоемкость проектно-конструкторских разработок промышленных изделий;

5) механизацию и автоматизацию обработки технических документов и содержащейся в них информации;

6) улучшение условий технической подготовки производства;

7) улучшение условий эксплуатации промышленных изделий;

8) оперативную подготовку документации для быстрой переналадки действующего производства.

Область распространения стандартов ЕСКД

Установленные стандартами ЕСКД правила и положения по разработке, оформлению и обращению документации распространяются:

1) на все виды конструкторских документов;

2) на учетно-регистрационную документацию и документацию по внесению изменений в конструкторские документы;

3) на нормативно-техническую и технологическую документацию, а также научно-техническую и учебную литературу в той части, в которой они могут быть для них применены и не регламентируются специальными стандартами и нормативами, устанавливающими правила выполнения этой документации и литературы, например форматов и шрифтов для печатных изданий и т. п.

Межгосударственные стандарты ЕСКД распределяются по классификационным группировкам, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Квалификационные группы стандартов

0	Общие положения
1	Основные положения
2	Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах
3	Общие правила выполнения чертежей
4	Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения
5	Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений)
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации
7	Правила выполнения схем
8	Правила выполнения документов строительных и судостроения
9	Прочие стандарты

Обозначение стандартов ЕСКД строится на классификационном принципе. Номер стандарта составляется из цифры 2, присвоенной классу стандартов ЕСКД; одной цифры (после точки), обозначающей классификационную группу (шифр группы) стандартов; двузначной цифры, определяющей порядковый номер стандарта в данной группе, и двузначной цифры (после тире), указывающей год регистрации стандарта. Пример обозначения стандарта ЕСКД «Изображения – виды, разрезы, сечения» изображен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Пример обозначения стандарта ЕСКД ГОСТ 2.305-2008

Виды и комплектность конструкторских документов

Любые изделия могут быть изготовлены только на основании определённых конструкторских документов.

К *конструкторским документам* относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приёмки, эксплуатации и ремонта.

К *графическим документам* относятся различные виды чертежей, схем. В них содержится графическая информация об изделии.

ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ - документ, содержащий изображение детали и другие данные необходимые для ее изготовления и контроля.

СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ - документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

ЧЕРТЁЖ ОБЩЕГО ВИДА - документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЧЕРТЁЖ - документ, определяющий геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения составных частей.

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ - документ, содержащий контурное (упрощённое) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.

ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЙ, МОНТАЖНЫЙ, УПАКОВОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖИ - документы, содержащие контурное (упрощённое) изображение изделия, а также данные, позволяющие производить указанную в названии операцию.

СХЕМА - документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Текстовыми конструкторскими документами являются документы, содержащие информацию об изделии в виде текстов, которые могут быть представлены в форме таблиц, перечней и т.п.

К текстовым документам относятся:

- Спецификация;
- Технические условия.

СПЕЦИФИКАЦИЯ - документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта;

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ - документ, содержащий требования к изделию, его изготовлению, контролю, приёмке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других документах.

Форматы

При выполнении чертежей пользуются форматами, установленными ГОСТ 2.301-68. Форматы листов определяются размерами внешней рамки (выполненной тонкой линией) оригиналов, подлинников, дубликатов, копий.

Основные форматы

Основные форматы получаются путем последовательного деления на две равные части параллельно меньшей стороне формата площадью 1 кв. м с размерами сторон 1189 х 841 мм. Обозначения и размеры сторон основных форматов должны соответствовать, указанным на рис. 10.2 и в табл. 1.

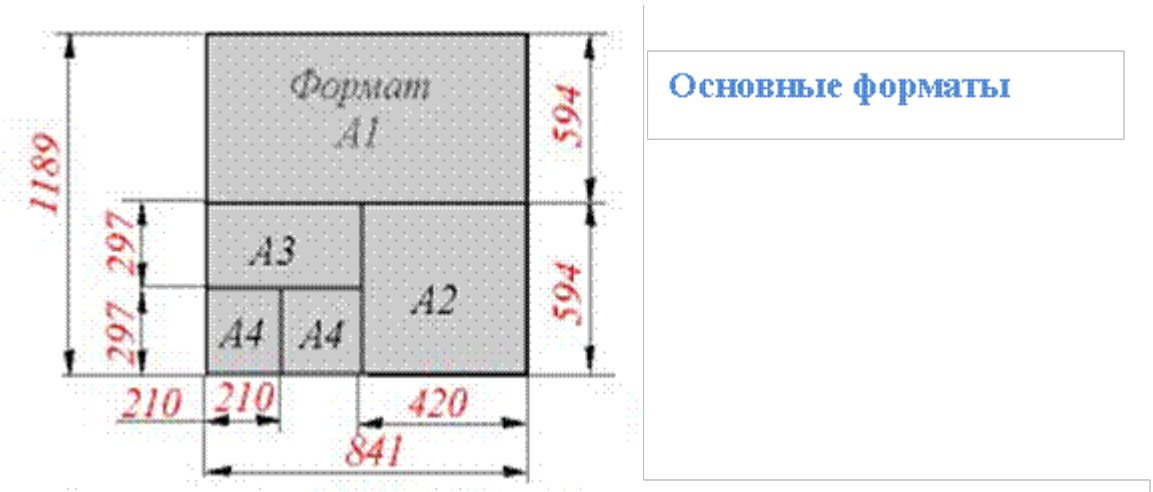


Рисунок 2 – Обозначение и размеры сторон основных форматов

Замечание. Если изображение графического документа выполняется на формате А4, то основная надпись выполняется только на короткой стороне формата.

Масштабы

Чертежи, на которых изображения выполнены в истинную величину, дают правильное представление о действительных размерах предмета.

Однако при очень малых размерах предмета или, наоборот, при слишком больших, его изображение приходится увеличивать или уменьшать, т.е. вычерчивать в масштабе.

МАСШТАБОМ называется отношение линейных размеров изображения предмета к его действительным размерам.

Масштабы установлены ГОСТ 2.302-68* и должны выбираться из соответствующего ряда (табл. 2).

На изображении предмета при любом масштабе указывают его действительные размеры.

Таблица 2 – Масштабы

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

При построении изображений на чертежах следует применять толькостандартные значения масштаба.

Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основнойнадписи, указывается в скобках сразу после обозначения этого изображения по типу: А (5:1), Б-Б (2:1).

Следует помнить, что на чертеже всегда проставляются действительные размеры изделия, независимо от того, какой масштаб был применен для построения его изображения.

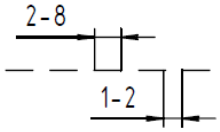
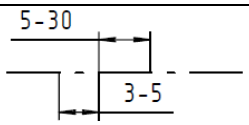
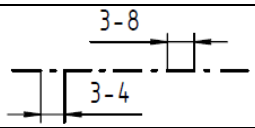
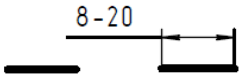
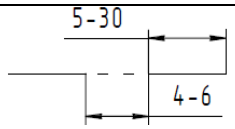
Линии чертежа

Для того чтобы чертеж был выразительным и легко читался, он долженвыполняться различными линиями, назначение и начертание которых для всехотраслей промышленности и строительства установлены ГОСТ 2.303-68*.

Сплошной толстой основной линией изображаются линии видимогоконтура предмета. Толщина S этой линии выбирается в пределах от 0,5 до1,4 мм в зависимости от величины, сложности и насыщенности изображения.

Наименования, начертание, толщина линий по отношению к толщине сплошной толстой основной линии и их основные назначения приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Виды линий

Наименование	Изображение	Толщина линии, мм	Основное назначение
Сплошная толстая – основная		S= 0,75 ÷1,15	Линии видимого контура;
Сплошная тонкая		От S/2 до S/3	Линии размерные и выносные, линии построений и штриховки
Сплошная волнистая		От S/2 до S/3	Линии обрыва;
Штриховая		От S/2 до S/3	Линии невидимого контура; Линии перехода невидимые
Штрихпунктирная тонкая		От S/2 до S/3	Линии осевые и центровые;
Штрихпунктирная утолщенная		От S/2 до S2/3	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию
Разомкнутая		От S до 1,5S	Линии, определяющие положение секущей плоскости
Штрихпунктирная с двумя точками		От S/2 до S/3	Линии сгиба на развертках.
Сплошная тонкая с изломом		От S/2 до S/3	Длинные линии обрыва

Основная надпись

Каждый чертеж должен иметь внутреннюю рамку, которая ограничивает поле чертежа. Рамку проводят сплошными основными линиями,выдерживая расстояния, указанные на рис. 3. Внутри рамки в правомнижнем углу помещают основную надпись (рис. 4).



Рисунок 3 – Расположение основной надписи

Основную надписьможно располагать как вдоль короткой, так и вдоль длинной стороны формата, а для формата А4 – только вдоль короткой стороны. Основную надпись выполняют сплошной толстой основной и сплошной тонкой линиями.Форма, содержание и размеры граф основной надписи для работ по проекционному и машиностроительному черчению должны соответствовать ГОСТ 2.104-68*.

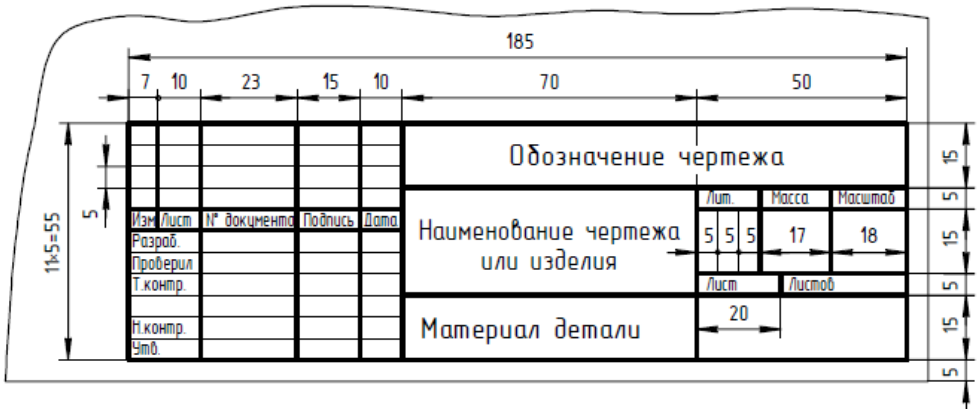


Рисунок 4– Основная надпись

Форма и размеры основной надписи регламентируются ГОСТ 2.104-68 (СТ СЭВ 140-74, СТ СЭВ 365-76).

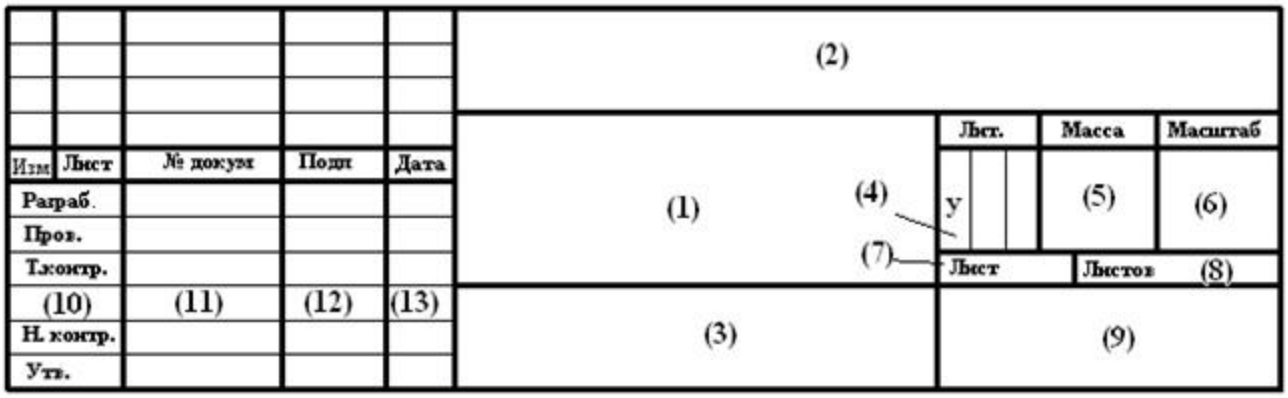


Рисунок 5 – Основная надпись

1 – наименование чертежа;
2 - обозначение чертежа (устанавливает учебное заведение с учетом рекомендаций ГОСТ 2.201-80);
3 – обозначение материала детали (заполняют только на чертежах деталей);
4 – литера чертежа (на учебных чертежах, обычно используют литеры
У и И);
5 – масса изделия в килограммах (на учебных чертежах обычно не указывают);
6 – масштаб;
7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);
8 – количество листов (графу заполняют только на первом листе);
9 – наименование предприятия, выпустившего чертеж;
10 – характер работы, выполняемой лицом, подписавшим чертеж;
11 – фамилии лиц, подписавших чертеж;
12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
13 – даты, когда были сделаны подписи;

Замечание. На формате А4 основную надпись заполняют только на короткой стороне формата.

Задание:

1. Рассмотреть пример заполнения основной надписи. Заполнить ее по аналогии следующими данными:

– наименование детали «Вал»

– чертеж детали уменьшен в два раза;

– наименование предприятия ЧФ Восток КНИТУ-КАИ;

– масса 25,7гр.

– наименование материала Сталь 45.

2. Дать наименование линий на чертеже (рис.6).

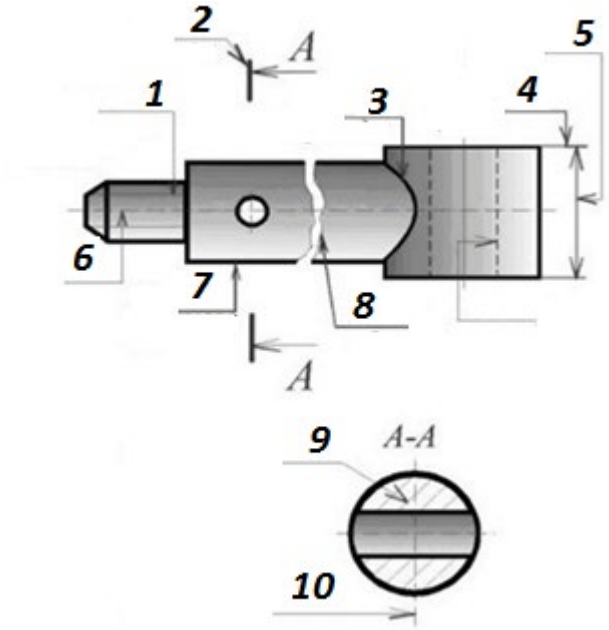


Рисунок 6– Основные назначения линий

.

Практическое занятие 2
«Система простановки размеров»

Сведения из теории

Правила нанесения размеров установлены в ГОСТ 2.307 - 68. Величину изображённого изделия и его элементов устанавливают нанесённые на чертеже размерные числа, за исключением случаев, предусмотренных ГОСТ 2.414 - 75. Размерные числа располагают у размерных линий, на полках линий-выносок, в таблицах, технических требованиях, используют с условными знаками.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации, за исключением справочных размеров.

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации, за исключением справочных размеров.

Основанием для определения действительных размеров изображенного на чертеже изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Линейные размеры на чертеже указывают *в миллиметрах без обозначения единицы измерения*. В случае если размеры указываются в технических требованиях или пояснительных надписях на чертеже,единицы измерения указывают обязательно.

Классификация размеров

Размеры на чертеже детали – числовые значения линейных (в миллиметрах) и угловых (в градусах) величин изображённого изделия и его элементов.

Различают три категории размеров: номинальные, действительные и предельные.

Номинальные размеры – размеры, получаемые расчётом деталей на прочность и жёсткость, а также принятые из конструктивных, технологических иэксплуатационных соображений.

Действительные размеры – размеры, установленные измерением с допустимой погрешностью.

Предельные размеры – предельно допустимые размеры, между которымидолжны находиться или которым могут быть равны действительные размеры.

Краткие сведения о базах в машиностроении

Конструктивный элемент детали, от которого ведется отсчет размеров детали, называется базой. Это может быть поверхность или линия (осевая, центровая).

Виды поверхностей, используемых в машиностроении

1. Основные поверхности;
2. Вспомогательные поверхности;
3. Исполнительные поверхности;
4. Свободные поверхности.

- Основные поверхности - поверхности которыми определяется положение детали в изделии;
- Вспомогательные поверхности - это поверхности, которые определяют положение присоединяемой детали относительно данной;
- Исполнительные поверхности - это поверхности, с помощью которых деталь выполняет свое функциональное назначение;
- Свободные поверхности не имеют соприкосновения с поверхностями других деталей.

В зависимости от назначения различают следующие базы:

- Конструкторские;
- Технологические;
- Измерительные

Конструкторские базы - базы, используемые для определения положения элементов:

а) детали в детали;

б) детали в сборочной единице;

в) сборочной единицы в изделии;

Технологические базы- базы, используемые для определения положения заготовки или изделия при изготовлении или ремонте;

Измерительные базы - базы, используемые для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

С точки зрения работоспособности деталей и возможности примененияпрогрессивных технологий их изготовления и контроля размеры подразделяютна два вида:

− конструктивные размеры, обусловленные расчётом и условиями работыдеталей в сборочных единицах,

− технологические размеры, получаемые при выполнении технологических процессов обработки.

Выбор системы нанесения размеров относится к одному из самых сложных этапов работы исполнителя. Объясняется это наличием большого числа совместно решаемых конструкторских и технологических задач. Основное условие, которое должно быть выполнено при этом - наибольшая простота процесса изготовления детали при наименьшей стоимости ее изготовления. Системы нанесения размеров от различных баз имеют свои особенности.

Система нанесения размеров от конструкторских отличается тем, что все размеры на чертеже наносятся от поверхностей, которые определяют положение детали в собранном и работающем механизме. В этом случае не связывают нанесение размеров с вопросами изготовления детали.

В учебной практике при выполнении эскизов с натуры чаще всего используют технологические базы, т.к. положение детали в изделии, как правило, неизвестно.

Размерные и выносные линии

При указании размера прямолинейного отрезка размерную линию следует проводить параллельно этому отрезку (рис.1)

При указании длины окружности размерную линию следует проводить концентрично дуге (рис. 1).

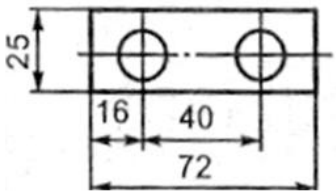


Рисунок 1 – Указание прямолинейного отрезка

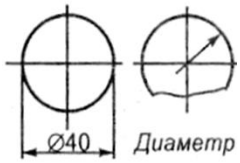


Рисунок 2 – Пример обозначения длины окружности

При указании размера угла, размерную линию следует проводить в виде дуги с центром в вершине этого угла (рис. 3).

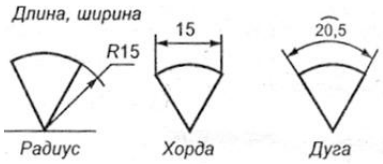


Рисунок 3– Указание размера угла

Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны опираться остриём в соответствующие линии контура, выносные, осевые и т. п. (рис. 4).

Если вид или разрез симметричного изделия вычерчен только до оси симметрии или с обрывом, то размерная линия должна быть проведена несколько дальше оси линии обрыва/

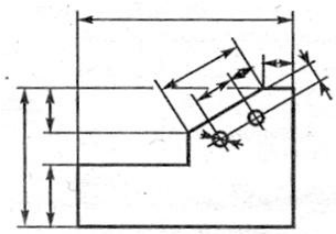


Рисунок 4 – Пример нанесения размерных стрелок

Замечание. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Расстояния между параллельными размерными линиями, а также расстояния от размерных линий до параллельных им линий контура, центровых, осевых и выносных линий должны быть не менее 8 мм.

Размерные линии не должны являться продолжением линии контура, осевой, центровой или выносной и по возможности не должны пересекать друг друга.

Допускается размерную линию диаметра окружности проводить с обрывом, независимо от того, изображена ли окружность полностью или нет.

Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу (канавке, выступу и т. п.), рекомендуется концентрировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором этот элемент показан наиболее отчётливо.

Линии контура, осевые, центровые и выносные линии не должны использоваться в качестве размерных линий.

Величина стрелок должна выбираться в зависимости от толщины линий видимого контура и быть выдержана по возможности одинаковой по всему чертежу.

Примеры нанесения размеров

При необходимости указания линейных размеров в других единицахизмерения (см, м) их указывают сразу после размерного числа, или оговаривают это в технических требованиях на чертеже.

Угловые размеры на чертеже указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: 15°; 15°40′; 15°40′30″.

Количество размеров должно быть минимальным. На чертеже указывают ровно столько размеров, сколько необходимо, чтобы метрическиполно определить соответствующие размеры (длину, ширину, высоту,диаметр или радиус и т. д.) каждого элемента детали и их относительноерасположение. Размеры на чертеже должны быть проставлены геометрически полно и технологически грамотно, они обязательно должны согласовываться с производственным процессом, типичным для изготовления данной детали (разметка, обработка, контроль).

Для нанесения размеров на чертеже проводят выносные и размерныелинии и указывают размерные числа. Размерные линии с обоих концов ограничивают стрелками: внутри, снаружи, с одной стороны (при недостаткеместа для их простановки, стрелки могут заменяться засечками или

четкими точками). Обобщенно эти правила показаны на рис.5.При нанесении размера прямолинейного отрезка (рис. 5, а) размернуюлинию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии – перпендикулярно размерным. Так наносят линейные размеры деталей на чертежах.Размеры радиусов и диаметров на окружностях наносят так, как показано на рис. 5, б, в.

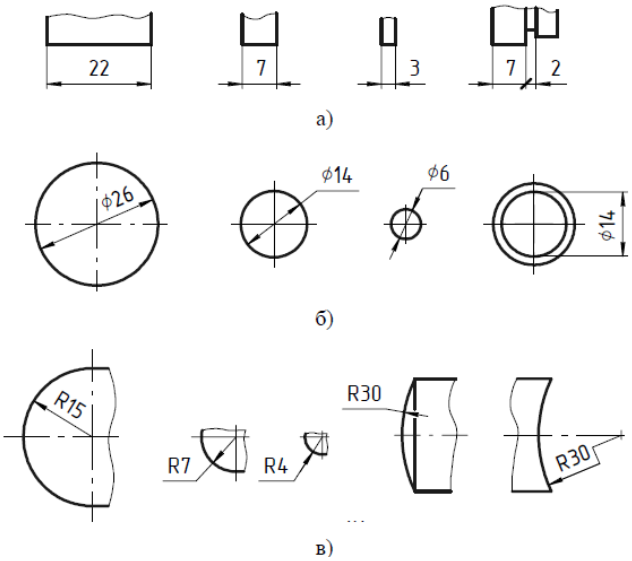


Рисунок 5 – Примеры нанесения размеров

Размер стрелок зависит от толщины линий видимого контура и должен быть одинаков для всех размеров данного чертежа. На строительныхчертежах вместо стрелок допускается применять засечки на пересеченииразмерных и выносных линий.

ГОСТ 2.307-68 устанавливает форму и размеры стрелок и засечек,минимальные расстояния от контура изображения детали до первой размерной линии и между соседними размерными линиями.

Стандартом устанавливаются расстояния выхода выносных линий заразмерную и размерной линии – за выносную, если вместо стрелок применяются засечки (рис. 6).

Размерные числа проставляют над размерной линией по возможности ближе к ее середине. При недостатке места над размерной линией длянанесения размерного числа его наносят на продолжении размерной линиили на полке линии-выноски (см. рис. 5 а, б).

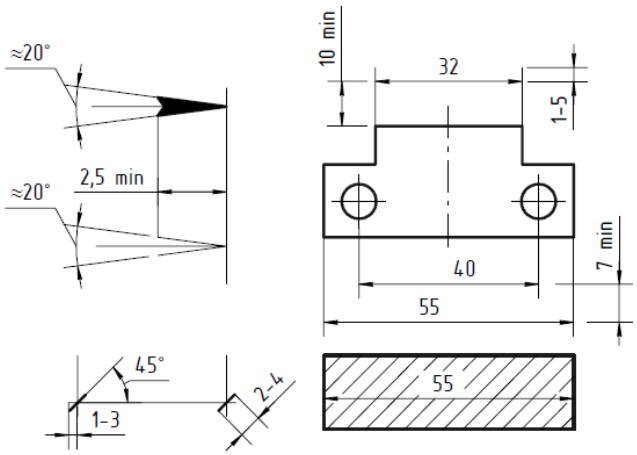


Рисунок 6 – Примеры нанесения размеров

При расположении линейных и угловых размеров с наклоном впределах зон, указанных штриховкой на рис. 7, размерные числа наносят на полках. Только на полках наносят и размеры малых углов, при любом их расположении. Размер шрифта для нанесения размеров принимают в зависимости от масштаба изображения и насыщенности чертежа, ноне менее 2,5 мм для чертежей, выполненных тушью или чернилами, и неменее 3,5 мм – для чертежей, выполненных карандашом.

Размерные числа и размерные стрелки не допускается пересекать линиями, в местахпростановки размерных чисел и размерных стрелок любые линии необходимо прерывать (см. рис. 6).Для сокращения количества изображений на чертеже, а также дляудобства чтения чертежа стандартом предусмотрен ряд обозначений и условных знаков, применяемых при нанесении размеров.

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву R (см. рис. 5, в). При указании размера диаметра вовсех случаях перед размерным числом наносят знак «Ø». Если необходимопроставить размер диаметра или радиуса сферы перед размерным числомтакже проставляют знак Ø или R без надписи «Сфера» (рис. 7, а).

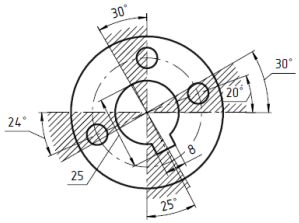


Рисунок 7 – Примеры нанесения размеров

В случаях, когда на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, перед знаком диаметра или обозначением радиуса допускается указывать слово «Сфера» или знак «Ò», например, «Сфера Ø25, R16 (рис. 8, б).Если элемент детали имеет форму квадрата, или его сечение являетсяквадратом, то для нанесения их размеров применяется знак «□» (рис. 8, в, г).

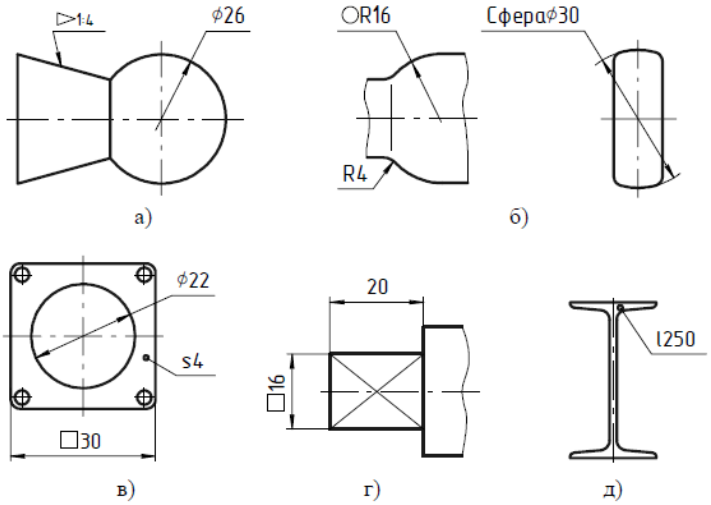


Рисунок 8 – Примеры нанесения размеров

Высота знака «□» и диаметр знака «Ò» должны быть равны высотеразмерных чисел на чертеже.

При нанесении размеров деталей, форма которых определена однимизображением, перед размерным числом, указывающим толщину детали,проставляется буква s, а перед числом, указывающим длину, – буква l (рис. 8, в, д).

Для нанесения размеров конусности и уклона используются специальные знаки, размер, форма и варианты применения которых показаны нарис. 9.

Многие детали имеют фаски – поверхности, имеющие вид усеченногоконуса или грани наклонной призмы. Если фаска выполнена под углом 45°,то ее размер указывают в виде произведения двух чисел, в котором первоечисло обозначает высоту фаски, а второе – величину угла (рис. 10, а).

Если фаска выполнена под углом, отличным от 45°, ее размер указывают по общим правилам (рис. 10, б).

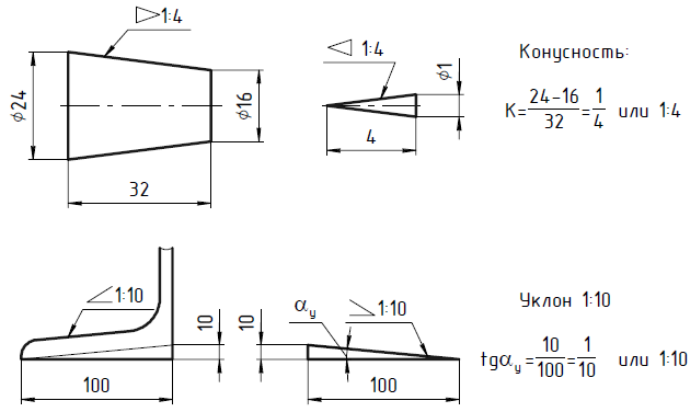


Рисунок 9 – Примеры нанесения размеров

Если деталь имеет несколько одинаковых элементов (отверстий, фасок и др., кроме скруглений), то на чертеже наносится размер одного элемента, а их общее количество указывают либо перед размерным числом,либо под ним – ниже размерной линии (рис. 10, в).

Размеры одинаковых, повторяющихся на чертеже элементов (скруглений, уклонов и т.п.) многократно не повторяют, а дают в техническихтребованиях чертежа их общее обозначение по типу: «Неуказанные формовочные уклоны 5°» или «Неуказанные радиусы 2…3 мм».

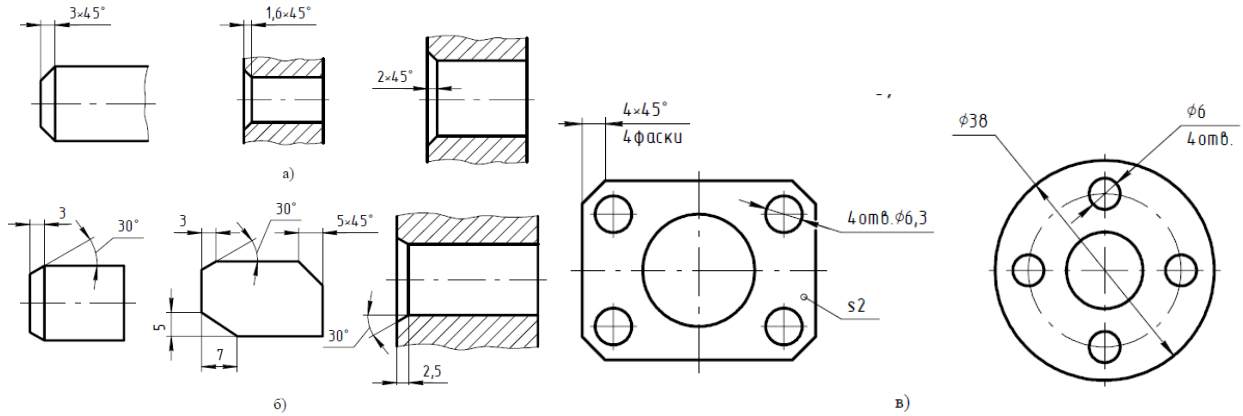
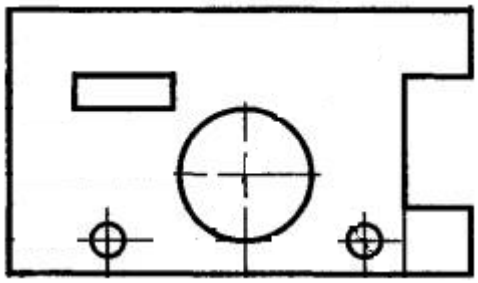


Рисунок 10 – Примеры нанесения размеров

Задание:

1. Проставить размеры согласно перечисленным выше требованиям.



Практическое занятие 3
«Нанесение размеров на чертежах. Предельные отклонения»

Для нанесения размеров используют выносные и размерные линии и размерные числа.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.Размерные и выносные линии следует выполнять сплошными тонкими линиями. Размерные линии ограничены стрелками. Величина стрелок выбирается в зависимости от толщины S линии видимого контура предмета и должна быть приблизительно одинакова для всех размерных линий чертежа (рис. 1).

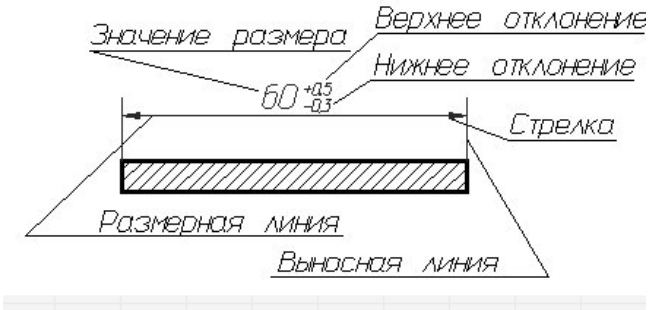
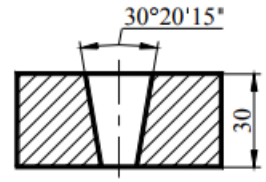
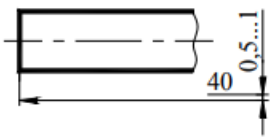
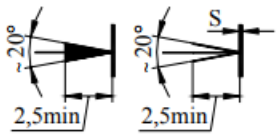
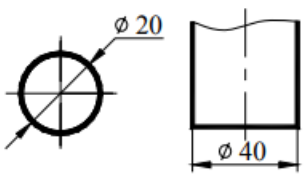
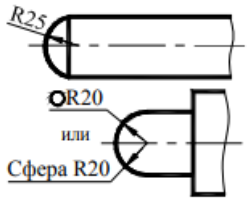
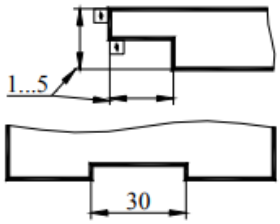
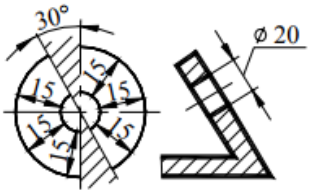
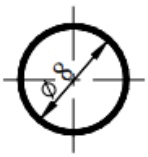
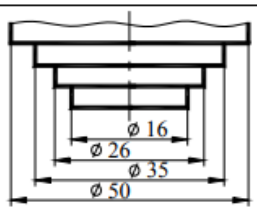
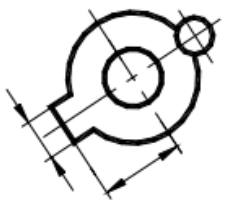


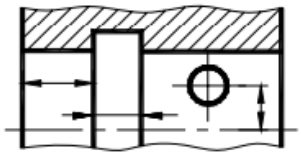
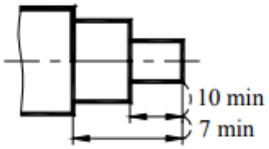
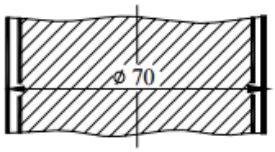
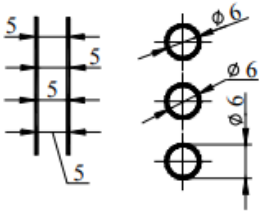
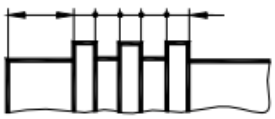
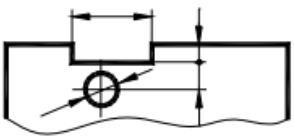
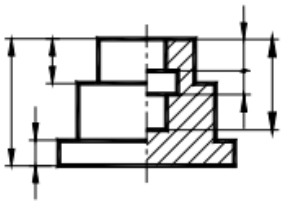
Рисунок 1– Структура размера

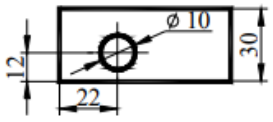
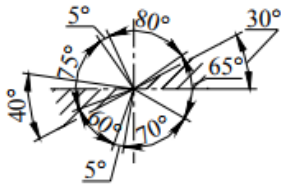
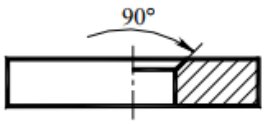
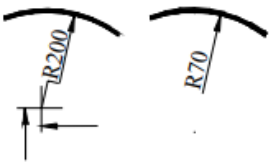
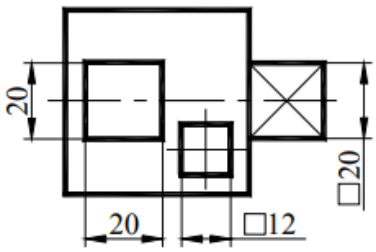
Основные правила, регламентирующие технику нанесения размеров начертежах деталей, описаны в табл. 1.

Таблица 1 – Краткие сведения из ГОСТ 2.307-68

Графические примеры	Содержание правила
	Размеры указывают размерными числами и размерными линиями. Линейные размеры проставляют в миллиметрах без указания размерности. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах
	Размерные числа в пределах чертежа пишут шрифтом одного размера (рекомендуется 5 мм). Между цифрами и размерной линией должен быть промежуток 0,5 … 1 мм
	Размерные линии (прямые или дуги окружностей) ограничивают узкими стрелками, форма и размеры которых должны быть приблизительно одинаковыми на всем чертеже (при **S** = 0,8 – 1 мм длина стрелок 4 … 5 мм)
	При указании размера диаметра перед размерным числом ставят знак Ø. Его высота равна высоте размерного числа

	Перед размерным числом, определяющим величину радиуса, ставят прописную букву **R**. Её высота равна высоте размерного числа
	Перед размерным числом диаметра или радиуса сферы наносят знак ∅ или **R**. Если сферу трудно отличить от других поверхностей, то выполняют надпись «Сфера **R**25» или «○**R**25». Диаметр знака сферы равен высоте размерных чисел
	Выносные линии, относящиеся к вспомогательным, проводят, как правило, перпендикулярно прямолинейным отрезкам, размеры которых указывают на чертеже. Концы выносных линий, выходящие за стрелки размерных линий, принимают равными 1 … 5 мм Размерные числа наносят, как правило, над размерной линией возможно ближе к её середине
	В зоне угла 30° размерное число наносят на полке линии-выноски
	При указании диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерной линии
	Над параллельными или концентричными размерными линиями размерные числа располагают в шахматном порядке; меньшие размеры располагают ближе к контуру изображения
	Размерные линии наносят предпочтительно вне контура изображения и параллельно тем отрезкам, длину которых они указывают

	Допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым
	Расстояние между размерной линией и параллельной ей линией контура должно быть не менее 10 мм, расстояние между параллельными размерными линиями – не менее 7 мм
	В месте нанесения размерного числа осевые и центровые линии, а также линии штриховки прерывают. Если места для стрелки недостаточно из-за близко расположенных линий видимого контура, то эти линии прерывают
	При недостаточной длине размерной линии размерные числа допускается выносить, как показано на примере
	При недостатке места для вычерчивания стрелок их наносят, как показано на примерах; точки могут быть заменены засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям
	Следует избегать пересечения размерных линий, а также пересечения размерных и выносных линий
	Размерные линии для наружных и внутренних размеров рекомендуется располагать по разные стороны изображения

	Размерные числа, относящиеся к одному и тому же элементу, необходимо группировать в том месте, где геометрическая форма этого элемента показана наиболее полно
	Угловые размеры наносят, как показано на примере. В зоне выше горизонтальной осевой линии размерные числа наносят над размерной линией; в зоне ниже горизонтальной осевой линии – над размерной линией со стороны вогнутости; в заштрихованной зоне – на полке линии-выноски
	При показе вершин округлённых углов выносные линии проводят от точки пересечения сторон округлённых углов
	Допускается проводить размерную линию с обрывом
	При большом радиусе дуги, когда необходимо показать координаты центра, размерную линию выполняют с изломом под углом 90°. Если центр дуги не закоординирован, то его не указывают
	Размеры элементов квадратной формы наносят в соответствии с вариантами, изображёнными на примерах. Высота знака □ равна высоте размерных чисел. Толщина диагональных линий **S**/3 … **S**/2

Предельные отклонения размеров

Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров. Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа при условии, что эта запись однозначно определяет значения и знаки предельных отклонений.

Общая запись о предельных отклонениях размеров с неуказанными допусками должна содержать условные обозначения предельных отклонений линейных размеров в соответствии с ГОСТ 25346-89 (для отклонений по квалитетам) или по ГОСТ 25670-83 (для отклонений по классам точности). Симметричные предельные отклонения, назначаемые по квалитетам, следует обозначать ±IT/2 с указанием номера квалитета.

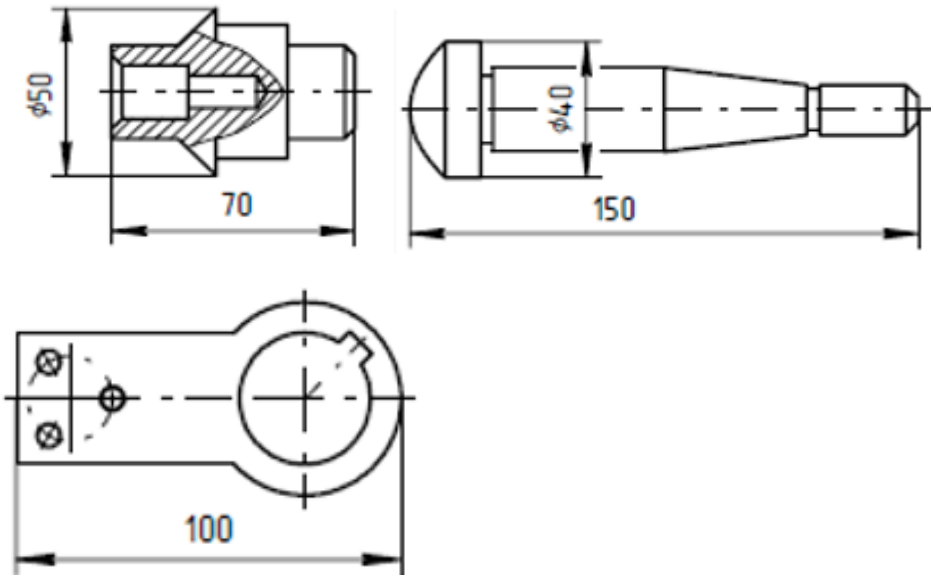
Допускается записи о неуказанных предельных отклонениях размеров дополнять поясняющими словами, например, «Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14, ±t2/2».

Предельные отклонения линейных размеров указывают на чертежах условными обозначениями полей допусков в соответствии с ГОСТ 25346-89, например: 18H7, 12e8 или

числовыми значениями, например: $18^{+0,018}$, 12 $12^{-0,032}_{-0,059}$или условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках их числовых значений, например: $18H7^{(+0,018)}$.

Задание

1. Перечертить эскиз детали.
2. Проставить размеры согласно требованиям ЕСКД.



Практическое занятие 4
«Обозначение шероховатости поверхности. Графические обозначения материалов»

Сведения из теории

Обозначение шероховатости поверхности

ГОСТ 2.309-73 устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности. С учетом изменения №3 принятого Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 21 от 28.05.2002) стандарт полностью соответствует стандарту ИСО 1302.

Шероховатость поверхности обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рисунке 1. При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

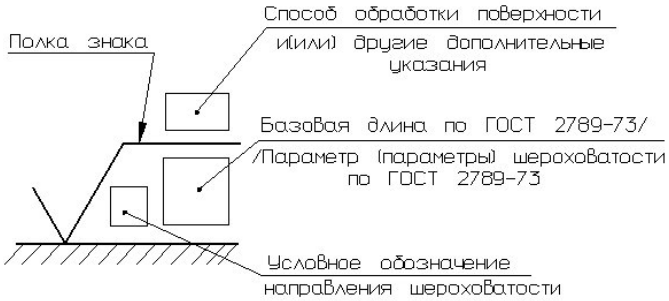


Рисунок 1– Структура обозначения шероховатости

В обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на нижеприведенном рисунке 2.

Высота h должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота H равна (1,5…5) h. Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной линии, применяемой на чертеже.

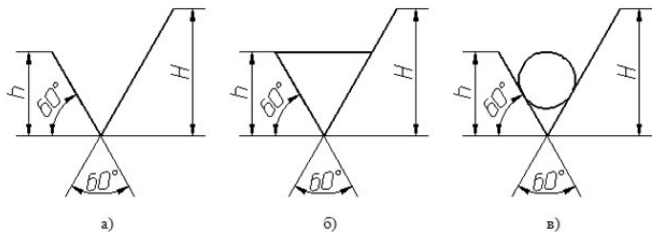


Рисунок 2 – Знаки обозначения шероховатости

В обозначении шероховатости поверхности, способ обработки которой конструктором не устанавливается, применяют знак, показанный на рисунке 2 а.

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована только удалением слоя материала, применяют знак, приведенный на рисунке 2 б.

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала, применяют знак (рисунок 2 в) указанием значения параметра шероховатости.

Поверхности детали, изготовляемой из материала определенного профиля и размера, не подлежащие по данному чертежу дополнительной обработке, должны быть отмечены знаком без указания параметра шероховатости (рисунок 2 в).

Состояние поверхности, обозначенной знаком должно соответствовать требованиям, установленным соответствующим стандартом или техническими условиями, или другим документом. Причем на этот документ должна быть приведена ссылка, например, в виде указания сортамента материала в графе 3 основной надписи чертежа по ГОСТ 2.104-2006.

Значение параметра шероховатости по ГОСТ 2789-73 указывают в обозначении шероховатости после соответствующего символа, например: Ra0.4, Rmax6.3; Sm0.63; t5070; S0,032; Rz50.

Параметры шероховатости (один или несколько) выбираются из приведенной номенклатуры (рисунок 3):

Ra– среднее арифметическое отклонение профиля;

Rz– высота неровностей профиля по десяти точкам;

Rmax– наибольшая высота профиля;

Sm– средний шаг неровностей;

S– средний шаг местных выступов профиля;

tp– относительная опорная длина профиля, где р - значения уровня сечения профиля.

Параметр Ra является предпочтительным.

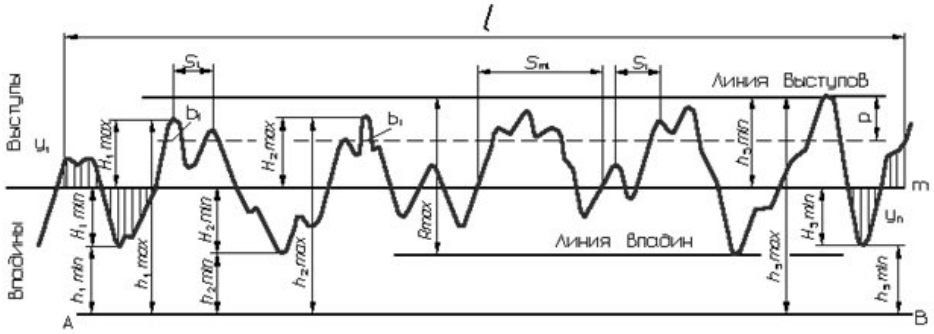


Рисунок 3 – Параметры шероховатости

Значения параметров шероховатости приведены в табл. 1 и 2.

В таблице 2 приведены параметры шероховатости типовых поверхностей деталей

Таблица 2 – Параметры шероховатости типовых поверхностей деталей

Параметры шероховатости, мкм	Типовые поверхности деталей
R_z =400 и R_z=200	Не рабочие контуры детали
R_z=100	Отверстия на проход крепежных деталей Выточки, проточки Отверстия масленых каналов на силовых валах Разделка кромок под сварку
R_z=50	Внутренний диаметр шлицевых соединений (не шлифованных) Свободные не сопрягаемые поверхности торцовые поверхности валов, муфт, втулок
R_z=25	Торцевые поверхности под подшипники качения Поверхности втулок, колец, ступиц, прилегающих к другим поверхностям , но не являющиеся посадочными
R_a=3.2	Шаровые поверхности ниппельных соединений Канавки под уплотнительные резиновые кольца подвижных и неподвижных торцевых соединений Радиусы скругления на силовых валах

	Поверхности осей для эксцентриков Опорные плоскости реек
R_a=1.6	Поверхности разъема герметичных соединений без прокладок или со шлифованными металлическими прокладками Наружные диаметры шлицевых соединений Отверстия пригоняемых и регулируемых соединений (вкладыши подшипников и др.) с допуском зазора -натяга 25-40 мкм Цилиндры, работающие с резиновыми манжетами Отверстия подшипников скольжения Трущиеся поверхности малонагруженных деталей
R_a=0.8	Притираемые поверхности в герметичных соединениях Поверхности зеркала цилиндров работающих с резиновыми манжетами Торцевые поверхности поршневых колец при диаметре менее 240 мм Валы в пригоняемых и регулируемых соединениях с допуском зазора-натяга 7-25 мкм Трущиеся поверхности нагруженных деталей. Посадочные поверхности 2-го класса точности с длительным сохранением заданной посадки: оси эксцентриков, точные червяки, зубчатые колеса Сопряженные поверхности бронзовых зубчатых колес Рабочие шейки распределительных валов Штоки и шейки валов с уплотнениями
R_a=0.4	Шейки валов: 1-го класса точности диаметром свыше 1 до 30 мм, 2-го класса - свыше 1 до 10 мм Валы с пригоняемыми и регулируемыми соединениями (шейки шпинделей, золотники) с допусками зазора-натяга 4-7 мкм Трущиеся поверхности сильно нагруженных деталей Цилиндры работающие с поршневыми кольцами
R_a=0.2	Поверхности работающие на трение, от износа которых зависит точность работы механизма
R_a=0.1	Валы в пригоняемых и регулируемых соединениях с допуском зазора-натяга 2,5-6,5 мкм Отверстия в пригоняемых и регулируемых соединениях с допуском зазора-натяга до 2,5 мкм Рабочие шейки валов прецизионных быстроходных станков и механизмов
R_a=0.08	Зеркальные валики координатно-расточных станков и др.

Вид обработки поверхности указывают в обозначении шероховатости только в случаях, когда он является единственным, применимым для получения требуемого качества поверхности (рисунок 4).



Рисунок 4 – Обозначение шероховатости поверхности с видом обработки

Знаки обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.

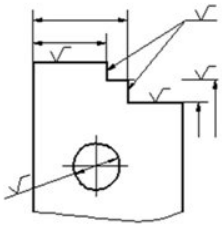


Рисунок 5 – Расположение знаков обозначения шероховатости

Допускается при недостатке места располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию (рисунок 5).

Обозначение шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рисунке 6.

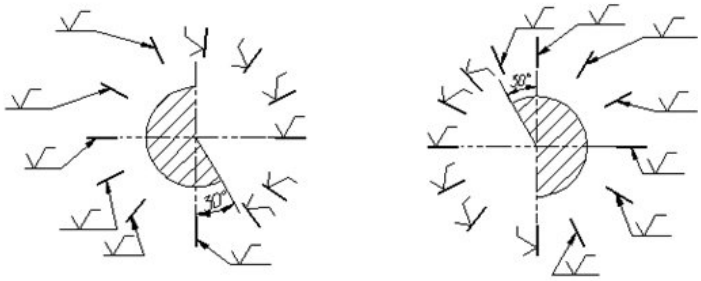


Рисунок 6 – Расположение знаков обозначения шероховатости

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят (рисунок 7). Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенном в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем на обозначения, нанесенных на изображении.

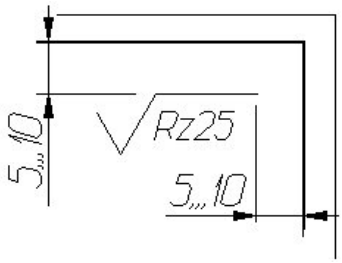


Рисунок 7 – Пример обозначение шероховатости, одинаковой для всех поверхностей изделия

Обозначение шероховатости, одинаковой длячасти поверхностей изделия, может быть помещено в правом верхнем углу чертежа вместе с условным обозначением (рисунок 8). Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении (рисунок 8).

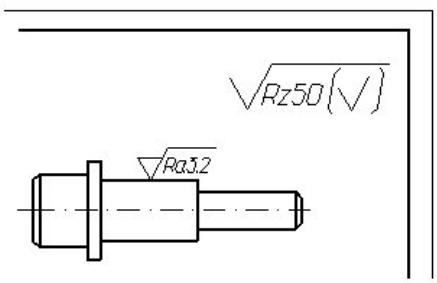


Рисунок 8 – Пример обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей изделия

Обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, зубьев и т. п.), количество которых указано на чертеже, а также обозначение шероховатости одной и той же поверхности наносят один раз, независимо от числа изображений (рисунок 9).

Обозначение шероховатости симметрично расположенных элементов симметричных изделий наносят один раз.

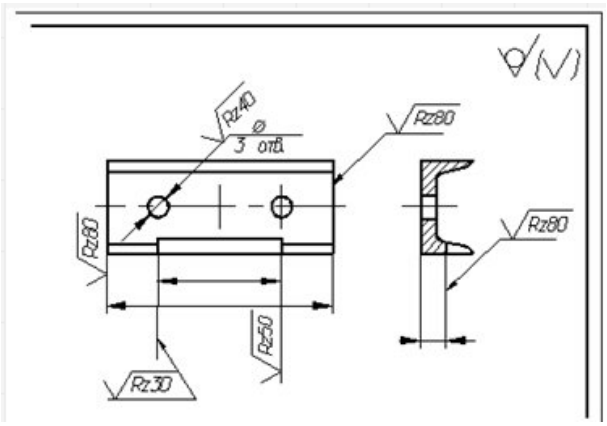


Рисунок 9 – Пример обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия

Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначения шероховатости (рис.10). Через заштрихованную зону линию границы между участками не проводят (рис.11).

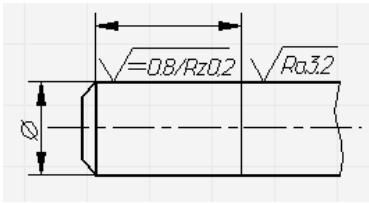


Рисунок 10– Пример обозначения различной шероховатости на одной поверхности

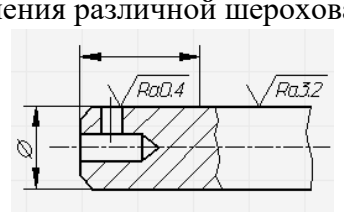


Рисунок 11 – Пример обозначения различной шероховатости на одной поверхности

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и т. п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности, а для глобоидных червяков и сопряженных для них колес – на линии расчетной окружности (рис.12)

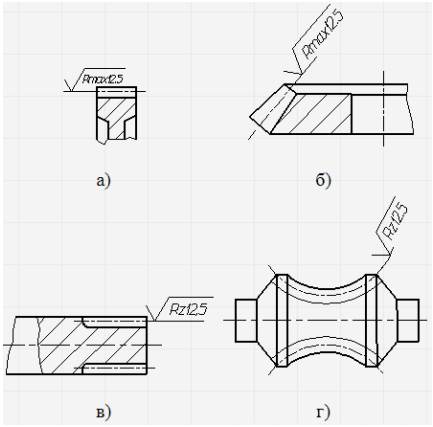


Рисунок 12 – Примеры обозначения шероховатости рабочих поверхностей зубьев



Рисунок 13 – Обозначение шероховатости профиля резьбы

Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля (рис.13) или условно на выносной линии для указания размера резьбы (рис.14, 15, 16, 17), на размерной линии или на ее продолжении (рис.18).

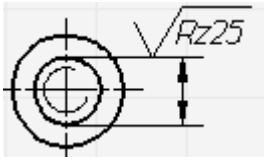


Рисунок 14 – Пример обозначения шероховатости наружной резьбы

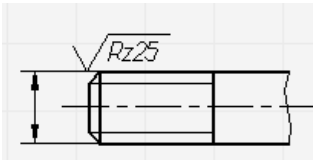


Рисунок 15 – Пример обозначения шероховатости наружной резьбы

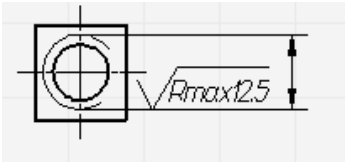


Рисунок 16 – Пример обозначения шероховатости внутренней резьбы

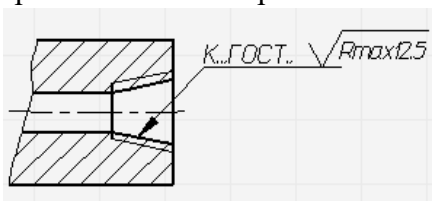


Рисунок 17 – Пример обозначения шероховатости внутренней конической резьбы

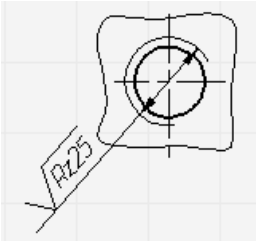


Рисунок 18 – Пример обозначения шероховатости внутренней резьбы

Если есть шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз в соответствии с рис. 19. Диаметр вспомогательного знака ○ 4…5мм.

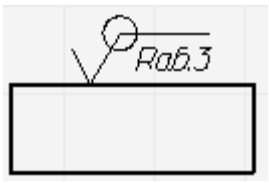


Рисунок 19 – Обозначение одинаковой шероховатости поверхностей, образующих замкнутый контур

В обозначении одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак ○ не приводят (рис. 20).

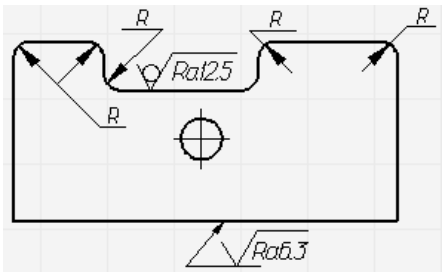


Рисунок 20 – Пример обозначения шероховатости поверхности, плавно переходящей одна в другую.

Обозначение одинаковой шероховатости поверхности сложной конфигурации допускается приводить в технических требованиях чертежа со ссылкой на буквенное обозначение поверхности, например: «шероховатость поверхности». При этом буквенное обозначение поверхности наносят на полке линии-выноски, проведенной от утолщенной штрих пунктирной линии, которой обводят поверхность на расстоянии 0,8…1 мм от линии контура (рис.21).

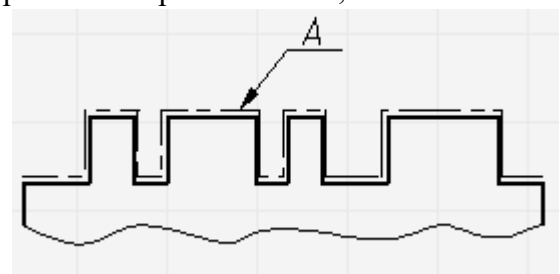


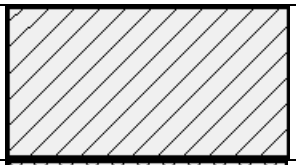
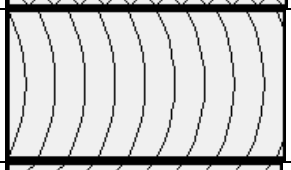
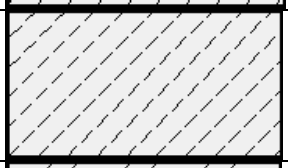
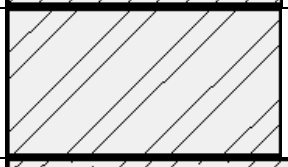
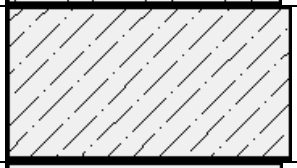
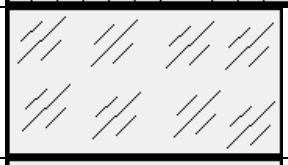
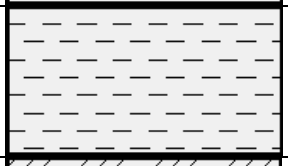
Рисунок 21 – Пример обозначения поверхности сложной формы, имеющей одинаковую шероховатость

Графические обозначения материалов.

Обозначения графические материалов в сечениях

Графическое обозначение материалов в сечениях в зависимости от вида материалов должно соответствовать приведенным в табл. 4.

Таблица 4 – Графическое обозначение материалов

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

Примечание:

1. Композиционные материалы, содержащие металлы и неметаллические материалы, обозначаются как металлы.
2. Графическое обозначение п.3 следует применять, когда нет необходимости указывать направление волокон.
3. Графическое обозначение п.5 следует применять для обозначения кирпичных изделий (обожженных и необожженных), огнеупоров, строительной керамики, электротехнического фарфора, шлакобетонных блоков и т.п.

Правила нанесения штриховке на чертежах

Наклонные параллельные линии штриховки должны проводиться под углом 45° к линии контура изображения (рис. 22) или к его оси (рис. 23) или к линиям рамки чертежа (рис. 24)

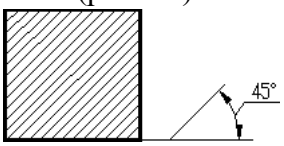


Рисунок 21– Штриховка под углом 45^0 к линии контура

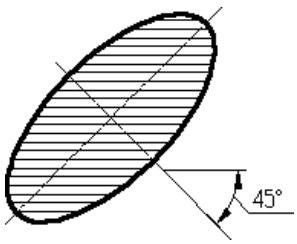


Рисунок 22 – Штриховка под углом 45^0 к оси

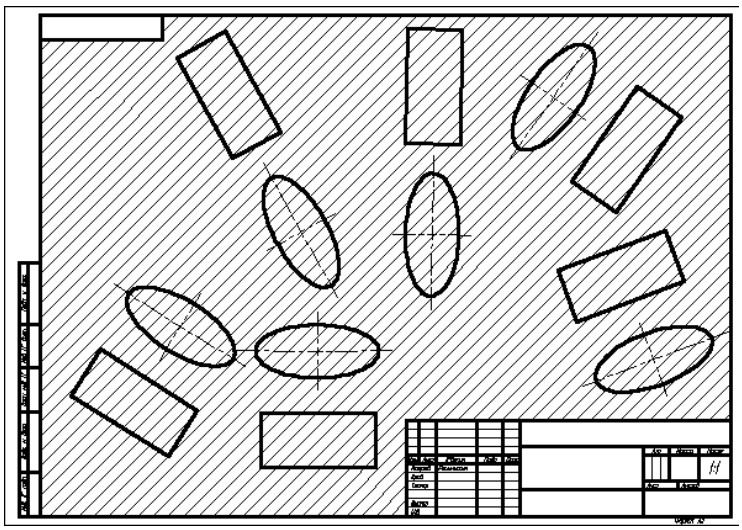
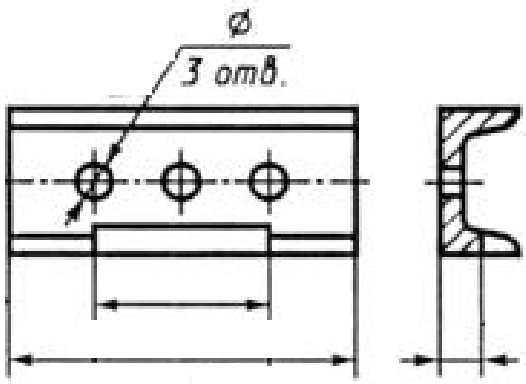


Рисунок 24 – Штриховка под углом 45^0 к рамке чертежа

Задание:

1. Проставить значение шероховатости на все поверхности.



Практическое занятие 5
«Геометрические построения на чертежах. Сопряжение.»

Сведения из теории
Сопряжения

При выполнении геометрических построений часто приходится плавно соединять прямые и кривые линии. Плавный переход одной линиив другую называется сопряжением.

Для построения сопряжения необходимо знать величину радиуса сопряжения, найти центры и точки сопряжений. Элементы сопряжений показаны на рис. 1

Дуга окружности, по которой одна линия плавно переходит в другую, называется дугой сопрягающей окружности.

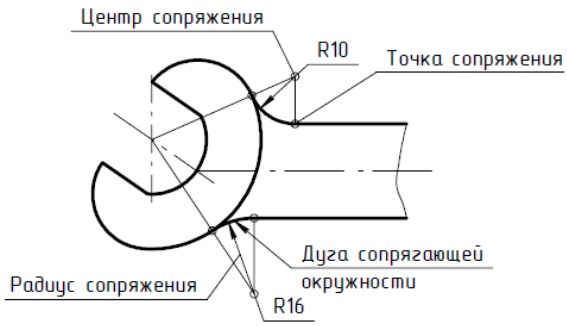


Рисунок 1

Радиус этой окружности – радиус сопряжения. Центр этой окружности – центр сопряжения. Точка, в которой одна линия плавно переходит в другую, – точка сопряжения. Построение сопряжений рассмотрим на примере универсального «чертежа-справочника» (рис. 2), при вычерчивании которого применены все основные виды сопряжений.

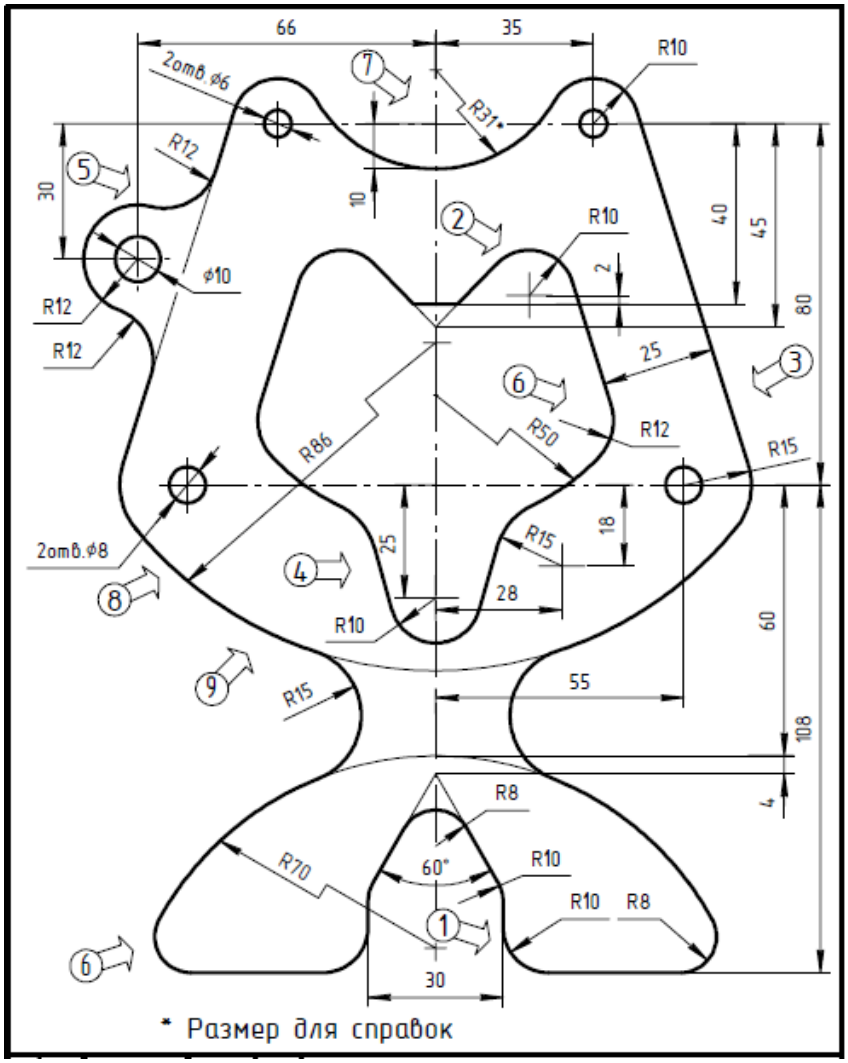


Рисунок 2

Использованные при построении чертежа виды сопряжений отмечены на нем пронумерованными стрелками, а на рис. 3 – 4 показано подробное построение каждого из обозначенных сопряжений с последующим кратким описанием.

Сопряжение сторон острого и тупого углов дугой окружности заданного радиуса R1 (рис. 3, а, б). Расстояние от центра сопряжения до каждой стороны угла равно заданному радиусу сопряжения R1. Чтобы найти центр сопряжения, необходимо провести две вспомогательные прямые, параллельные каждой стороне угла, на расстоянии R1 от них. Для проведения вспомогательных прямых из произвольных точек, лежащих на сторонах угла, раствором циркуля, равным R1, выполняем две-три засечки и к ним проводим касательные.

Точка пересечения О построенных касательных и будет центром сопряжения. Точки сопряжения получим, опустив из точки О перпендикуляры к каждой стороне заданного угла.

Сопряжение сторон прямого угла дугой окружности заданного радиуса R1 (рис. , 3в).

Из вершины прямого угла как из центра проводим дугу радиуса R1. Из точек пересечения построенной дуги со сторонами заданного угла как из центров выполняем две засечки радиусом R1. На пересечении засечек определяем точку О – центр сопряжения. Из него проводим дугу сопрягающей окружности.

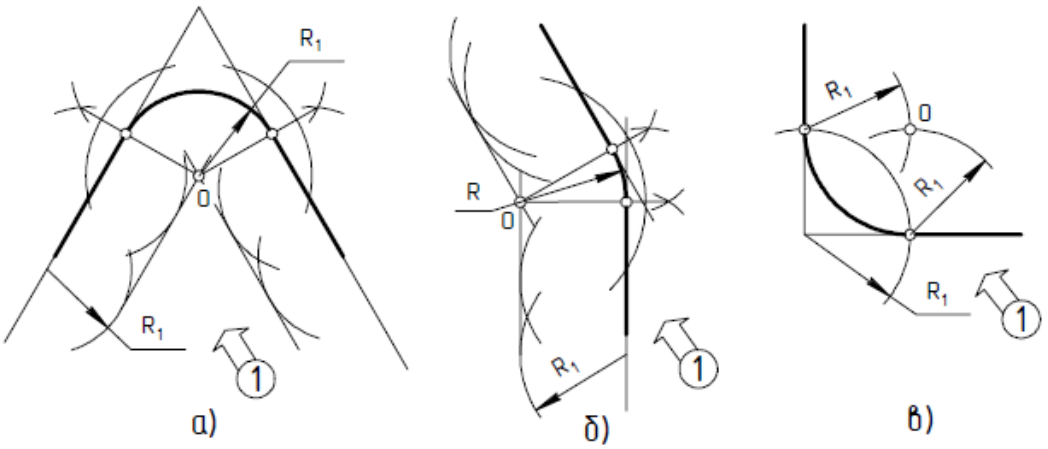


Рисунок 3

Построение касательной к окружности (рис. 4, а). Дана окружность радиуса R1 с центром в точке О1 и точка А, не принадлежащая окружности. Требуется через точку А провести касательную кзаданной окружности.

Соединяем точку А с центром заданной окружности О1. Отрезок О1А делим на две равные части – получаем точку В. Из центра В проводим дугу окружности. Её радиус R = АВ. На пересечении построенной дуги с заданной окружностью находим точку касания N. Через неё и точку А проводим касательную.

Построение касательной к двум окружностям (внешнее касание)(рис. 4, б).

Даны две окружности с центрами в точках О1 и О2. Их радиусы R1 и R2. Требуется провести к ним внешнюю касательную. Из центра О2 проводим вспомогательную окружность радиуса (R2 – R1). Соединяем центры О1 и О2. Отрезок О1О2 делим на две равные части – получаем точку В. Из центра В проводим дугу окружности. Её радиус R = О2В.

На пересечении дуги с вспомогательной окружностью получаем точку N. Через центр О2 и точку N проводим прямую. Её пересечение с окружностью радиуса R2 даст нам первую точку касания М. Через центр О1 проводим отрезок О1К параллельно О2М. Точка К – вторая точка касания. Соединяем точки К и М. Прямая МК есть внешняя касательная к заданным окружностям.

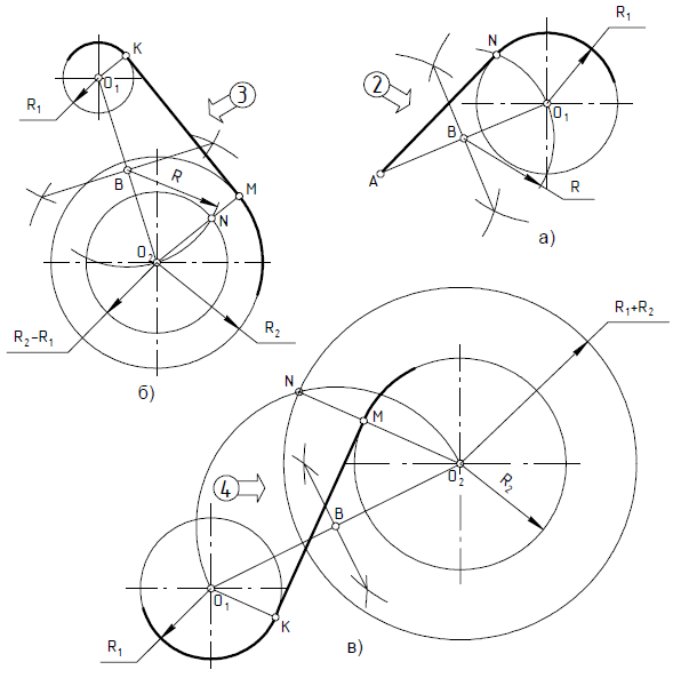


Рисунок 4

Построение касательной к двум окружностям (внутреннее касание) (рис. 4, в).

Даны две окружности с центрами в точках O1 и O2. Их радиусы R1 и R2. Требуется провести к ним внутреннюю касательную. Из центра O2 проводим вспомогательную окружность радиуса (R2 + R1). Соединяем центры O1 и O2. Отрезок O1O2 делим на две равные части – получаем точку B. Из центра B проводим дугу окружности. Её радиус R = O2B. На пересечении дуги с вспомогательной окружностью получаем точку N. Через центр O2 и точку N проводим прямую, её пересечение с окружностью радиуса R2 даст нам первую точку касания M. Через центр O1 проводим отрезок O1K параллельно O2M. Точка K – вторая точка касания. Соединяем точки K и M. Прямая MK есть внутренняя касательная к заданным окружностям.

Построение внешнего сопряжения дуги и прямой дугой радиуса R(рис. 5, а).

Даны дуга окружности радиуса R1 с центром в точке O1 и прямая a. Из центра O1 проводим вспомогательную дугу радиуса (R + R1). Проводим вспомогательную прямую, параллельную заданной прямой a, на расстоянии радиуса сопряжения R. На пересечении вспомогательных дуги и прямой получаем точку O – центр сопряжения. Проводим прямую OO1 – получаем первую точку сопряжения. Опускаем перпендикуляр из точки O на прямую a – получаем вторую точку сопряжения. Проводим сопрягающую дугу радиуса R от первой до второй точки сопряжения.

Построение внутреннего сопряжения дуги и прямой дугой радиуса R (рис. 5, б).

Даны дуга окружности радиуса R1 с центром в точке O1 и прямая a. Из центра O1 проводим вспомогательную дугу радиуса (R1 – R). Проводим вспомогательную прямую, параллельную заданной прямой a, на расстоянии радиуса сопряжения R. На пересечении вспомогательных дуги и прямой получаем точку O – центр соп яжения. На продолжении прямой OO1 получаем первую точку сопряжения. Опускаем перпендикуляр из точки O на прямую a. Получаем вторую точку сопряжения. Проводим сопрягающую дугу радиуса R от первой до второй точки сопряжения.

Задание

1. Выполнить описанные выше сопряжения.

Практическое занятие 6
«Выносные элементы, условности и упрощения»

Сведения из теории
Выносные элементы

Выносным элементом называют дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующей пояснений в отношении формы и размеров (рис. 1, 2).

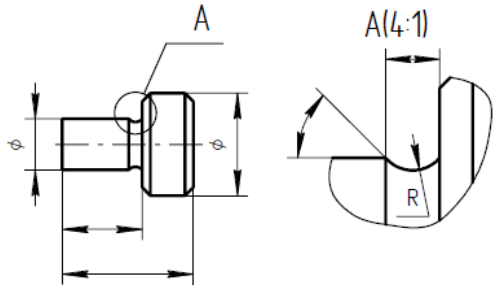


Рисунок 1 – Выносной элемент

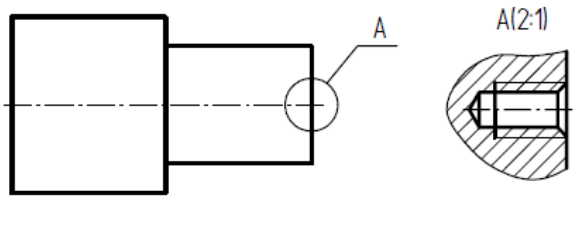


Рисунок 2 – Выносной элемент

Выносной элемент располагают как можно ближе к соответствующему месту на изображении предмета. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и может отличаться от него по содержанию, например, изображение можетбыть видом, а выносной элемент – разрезом (см. рис. 2).

На чертеже выносной элемент отмечают следующим образом: соответствующее место выносного элемента на виде, разрезе или сечении отмечают замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью или овалом иобозначают прописной буквой русского алфавита на полке линии выноски. У выносного элемента следует указывать прописную букву имасштаб по типу А (4:1) (см. рис. 1) и А (2:1) (см. рис. 2).

При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией, окружностью, овалом и т.п. с обозначением заглавной буквой выносного элемента на полке линии-выноски. У выносного элемента указывают эту букву и масштаб по типу А (5:1) (рис. 3, а, б). На рис. 3, б выносной элемент выполнен как вид, на изображении детали ему соответствует разрез. На рис. 3, в, г приведены выносные элементы, показывающие конструкцию канавки и зуба разборного вакуумно-плотного соединения со схемой нанесения размеров.

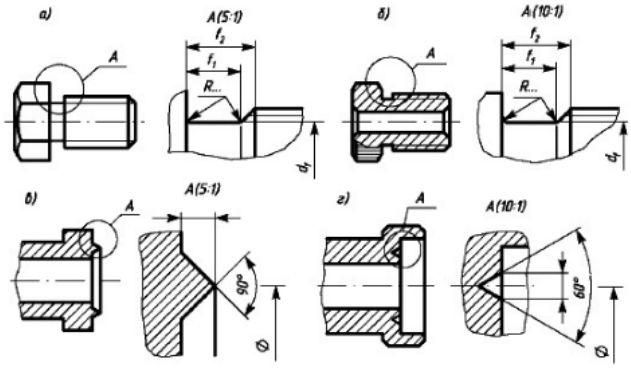


Рисунок 3 – Выносной элемент

Другой пример выполнения выносных элементов — канавок для выхода шлифовального круга — приведен на рис. 4.

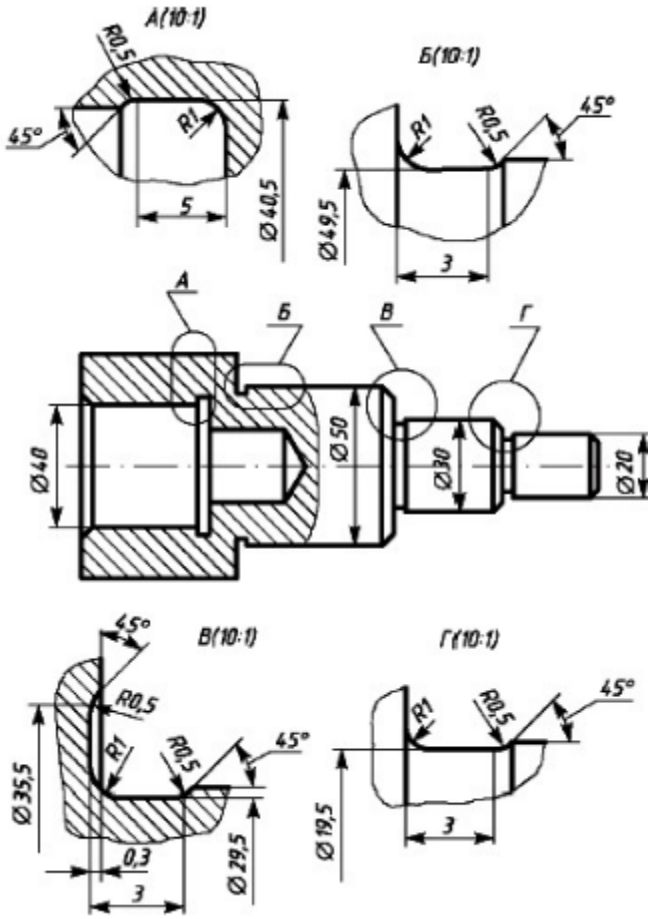


Рисунок 4 – Выносной элемент

Выносной элемент располагают возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

Условности и упрощения

При изображении видов, разрезов, сечений применяют некоторые условности и упрощения, что позволяет ускорить процесс выполнения чертежа.Если вид, разрез или сечение – симметричная фигура, допускаетсявычерчивать либо половину изображения, либо немного более половиныизображения с проведением линии обрыва.

Условности и упрощения – это правила, позволяющие сделать чертеж более простым, понятным и уменьшить время на его выполнение. ГОСТ 2.305-2008 устанавливает следующие условности и упрощения:

1. Если вид, разрез или сечение представляют симметричную фигуру, допускается вычерчивать половину изображения ограниченную осевой линией или немного более половины изображения с проведением в последнем случае линии обрыва (рисунок 5).

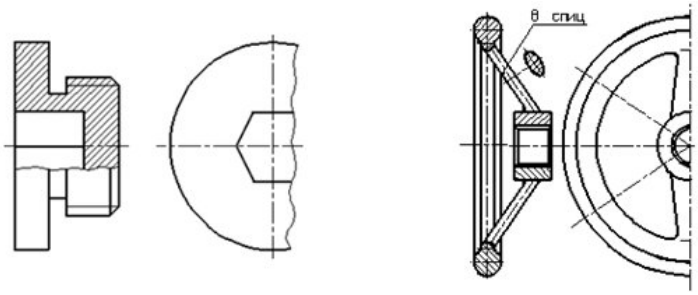


Рисунок 5 – Пример упрощенного изображения симметричной детали

2. Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один – два таких элемента, а остальные элементы показывают упрощенно или условно. Допускается изображать часть предмета с надлежащими указаниями о количестве элементов, их расположении и т. п. (рисунок 6).

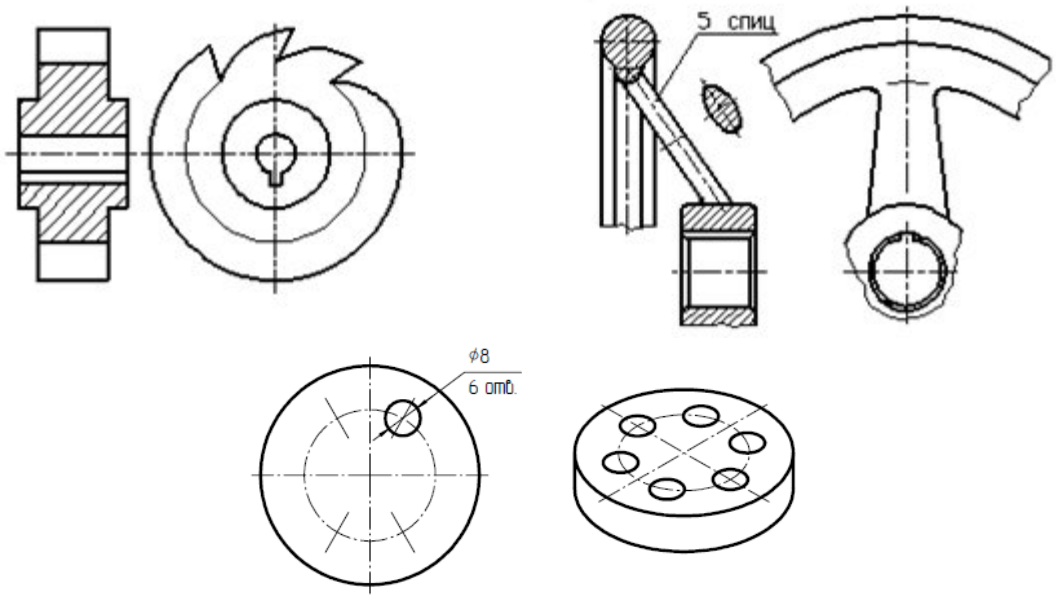


Рисунок 6– Пример изображения предмета с одинаковыми, равномерно расположенными элементами

3. На видах и разрезах допускается упрощенно изображать проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется точного их построения. Например, вместо лекальных кривых проводят дуги окружности и прямые линии (рисунок 7).

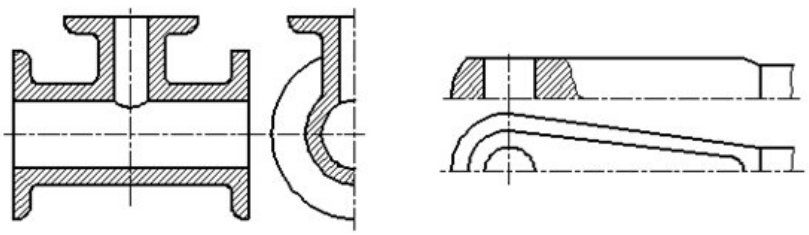


Рисунок 7 – Пример упрощенного изображения линий пересечения поверхностей

4. Плавный переход от одной поверхности к другой показывается условно или совсем не показывается (рисунок 8).

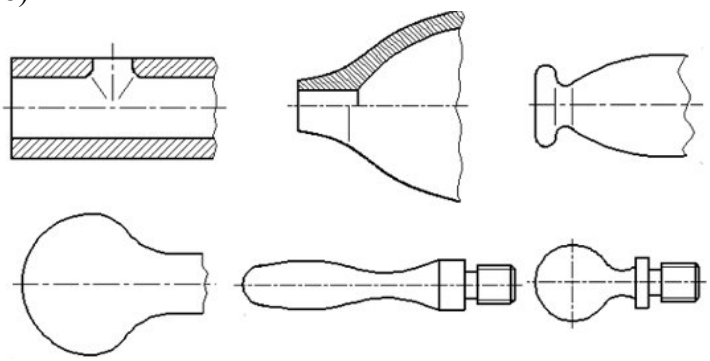


Рисунок 8 – Пример упрощенного изображения плавного перехода между поверхностями

5. Такие детали, как винты, заклепки, шпонки, непустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и т. п. при продольном разрезе показывают условно нерассеченными. Шарики всегда показывают нерассеченными. Как правило, показываются нерассеченными на сборочных чертежах гайки и шайбы. Такие элементы, как спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т. п. показывают незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента. Если в подобных элементах детали имеется местное сверление, углубление и т. п., то делают местный разрез (рисунок 9).

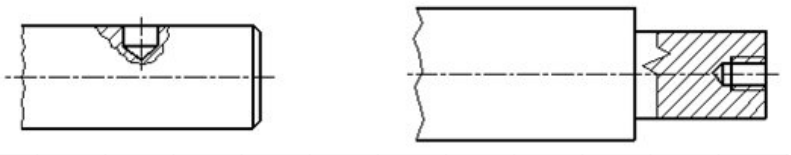


Рисунок 9 – Пример изображения местных разрезов на валах

6. Пластины, а также элементы деталей (отверстия, фаски, пазы, углубления и т. п.) размером (или разницей в размерах) на чертеже 2 мм и менее изображают с отступлением от масштаба, принятого для всего изображения, в сторону увеличения.

7. Допускается незначительную конусность или уклон изображать с увеличением.

8. При необходимости выделения на чертеже плоских поверхностей предмета на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями (рисунок 10).

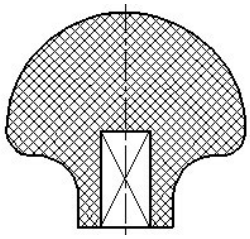


Рисунок 10 – Пример обозначения плоских поверхностей

9. Предметы или элементы, имеющие постоянные или закономерно изменяющееся поперечное сечение (валы, цепи, прутки, фасонный прокат, шатуны и т. п.), допускается изображать с разрывами. Частичные изображения и изображения с разрывами ограничивают одним из следующих способов:

- Сплошной тонкой линией с изломом, которая может выходить за контур изображения на длину от 2 до 4мм. Эта линия может быть наклонной относительно линии контура (рис. 11);

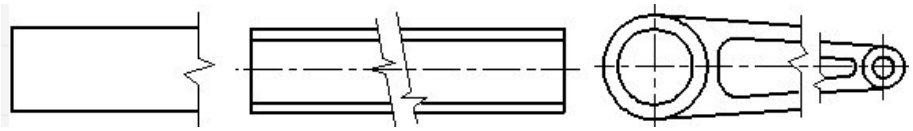


Рисунок 11– Пример изображения детали с разрывом

- Сплошной волнистой линией, соединяющей соответствующие линии контура (рисунок 12);

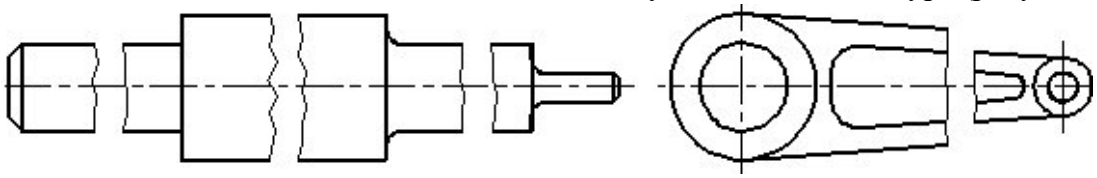


Рисунок 12 – Пример изображения детали с разрывом

- Линиями штриховки (рисунок 13).

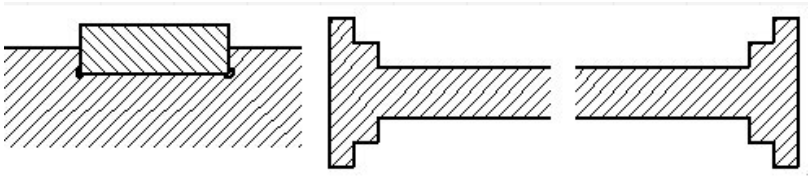


Рисунок 13 – Пример изображения детали с разрывом

10. На чертежах предметов со сплошной сеткой, плетенкой, орнаментом, рельефом, накаткой и т. д. допускается изображать эти элементы частично, с возможным упрощением (рисунок 14).

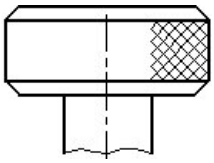


Рисунок 14 – Пример изображения рельефа

11. Для упрощения чертежей или сокращения количества изображений допускается:

- часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, изображать штрих-пунктирной утолщенной линией непосредственно на разрезе (наложенная проекция) (рисунок 15);

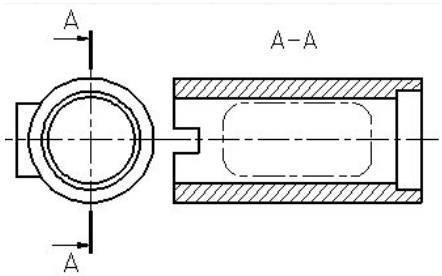


Рисунок 15 – Пример изображения часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью

- применять сложные разрезы (рисунок 16);

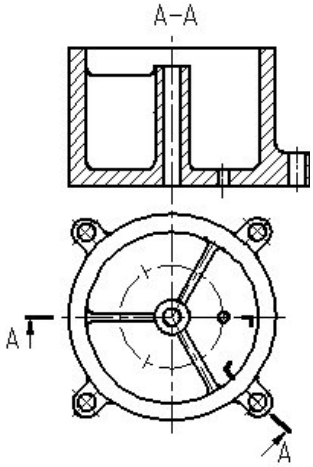


Рисунок 16 – Пример использования сложного разреза

- для показа отверстия в ступицах зубчатых колес, шкивов и т. п., а также для шпоночных пазов вместо полного изображения детали давать лишь контур отверстия или паза (рисунок 15);

- изображать в разрезе отверстия, расположенные на круглом фланце, когда они не попадают в секущую плоскость (рисунок 15, разрез А-А) .

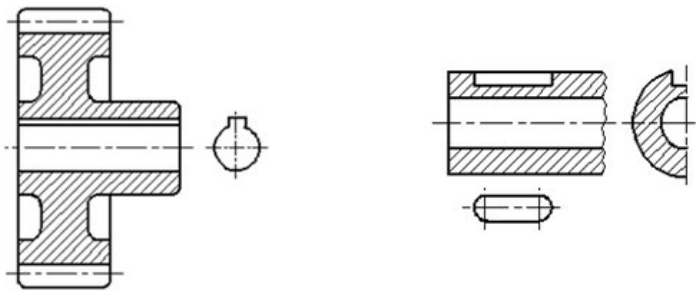


Рисунок 15 – Пример изображения отверстий

12. Если вид сверху не является необходимым и чертеж составляется из изображений на фронтальной и профильной плоскостях проекций, то при ступенчатом разрезе линия сечения и надписи, относящиеся к разрезу, наносятся так, как показано на рисунке (рисунок 16).

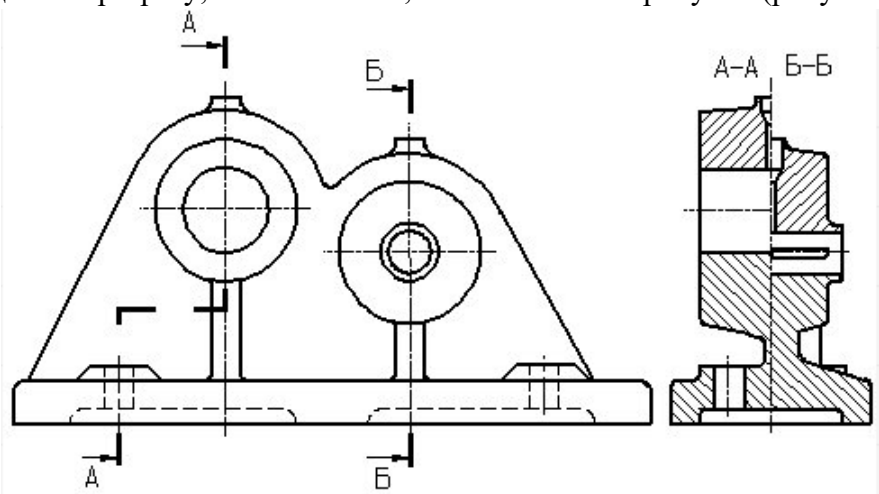


Рисунок 16 – Пример совмещения разрезов

13. Условности и упрощения, допускаемые в неразъемных соединениях, в чертежах электротехнических и радиотехнических устройств, зубчатых зацеплений и т. д., устанавливаются соответствующими стандартами.

Практическое занятие 7
«Виды соединения деталей. Классификация видов соединения деталей»

Сведения из теории

Изделия подразделяются на детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Соединение – совокупность сборочных операций по соединению деталей различными способами (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опресовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т.п.).

Классификация видов соединения деталей

По конструкции и условиям эксплуатации соединения деталей могут быть разделены на подвижные и неподвижные.

Соединение неподвижное - соединение деталей, обеспечивающее неизменность их взаимного положения при работе. Например, сварные, соединения с помощью крепежных изделий и др.

Соединение подвижное - соединение, при котором детали имеют возможность относительного перемещения в рабочем состоянии. Например, зубчатое соединение.

В зависимости от возможности демонтажа соединения подразделяются на разъемные и неразъемные.

Соединение разъемное - соединение, которое можно многократно разъединять и соединять, не деформируя при этом ни соединяемые, ни крепежные детали. Например, резьбовое, соединение болтом, винтом, клиновое, шпоночное, зубчатое, и др.

Соединение неразъемное - соединение, которое нельзя разъединить без нарушения формы деталей или их соединяющего элемента. Например, соединение сварное, паяное, заклепочное и др.

Резьбовые соединения

Резьбовое соединение - соединение деталей при помощи резьбы.

Резьба – чередующиеся выступы и впадины на поверхности тела вращения, расположенные по винтовой линии; применяется как средство соединения, уплотнения или обеспечения заданных перемещений деталей машин, механизмов, приборов, аппаратов, сооружений (рисунок 1).

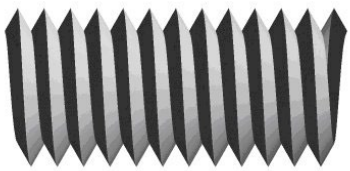


Рисунок 1– Резьба

Основные параметры резьбы

Виток резьбы - часть резьбы, образованной при одном повороте профиля вокруг оси вращения (рисунок 2).

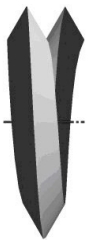


Рисунок 2– Виток резьбы

Наружный диаметр резьбы (*d*) - диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или вписанного во впадины внутренней резьбы (рисунок 3).

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

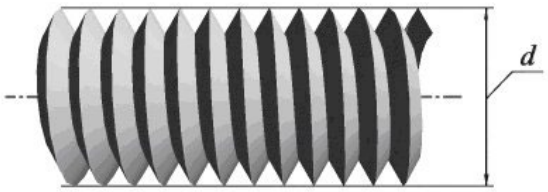


Рисунок 3– Наружный диаметр резьбы

Внутренний диаметр резьбы (d_1) - диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или описанной вокруг вершин внутренней резьбы (рисунок 4).

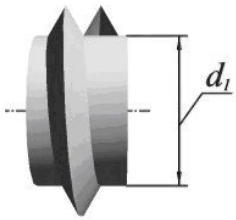


Рисунок 4 – Внутренний диаметр резьбы

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

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

Угол профиля - угол между боковыми сторонами профиля, измеренный в осевой плоскости резьбы (рисунок 5).

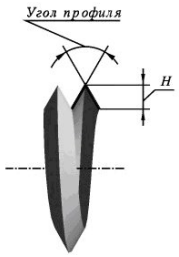


Рисунок 6– Профиль резьбы

Классификация резьб

Для классификации резьбы используются следующие основные признаки (рисунок 9):

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

Задание:

1. Привести примеры различных резьбовых соединений.

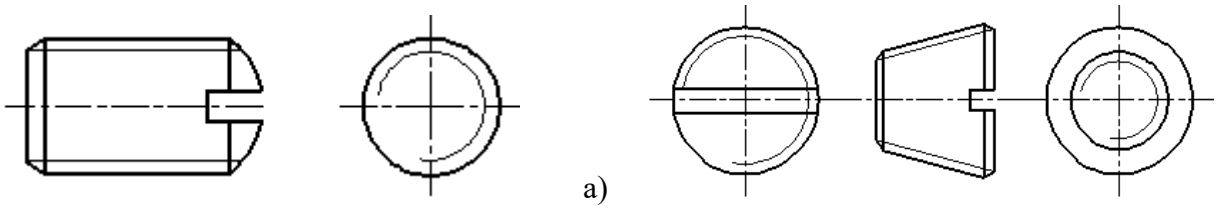
Практическое занятие 8
«Правила изображения соединения деталей на чертежах»

Сведения из теории

Резьбу изображают:

а) на стержне - сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по внутреннему диаметру.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную 3/4 окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 1)



а)

Рисунок 1 – Изображение цилиндрической резьбы на стержне, б) изображение конической резьбы на стержне

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную 3/4 окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 2, 3)

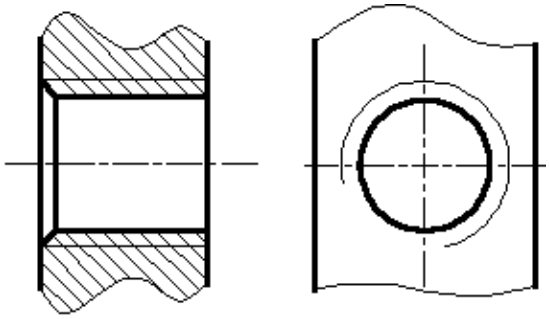


Рисунок 2. Изображение цилиндрической резьбы в отверстии

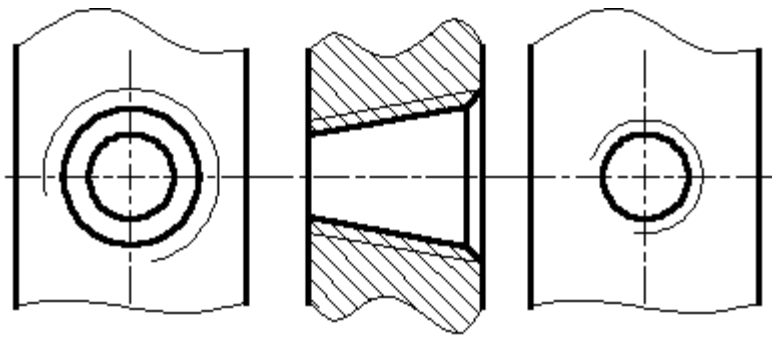


Рисунок 3. Изображение конической резьбы в отверстии

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру (рис.4).

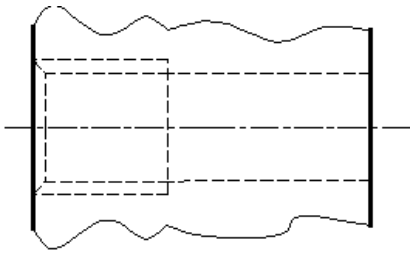


Рисунок 4. Изображение невидимой резьбы

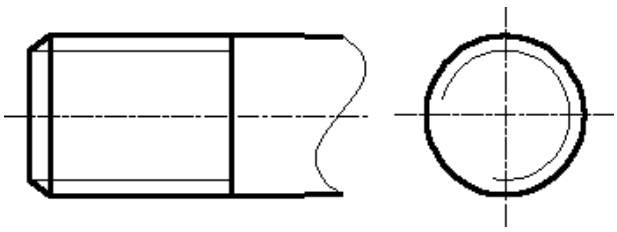


Рисунок 5. Изображение границы цилиндрической резьбы на стержне

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображены как невидимая (рис. 5, 6, 7).

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии.

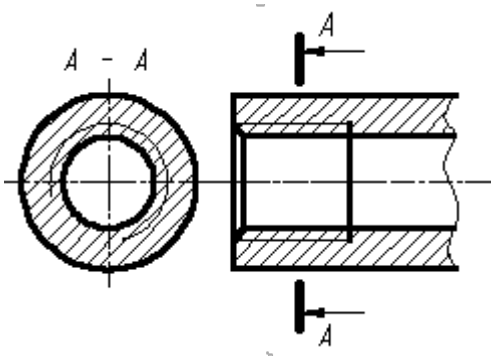


Рисунок 6. Пример изображения резьбы в отверстии на разрезе

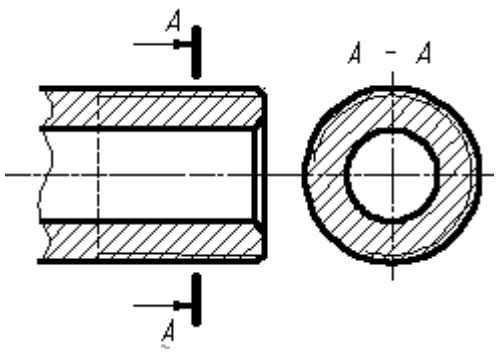
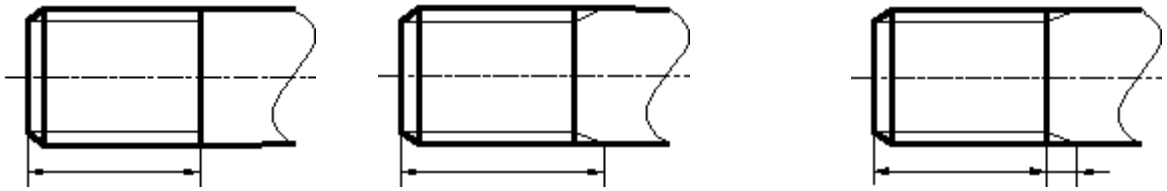


Рисунок 7 Пример изображения резьбына стержне на разрезе

Размер длины резьбы с полным профилем (без сбега) на стержне и в отверстии указывают, как показано на рис. 8а и 8б.

Размер длины резьбы (со сбегом) указывают, как показано на рис.8а и 8б.

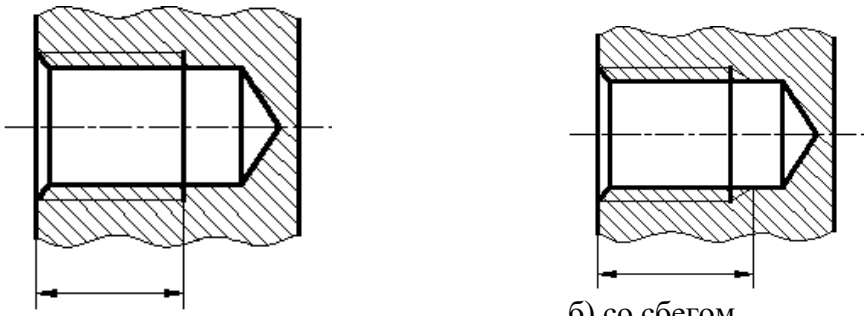
При необходимости указания величины сбега на стержне размеры наносят, как показано на рис.9а.



а) без сбега б) со сбегом в) с указанием величины сбега

Рисунок 8. Указание размера длины резьбы на стержне

Сбег резьбы изображают сплошной тонкой прямой линией, как показано на рис. 8а, 8б, и 9б.



а) без сбега б) со сбегом

Рисунок 9. Указание размера длины резьбы в отверстии

Задание

Выполнить чертеж соединения болт-гайка.

Практическое занятие 9
«Компоновка чертежа»

Сведения из теории

Комплекс изображений детали может быть размещен на поле чертежа различным образом. Однако не всякое расположение изображений на формате будет удачным с точки зрения их восприятия.

Одной из основ компоновки является принцип равновесия изображений с листом, на котором они расположены. Принцип равновесия состоит в том, что изображения, по возможности, должны уравновешивать формат листа, т.е. располагаться на нем равномерно (рис. 1), а не концентрироваться в каком-либо одном месте, вследствие чего могут остаться большие незаполненные участки.

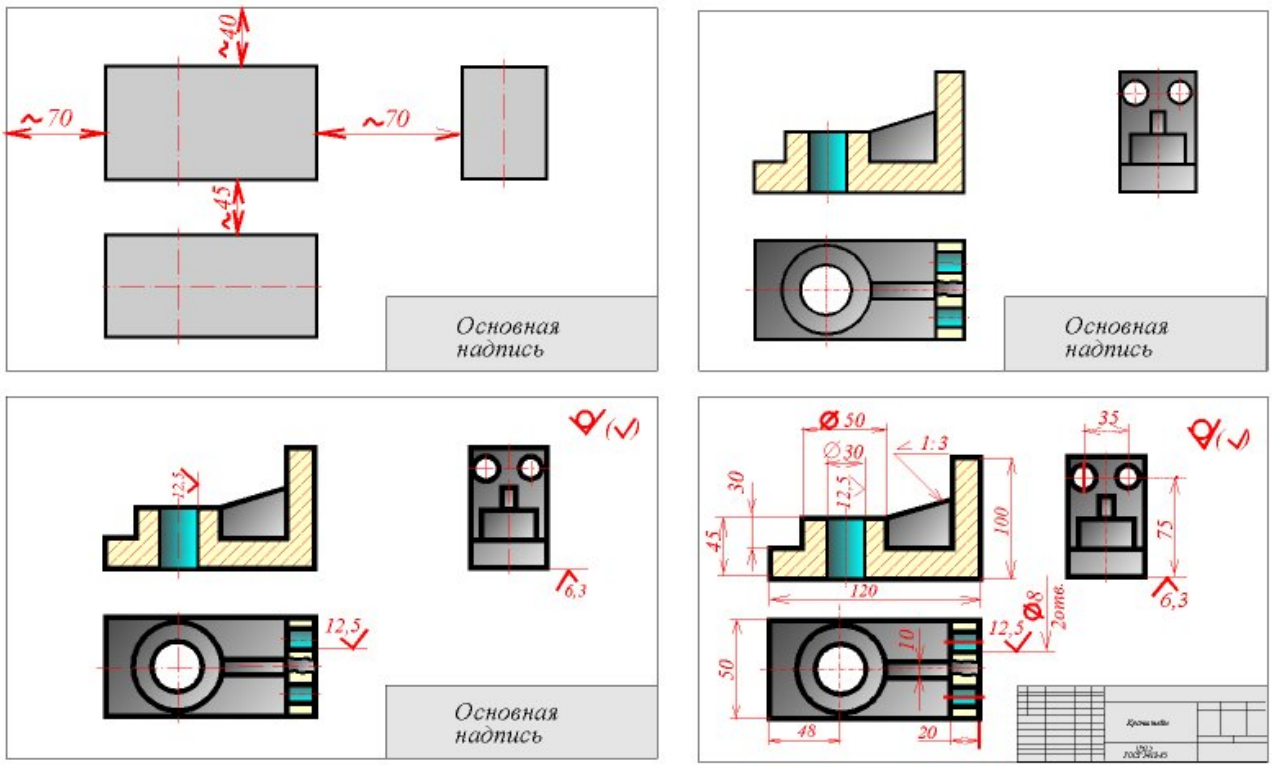
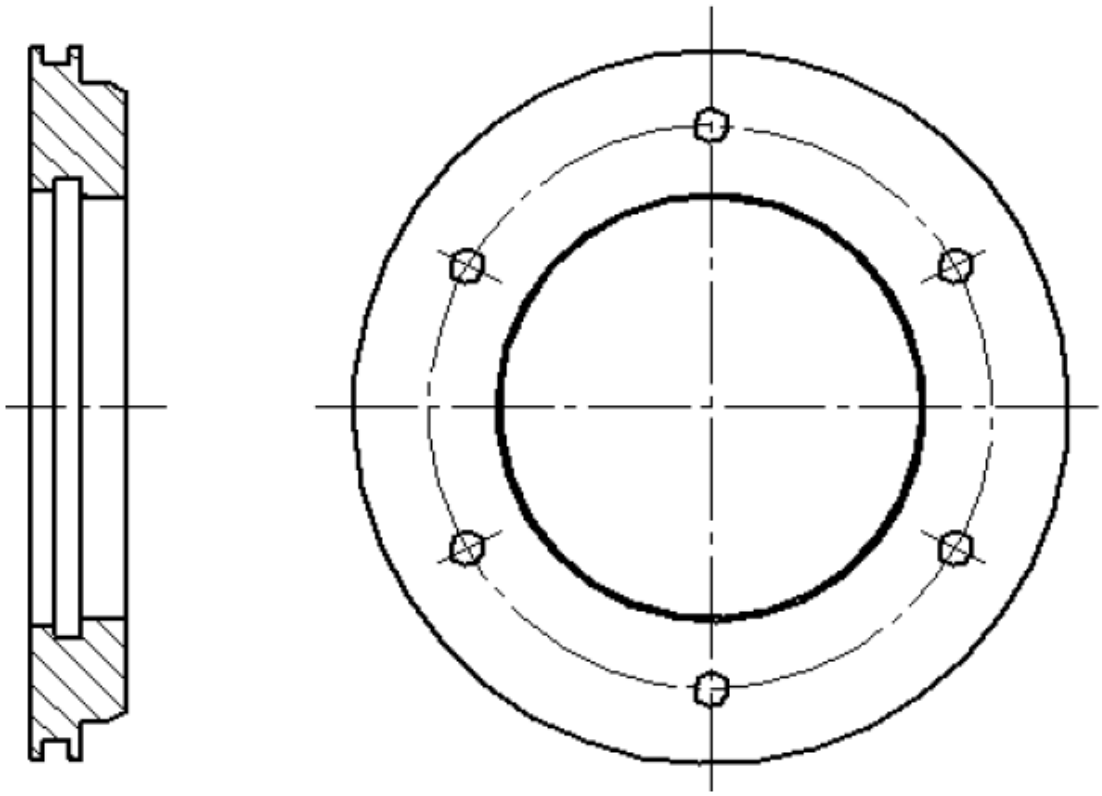


Рисунок 1 – Компоновка видов.

Расстояния между отдельными изображениями и расстояния между изображениями и линиями рамки должны выбираться такими, чтобы обеспечить благоприятные условия для нанесения размеров, условных обозначений и надписей (поэтому, приступая к компоновке листа, целесообразно предварительно нанести тонкими линиями габаритные прямоугольники, соответствующие по размерам будущим изображениям, и после уточнения их расположения, вписать в них изображения детали, нанести размеры (рис. 1).

При компоновке чертежа следует учитывать также некоторые особенности восприятия изображений нашим глазом. Например, если разделить лист бумаги пополам горизонтальной линией, то верхняя половина будет казаться больше нижней. Поэтому, вычерчивая изображения предмета, нужно для сохранения равновесия расположить изображение его не в середине листа, а несколько ближе к верхней кромке.

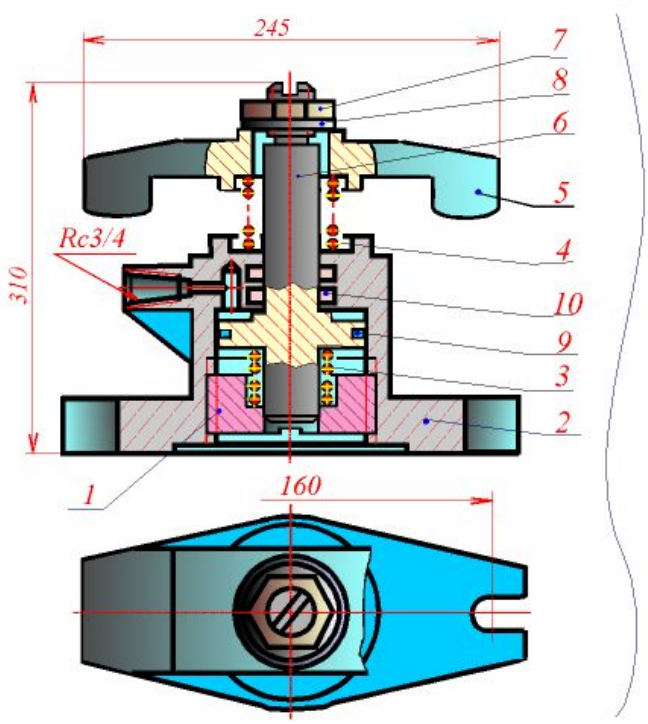
Задание.
Выполнить чертеж на формате А4 соблюдая равновесие видов.



Практическое занятие 10
«Сборочный чертеж. Спецификация»

Сведения из теории

Для определения состава сборочной единицы на отдельных листах формата А4 выполняется спецификация. Форма и порядок заполнения спецификации установлены ГОСТ 2.108 - 68.Заглавный (первый) лист спецификации имеет основную надпись (ГОСТ 2.104 - 68) по форме "2", а последующие листы - по форме "2а".Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие их определяется составом изделия.



Пример заполнения спецификаций

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечан.
				Документация		
А1			АТ-230.07.07.12.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А4		1	АТ-230.07.07.12.01	Стакан	1	
А4		2	АТ-230.07.07.12.02	Корпус	1	
А4		3	АТ-230.07.07.12.03	Пружина	1	
А4		4	АТ-230.07.07.12.04	Пружина	1	
А4		5	АТ-230.07.07.12.05	Скоба	1	
А4		6	АТ-230.07.07.12.06	Поршень	1	
				Стандартные изделия		
		7		Гайка М30.5		
				ГОСТ 5915-70	1	
		8		Шайба 30.04.019		
				ГОСТ11371-78	1	
		9		Кольцо Н1-80х70-1		
				ГОСТ 9832-77	1	
		10		Кольцо Н1-35х28		
				ГОСТ 9832-77	2	

Изм.	Кол.	№ документа	Подпись	Дата	АТ-230.07.07.12.00		
Разраб.		Шевайгер			Прихват гидравлический	Литер	Лист	Листов
Пров.								
Н.контр.						Предприятие		
Утв.								

Рисунок 1 – Спецификация сборочного чертежа.

В спецификацию для учебных сборочных чертежей, как правило, входят следующие разделы:

1. Документация (сборочный чертеж);
2. Сборочные единицы (если они есть);
3. Детали;
4. Стандартные изделия;
5. Материалы (если они есть).

Для большинства сборочных чертежей спецификация имеет три раздела: 1-ый, 3-ий, 4-ый.

Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе "Наименование" и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляется одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

1. В раздел " Документация" вносят конструкторские документы на сборочную единицу. В этот раздел в учебных чертежах вписывают "Сборочный чертеж".

2. В разделы "Сборочные единицы" и "Детали" вносят те составные части сборочной единицы, которые непосредственно входят в нее. В каждом из этих разделов составные части записывают по их наименованию.

3. В раздел "Стандартные изделия" записывают изделия, применяемые по государственным, отраслевым или республиканским стандартам. В пределах каждой категории стандартов запись производят по однородным группам, в пределах каждой группы - в алфавитном порядке наименований изделий, в

пределах каждого наименования - в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов - в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

4. В раздел "Материалы" вносят все материалы, непосредственно входящие в сборочную единицу. Материалы записывают по видам и в последовательности, указанным в ГОСТ 2.108 - 68. В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований материалов, а в пределе каждого наименования - по возрастанию размеров и других параметров.

Графы спецификации заполняют следующим образом.

В графе "Формат" указывают обозначение формата.

В графе "Поз." указывают порядковый номер составной части сборочной единицы в последовательности их записи в спецификации. В разделе "Документация" графу "Поз." не заполняют.

В графе "Обозначение" указывают обозначение составной части сборочной единицы.

В разделах "Стандартные изделия" и "Материалы" графу "Обозначение" не заполняют.

В графе "Наименование" указывают наименование составной части сборочной единицы.

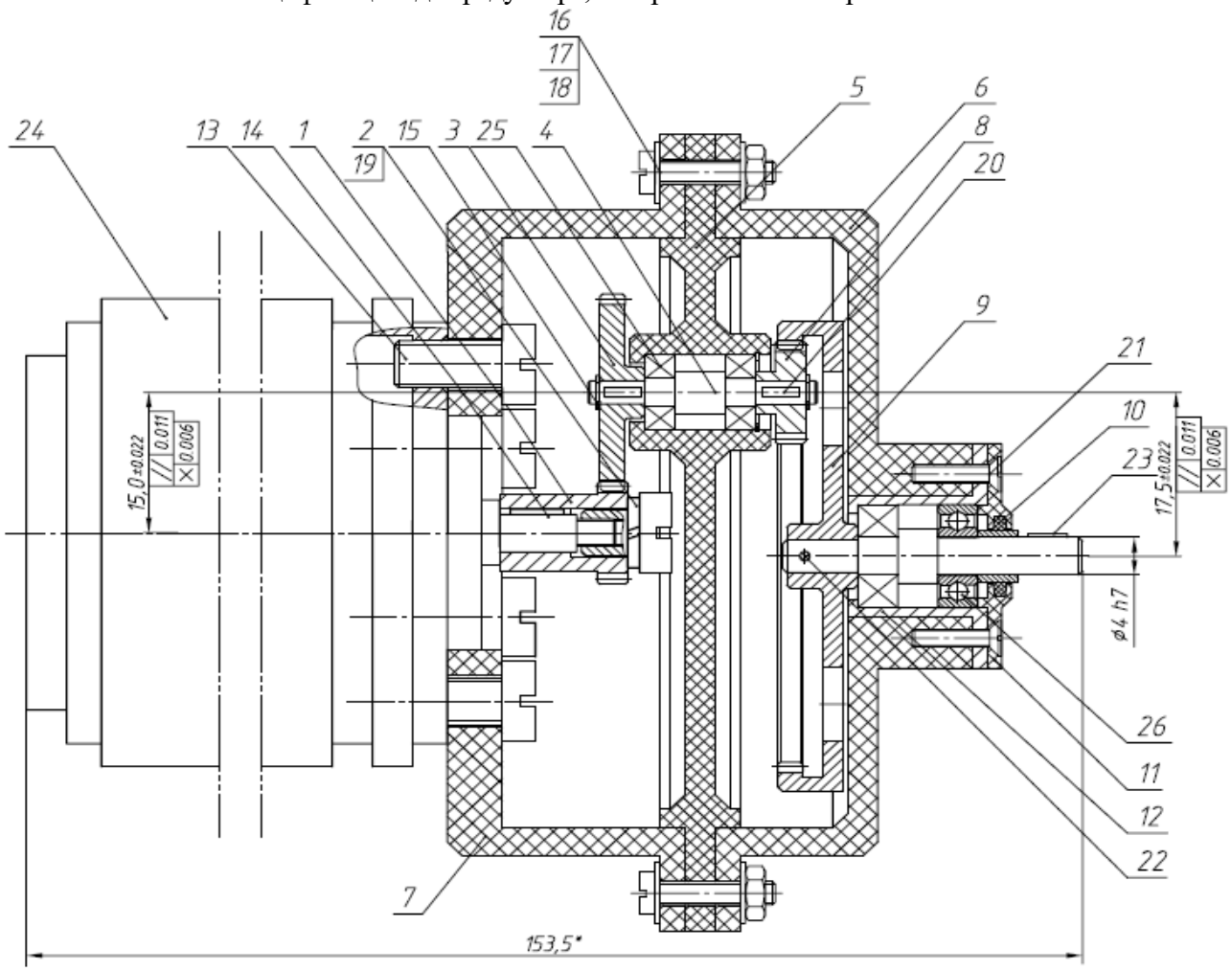
Все наименования пишут в именительном падеже единственного числа.

Наименование деталей, как правило, однословное. Если же оно состоит из двух слов, то вначале пишут имя существительное, например: "Колесо зубчатое", "Гайка накидная".

В графе "Кол." указывают количество составных частей, записываемых в спецификацию (сборочных единиц, деталей) на одно изделие, в разделе "Материалы" - общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц измерения.

Задание:

1.Составить спецификацию для редуктора, изображенного на чертеже.



Практическое задание 11
«Изображения – виды, разрезы, сечения»

Виды

Изображение предмета на чертеже должно давать полное представление о форме, внутреннем устройстве, размерах и материале, из которого изготовлен этот предмет.

ГОСТ 2.305-68 «Изображения – виды, разрезы, сечения» устанавливает правила изображения предметов на чертеже.

Изображения выполняются с помощью прямоугольного проецирования на плоскости проекций. Предмет предполагается располагать между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций.

Согласно ГОСТ 2.305-68 все изображения на чертеже разделяются на

– виды,

– разрезы,

– сечения.

На чертеже количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для того, чтобы иметь полное и однозначное представление о наружном и внутреннем устройстве предмета.

Стандартом установлено шесть основных видов: главным видом называется вид, который наиболее полно изображает предмет и располагается на фронтальной плоскости проекций (вид спереди); вид сверху располагается на горизонтальной плоскости проекций, под главным видом; вид слева – на профильной плоскости проекций, слева от главного вида; вид справа находится слева от главного вида; вид снизу – сверху от главного вида; вид сзади – справа от вида слева (рис. .1).

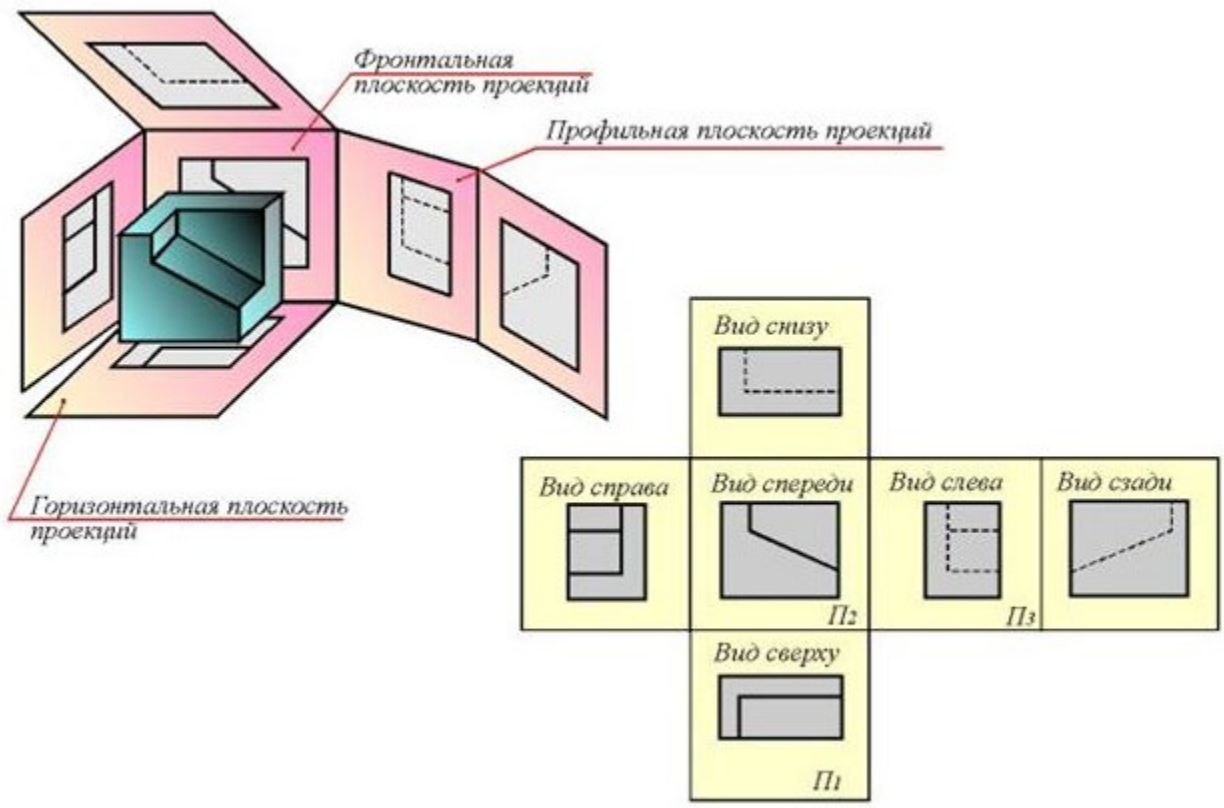


Рисунок 1 – Получение проекционных изображений

Таким образом, ВИД - изображение обращённой к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности при помощи штриховых линий. Однако, следует иметь в виду, что наличие большого количества штриховых линий затрудняет чтение чертежа, поэтому их использование должно быть ограничено.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ - изображения, получаемые на основных плоскостях проекций - гранях куба:

1 - вид спереди (главный вид);
2 - вид сверху;
3 - вид слева;
4 - вид справа;
5 - вид снизу;
6 - вид сзади.

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды, получаемые на плоскостях, не параллельных основным плоскостям проекций. На чертеже такие виды отмечают надписью по типу В (см. рис. 2) и указывают направление взгляда стрелкой.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВИДЫ – изображения, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций. Применяются в тех случаях, если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров. Дополнительный вид отмечается на чертеже надписью типа «А», а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставится стрелка с соответствующим буквенным обозначением, указывающая направление взгляда (рис. 2).

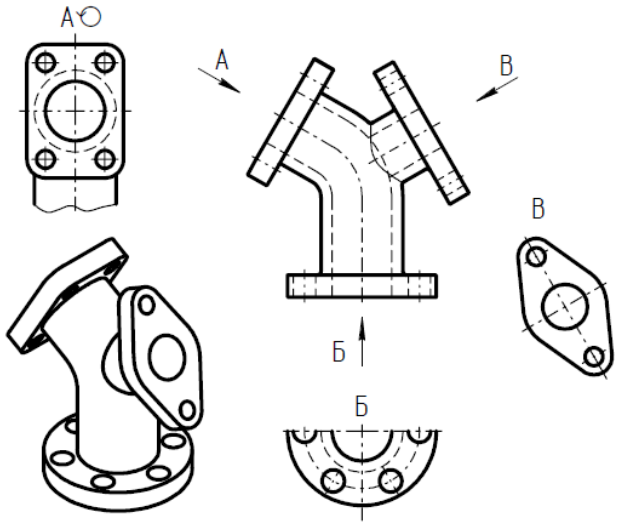


Рисунок 2 – Дополнительные виды

Название основных видов не надписывают (за исключением случаев, когда виды сверху, слева, справа, снизу, сзади не находятся в проекционной связи с главным видом, отделены от него другими изображениями или расположены не на одном с ним листе, тогда эти виды должны быть отмечены на чертеже надписью по типу Б (рис. 2), а направление взгляда указано стрелкой, обозначенной той же прописной буквой, что и вид).

Соотношение размеров стрелки, указывающей направление взгляда, приведено на рис. 3, а.

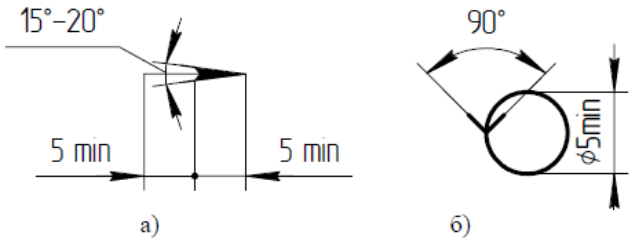


Рисунок 3

Если дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (рис. 4).

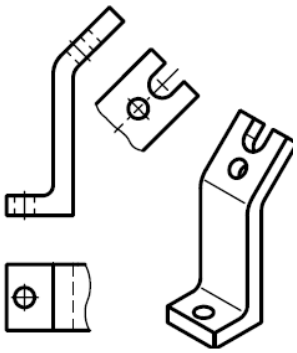


Рисунок 4 – Дополнительный вид

МЕСТНЫЙ ВИД - изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета на одной из основных плоскостей проекций. Местный вид можно располагать на любом свободном месте чертежа, отмечая надписью типа "А", а у связанного с ним изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением. Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере, или не ограничен (рис. 5).

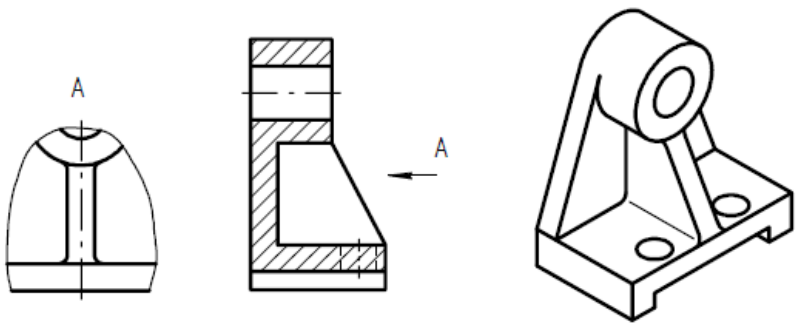


Рисунок 5 –Местный вид

Если изображение однозначно, то допускается вместо целого видавычерчивать только его часть (рис. 6). В этом случае проекционная связьместного вида с основным изображением осуществляется с помощью оси.

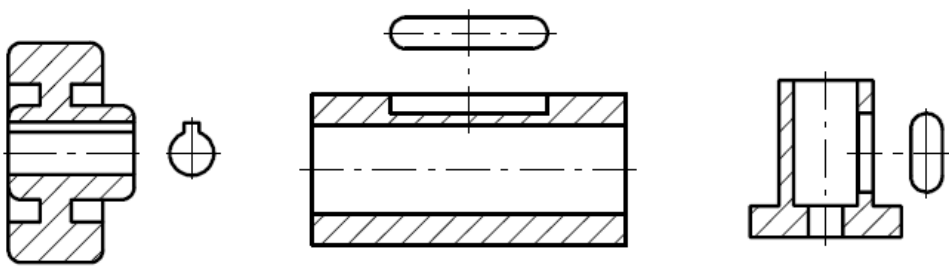


Рисунок 6 –Местный вид

Разрезы

Для выявления на чертеже внутреннего устройства предмета применяют разрезы.

Разрез – это изображение предмета, мысленно рассеченного однойили несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предметаотносится только к данному разрезу и не влечет за собой изменение другихизображений того же предмета. На разрезе показывается то, что находитсяв секущей плоскости и что расположено за ней.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы делятся:

- на простые – при одной секущей плоскости (профильный, фронтальный, горизонтальный, наклонный, местный);

- сложные – при нескольких секущих плоскостях (ломанные, ступенчатые).

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций простые разрезы делятся:

- на горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций.

- вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций; вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильным, если секущая плоскость параллельнапрофильной плоскости проекций;

- наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальнойплоскостью проекций угол, отличный от прямого;

- продольные – секущая плоскость направлена вдоль длины или высоты предмета;

- поперечные – секущая плоскость перпендикулярна длине или высоте предмета.

Сложные разрезы делятся:

- на ступенчатые – если секущие плоскости параллельны между собой;

- ломаные – если секущие плоскости пересекаются.

При построении ступенчатого разреза секущие плоскости совмещаются в одну плоскость, как если бы разрез был выполнен одной секущей плоскостью (рис. 7).

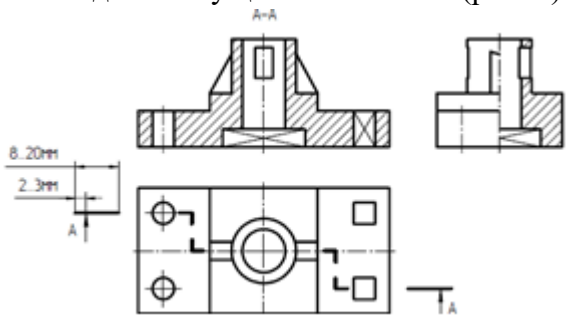


Рисунок 7 – Ступенчатый разрез

При построении ломаного разреза секущие плоскости условно поворачиваются до совмещения в одну плоскость, параллельную какой-либо изосновных плоскостей проекций (рис. 8).

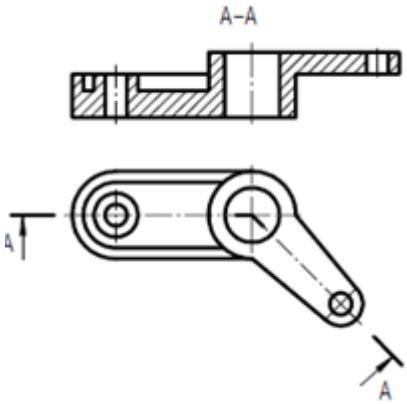


Рисунок 8 – Ломанный разрез

Элементы предмета, расположенные за секущей плоскостью, вычерчиваются так, как они проецируются на соответствующую плоскость, докоторой производилось совмещение.

Положение секущей плоскости указывают на чертежах линией сечения.

Для линии сечения применяют разомкнутую линию в виде отдельных утолщенных штрихов со стрелками и буквами.

Для выяснения устройства предмета в отдельном, узко ограниченномместе делают местный разрез. Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией, которая не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения (рис. 9).

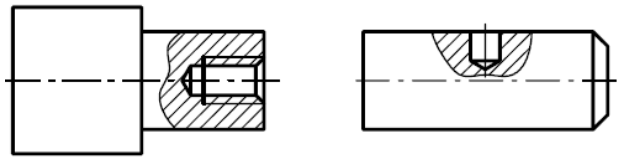


Рисунок 9 – Местный разрез

В ГОСТ 2.305-2008 предусмотрены следующие требования к обозначению разреза:

1. Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения.

2. Для линии сечения должна применяться разомкнутая линия (толщина от S до 1,5S длина линии 8-20 мм).

3. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой.

4. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда, стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от внешнего конца штриха.

5. Размеры стрелок должны соответствовать приведенным на рисунке 3.

6. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения.

7. У начала и конца линии сечения, а при необходимости и у мест пересечения секущих плоскостей ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда, и в местах пересечения со стороны внешнего угла.

8. Разрез должен быть отмечен надписью по типу «А-А» (всегда двумя буквами через тире).

9. Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими – либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости, и разрез надписью не сопровождают.

10. Фронтальным и профильным разрезам, как правило, придают положение, соответствующее принятому для данного предмета на главном изображении чертежа.

11. Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов.

12. Допускается располагать разрез на любом месте поля чертежа, а также с поворотом с добавлением условного графического обозначения - значка «Повернуто».

Сечения

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (рис. 10).

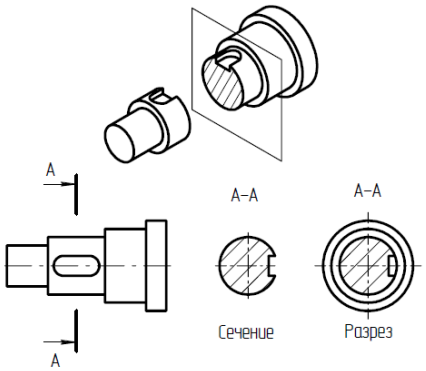


Рисунок 10 – Пример сечения и разреза

В сечении показывается только то, что находится непосредственно всекущей плоскости.

Сечения, не входящие в разрез, называют вынесенными или наложенными (рис. 11).

Контур вынесенного сечения изображают сплошными основнымилиниями, а наложенное сечение – сплошными тонкими линиями.

Линии сечений и стрелки не наносят в том случае, если фигуры вынесенного и наложенного сечений симметричны.

Во всех остальных случаях проводят линии сечений в виде разомкнутой линии с указанием стрелками направления взгляда и обозначают ееодинаковыми прописными буквами русского алфавита или цифрами.Сечение сопровождают надписью по типу А – А (см. рис. 11).

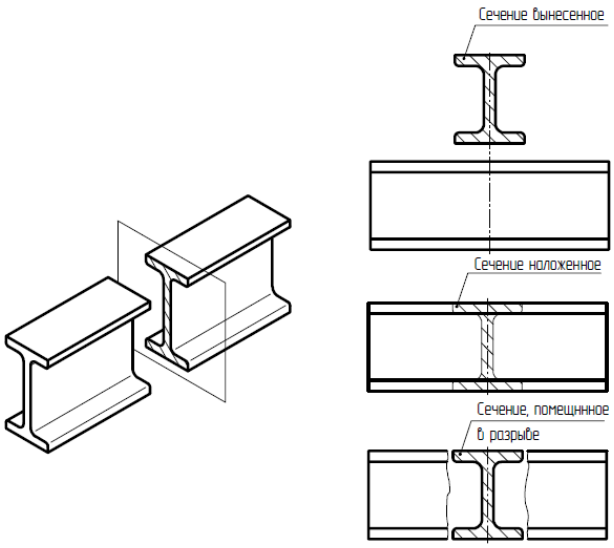


Рисунок 11 – Сечение

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

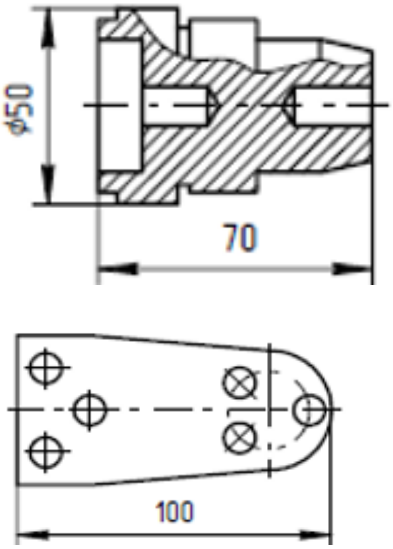
Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линию сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение.

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве или наложенных, линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

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

Задание

Построить все необходимые виды и разрезы



Практическое занятие 12
«Проецирование точки»

Проецирование будем вести на три взаимно перпендикулярные плоскости (рис. 1):

П1 – горизонтальная плоскость проекций;

П2 – фронтальная плоскость проекций;

П3 – профильная плоскость проекций.

Линии пересечения этих плоскостей называют осями проекций (координатными):

ОХ – ось абсцисс;

ОУ – ось ординат;

OZ – ось аппликат

и рассматривают как систему прямоугольных декартовых координат с центром О.

Положение точки в пространстве определяется тремя координатами: А (X, Y, Z).

Для получения прямоугольных проекций точки А необходимо изэтой точки опустить перпендикуляры на плоскости проекций. Основанияперпендикуляров и будут являться проекциями данной точки:

А1 – горизонтальная проекция точки;

А2 – фронтальная проекция точки;

А3 – профильная проекция точки.

Для получения более удобного чертежа необходимо совместитьплоскости проекций П1 и П3 вместе с изображением на них данной точки Ас плоскостью проекций П2 поворотом их вокруг осей ОХ и OZ в направлении, указанном стрелкой (рис. 1). Такой совмещенный чертеж называетсяэпюром (от франц. epurer – очищенный) (рис. 2).

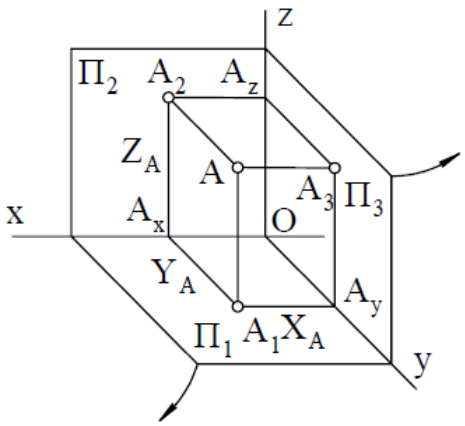


Рисунок 1 – Проекции точки

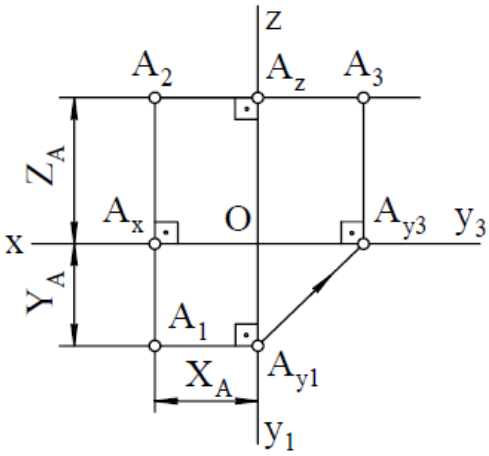


Рисунок 2 – Проекции точки

Из чертежа видно, что горизонтальная и фронтальная проекции точки лежат на одном перпендикуляре к оси ОХ, а фронтальная и профильнаяпроекции – на одном перпендикуляре к оси OZ.

Прямая, которая соединяет на чертеже две проекции одной и той жеточки, называется линией связи.

А2А1 – всегда перпендикулярна оси ОХ;

А2А3 – всегда перпендикулярна оси OZ.

Расстояния от заданной точки А до плоскостей проекций определяются ее координатами:

$|AA3|$ – абсцисса точки А (X);

$|AA2|$ – ордината точки А (Y);

$|AA1|$ – аппликата точки А (Z).

Каждая проекция точки определяется двумя координатами: А1 (Х,У); А2 (Х, Z); А3 (У, Z), а две любые проекции определяются тремя координатами, следовательно, для задания точки достаточно двух проекций.

Если все три координаты точки отличны от нуля, точка находится в пространстве (см. рис. 6 и рис. 7).

Если одна из координат равна нулю, точка находится в плоскостипроекций, например, точка В лежит в плоскости П1, поэтому координата Z = 0 (рис. 3).

Если точка лежит на оси , то нулю равны две ее координаты (точка С лежит на оси OZ, см. рис. 4). Координаты Х и У равны 0.Если все три координаты равны нулю, точка совпадает с началом координат.

По двум известным проекциям всегда можно построить третью (рис. 4).

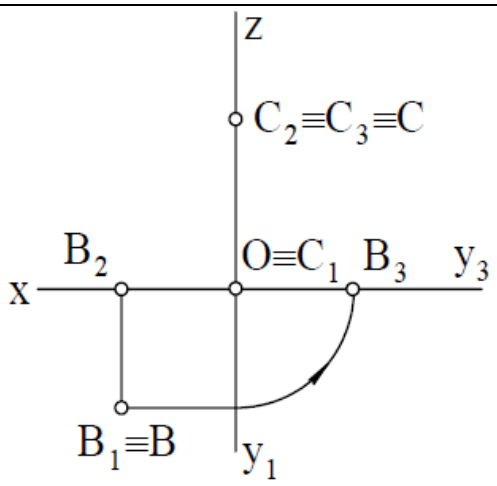


Рисунок 3 – Проекции точки

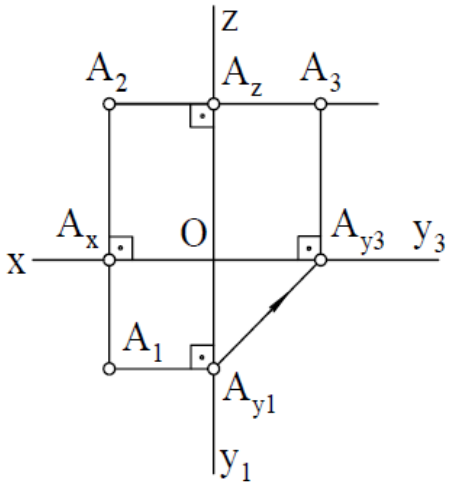


Рисунок 4 – Проекции точки

Задание:

1. Построить проекции точек с координатами:

(5; 8; 3);	(-5; 8; 3);	(-5; -8; 3)
(-5; 8; -3);	(-5; -8; -3);	(5; -8; 3)
(5; -8; -3);	(5; 8; -3).	

Практическое занятие 13
«Аксонометрические проекции»

Сведения из теории

Аксонометрическая проекция – способ изображения геометрических предметов на чертеже при помощи параллельных проекций.

Предмет с системой координат, к которой он отнесён, проецируют на произвольную плоскость (картинная плоскость аксонометрической проекции) таким образом, чтобы эта плоскость не совпадала с его координатной плоскостью. В этом случае получаются две взаимосвязанные проекции одной фигуры на одну плоскость, что позволяет восстановить положение в пространстве, получив наглядное изображение предмета. Так как картинная плоскость не параллельна ни одной из координатных осей, то имеются искажения отрезков по длине параллельных координатным осям. Это искажение может быть:

- равным по всем трём осям — изометрическая проекция,

-одинаковыми по двум осям — диметрическая проекция

- искажениями разными по всем трём осям — триметрическая проекция.

Изометрическая проекция (др.-греч. ἴσος «равный» + μετρέω «измеряю») — это разновидность аксонометрической проекции, при которой в отображении трёхмерного объекта на плоскость коэффициент искажения (отношение длины спроецированного на плоскость отрезка, параллельного координатной оси, к действительной длине отрезка) по всем трём осям один и тот же. Слово «изометрическая» в названии проекции пришло из греческого языка и означает «равный размер», отражая тот факт, что в этой проекции масштабы по всем осям равны. В других видах проекций это не так.

Изометрическая проекция используется в машиностроительном черчении и САПР для построения наглядного изображения детали на чертеже, а также в компьютерных играх для трёхмерных объектов и панорам.

Необходимо отметить, что параллельные проекции, разновидностью которых являются аксонометрические и, в том числе, изометрические проекции, делятся также на ортогональные (перпендикулярные), с направлением проекции перпендикулярным к плоскости проекции, и косоугольные, с углом между направлением и плоскостью, отличным от прямого. По советским стандартам (см. ниже) аксонометрические проекции могут быть и ортогональными, и косоугольными. В результате, по западным стандартам изометрическая проекция определяется более узко и, помимо равенства масштабов по осям, включает условие равенства 120° углов между проекциями любой пары осей. Во избежание путаницы далее, если не указано иное, под изометрической проекцией будет подразумеваться только прямоугольная изометрическая проекция.

Прямоугольная (ортогональная) изометрическая проекция

В прямоугольной изометрической проекции аксонометрические оси образуют между собой углы в 120°, ось Z' направлена вертикально. Коэффициенты искажения (k_x,k_y,k_z) имеют числовое значение 0,82. Как правило, для упрощения построений изометрическую проекцию выполняют без искажений по осям, то есть коэффициент искажения принимают равным 1, в этом случае получают увеличение линейных размеров в 1,22 раза.

Косоугольная фронтальная изометрическая проекция

Ось Z' направлена вертикально, угол между осью X' и Z' равен 90°, ось Y' с углом наклона 135° (допускается 120° и 150°) от оси Z'.

Фронтальная изометрическая проекция выполняется по осям X', Y' и Z' без искажения.

Кривые, параллельные фронтальной плоскости, проецируются без искажений.

Косоугольная горизонтальная изометрическая проекция

Ось Z' направлена вертикально, между осью Z' и осью Y' угол наклона равен 120° (допускается 135° и 150°), при этом сохраняется угол между осями X' и Y' равным 90°.

Горизонтальную изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям X', Y' и Z'.

Кривые, параллельные горизонтальной плоскости проецируются без искажений.

Стоит отметить, что, поскольку ортогональный трёхгранник невозможно повернуть так, чтобы два его ребра были бы видны взаимно-перпендикулярными, и третье ребро при этом не проецировалась бы в точку, все проекции, в которых видны все три оси, но угол на чертеже между к-н двумя – прямой (здесь это вторая и третья из приведённых), строго говоря, показывают «то, чего не бывает».

Прямоугольная диметрическая проекция

Ось Z' расположена вертикально, а оси X' и Y' образуют с горизонтальной линией углы 7°10' и 41°25'.

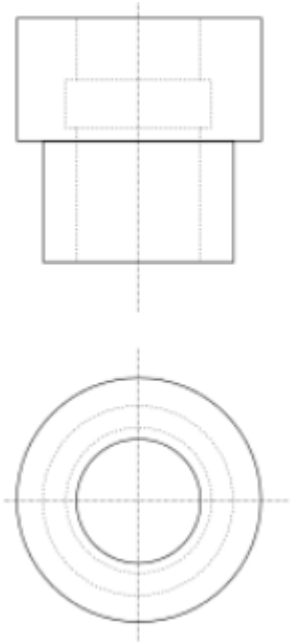
Коэффициент искажения по оси Y' равен 0,47, а по осям X' и Z' 0,94. На практике используют приведённые коэффициенты искажения ($k_x = k_z=1$, $k_y =0,5$). В этом случае изображение получается увеличенным в 1,06.

Приближённо аксонометрические оси стандартной диметрической проекции можно построить, если принять tg 7°10'=1/8, а tg 41°25'=7/8.

Триметрическая проекция — это аксонометрическая проекция, у которой коэффициенты искажения по всем трём осям не равны между собой.

Задание

На основе ортогональных проекций детали «Втулка» построить прямоугольную изометрическую проекцию детали.



Практическое занятие 14
«Построение аксонометрических разрезов»

Сведения из теории

На аксонометрическом изображении так же, как и на изображениях чертежа, применяют разрезы, с помощью которых показывают внутреннее устройство формы: плоскости, отверстия, углубления и т. п.

Секущие плоскости, как правило, выбирают так, чтобы они совпадали с плоскостью симметрии детали (рис. 1, а) или отдельного ее элемента (рис. 1, б).

На рисунке 1 показаны разрезы на аксонометрических проекциях, полученные с помощью фронтальной и профильной секущих плоскостей (рис. 1, а), фронтальной и горизонтальной плоскостей (рис. 1, б).

Если секущая плоскость проходит вдоль тонкой стенки (ребра жесткости) детали, то на аксонометрическом изображении ее сечение заштриховывают (рис. 1).

Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны 'которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 2).

Существует несколько способов построения разрезов в аксонометрических проекциях.

Первый из способов построения разрезов в аксонометрии заключается в том, что вначале по чертежу выполняют аксонометрическую проекцию детали (рис. 3, а). Затем наносят контуры сечений, образуемые каждой секущей плоскостью. После этого изображение передней части детали, находящейся между секущими плоскостями, удаляют и обводят оставшуюся часть изображения. Наносят штриховку.

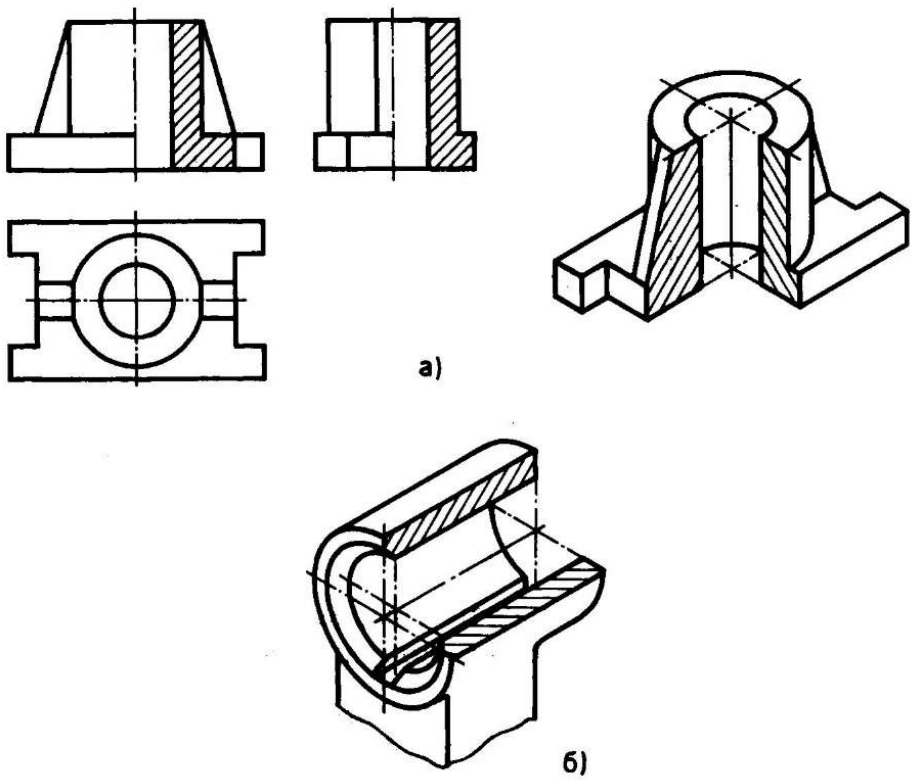


Рисунок 1 – Чертеж детали и ее аксономерическое изображение с вырезом
(Секущая плоскость может совпадать с плоскостью симметрии всей детали (а) или ее элемента (б).)

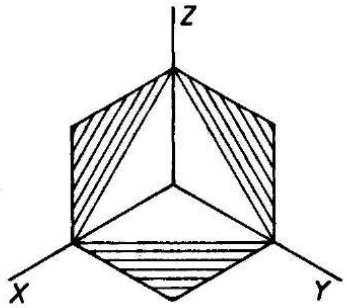


Рисунок 2 – Нанесение штриховки в изометрической проекции

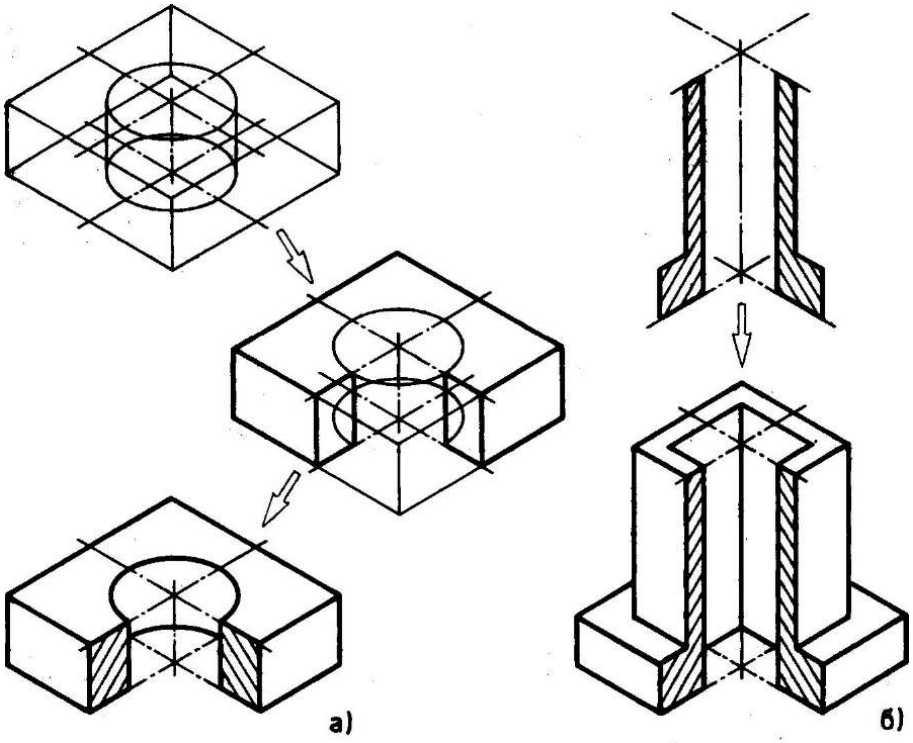
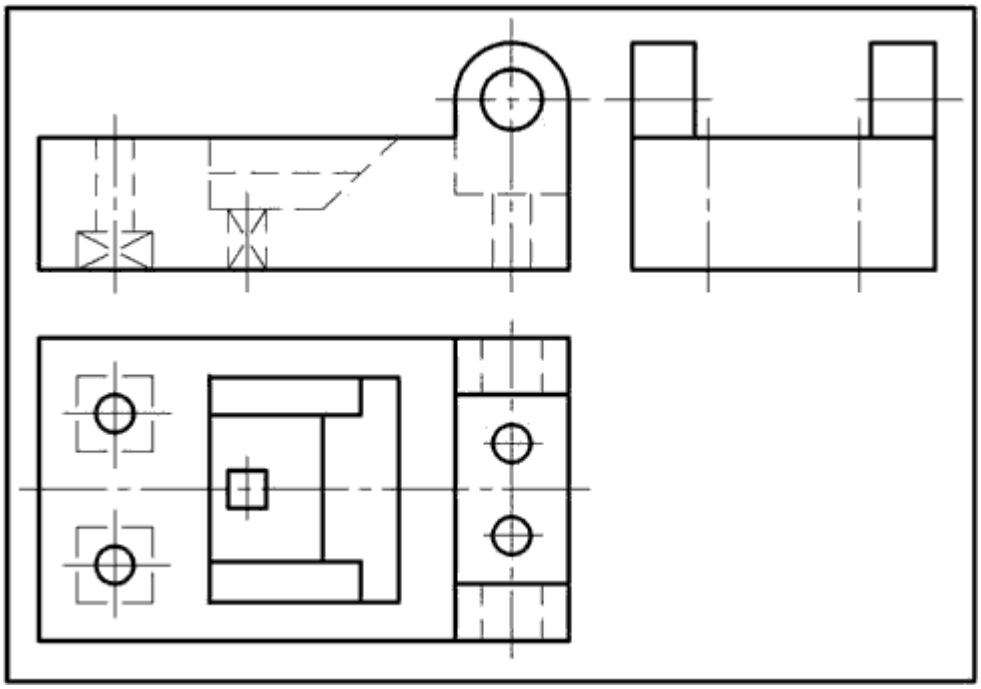


Рисунок 3 – Построение разреза в аксонометрии

Второй способ построения разрезов в аксонометрии заключается в том, что сначала строят аксонометрическую проекцию фигуры сечений по размерам, взятым с чертежа, затем достраивают аксонометрическое изображение (оставшуюся часть детали) (рис. 3, б).

Задание:

Построить изометрическую проекцию предмета изображённого в задании разрезы ступенчатые. Изобразить две отдельные части предмета рассечённого несколькими секущими плоскостями.



Методика оформления и последовательность выполнения чертежа изометрической проекции детали:

1. Построить изображение аксонометрических осей и габаритный параллелепипед.
2. Изобразить две составные части предмета с изображением овалов.
3. Выполнить штриховку и обвести основные линии.
4. Изобразить схему осей изометрической проекции.
5. Заполнить основную надпись.

Практическое занятие 15
«Проецирование линии»

Сведения из теории

Ортогональные проекции прямой линии

Положение прямой линии в пространстве определяется двумя точками или точкой и направлением. Поэтому на эпюре прямую можно задать проекциями ее отрезка, проекциями некоторой произвольнойчасти прямой, не указывая концевых точек этой части , или указывая одну точку этой прямой .

Для того чтобы спроецировать прямую линию на плоскость проекций достаточнопостроить проекции двух точек этой прямой (рис. 1).

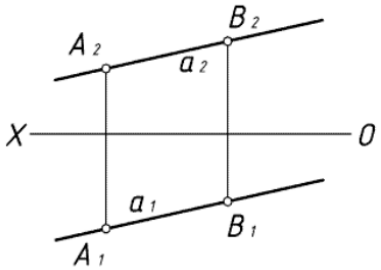


Рисунок 1 – Проецирование прямой

Если точка принадлежит прямой, то проекции точки принадлежат проекциям прямой (рис.2). Если же хотя бы одна проекция точки не принадлежит соответствующейпроекции прямой, то данная точка не принадлежит прямой. На рисунке 2 точка М непринадлежит отрезку АВ, т.к. ее фронтальная проекция М2 не принадлежит фронтальной проекции отрезка А2В2.

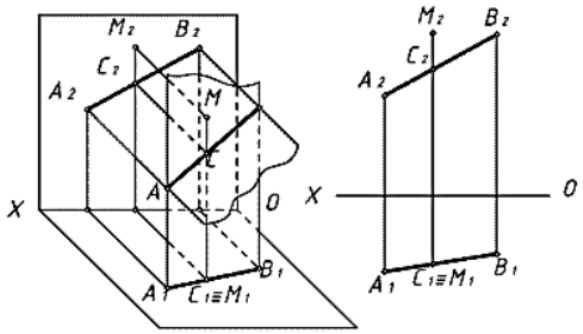


Рисунок 2

Прямые общего и частного положения

В зависимости от положения прямых по отношению к плоскостям проекций самипрямые делятся на прямые общего и частного положения.

Прямые общего положения. Прямые, располагающиеся в пространстве произвольно по отношению к плоскостямпроекций, называются прямыми общего положения. Прямые общего положенияподразделяются на восходящие, которые по мере удаления от наблюдателя направленывверх, и нисходящие, которые по мере удаления от наблюдателя направлены вниз.

Проекции восходящей прямой на чертеже направлены в одну сторону(ориентированы одинаково). Проекции нисходящей прямой на чертеже направлены вразные стороны (ориентированы по-разному).

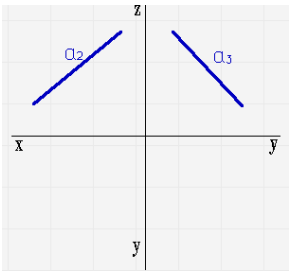
Прямые частного положения

Прямые, занимающие определенное положение в пространстве по отношению кплоскостям проекций, называются прямыми частного положения.

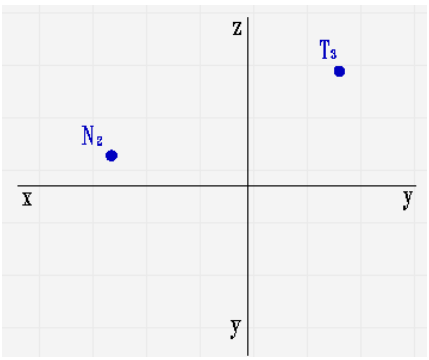
Они делятся на прямыепараллельные одной из плоскости проекций – линии уровня и перпендикулярные однойиз плоскостей проекций – проецирующие. В таблицах 2 и 3 даны названия, наглядныеизображения и характерные признаки проекций прямых частного положения.

Задание:

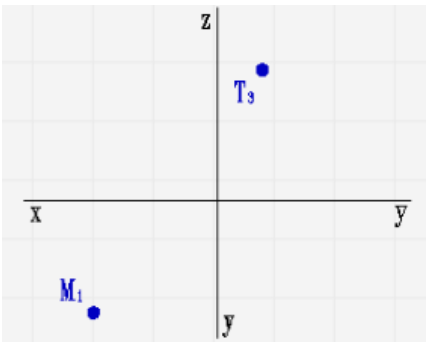
1.По заданным фронтальной a2 и профильной a3 проекциям прямой построить горизонтальную проекцию a1 , прямой a.



2. По фронтальному N2 и профильному T3 следам прямой a построить её проекции. Определить через какие октанты она проходит.



3. По горизонтальному M1 и профильному T3 следам прямой*a* построить её проекции. Определить через какие октанты она проходит.



4. Через точку А (25, 15, 40) провести горизонталь под углом к фронтальной плоскости проекций a=30o, через точку В (5, 30, 10) провести фронталь под углом к горизонтальной плоскости проекций b=10^{o}.

Практическое занятие 16
«Изображение плоскости на чертеже»

Сведения из теории

Положение плоскости в пространстве однозначно определяют (рис. 1):

а) три точки, не лежащие на одной прямой;

б) прямая и точка вне ее;

в) две параллельные прямые;

г) две пересекающиеся прямые;

д) любая плоская фигура

е) след – линия пересечения плоскости с плоскостью проекций (рис. 1)

Для построения эпюра плоскости общего положения используется понятие определителя плоскости. Определителем называется совокупность условий, необходимых и достаточных для определения геометрической фигуры в пространстве.

Каждый из перечисленных способов задания плоскости (кроме случая е) можно свести к любому из остальных. Например, задание плоскости тремя точками равносильно заданию той же плоскости двумя пересекающимися прямыми или двумя параллельными прямыми или любой плоской фигурой и т.д. Во многих случаях при решении задач переходы от одного способа задания к другому упрощает графические построения.

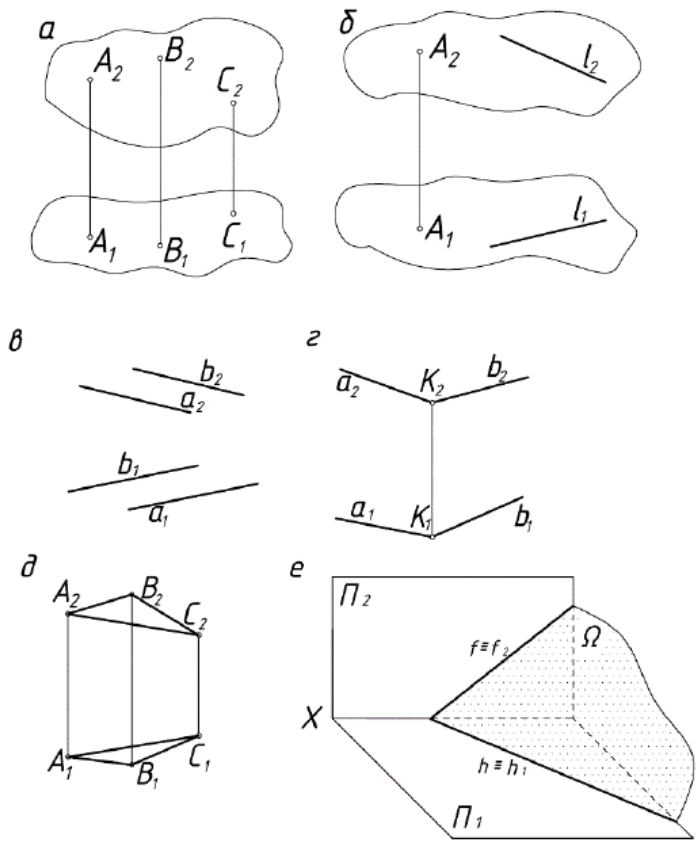


Рисунок 1

Плоскости общего и частного положения

Плоскости в зависимости от положения относительно плоскостей проекций делятся на плоскости общего и частного положения. Плоскости, располагающиеся в пространстве произвольно по отношению к плоскостям проекций, называются плоскостями общего положения.

Они, так же, как и прямые, делятся на восходящие и нисходящие. Все плоскости, представленные на рисунке1, кроме случая е, являются плоскостями общего положения.

Плоскости уровня

Плоскости, параллельные одной из плоскостей проекций называются плоскостями уровня.

а) плоскость, параллельная П1 называется горизонтальной плоскостью уровня. На рис. 2 эта плоскость задана треугольником АВС. Г (Δ АВС).

Любая фигура, расположенная в такой плоскости, на горизонтальную плоскость проекций проецируется в натуральную величину.

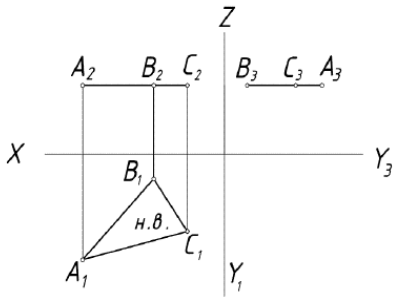


Рисунок 2

б) плоскость, параллельная П2 называется фронтальной плоскостью уровня. На рис. 2 плоскость задана прямой ВС и точкой А, не принадлежащей прямой. Ф (А, ВС).

Любая фигура, расположенная в такой плоскости, проецируется на фронтальную плоскость проекций без искажения.

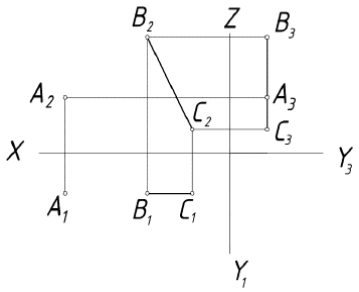


Рисунок 3

в) плоскость, параллельная П3, называется профильной плоскостью уровня. На рис. 4 плоскость задана двумя пересекающимися прямыми АВ и ВС. Ψ (АВ∩ВС)

Любая фигура, расположенная в этой плоскости, проецируется на профильную плоскость проекций в натуральную величину.

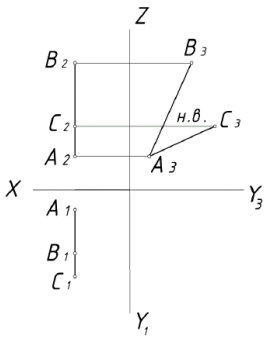


Рисунок 4

Плоскости проецирующие

Плоскости, перпендикулярные одной из плоскостей проекций называются проецирующими.

а) плоскость, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций называется горизонтально-проецирующей (рис. 5). Σ (АВ∩ВС).

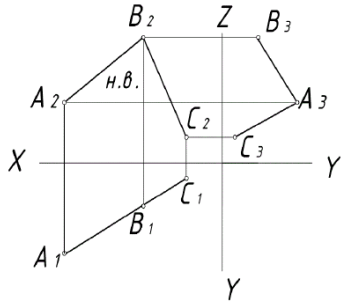


Рисунок 5

б) плоскость, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций называется фронтально-проецирующей (рис.6). Плоскость задана следами.

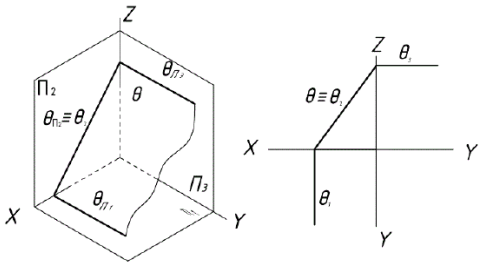


Рисунок 6

в) плоскость, перпендикулярная профильной плоскости проекций называется профильно-проецирующей (рис. 7). Ψ (Δ АВС).

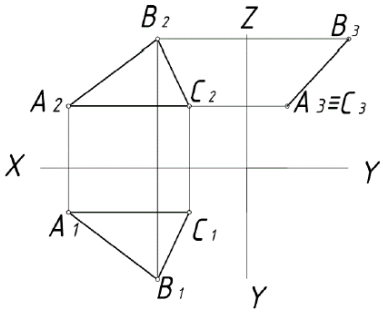
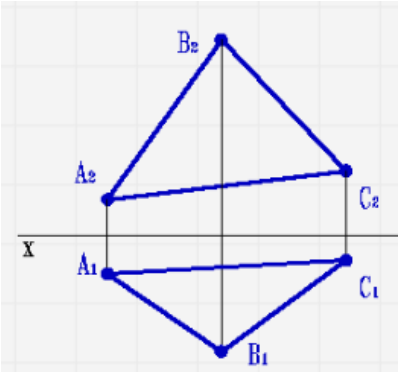


Рисунок 7

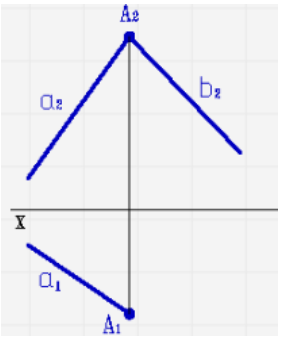
Задание

1. По координатам трех точек А(45,30,10), В(30,10,45) и С(5,25,5) построить проекции плоскости и её следы.

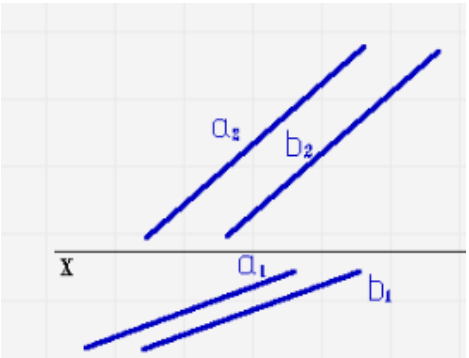
2. В плоскости треугольника АВС провести горизонталь, фронталь и линию наибольшего ската.



3.Построить недостающую проекцию плоскости заданной двумя пересекающимися прямыми a и b, если известно, что она является профильно проецирующей плоскостью.



4. Построить следы плоскости заданной двумя параллельными прямыми.



Список литературы:

1. Чекмарев, А.А. Инженерная графика: Учебник для вузов / А. А. Чекмарев – М.: Высшая школа, 2014.
2. Гордон, В. О. Сборник задач по курсу начертательной геометрии / В. О. Гордон, Ю. Б. Иванов, Т. Е. Солнцева. - М.: Высшая школа, 2009.
3. Болтухин, А. К. Инженерная графика. Конструкторская информатика в машиностроении: Учебник для вузов / А. К. Болтухин, С. А. Васин, Г. П. Вяткин, А. В. Пуш. М.: Машиностроение, 2010. – 555с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/800#book_name
4. Талалай П. Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний / П. Г. Талалай. СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 256с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/615#book_name.
5. ГОСТ 2.001-93 ЕСКД. Общие положения.
6. ГОСТ 2.101-68 ЕСКД. Виды изделий.
7. ГОСТ 2.102-68 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.
8. ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи.
9. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
10. ГОСТ 2.123-93 ЕСКД. Комплектность конструкторской документации на печатные платы при автоматизированном проектировании.
11. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.
12. ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы.
13. ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии.
14. ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные.
15. ГОСТ 2.305-68 ЕСКД. Изображения - виды, разрезы, сечения.
16. ГОСТ 2.306-68 ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах.
17. ГОСТ 2.307-68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
18. ГОСТ 2.308-79 ЕСКД. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.
19. ГОСТ 2.309-73 ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей.
20. ГОСТ 2.310-68 ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки.
21. ГОСТ 2.311-68 ЕСКД. Изображение резьбы.
22. ГОСТ 2.316-68 ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.
23. ГОСТ 2.317-69 ЕСКД. Аксонометрические проекции.
24. ГОСТ 2.318-81 ЕСКД. Правила упрощенного нанесения размеров отверстий.

СЕМЕСТР 2
Практическое занятие №1
«Основные понятия КОМПАС-График. Виды документов»

Машинная графика – совокупность методов и средств дляпреобразования данных в графическую форму и из графической формыпредставления с помощью ЭВМ.

Машинная графика как элемент современного машинногообразования развилась при переходе от промышленной революции кэлектронной. Машинная графика в настоящее время используетсяпрактически во всех научных и инженерных областях деятельностичеловека. Поэтому знание ее основ необходимо любому ученому илиинженеру.

Высокая эффективность применения машинной графики впроектировании обусловлена следующим:

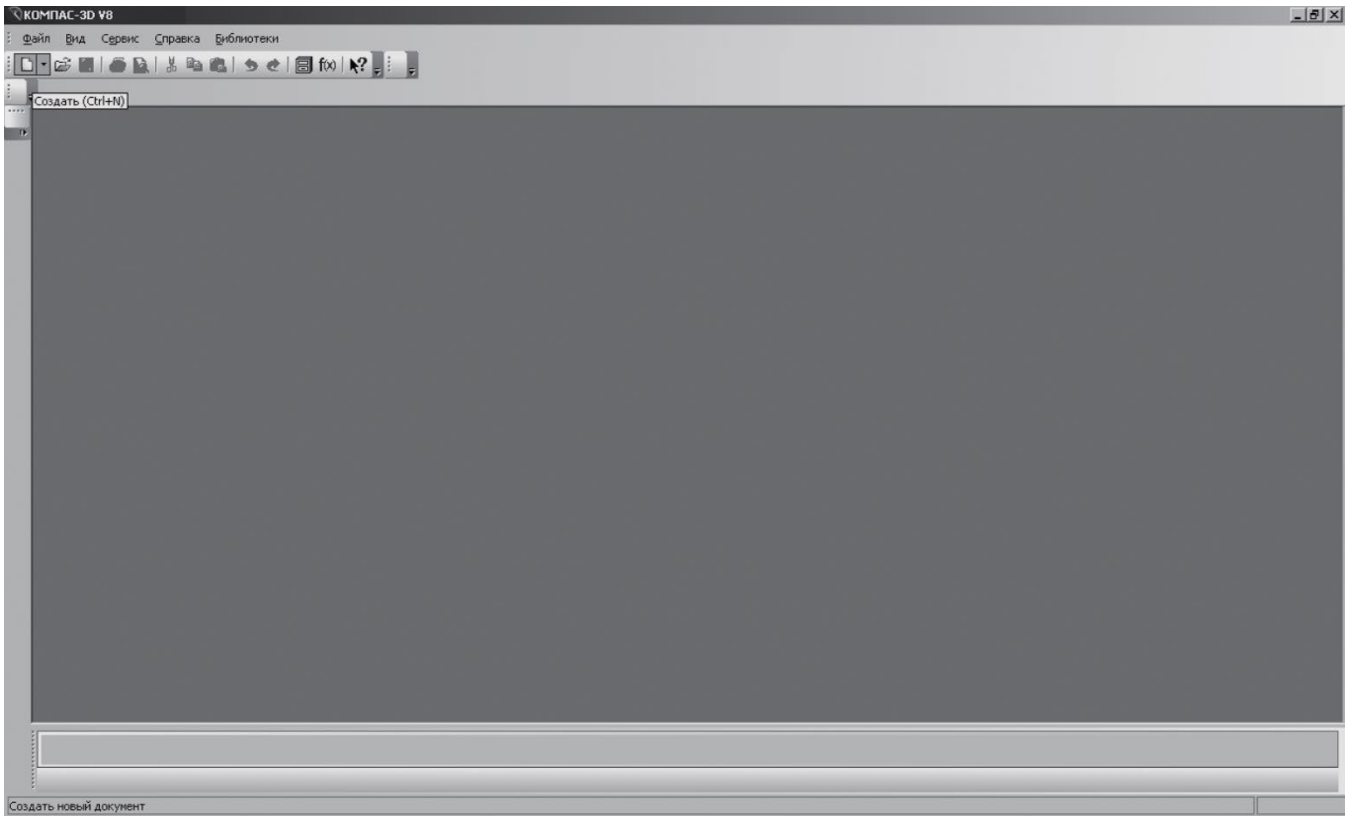
1) освобождением пользователя от выполнения однообразных рутинныхопераций, которые можно формализовать;
2) повышением качества чертежей при существенном сокращенииошибок и неточностей на чертежах;
3) возможностью быстрого перебора множества вариантов;
4) широкими возможностями ввода и вывода графической информации

Система КОМПАС 3*D* служит для выполнения учебных проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности.

Система поддерживает файлы чертежей, фрагментов и деталей,созданные в профессиональной версии системы КОМПАС, что позволяетиспользовать сделанные в нем наработки.

Интерфейс системы

После того как вы запустили программу, перед вами появитсяГ**лавное окно** системы, в котором нет ни одного открытого документа



Чтобы работа в среде КОМПАС-3D была максимально удобной,разработчики предусмотрели возможность настройки интерфейсаиндивидуально для каждого пользователя в зависимости от выполняемых задач.

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

Структура интерфейса системы КОМПАС проста и интуитивнопонятна. Независимо от того, какая версия КОМПАС установленана компьютере, базовые приемы и методы работы одинаковы.

- ✓ Первая строка интерфейса – **Заголовок программногоокна** (указывается название программы, номер версии, имятекущего документа);
- ✓ вторая – **Главное меню системы** (зависит от типа текущегодокумента: вызов команд системы, основные меню);
- ✓ третья – инструментальная панель **Стандартная** (собраныкоманды, которые часто употребляются при работе с системой)

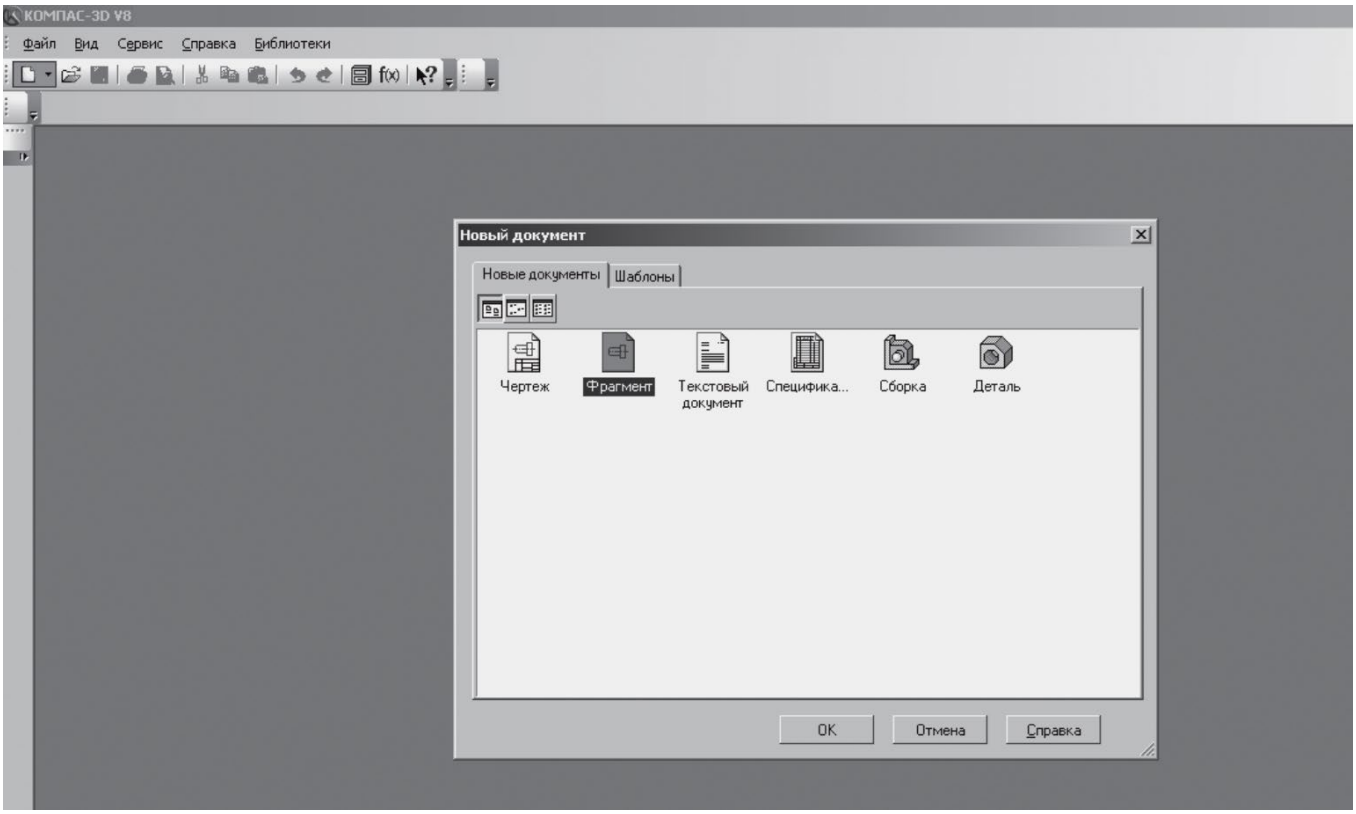
Типы документов

В КОМПАС имеются несколько типов документов: одни относятся к чертежам, другие к трехмерному моделированию, а третьик текстовым. Каждому типу документа соответствует файл с определенным расширением.

Для того чтобы создать новый документ, на инструментальнойпанели **Стандартная** щелкните левой клавишей мыши по кнопке**Создать** 

Даная система позволяет создавать:

1. **чертеж** – изображение с рамкой и штампом (файлы чертежейимеют расширение .cdw);
2. **фрагмент** – вспомогательный документ без рамки и штампа(файл фрагмента имеет расширение .frw);
3. **текстовый документ** – это любой документ, содержащийтекст (файл текстового документа имеет расширение .kdw);
4. **спецификация** – это документ, оформленный в виде таблицыв рамке с основной надписью, который содержит информацию о деталях сборки (файл спецификации имеет расширение .spw);
5. **сборка** – это модель, созданная из различных деталей с применением сборочных операций (файл сборки имеет расширение .a3d);



6. **деталь** – это модель, созданная из однородного материала безприменения сборочных операций (файл детали имеет расширение .m3d).

Практическое занятие №2
«Рисование графических примитивов, ч.1»
Среда черчения

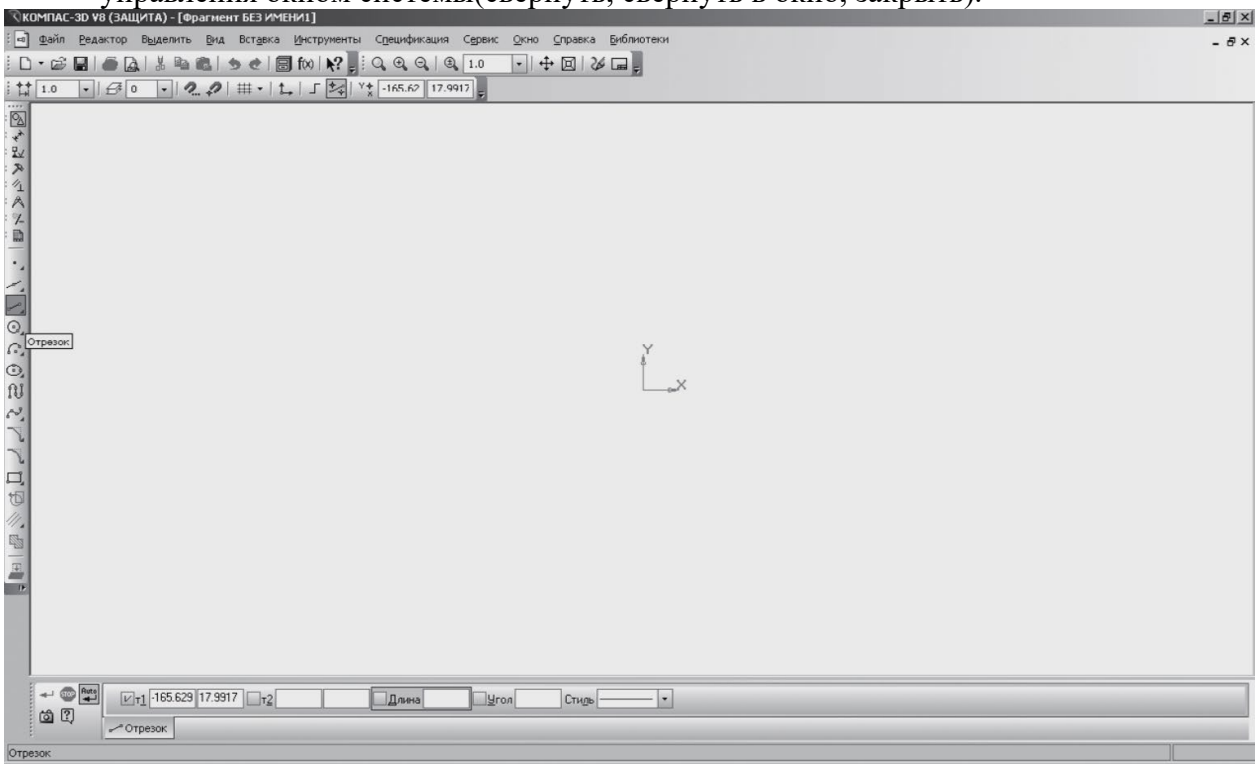
Основные элементы рабочего окнадокумента Фрагмент

Выберите тип документа **Фрагмент** Вспомогательныйтип графического документа. КОМПАС-3D отличается отсутствиемобъектов оформления конструкторского документа (рамки, основной надписи). Он используется для хранения изображений,которые не нужно оформлять как отдельный лист (эскизные прорисовки, разработки т.д.).

С выбором команды на инструментальной **Панели геометрия**(например, отрезок), раскрывается **Панель свойств** Выборосуществляется щелчком левой клавиши мыши по значку. **Ярлычок-подсказка (**появляется при подведении курсора мыши к любой из кнопок).

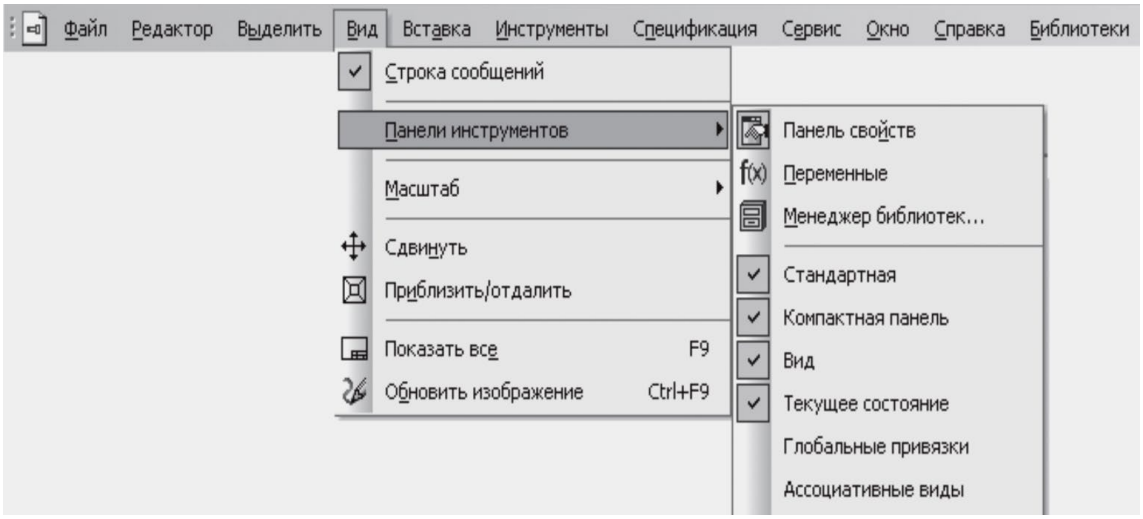
Рассмотрим каждый элемент рабочего окна документа **Фрагмент** подробнее.

1. **Заголовок** содержит название, номер версии системы, имятекущего документа, кнопки управления окном системы(свернуть, свернуть в окно, закрыть).



2. **Главное меню** служит для вызова команд системы. Содержитназвание страниц меню. Состав **Главного меню** зависит оттипа текущего документа. Обратите внимание, команды включения и отключения элементов экрана расположены в меню**Вид**
3. **Инструментальные панели** содержат кнопки вызова командсистемы:

- ✓ **Стандартная** – панель, на которой расположены кнопкивызова команд стандартных операций с файлами и объектами
- ✓ **Вид** – панель, на которой расположены кнопки вызова команд настройки отображения активного документа;
- ✓ **Текущее состояние** – панель, на которой отображаются параметры текущего состояния активного документа



Главное меню

Инструментальная панель Стандартная



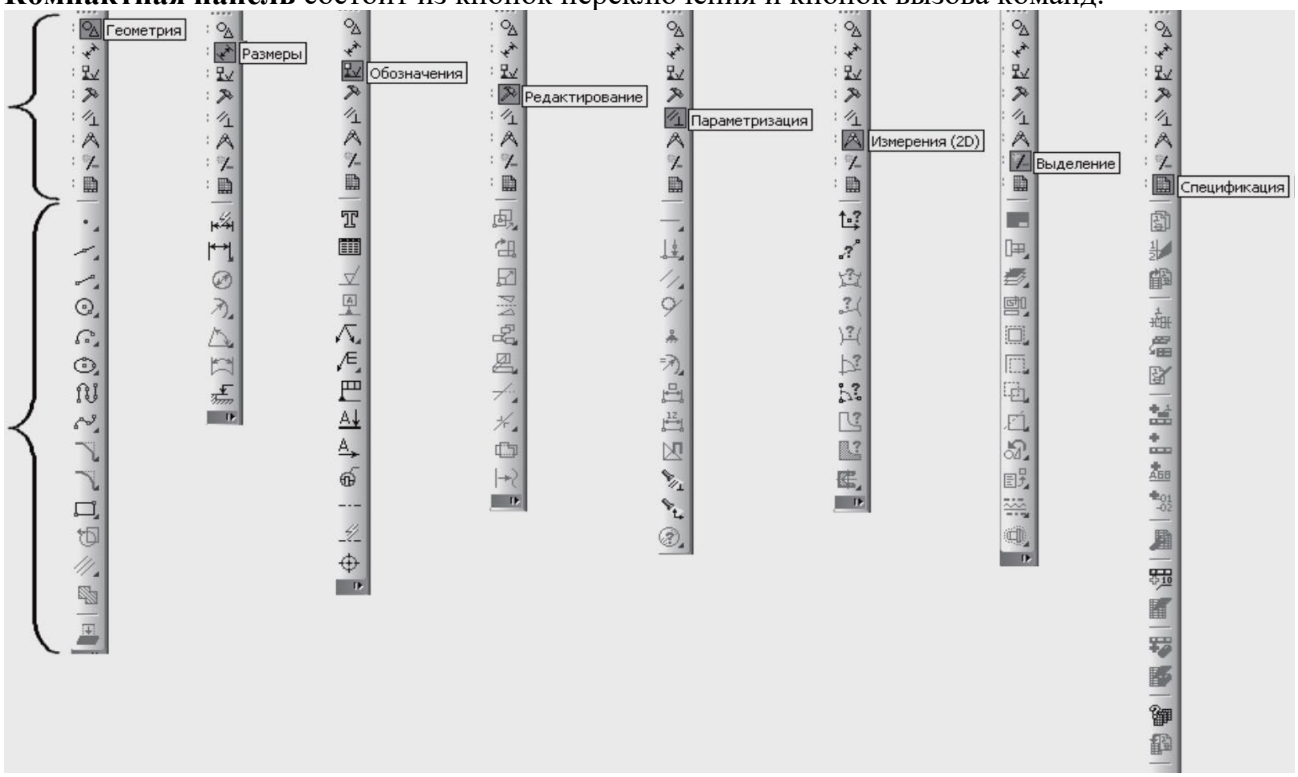
Инструментальная панель Вид



Инструментальная панель Текущее состояние



Компактная панель состоит из кнопок переключения и кнопок вызова команд.



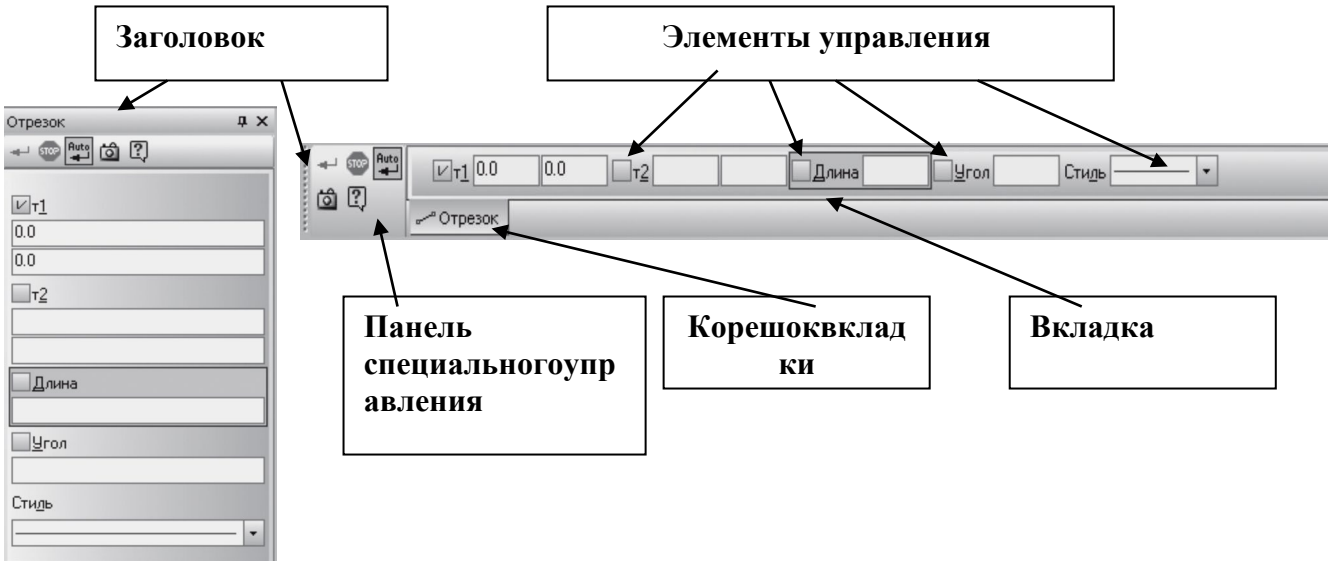
4. **Панель свойств** служит для ввода параметров и заданиясвойств объектов при их создании и редактировании

   В состав панели свойств входят:

- ✓ **Заголовок панели свойств** содержит название активнойкоманды. Когда **Панель свойств** зафиксирована в горизонтальном положении – около верхней или нижней границыокна – роль заголовка выполняет рельефная вертикальнаялиния у левого края Панели;
- ✓ **Кнопкипереключения**

- ✓ **Кнопкивызова команд**
- ✓ **Корешоквкладки**
- ✓ **Панельспециальногоуправления**

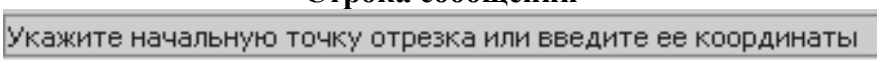
Панель свойств: а – вертикальная, б – горизонтальная



- ✓ на **Панели специального управления** расположены кнопки,с помощью которых выполняются специальные действия;
- ✓ на **вкладках** Панели свойств расположены **элементы управления** процессом выполнения команды;
- ✓ **Корешок вкладки** предназначен для ее активизации (кроме надписи, на нем отображается пиктограмма, символизирующая назначение вкладок).

5. **Строка сообщений** содержит сообщения системы, относящиесяк текущей команде или элементу рабочего окна, на которыйуказывает курсор

Строка сообщений



Практическое занятие №3
«Рисование графических примитивов, ч.2»
Ввод геометрических объектов

Для создания чертежа изделия любой сложности используютсягеометрические примитивы.

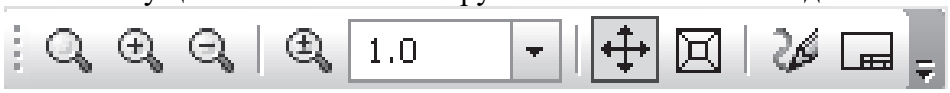
Примитивы – ограниченный набор графических объектов, спомощью которого средствами объявленного набора операций можносконструировать много большее множество других объектов. Элементконструктора, составная часть целого, способная к комбинированию.

К **геометрическим примитивам** относятся: точка, прямая, отрезки, геометрические фигуры, которые вам известны из математики

Все команды построения геометрических примитивов сгруппированы по типам объектов и вызываются кнопками, расположенными на Инструментальной панели **Компактная** кнопки переключения – **Геометрия.**

Рассмотрим их построение:

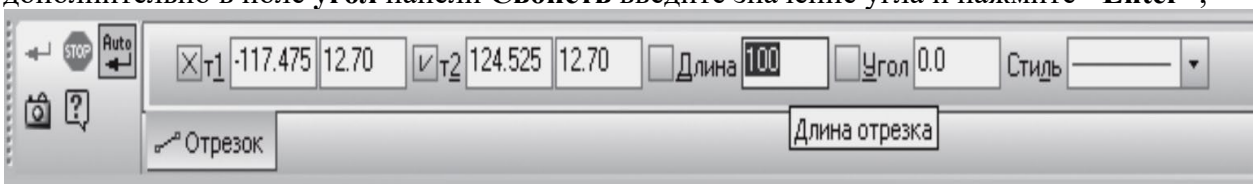
- ✓ запустите программу КОМПАС-3D;
- ✓ откройте документ **Фрагмент**;
- ✓ – инструментальная панель **Геометрия**;
- ✓ текущий масштаб на Инструментальной панели **Вид** М 1:1



***Построение отрезков**:*

Отрезки по направлению могут быть горизонтальными,вертикальными, наклонными

 – отрезок, для построения горизонтального и вертикального отрезка на панели **Текущее состояние** выберите кнопку –**Ортогональное черчение**;

- ✓ укажите курсором первую точку отрезка;
- ✓ два раза щелкнув**левой клавишей мыши (ЛКМ)** в поле**длина** панели **Свойств**, введите значение длины и нажмите**<Enter>**;
- ✓ обратите внимание на панель **Специального** управления, кнопка **Автосоздание** объекта по умолчанию нажата. Пока она находится в этом состоянии, все объекты создаются немедленнопосле ввода параметров, достаточных для построения
- ✓ перемещайте курсор, фантом отрезка строго горизонталенили вертикален, в зависимости от направления, ближе к которому находится курсор;
- ✓ зафиксируйте конечную точку отреза, расположив его горизонтально, щелкнув ЛКМ
- ✓ для построения наклонного отрезка отключите кнопку –**Ортогональное черчение**;
- ✓ дополнительно в поле **угол** панели **Свойств** введите значение угла и нажмите **<Enter>**;
- ✓ 

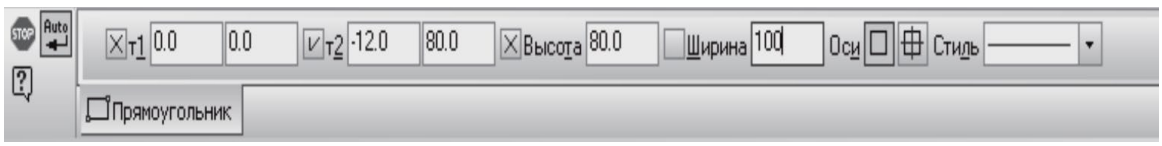
проверьте правильность построения

Пример 1

***Построение прямоугольника**:*

- ✓ откройте документ **Фрагмент**;
- ✓  – прямоугольник
- ✓ укажите первую вершину прямоугольника (начало координат);
- ✓ два раза щелкнув ЛКМ в поле **высота** панели **Свойств**,введите значение высоты и нажмите**<Enter>**
- ✓ два раза щелкнув ЛКМ в поле **ширина** панели **Свойств**,введите значение высоты и нажмите **<Enter>**;

Пример 2

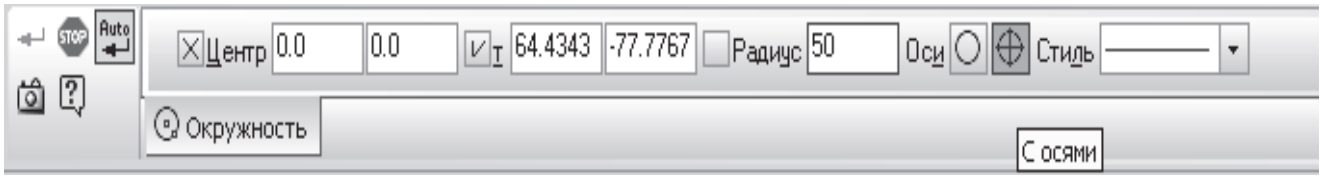


- ✓ если прямоугольник не входит в окно документа на Инструментальной панели **Вид,** вызовите команду–**Сдвинуть.** Курсор изменит свою форму. Перемещайте курсор,удерживая ЛКМ. Достигнув необходимого положения, отпустите кнопку мыши и отключите команду;
- ✓ проверьте правильность построения

Построение окружности:

- ✓ откройте документ **Фрагмент**;
- ✓  – окружность;
- ✓ укажите центр окружности;
- ✓ на панели **Свойств** выберите кнопку **с осями;**два раза щелкнув ЛКМ в поле **радиус** панели **Свойств**, введите значение радиуса и нажмите **<Enter>**;

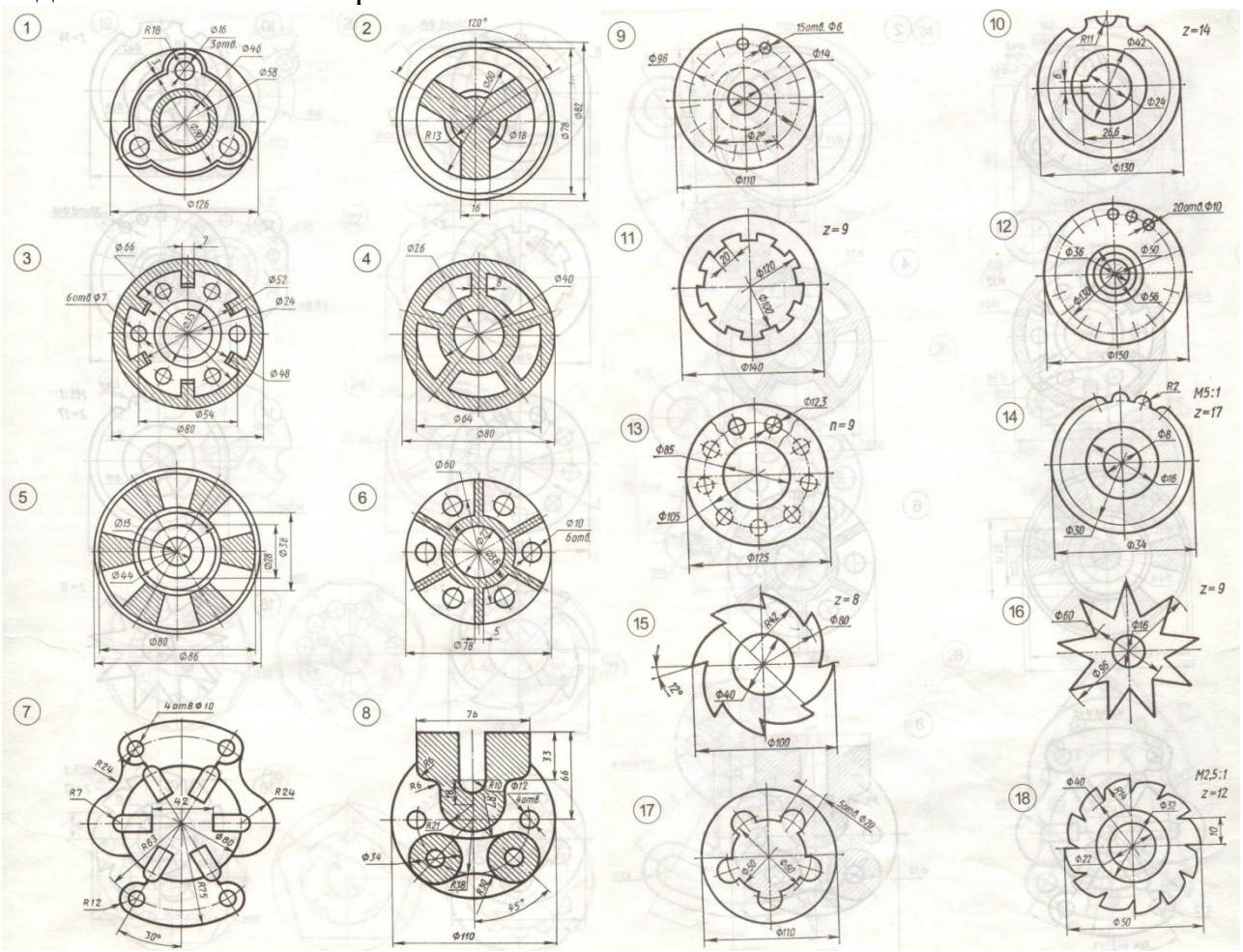
Пример 3



Практическое занятие №4
Графическая работа №1

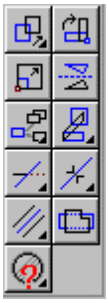
Тема: команды рисования графических примитивов в Компас-График

Задание: выполнить чертеж.



Практическое занятие №5
«Редактирование чертежей»

На ***Инструментальной панели редактирования*** расположены кнопки для вызова команд редактированияизображения (некоторые из этих команд можно также вызвать из меню ***Операции***).



Кнопки сгруппированы по типу действий, которые они вызывают (например, группа кнопок для усеченияобъектов, группа кнопок для копирования объектов и т.д.). На Инструментальной панели редактирования виднатолько одна кнопка из группы. Для того чтобы увидеть остальные кнопки группы и выбрать одну из них, нужнонажать на видимую кнопку группы и не отпускать клавишу мыши. Через секунду рядом с курсором появится панель,содержащая остальные кнопки для вызова команд редактирования (расширенная панель команд). По-прежнему неотпуская клавишу мыши, переместите курсор на кнопку вызова нужной команды. Отпустите клавишу мыши. Приэтом выбранная кнопка появится на ***Инструментальной панели редактирования***, а соответствующая ей командабудет активизирована.

Кнопки, позволяющие вызвать расширенную панель команд, помечены маленьким черным треугольником вправом нижнем углу.Если Вы не видите на экране кнопку, показанную в описании команды, нажмите на видимую кнопку длянужного Вам типа редактирования и выберите искомую кнопку из развернувшейся расширенной панели команд.

Команды и кнопки Инструментальной панели редактирования

Сдвиг

Сдвиг выделенных объектов.

Укажите курсором базовую точку сдвига и ее новое положение. Вы также можете ввести величину сдвигавдоль осей X и Y в соответствующие поля ***Строки параметров объектов***.

Можно задать удаление или сохранение исходных выделенных объектов после выполнения операции. Дляэтого используйте соответствующую команду контекстного меню или кнопку в ***Строке параметров объектов***.

Сдвиг с сохранением исходных объектов эквивалентен копированию.

Сдвиг по углу и расстоянию

Перемещение выделенных объектов, задав параметры вектора сдвига - длину (расстояние сдвига) инаправление (угол сдвига).Введите нужные значения угла и расстояния в полях ***Строки параметров объектов***. Закончив вводпараметров, нажмите кнопку ***Создать объект*** на ***Панели специального управления*** для сдвига выделенных объектов.

Поворот

Поворот выделенных объектов.

После вызова команды необходимо указать центр поворота, базовую точку и новое положение базовой точки.

Масштабирование

Масштабирование выделенных объектов документа.

Задайте в соответствующем поле ввода ***Строки параметров объектов*** нужное значение коэффициентамасштабирования выделенных объектов и зафиксируйте курсор в точке центра масштабирования. Вы можете такжевручную ввести координаты точки центра масштабирования в ***Строке параметров объектов.***

Если среди масштабируемых объектов имеются размеры, Вы можете промасштабировать выносные линииразмеров с коэффициентом масштабирования по оси X. Для этого используйте кнопку-переключатель в ***Строкепараметров объектов***:

Симметрия

Симметричное отображение выделенных объектов документа.

Последовательно укажите первую и вторую точки, через которые проходит ось симметрии. Вы можете явнозадать параметры оси симметрии (угол наклона и координаты точек), введя их в поля ***Строки параметров объектов***.

Для того, чтобы использовать в качестве оси симметрии начерченный ранее отрезок или прямую, нажмитекнопку ***Выбор объекта*** на ***Панели специального управления***, а затем укажите курсором нужный элемент. Можно задать удаление или сохранение исходных выделенных объектов после выполнения операции. Дляэтого используйте соответствующую команду контекстного меню или кнопку в ***Строке параметров объектов***.

Копия

Копирование выделенных объектов документа.Выделенные объекты копируются в свои виды и на свои слои.

Укажите курсором базовую точку копирования и ее новое положение. Вы также можете ввести величинусдвига копии вдоль осей X и Y в соответствующие поля ***Строки параметров объектов***.

После фиксации нового положения базовой точки система копирует выделенные элементы и ожидаетуказания следующего места для копирования.

Копия по кривой

Копирование выделенных объектов с размещением их вдоль указанной кривой.Команда будет недоступна, если ни один элемент не выделен либо если есть выделенные целиком видычертежа.

Выделенные объекты копируются в свои виды и на свои слои.В полях ***Строки параметров объектов*** введите данные о копировании - количество копий, шаг копирования,масштаб и угол поворота копий.Задайте базовую точку для копирования, а затем укажите базовую точку на той кривой, по которойнеобходимо выполнить копирование. Вы можете также явно задать значения координат этих точек в ***Строкепараметров***. После указания точки на кривой создается заданное количество копий выделенных элементов.

В ***Строке параметров*** находится несколько кнопок, с помощью которых можно управлять процессомкопирования.Кнопка ***Шаг*** определяет, каким образом интерпретировать значение шага, заданное в ***Строке параметров***.По умолчанию шаг - это расстояние между базовыми точками двух соседних копий. При переключении кнопки шагвоспринимается как расстояние между базовыми точками первой и последней копий, то есть он задает интервал, вкотором должны равномерно разместиться все копии.Внешний вид кнопки при переключении меняется.

Если Вы хотите, чтобы копии объектов располагались по нормали к кривой, вдоль которой выполняетсякопирование, нажмите кнопку ***Нормаль***. Для отказа от поворота объектов до нормали еще раз нажмите кнопку.Внешний вид кнопки при переключении меняется.Кнопка ***Направление*** позволяет установить, в какую сторону от базовой точки на кривой нужно копироватьобъекты.

Копия по окружности

Копирование выделенных объектов, с размещением их по окружности с указанным центром и радиусом.Эта команда является упрощенным вариантом команды ***Копия по концентрической сетке***.Выделенные объекты копируются в свои виды и на свои слои.В полях ***Строки параметров объектов*** введите параметры копирования – количество копий и угловой шагмежду ними.В количестве копий учитывается и исходный экземпляр копируемых объектов. Иначе говоря, в поле***Количество*** следует вводить то количество экземпляров, которые должны быть расположены по окружности послевыполнения команды.Если указанное количество копий требуется разместить равномерно вдоль окружности, то значение угловогошага можно не вводить.Задайте центр окружности, по которой должно быть произведено копирование, указав его курсором. Выможете также явно задать значения координат центра окружности в Строке параметров. После указания центраокружности на экране появляется фантом заданного количества копий выделенных элементов.В ***Строке параметров*** находится несколько кнопок, с помощью которых можно управлять процессомкопирования.Кнопка ***Равномерно по окружности*** определяет, каким образом – вдоль полной окружности или с заданнымшагом - размещать копии по окружности.По умолчанию копии размещаются по окружности с заданным угловым шагом. При переключении кнопкикопии размещаются равномерно вдоль всей окружности; при этом шаг определяется системой автоматически какчастное от деления 360 градусов на количество копий.Внешний вид

кнопки при переключении меняется.Кнопка ***Направление*** позволяет установить, в какую сторону от исходных экземпляров нужно копировать
объекты (положительное направление, отрицательное направление).

Копия по концентрической сетке

Копирование выделенных объектов, с размещением их по концентрической сетке с заданными параметрами.Выделенные объекты копируются в свои виды и на свои слои.В полях ***Строки параметров объектов*** введите данные о копировании - масштаб и угол поворота копий.Для того чтобы ввести данные о сетке, по которой нужно выполнить копирование (шаги, начальный угол ит.д.), нажмите кнопку ***Параметры концентрической сетки*** на ***Панели специального управления***. На экранепоявится диалог, в котором Вы сможете назначить нужные параметры сетки.Задайте базовую точку для выделенных объектов. Теперь система ожидает указания точки, в которую нужнопоместить сетку с копиями объектов, при этом на экране отображается фантом скопированных по сетке объектов. Выможете также явно задать значения координат этих точек в ***Строке параметров***. После указания точки привязкисетки создается заданное количество копий выделенных элементов.

Копия по сетке

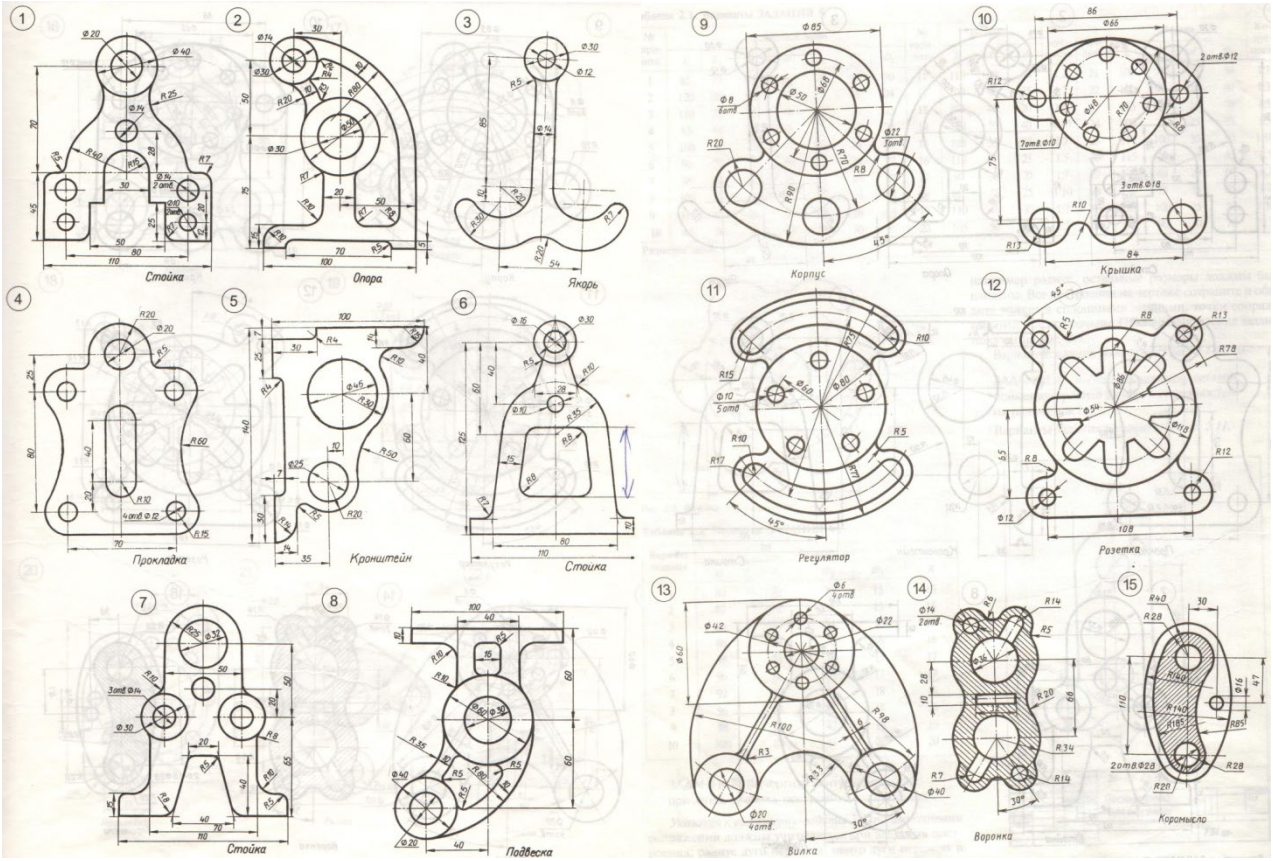
Копирование выделенных объектов с размещением их по сетке с заданными параметрами.Команда будет недоступна, если ни один элемент не выделен, либо если есть выделенные целиком видычертежа.В полях ***Строки параметров объектов*** введите данные о копировании - масштаб и угол поворота копий.Для того чтобы ввести данные о сетке, по которой нужно выполнить копирование (шаги по осям, углынаклона и т.д.), нажмите кнопку ***Параметры сетки*** на ***Панели специального управления***. На экране появится диалог,в котором Вы сможете назначить нужные параметры сетки.Задайте базовую точку для выделенных объектов. Теперь система ожидает указания точки, в которую нужнопоместить сетку с копиями объектов, при этом на экране отображается фантом скопированных по сетке объектов. Выможете также явно задать значения координат этих точек в ***Строке параметров***. После указания точки привязкисетки создается заданное количество копий выделенных элементов.

Усечь кривую

Удаление части какого-либо объекта, ограниченной точками пересечения с другими объектами.Укажите курсором ту часть объекта, которую нужно удалить.Если же, наоборот, нужно оставить выбранный участок и удалить внешние относительно него участкикривой, переключите кнопку Удалить/оставить участок в Строке параметров объектов.

Практическое занятие №6
Графическая работа №2

Задание: выполнить чертеж.



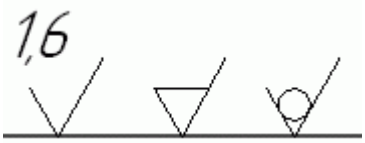
Практическое занятие №7
«Оформление чертежей по ЕСКД»

Команды для простановки обозначений (а также некоторые другие) находятся на панели инструментов Обозначения). Эта панель вызывается, как и прочие, щелчком на одноименной кнопке компактной панели.



Для создания элементов оформления предназначены следующие кнопки.

Шероховатость – позволяет размещать на графических объектах (или на их продлении) знаки шероховатости. Можно использовать структуру обозначения знака по ГОСТ 2.309—73 или более позднюю редакцию, соответствующую изменению № 3 от 2003 года в ГОСТ 2.309—73. Выбрать структуру обозначения можно на вкладке Новые документы диалогового окна Параметры в разделе Графический документ -> Шероховатость. Для установки знака шероховатости достаточно указать кривую, на которой он будет размещен, выбрать тип знака, а также при необходимости заполнить надписи.



База – предназначена для создания обозначения базы на чертеже. Кнопка недоступна, если документ пуст. Система автоматически отслеживает имеющиеся в чертеже базы, исходя из чего, самостоятельно подбирает букву для обозначения.

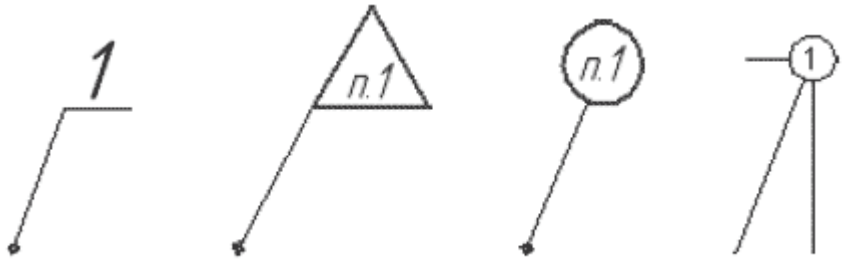
Линия-выноска – позволяет создавать на чертеже произвольное количество линий-выносок.

Знак клеймения – позволяет создать линию-выноску для обозначения клеймения.

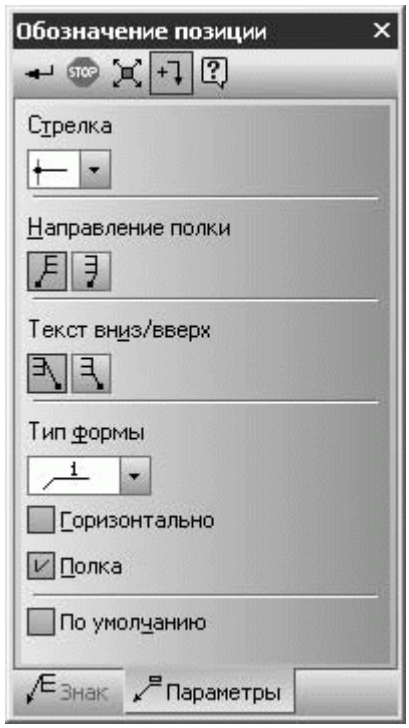
Знак маркировки – дает возможность разместить на чертеже линию-выноску с обозначением маркировки.

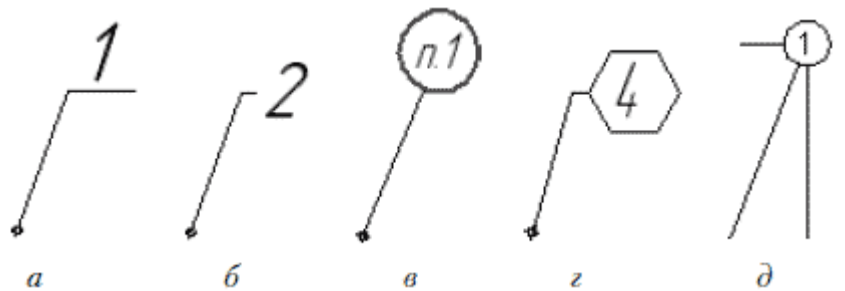
Знак изменения – позволяет обозначить изменения.

Обозначение позиций – команда, без которой не обойтись при создании сборочного чертежа. Она позволяет размещать на чертеже обозначения позиций, при этом система автоматически следит за нумерацией. Отображение позиционной выноски можно настраивать на вкладке Параметры панели свойств. Вы можете изменять тип стрелки (точка, стрелка или без стрелки), направления полки и текста относительно базовой точки, а также выбирать тип формы. Флажок Полка служит для управления отображениям полки позиционной линии-выноски.



а *б* *в* *г*





а *б* *в* *г* *д*

Допуск формы – позволяет вставить в чертеж допуск формы и расположения поверхности.

Линия разреза – дает возможность создавать простую или ступенчатую линию разреза на чертеже. Буквенное обозначение разреза устанавливает система. При этом она не использует буквы, которые уже заняты для обозначения баз или других разрезов.

Стрелка взгляда – позволяет строить стрелку, указывающую направление взгляда.

Выносной элемент – создает на изображении обозначение выносного элемента (круг с линией-выноской). Обратите внимание, эта команда создает лишь обозначение выносного элемента! Само изображение, которое попало в пределы, охваченные этим обозначением, вы должны чертить сами (за исключением изображений ассоциативных видов).

Примечание

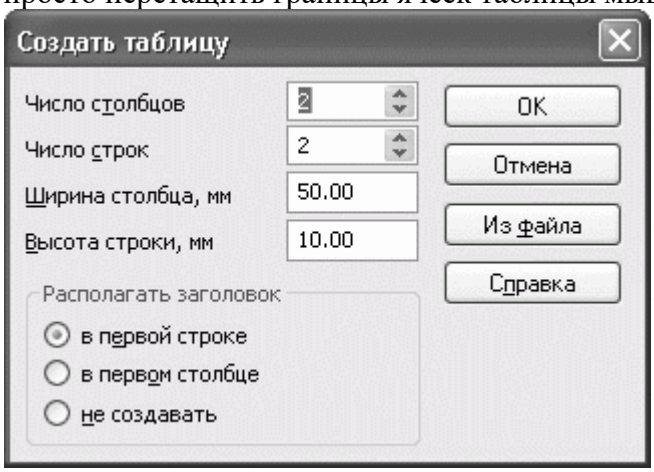
После завершения выполнения команд Линия разреза, Стрелка взгляда или Выносной элемент запускается команда создания нового вида в чертеже и, соответственно, его обозначения. Это обычный текстовый объект, в состав которого входит буквенное обозначение вида, знак «развернуто» или «повернуто», масштаб и угол поворота вида, номер листа и обозначение зоны. Особенность обозначения вида заключается в том, что оно ассоциативно связано с тем видом, на который указывает. Разместив локальную систему координат, после завершения формирования линии разреза, сечения, вида по стрелке или выносного элемента вы можете приступать к созданию изображения этого вида.

Большинство рассмотренных команд используется в примере, приведенном в конце главы.

Вы наверняка заметили, что я описал не все команды панели инструментов Обозначения. Причина состоит в том, что на этой панели есть несколько команд, не связанных с обозначениями.

Ввод текста – служит для создания текстовых надписей на чертеже или фрагменте. При оформлении текста вы можете выбирать любой шрифт, устанавливать междустрочный и междусимвольный интервалы, задавать выравнивание текста, вставлять в текст различные символы, спецзнаки, использовать дроби, верхние/нижние индексы и пр. Все перечисленные параметры настраиваются на панели свойств.

Ввод таблицы – позволяет поместить на чертеж таблицу. После указания точки привязки таблицы в документе (верхнего левого угла размещаемой таблицы) появится окно создания новой таблицы. В нем можно задать количество строк и столбцов, а также их размеры. Чтобы изменить ширину столбцов, можно просто перетащить границы ячеек таблицы мышью.



Осевая линия по двум точкам – строит осевую линию по двум указанным точкам. Особенность этой команды заключается в том, что она автоматически формирует выступы (их величину можно настраивать на панели свойств) слева и справа от указанных точек. Таким образом, осевая хорошо «ложится» на объект, и ее не нужно дополнительно растягивать.

Автоосевая – также создает осевую линию. Ее преимущество перед кнопкой Осевая линия по двум точкам состоит в том, что она распознает тип указанного пользователем объекта, в зависимости от чего предлагает оптимальный способ построения осевой. Например, при указании окружности команда без каких-либо дополнительных настроек создаст оси симметрии этой окружности. При последовательном указании двух параллельных отрезков осевая линия будет размещена посередине между ними и т. д.

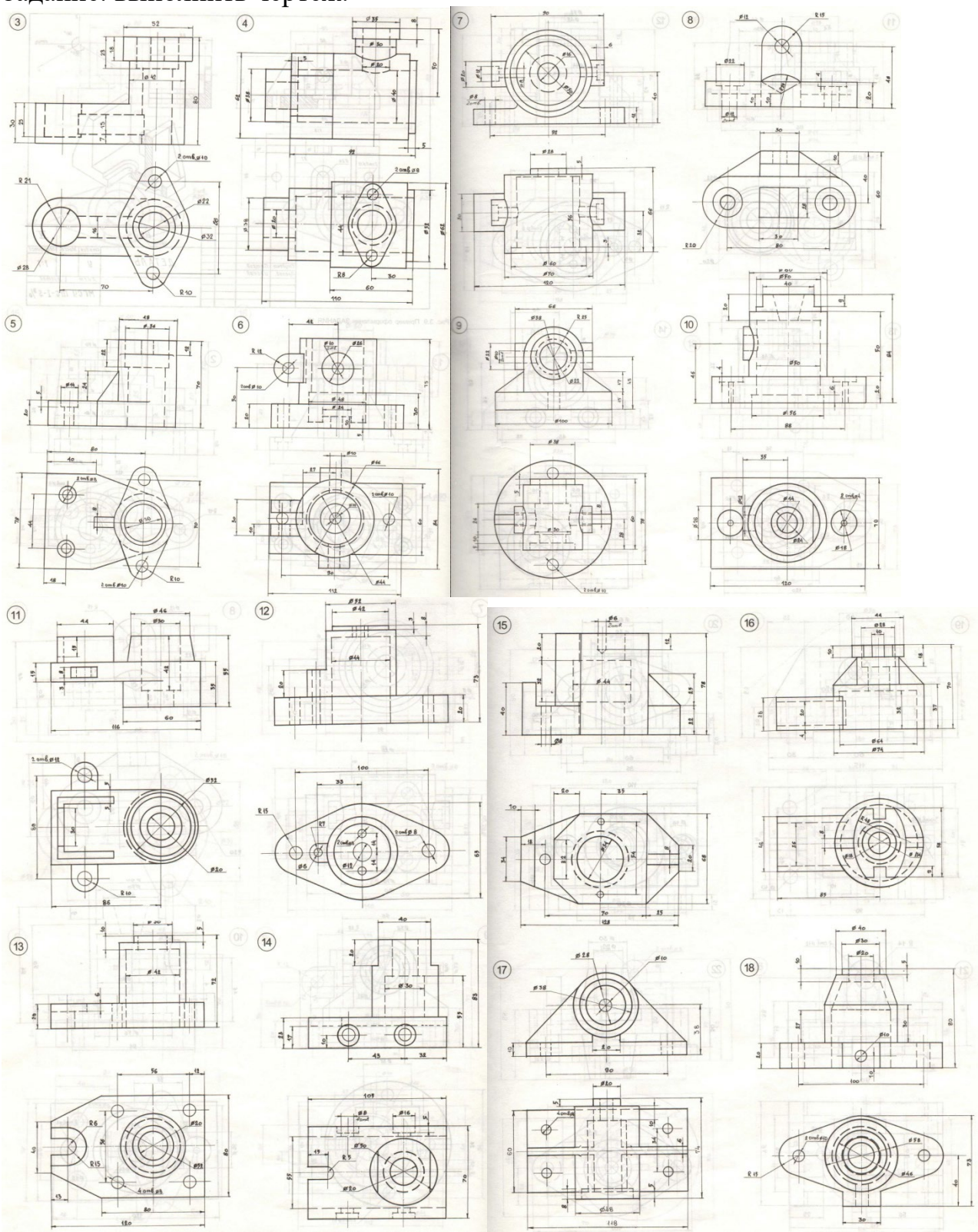
Обозначение центра – предназначена для обозначения центра окружностей, дуг, эллипсов, прямоугольников и пр. По умолчанию обозначение центра формируется в виде двух пересекающихся осей. Можно также указывать центр одной осью или точкой.

Волнистая линия – позволяет автоматически создать волнистую линию обрыва по двум указанным крайним точкам.

Линия с изломами – составляет одну группу с предыдущей кнопкой и позволяет строить на чертеже линию обрыва с изломами.

Практическое занятие №8,9
Графическая работа №3

Задание: выполнить чертеж.



Практическое занятие №10
«Компас 3D. Основные понятия»

Мы уже выяснили, что КОМПАС – система твердотельного моделирования и что большинство операций по созданию моделей в ней основываются на эскизах (исключение составляют операции по созданию фаски, скругления, оболочки и т. п.). *Эскиз* – это обычное двухмерное изображение, размещенное на плоскости в трехмерном пространстве. В эскизе могут присутствовать любые графические элементы (примитивы), за исключением элементов оформления (обозначений) конструкторского чертежа и штриховки. Эскизом может быть как замкнутый контур или несколько контуров, так и произвольная кривая. Каждая трехмерная операция предъявляет свои требования к эскизу (например, эскиз для операции выдавливания не должен иметь самопересечений и т. п.). Об этих требованиях будет рассказываться при рассмотрении каждой отдельной команды. В дальнейшем нам постоянно придется создавать эскизы, поэтому считаю необходимым подробно описать порядок выполнения эскиза, чтобы больше не возвращаться к этому вопросу.

Последовательность построения эскиза для формообразующей операции такова.

1. Выделите в дереве построения или в окне документа плоскость, на которой планируете разместить эскиз (плоскость может быть стандартной или вспомогательной). Если в модели уже есть какое-либо тело (или тела), вы можете в качестве опорной плоскости эскиза использовать любую из его плоских граней. Выделить плоскую грань можно только в окне представления документа.

2. Нажмите кнопку Эскиз на панели инструментов Текущее состояние. Модель плавно изменит ориентацию таким образом, чтобы выбранная вами плоскость разместилась параллельно экрану (то есть по нормали к линии взгляда).

3. После запуска процесса создания эскиза компактная панель изменит свой вид. На ней будут расположены панели инструментов, свойственные как трехмерным, так и графическим документам системы КОМПАС-3D. Пользуясь командами для двухмерных построений, создайте изображение в эскизе. Для завершения создания или редактирования эскиза отожмите кнопку Эскиз. Компактная панель при этом восстановит свой прежний вид, а модель примет ту же ориентацию в пространстве, которая была до построения эскиза.

4. Эскиз останется выделенным в окне документа (подсвечен зеленым цветом), поэтому вы сразу можете вызывать нужную команду и создавать или вносить изменения в геометрию модели.

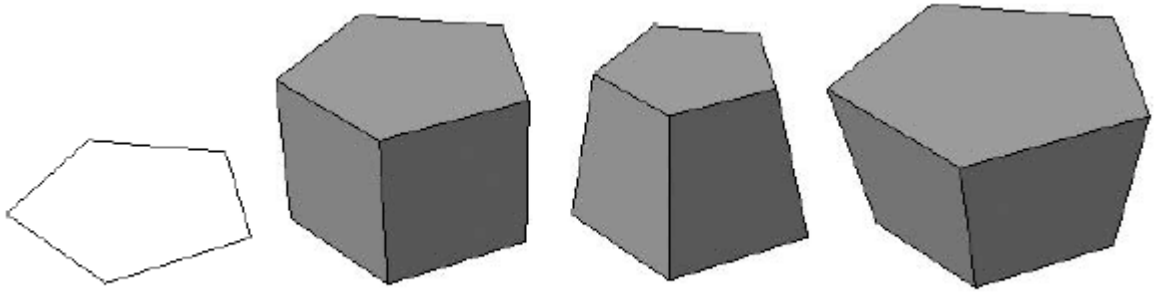
Все трехмерные операции в КОМПАС-3D делятся на основные (то есть собственно формообразующие) и дополнительные. Основные операции включают команды для добавления и удаления материала детали, булевы операции, команду создания листового тела, а также команду Деталь-заготовка. Дополнительные операции представляют собой команды для реализации тех или иных конструкторских элементов на теле детали (фаски, скругления, отверстия, уклона, ребра жесткости и т. д.). В отдельную группу можно отнести команды построения массивов трехмерных элементов как в детали, так и в сборке. Есть также некоторые специфические команды, доступные только для сборки.

В соответствии с изложенной классификацией мы будем дальше рассматривать инструменты трехмерного редактора КОМПАС-3D.

Существует четыре основных подхода к формированию трехмерных формообразующих элементов в твердотельном моделировании. Эти подходы практически идентичны во всех современных системах твердотельного 3D-моделирования (есть, конечно, небольшие различия в их программной реализации, но суть остается той же). Рассмотрим их.

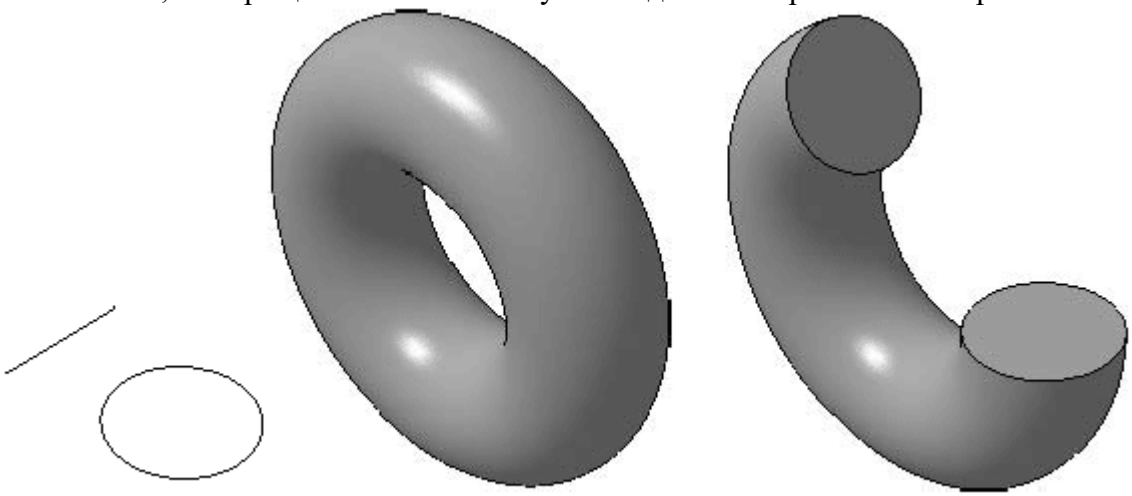
• *Выдавливание*. Форма трехмерного элемента образуется путем смещения эскиза операции строго по нормали к его плоскости. Во время выдавливания можно задать уклон внутрь или наружу. Контур эскиза выдавливания не должен иметь самопересечений. Эскизом могут быть: один замкнутый контур, один незамкнутый контур или несколько замкнутых контуров (они не должны пересекаться между собой). Если вы формируете основание твердого тела

выдавливанием и используете в эскизе несколько замкнутых контуров, то все эти контуры должны размещаться внутри одного габаритного контура, иначе вы не сможете выполнить операцию. При вырезании или добавлении материала выдавливанием замкнутые контуры могут размещаться произвольно.



а *б* *в* *г*

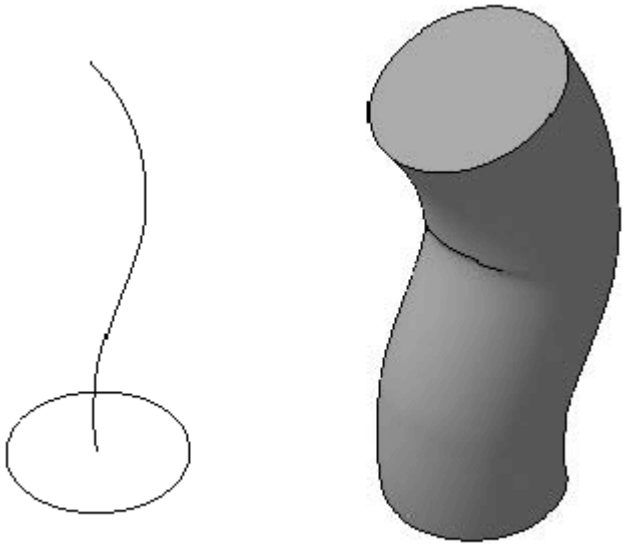
• *Вращение*. Формообразующий элемент является результатом вращения эскиза в пространстве вокруг произвольной оси. Вращение может происходить на угол 360° или меньше. Обратите внимание, ось вращения ни в коем случае не должна пересекать изображение эскиза!



а *б* *в*

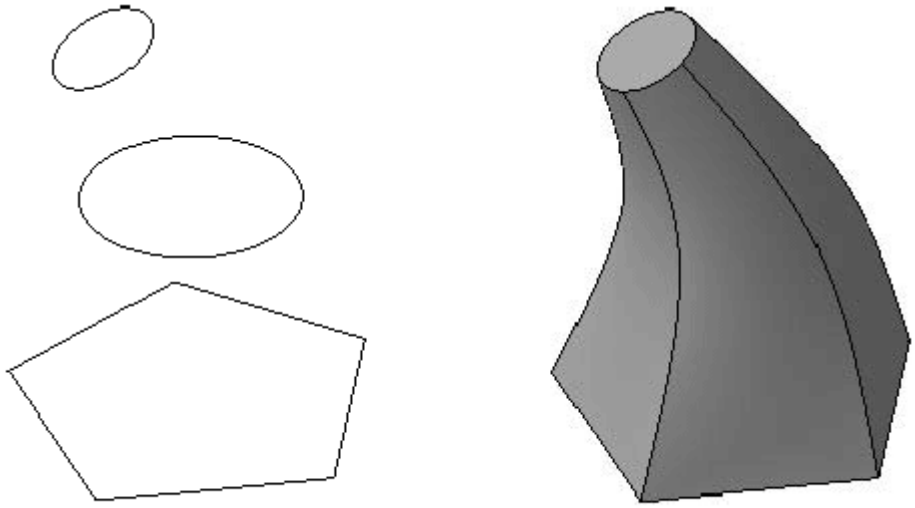
Если контур в эскизе незамкнут, то создание тела вращения возможно в двух различных режимах: сфероид или тороид (переключение производится с помощью одноименных кнопок панели свойств). При построении сфероида конечные точки контура соединяются с осью вращения отрезками, перпендикулярными к оси, а в результате вращения получается сплошное тело. В режиме тороида перпендикулярные отрезки не создаются, а построенный трехмерный элемент принимает вид тонкостенного тела с отверстием вдоль оси вращения.

• *Кинематическая операция*. Поверхность элемента формируется в результате перемещения эскиза операции вдоль произвольной трехмерной кривой. Эскиз должен содержать обязательно замкнутый контур, а траектория перемещения – брать начало в плоскости эскиза. Разумеется, траектория должна не иметь разрывов.



а *б*

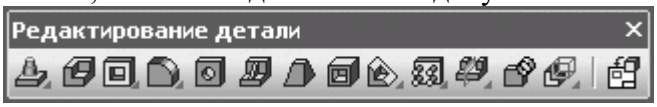
• *Операция по сечениям*. Трехмерный элемент создается по нескольким сечениям-эскизам. Эскизов может быть сколько угодно, и они могут быть размещены в произвольно ориентированных плоскостях. Эскизы должны быть замкнутыми контурами или незамкнутыми кривыми. В последнем эскизе может размещаться точка.



а *б*

Перечисленных четырех способов обычно хватает для формирования сколь угодно сложных форм неорганического мира. Иногда, правда, бывает значительно легче сформировать объект, используя другие методы моделирования в других графических системах (речь идет о полигональном или NURBS-моделировании). Однако в 90 % случаев твердотельного инструментария достаточно для построения неживых объектов.

Все команды для построения и редактирования детали расположены на панели инструментов Редактирование детали. Для перехода к этой панели щелкните на одноименной кнопке компактной панели (разумеется, активным должен быть документ КОМПАС-Деталь).



Подобно прочим панелям инструментов, панель Редактирование детали содержит как одиночные кнопки, так и группы кнопок.

Первой идет группа кнопок, позволяющих добавить материал детали (или создать основание). В нее входят следующие команды:

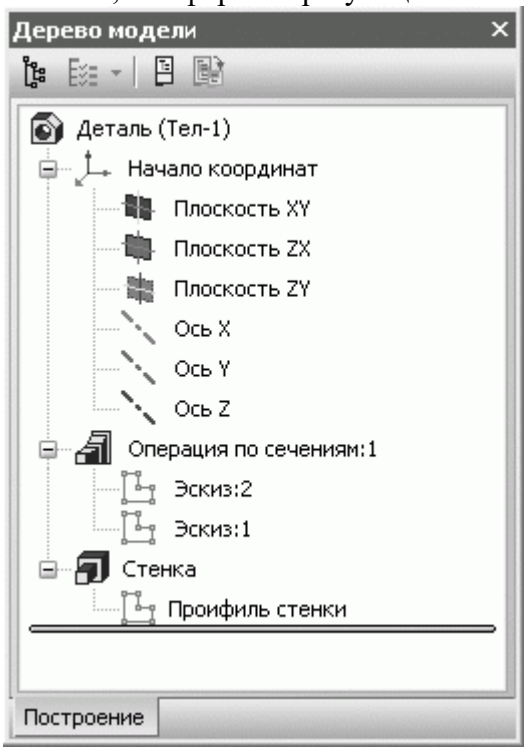
Операция выдавливания;

Операция вращения;

Кинематическая операция;
Операция по сечениям.

Как видите, все эти команды отвечают определенному способу построения формы твердого тела, которые были описаны выше. Как правило, с одной из этих команд начинается построение твердого тела (хоть наличие единого основания для всей детали необязательно, но для конкретного твердого тела в модели оно, конечно, должно быть).

После создания любой формообразующей операции в дереве построения добавляется новый узел со значком выполненной операции и с ее названием, а в подчиненной ветке этого узла содержится перечень эскизов, используемых в операции. Названия всех операций по умолчанию совпадают с названиями их команд, кроме того, после двоеточия к названию добавляется порядковый номер операции (операции каждого типа имеют свою нумерацию). Вы можете настроить на панели свойств имя, отображаемое в дереве, до завершения создания операции или прямо в дереве построения после того, как формообразующий элемент или эскиз создан.



Еще одной операцией, с которой нередко начинается построение детали, является Деталь-заготовка (ее кнопка следует сразу за группой команд добавления материала). Эта команда позволяет использовать в качестве заготовки другую, ранее построенную и сохраненную деталь. После вставки детали-заготовки в новый документ вы можете продолжить построение или редактировать заготовку так же, как если бы создали основание, например, при помощи обычной операции выдавливания. Заготовка может вставляться как самостоятельный объект (кнопка Вставка без истории на панели свойств) или с поддержкой связи с файлом источником (Вставка внешней ссылкой). Во втором случае все изменения в детали-образце будут переноситься в файл на вставленную заготовку. При установленном флажке Зеркальная деталь на панели свойств деталь-заготовка будет вставлена в документ в зеркальном отображении. Кнопка Деталь-заготовка доступна, только если в детали не создано еще ни одного объекта.

За командой вставки заготовки идет группа команд удаления материала детали (команды вырезания):

Вырезать выдавливанием;
Вырезать вращением;
Вырезать кинематически;
Вырезать по сечениям.

Как и команды добавления материала, они реализуют четыре основных способа формирования геометрии твердотельных моделей. Требования к эскизам этих операций такие же,

как и для добавления материала. Единственное отличие – все эти команды неактивны, если в детали нет хотя бы одной операции добавления материала (это логично – вырезать можно только из чего-то уже построенного).

Практическое занятие №11
«Операция выдавливания»

Выдавливание эскиза в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза,



Требование к эскизу

1) В эскизе может быть один или несколько контуров.
2) Если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым.
3) Если контуров несколько, все они должны быть замкнуты.
4) Если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него.
5) Допускается один уровень вложенности контуров.

Создание эскиза

Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами КОМПАС. В эскиз можно перенести изображение из ранее подготовленного чертежа или фрагмента.

Для создания эскиза:

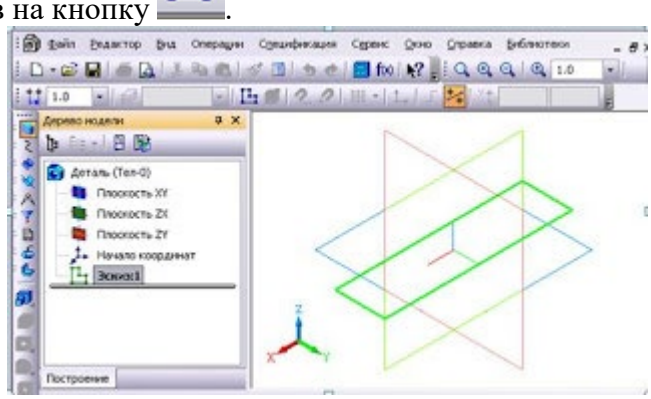
1. Выберите плоскость, на которой будет располагаться эскиз (может располагаться в одной из ортогональных плоскостей, на плоской грани существующего тела или во вспомогательной плоскости).

2. Нажмите кнопку на панели инструментов.

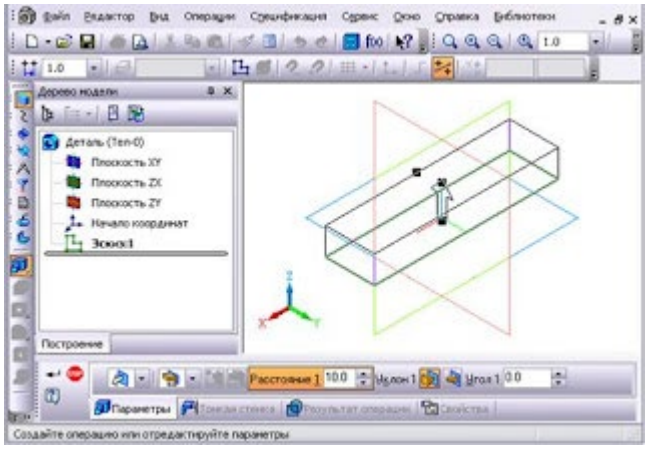
3. Измените при необходимости ориентацию с помощью кнопки (слева, справа, сверху, снизу, изометрия).

4. Выполните геометрические построения на плоскости.

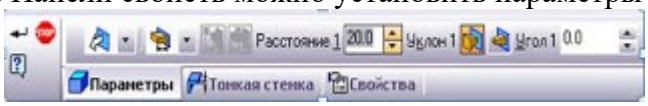
5. Завершите эскиз, нажав на кнопку .



Для вызова команды нажмите кнопку Операция выдавливания на Инструментальной панели трехмерных построений.



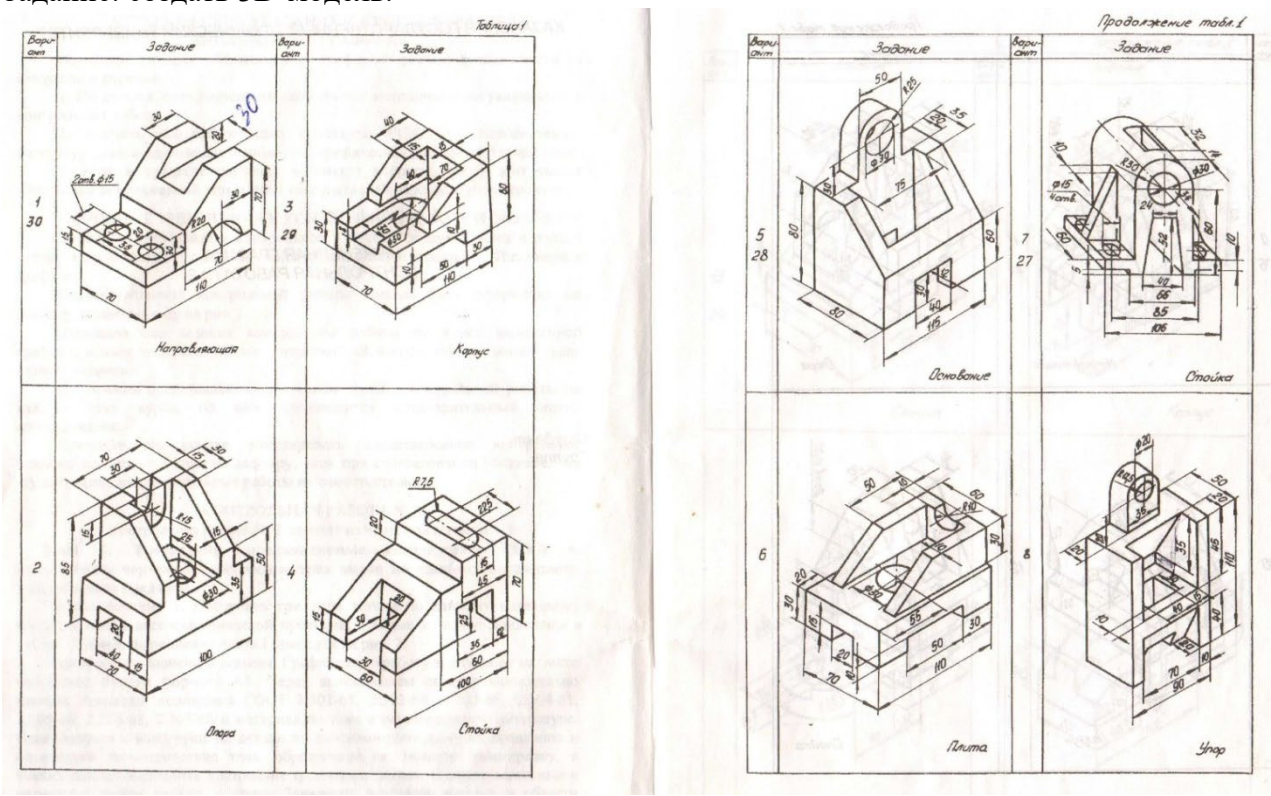
После вызова команды в Панели свойств можно установить параметры элемента выдавливания.

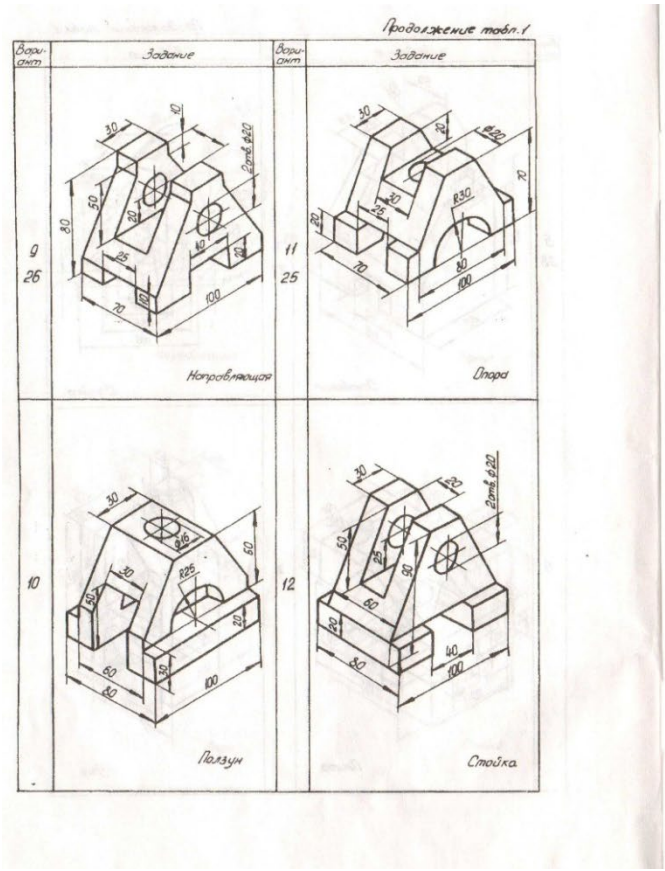


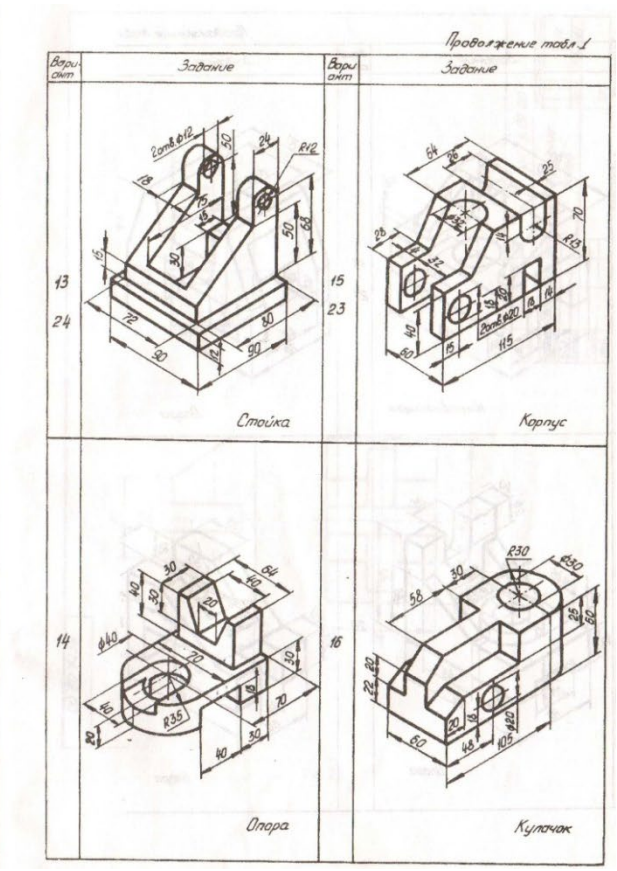
После вызова команды на Панели свойств появятся элементы управления, которые позволяют задать параметры операции. Введите расстояние выдавливания.Все значения параметров при их вводе и редактировании немедленно отображаются на экране в виде фантома элемента выдавливания.После задания всех параметров элемента выдавливания нажмите кнопку Создать объект на Панели специального управления  для построения основания.Созданный элемент выдавливания появляется в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма – в Дереве модели.

Практическое занятие №12
Графическая работа №4

Задание: создать 3D-модель.



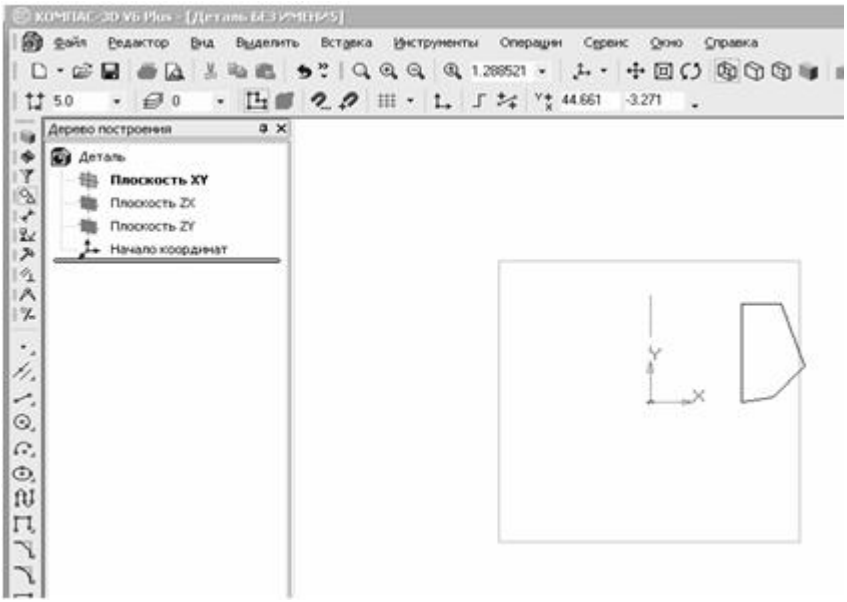




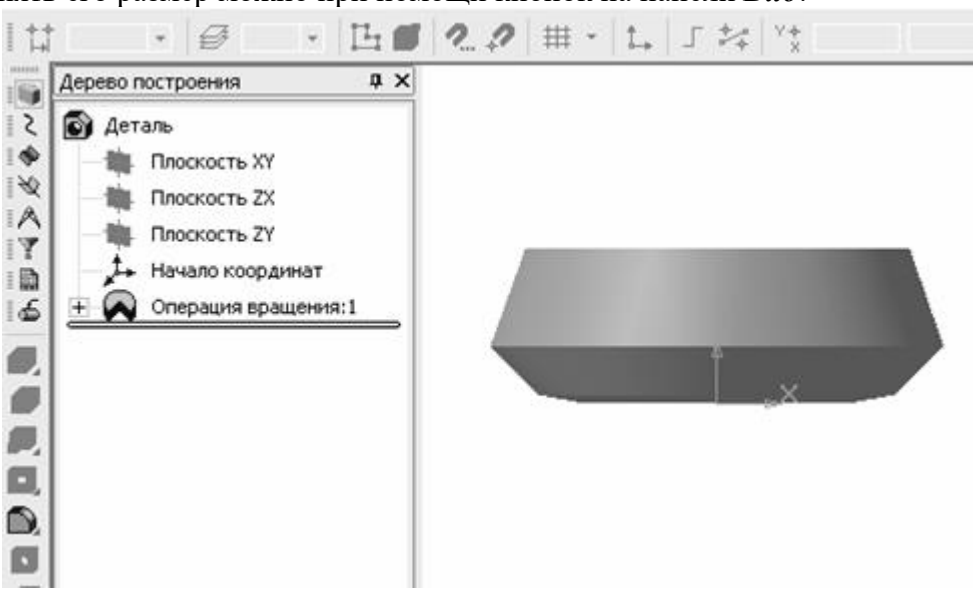
Практическое занятие №13
Операция вращения

Различные тела вращения создаются при помощи операции вращения. К эскизу операции вращения предъявляются следующие дополнительные требования:
1) ось вращения должна быть одна и изображена отрезком со стилем линииОсевая;
2) в эскизе может быть один или несколько контуров;
3) если контуров несколько, то они должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты;
4) если контуры замкнуты, то они могут быть вложенными друг в друга. Уровень вложенности не ограничен;
5) ни один из контуров не должен пересекать ось вращения.

1. В ***Дереве построения*** выберете плоскость, в которой будет располагаться эскиз модели;
2. Нажмите кнопку ***Эскиз*** на панели ***Текущее состояние*** и начертите требуемый эскиз при помощи панели ***Геометрия*** (стиль линий – основной), для остановки операции снова нажмите кнопку ***Эскиз***.
3. Начертите ось вращения эскиза (стиль линий – осевая).

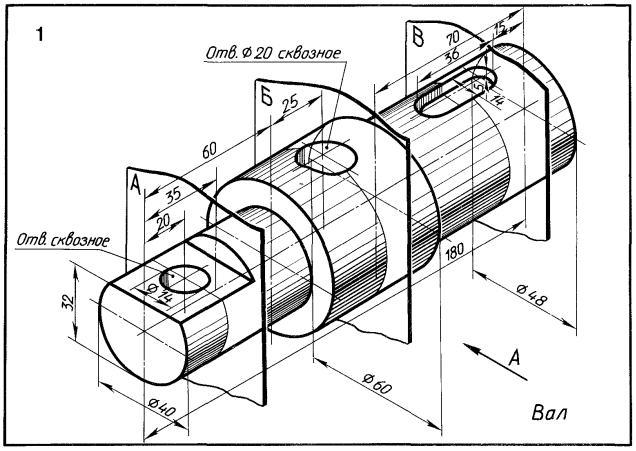


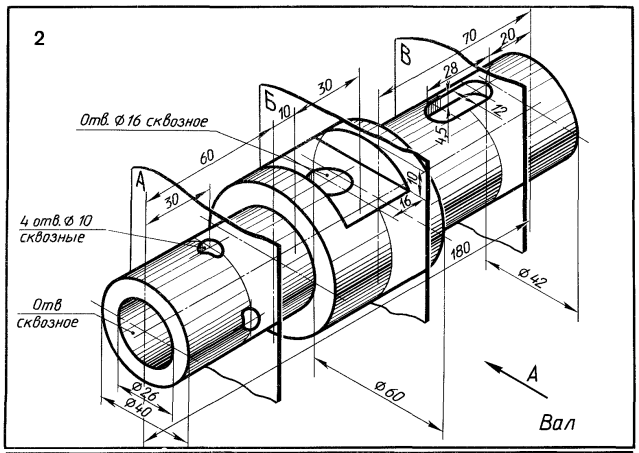
4. Выберите операцию ***Вращение*** на панели ***Редактирование*** детали и на ***Панели свойств*** установите требуемые параметры (направление вращения, угол вращения, толщину стенки (при ее наличии) и цвет). На панели ***Вид*** нажмите кнопку полутонового изображения детали для заливки детали цветом, нажмите ***Ввод*** на ***Панели свойств***. Передвигать, вращать объект и изменять его размер можно при помощи кнопок на панели ***Вид***.

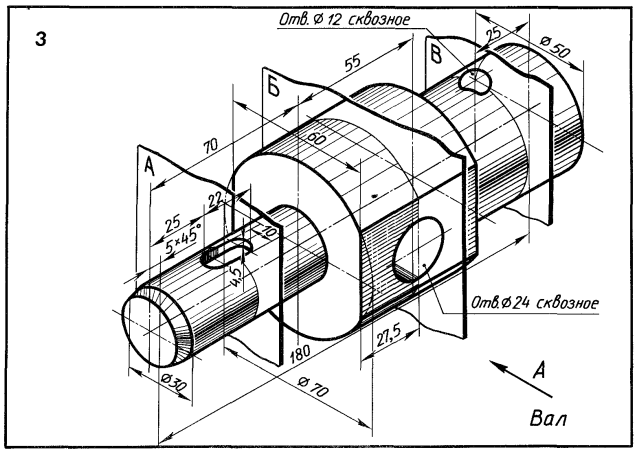


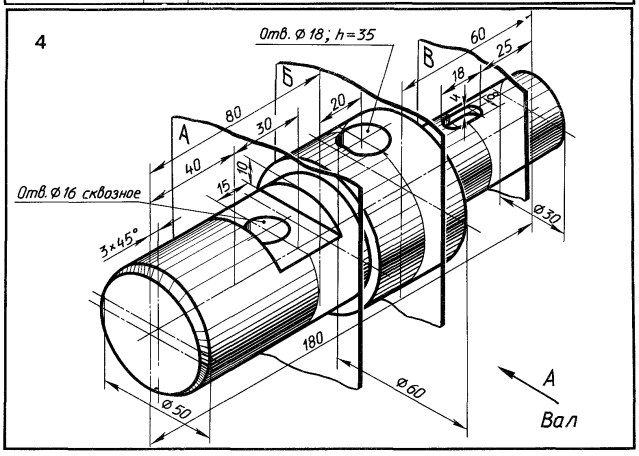
Практическое занятие №14
Графическая работа №5

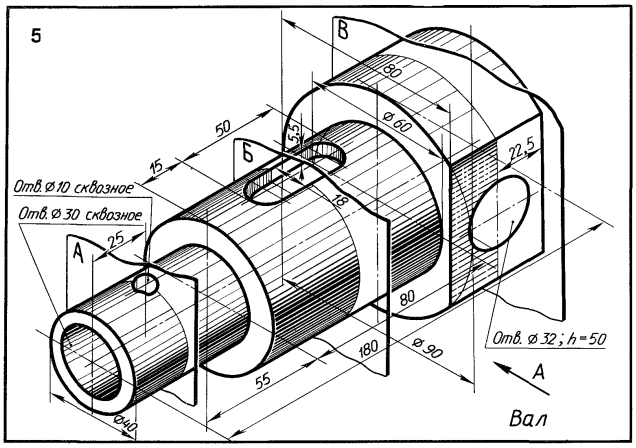
Задание: создать 3D-модель.

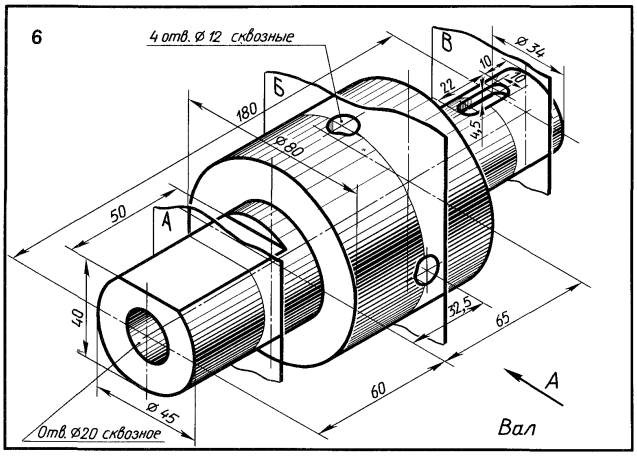

1
Отв. ⌀ 20 сквозное
Отв. сквозное
Вал

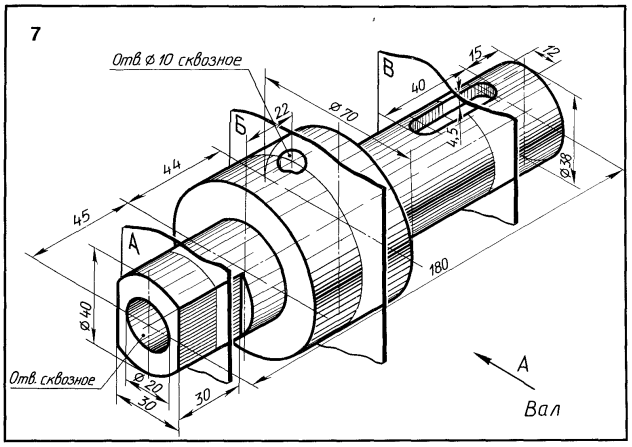

2
Отв. ⌀ 16 сквозное
4 отв. ⌀ 10 сквозные
Отв сквозное
Вал

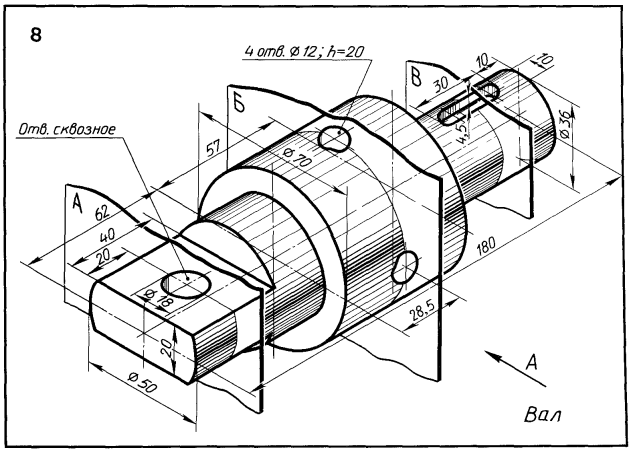

3
Отв. ⌀ 12 сквозное
Отв. ⌀ 24 сквозное
Вал

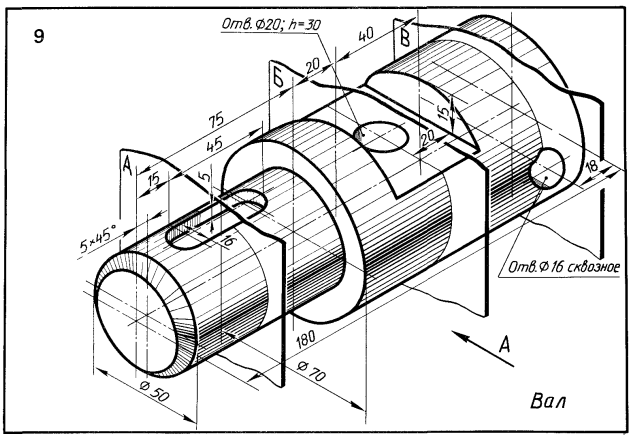

4
Отв. ⌀ 18; h=35
Отв. ⌀ 16 сквозное
Вал

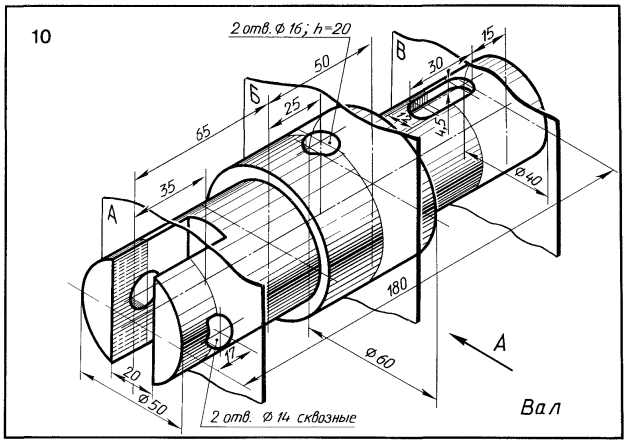

5
Отв. ⌀ 10 сквозное
Отв. ⌀ 30 сквозное
Отв. ⌀ 32; h=50
Вал

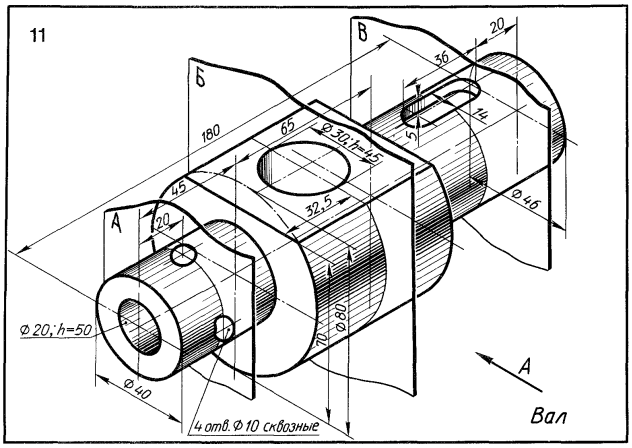

6
4 отв. ⌀ 12 сквозные
Отв. ⌀20 сквозное
Вал

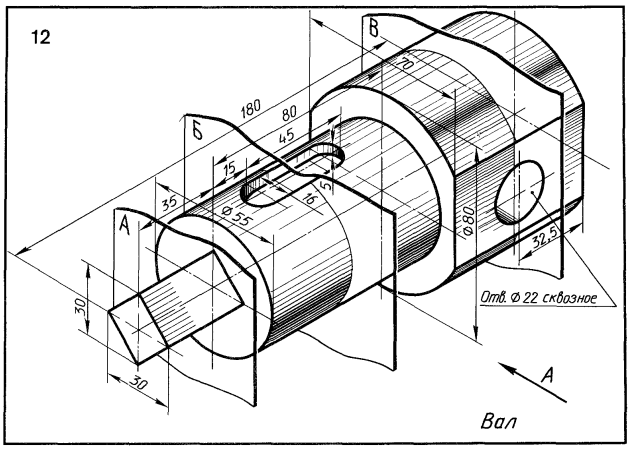

7
Отв. ⌀ 10 сквозное
Отв. сквозное
Вал

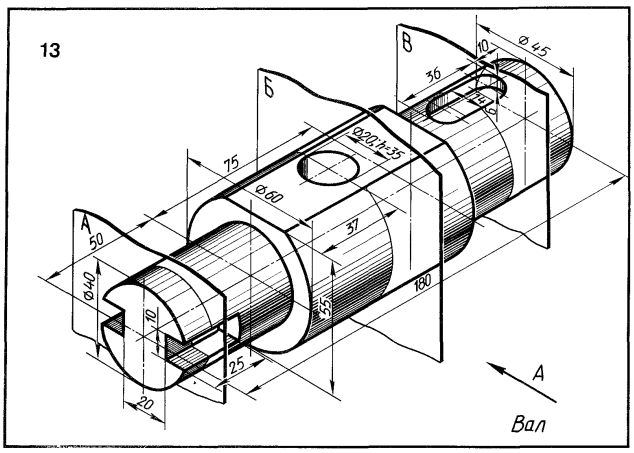

8
4 отв. ⌀ 12; h=20
Отв. сквозное
Вал

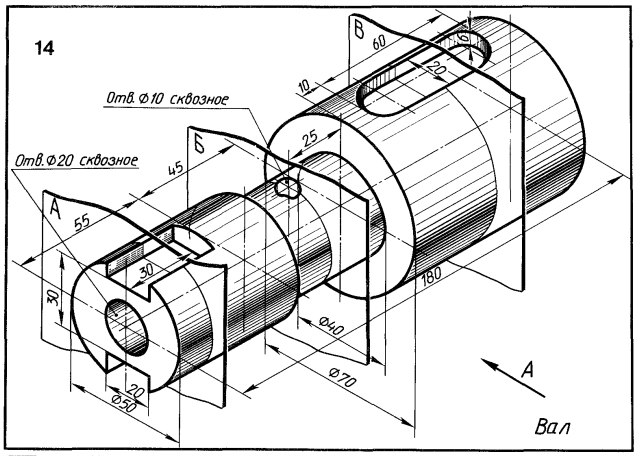


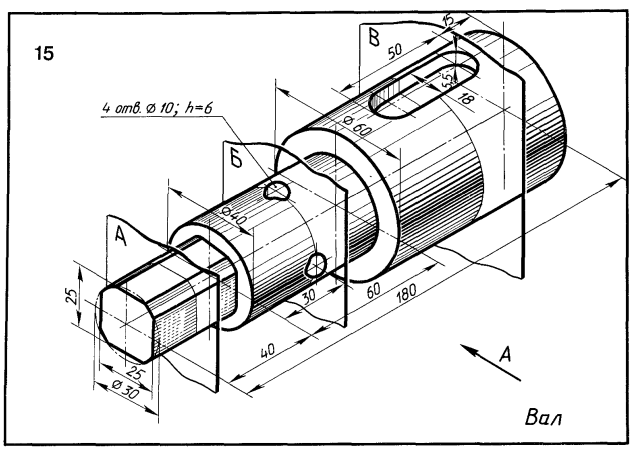


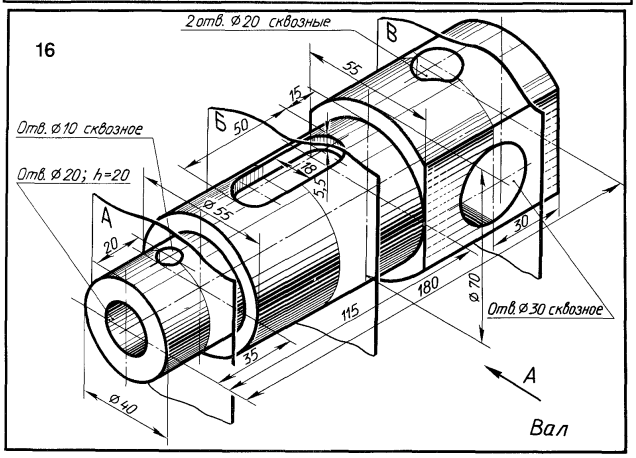












Практическое занятие №15
Дополнительные элементы построения, ч.1

Как угодно разместить в пространстве модель плоскости для эскиза можно, используя *вспомогательные объекты*.

В системе КОМПАС-3D предусмотрено несколько типов вспомогательных объектов. Основные из них – конструктивные плоскости и конструктивные оси.

Конструктивные плоскости, как было отмечено, служат для определенного размещения эскиза в пространстве. Например, при помощи операции вырезания необходимо создать отверстие с осью, которая не перпендикулярна грани элемента, «приклеенного» выдавливанием. В таком случае вы не сможете использовать грань этого элемента в качестве опорной плоскости под эскиз. Для создания такого отверстия вам придется строить вспомогательную конструктивную плоскость под определенным углом, в которой и разместить эскиз.

Конструктивные оси обычно используются при создании массивов элементов, например для указания геометрической оси массива по концентрической сетке или направления в массиве по параллелограммной сетке (команда Массив по сетке) и т. п.

Команды для создания перечисленных элементов находятся на панели инструментов Вспомогательная геометрия.



Кроме инструментов для построения плоскостей и осей на этой панели присутствует команда Линия разъема предназначенная для разбиения одной грани на несколько путем добавления ребер, а также группа из двух команд для создания контрольных точек трубопроводов (в книге они не рассматриваются).

Команды для построения вспомогательных осей (первая группа кнопок на панели Вспомогательная геометрия) включают следующие инструменты.

Ось через две вершины – создает ось через две вершины, которые указываются прямо на модели (ими могут быть вершины тела модели или пространственные точки).

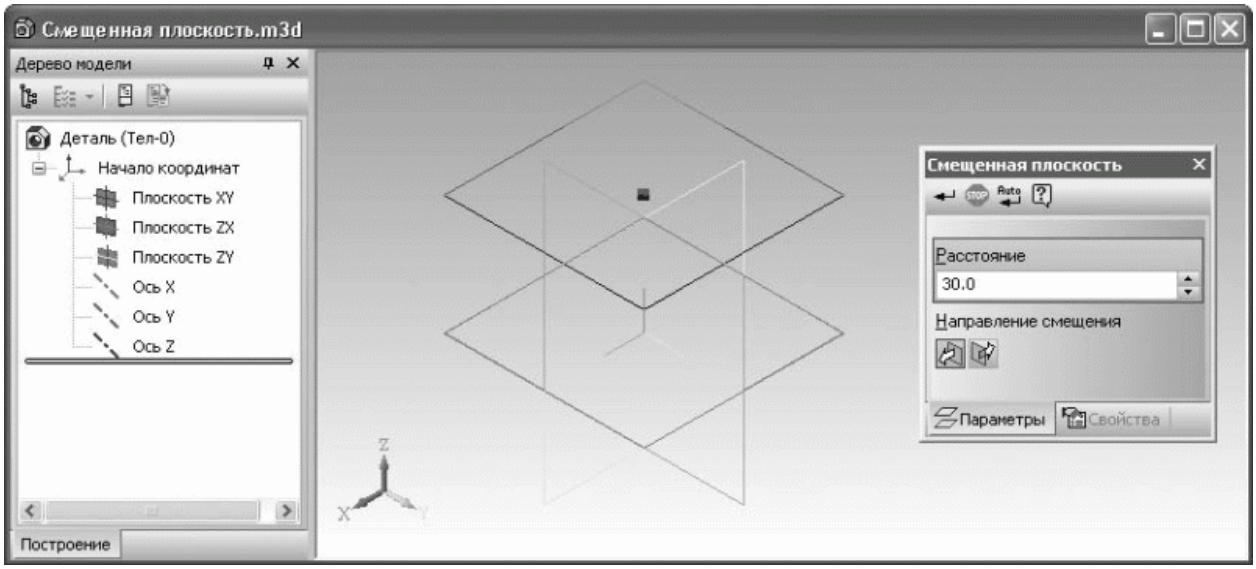
Ось на пересечении плоскостей – строит ось на пересечении двух непараллельных плоскостей или плоских граней. Для построения конструктивной оси достаточно просто указать эти плоскости в дереве построения или в окне представления модели.

Ось конической поверхности – создает ось автоматически после указания в окне модели конической или цилиндрической грани.

Ось через ребро – строит ось, совпадающую с указанным прямолинейным ребром в модели.

Вспомогательных плоскостей в системе намного больше, чем вспомогательных осей.

Смещенная плоскость – наверное, одна из самых востребованных команд вспомогательной геометрии. Именно этим инструментом мы будем пользоваться чаще всего при построении моделей, рассматриваемых в примерах. Она предназначена для создания вспомогательной плоскости, смещенной от указанной плоскости или плоской грани на определенное расстояние. Для построения такой плоскости необходимо сначала указать базовую плоскость или грань, после чего задать величину и направление смещения. Величину и направление смещения можно указать на панели свойств или с помощью перетаскивания характерной точки.



Плоскость через три вершины – строит плоскость по трем указанным в модели вершинам. Вершинами могут быть как концы ребер (вершины тела модели), так и трехмерные точки в пространстве.

Плоскость под углом к другой плоскости – также часто употребляемая команда. Она позволяет строить плоскость, проходящую через прямолинейное ребро под заданным углом к базовой (указанной пользователем) плоскости.

Плоскость через ребро и вершину – плоскость строится подобно выполненной по трем вершинам, только вместо двух вершин указывается прямолинейное ребро.

Плоскость через вершину параллельно другой плоскости – плоскость строится через любую указанную в пространстве модели точку (трехмерную точку, вершину) и параллельно любой другой плоскости либо плоской грани.

Плоскость через вершину перпендикулярно ребру – плоскость создается перпендикулярно прямолинейному ребру (или оси). Для ее фиксации вдоль ребра необходимо указать произвольную точку, не лежащую на ребре. Эта точка будет принадлежать создаваемой плоскости и тем самым определит ее точное размещение в пространстве.

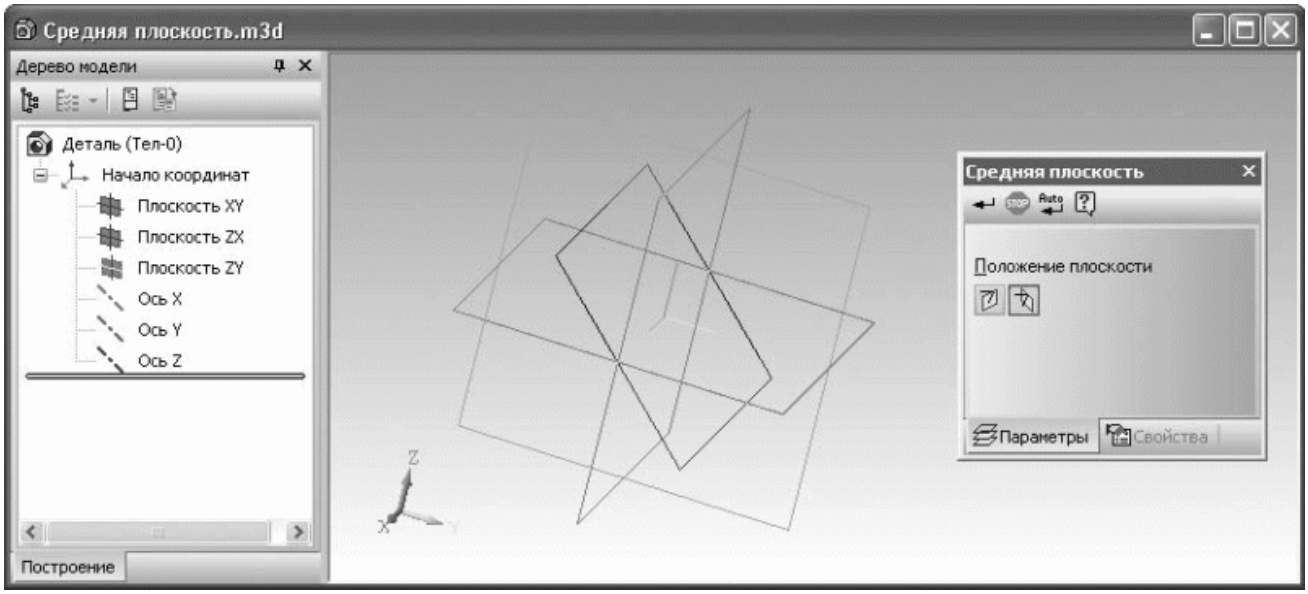
Нормальная плоскость – создает одну или несколько плоскостей, нормальных к цилиндрической или конической поверхности детали.

Касательная плоскость – плоскость строится касательно к указанной цилиндрической или конической поверхности. Для точного позиционирования вспомогательной плоскости необходимо также задать плоскую грань или плоскость, нормальную к цилиндрической или конической поверхности (то есть проходящую через ее ось).

Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру – формирует вспомогательную плоскость, проходящую через первое указанное в модели ребро параллельно или перпендикулярно другому ребру. На панели свойств с помощью переключателя Положение плоскости можно задать, параллельно или перпендикулярно будет проходить плоскость. Данная вспомогательная плоскость используется редко.

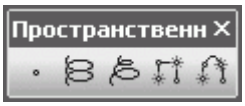
Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани – действие команды аналогично предыдущей, только плоскость размещается параллельно или перпендикулярно не ребру, а выделенной грани.

Средняя плоскость – позволяет построить вспомогательную плоскость-биссектрису двугранного угла и иногда бывает очень полезной. Для построения такой плоскости достаточно указать две плоские грани или плоскости. Если заданные грани непараллельны, то построенная плоскость пройдет через линию их пересечения и будет размещена под одинаковым углом к каждой из них (бисекторная плоскость). В противном случае построенная плоскость будет точно посредине между двумя параллельными гранями или плоскостями.



Практическое занятие №16
Дополнительные элементы построения, ч.2

Трехмерные кривые – это тоже своего рода вспомогательные объекты. Они редко применяются самостоятельно. Как правило, они являются направляющими траекториями для кинематических операций, конструктивными осями при копировании по массиву и пр. Команды для построения трехмерных кривых находятся на панели инструментов Пространственные кривые, входящей в состав компактной панели. Панель Пространственные кривые также содержит команду для построения точки в трехмерном пространстве модели (трехмерные точки могут использоваться при построении вспомогательных осей, плоскостей и трехмерных кривых).



С помощью команд этой панели инструментов вы можете строить различные трехмерные кривые.

Спираль цилиндрическая – служит для создания пространственной цилиндрической спирали. Для построения объекта необходимо указать опорную плоскость спирали (плоскость, с которой начнется построение витков спирали), задать координаты центра спирали (точку пересечения оси спирали с опорной плоскостью), а также диаметр витков. После этого необходимо указать собственно характеристики спирали. Это можно сделать, выбрав один из трех способов построения: по количеству витков и шагу; по количеству витков и высоте; по шагу витков и высоте.

Кроме того, можно задать направление построения спирали (по какую сторону от опорной плоскости) и направление навивки витков (левое или правое).

Спираль коническая – эта кривая строится аналогично цилиндрической спирали, за исключением того, что при задании диаметра витков придется указывать или диаметр верхнего и нижнего витков, или диаметр нижнего витка и угол наклона (угла конусности) спирали.

Ломаная – создает пространственную ломаную по точкам в модели. Отдельные сегменты ломаной можно строить перпендикулярно или параллельно объекту, указанному в окне модели.

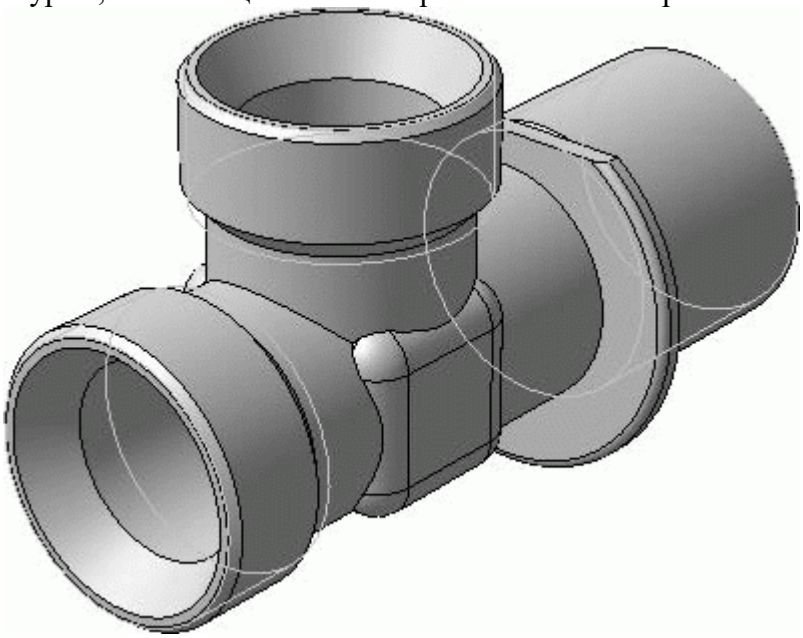
Сплайн – строит пространственный сплайн. Команда бывает очень полезна при моделировании прокладки трубопроводов, линий электропередач, электрических жгутов и пр.

На первый взгляд может показаться, что функций для создания пространственных кривых слишком мало, однако, поверьте, этих четырех команд достаточно, чтобы сформировать в модели даже самую сложную кривую.

Поскольку в сборке есть также формообразующие операции (вырезание, команда Отверстие, копирование по массиву), которые при выполнении также требуют применения различных вспомогательных объектов, то все перечисленные в этом разделе команды доступны и в документе КОМПАС-Сборка.

Условное изображение резьбы. Она предназначается для создания условного обозначения резьбы на валах или в отверстиях. Почему условного? Все дело в том, что любые сложные трехмерные объекты с криволинейными гранями весьма существенно «утяжеляют» (то есть замедляют работу, просмотр, редактирование документа) модель, особенно многокомпонентную сборку. К таким объектам относятся 3D-модели пружин, спиралей, изделий из проволоки со сложной конфигурацией и т. п., а также изображение резьбы. Как правило, в любой сборке крепежных элементов (болтов, винтов, гаек и пр.) отверстий под них всегда больше, чем других деталей. Кроме того, как известно, весь крепеж стандартизирован. Никто при проектировании не изобретает новые болты с нестандартными шапочками или параметрами резьбы. Исходя из этого, можно сделать вывод, что само изображение резьбы в модели не столь важно. Тем не менее, по требованию тех же стандартов, на чертеже обязательно должно быть обозначение резьбы.

Именно поэтому в программе КОМПАС-3D (да и в других системах проектирования) было введено условное изображение резьбы, которая при моделировании отображается цилиндрическим контуром, а на ассоциативном чертеже – по всем правилам ГОСТ.



Практическое занятие №17
Ассоциативные виды

Для создания различных видов на чертеже существует специальная панель Ассоциативные виды, размещенная на компактной панели. Активировать эту панель можно, щелкнув на кнопке Ассоциативные виды.



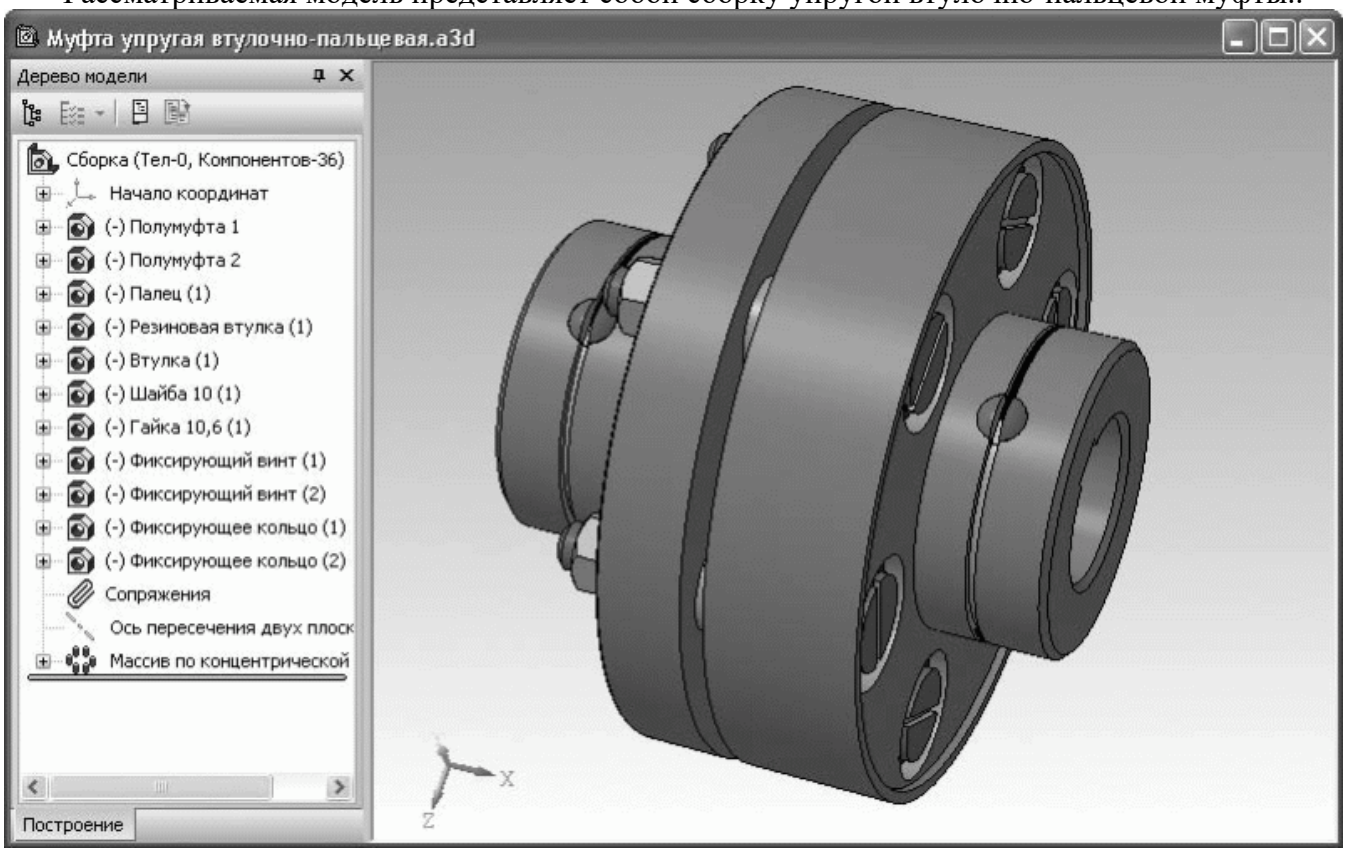
Создать произвольный вид на чертеже можно при помощи команды Создать новый вид.

После нажатия этой кнопки необходимо указать точку привязки вида (точку начала локальной системы координат), масштаб вида, а также при необходимости задать имя вида и настроить его обозначение. Как правило, при создании произвольного вида на чертеже обозначение не используется. После создания вида он автоматически становится текущим.

Все команды панели инструментов Ассоциативные виды, исключая команду Создать новый вид, предназначены для работы только с ассоциативными видами.

Команда Произвольный вид предназначена для создания произвольного ассоциативного вида с модели (детали или сборки), открытой в одном из окон КОМПАС или же взятой из файла на диске. Сразу рассмотрим принцип работы этой команды на примере.

Рассматриваемая модель представляет собой сборку упругой втулочно-пальцевой муфты..



Для построения чертежа, содержащего ассоциативный вид муфты, проделайте следующее.

1. Создайте документ КОМПАС-Чертеж.

2. Активируйте панель инструментов Ассоциативные виды и нажмите кнопку Произвольный вид.

3. Появится окно Выберите модель, в котором будет отображен список имен всех открытых трехмерных документов. Поскольку на данный момент открыт лишь один документ, то список будет содержать единственный элемент, соответствующий модели муфты. Выделите его и нажмите кнопку ОК.



4. После выбора модели запустится команда формирования ассоциативного вида. На панели свойств вы можете выбирать ориентацию модели (вид спереди, сзади, слева, справа, изометрия и т. д.), по которой будет создано изображение вида, указать номер, название, цвет и масштаб вида,

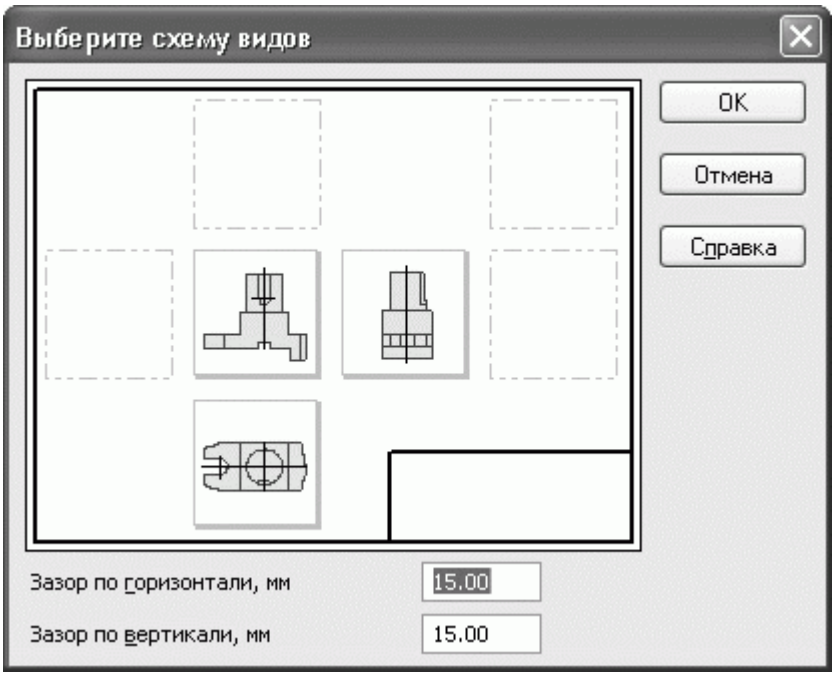
настроить отображение невидимых линий и линий переходов, а также отредактировать обозначение вида, если это необходимо. Задав необходимые параметры, следует указать точку вставки вида. Оставим все настройки заданными по умолчанию (ориентация – вид спереди, масштаб – 1:1 и т. д.) и создадим вид, просто щелкнув кнопкой мыши в точке, куда его необходимо вставить.

Полученное изображение ассоциировано с моделью и полностью от нее зависит. Редактировать это изображение или какую-либо его часть средствами КОМПАС-График невозможно, не разрушив предварительно вид. Чтобы разрушить вид, нужно выделить его полностью (в дереве построения чертежа или щелкнув на пунктирной линии, обозначающей границу вида) и выполнить команду контекстного меню Разрушить вид. Разрушение вида подразумевает разрыв всех связей с моделью, а также разбивку изображения вида на простые объекты (отрезки, дуги, сплайны).

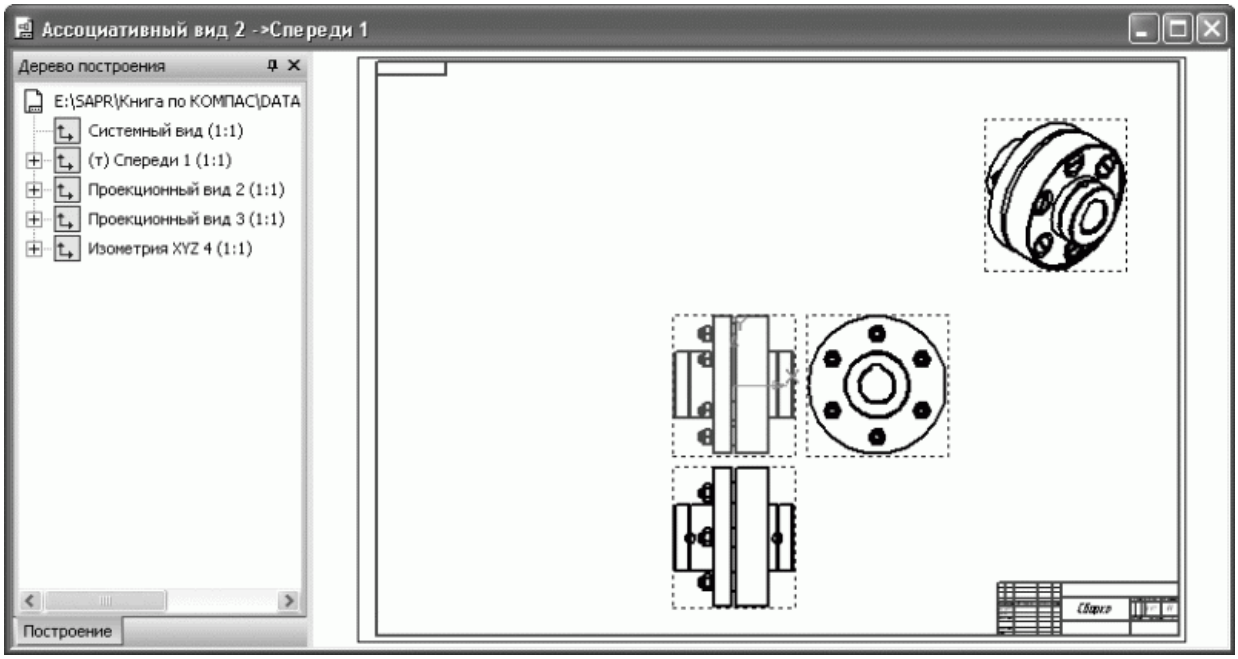
Еще одна команда, предназначенная для создания ассоциативных видов, – Стандартные виды. Она позволяет построить в активном документе чертеж по выбранной трехмерной модели, состоящий из нескольких стандартных проекционных видов. Все созданные виды также будут ассоциативно связаны со своей моделью. Рассмотрим пример.

1. Создайте новый чертеж. Измените его формат на А1 и установите горизонтальную ориентацию.

2. Нажмите кнопку Стандартные виды на панели Ассоциативные виды. В качестве модели укажите все ту же втулочно-пальцевую муфту. По умолчанию система предлагает стандартную схему построения видов: главный вид, вид сбоку и вид сверху. Однако вы можете изменить эту схему, добавляя или удаляя из нее различные проекционные виды и даже изометрию. Чтобы изменить схему, нажмите кнопку Схема видов на панели свойств. Появится окно выбора видов, включаемых в ассоциативный чертеж. Щелкая кнопкой мыши на схематическом изображении того или иного вида, включите или исключите его из чертежа. Добавьте к трем стандартным видам изометрию.



3. Перед вставкой в чертеж изображение видов показывается в виде габаритных прямоугольников (фантомов), свободно перемещаемых по документу. Щелкните в точке привязки видов – начале координат главного вида – тем самым вы запустите процесс создания изображения.



Все остальные команды панели Ассоциативные виды предназначены для работы с уже существующими видами.

Команда Проекционный вид создает вид, содержащий ортогональную проекцию объекта. Особенность этой команды заключается в том, что после ее вызова необходимо указывать не трехмерную модель, а один из уже созданных ассоциативных видов этой модели. Рассмотрим пример.

1. Нажмите кнопку Проекционный вид на панели инструментов Ассоциативные виды. Щелкните кнопкой мыши на изображении вида с именем Спереди 1.

2. Появится фантом габаритного прямоугольника. Какой же именно вид мы построим? Это зависит от того, по какую сторону от базового вида будет зафиксирована опорная точка создаваемого проекционного вида. В нашем случае, когда базовым является вид спереди, возможны такие варианты:

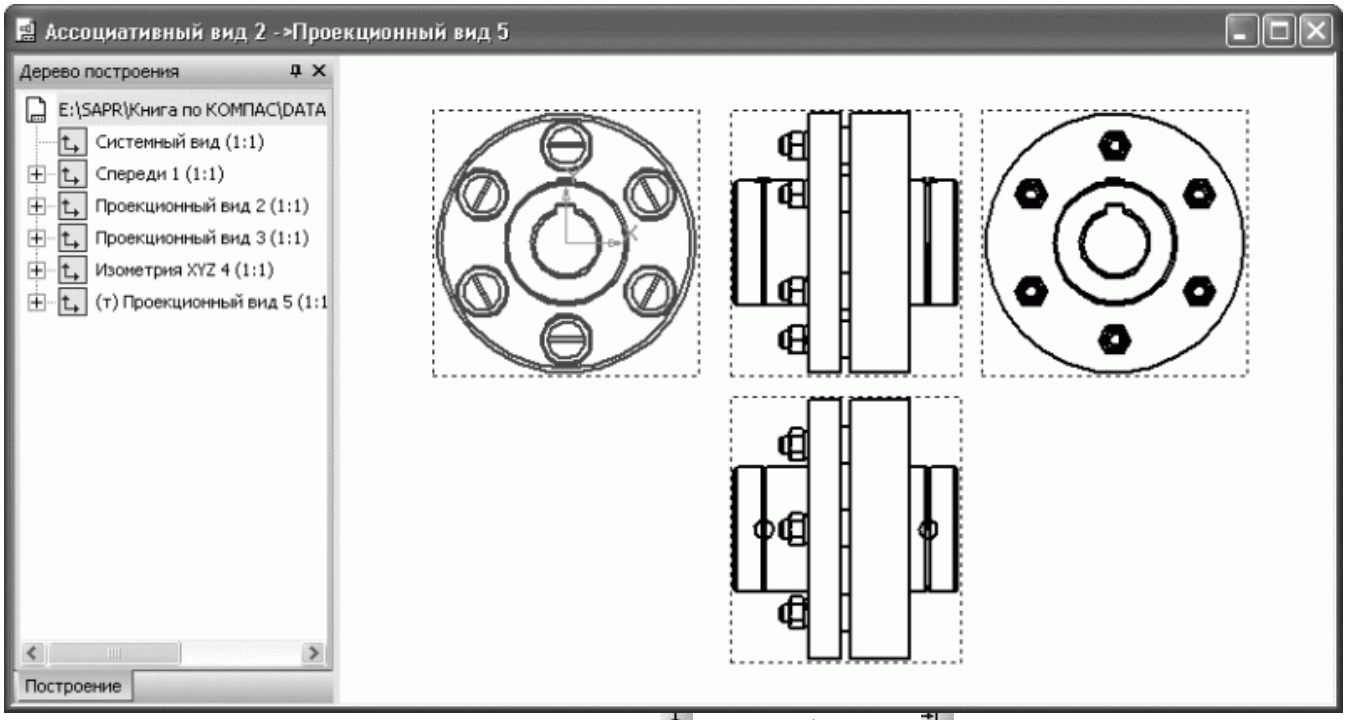
· при перемещении мыши влево и фиксации там начала координат вида будет создан вид справа;

· при перемещении мыши вправо – вид слева (он уже есть на чертеже);

· при перемещении мыши вверх от базового вида – вид снизу;

· и при перемещении и фиксации опорной точки внизу – вид сверху (также присутствует на чертеже).

3. Выберите первый вариант, то есть создайте проекционный вид справа, щелкнув кнопкой мыши левее главного вида муфты.



Весьма интересны команды Вид по стрелке и Разрез/сечение.

Они позволяют автоматически создавать вид по стрелке или вид-разрез, основываясь на одном из ассоциативных видов модели и соответствующем элементе оформления (стрелке взгляда или линии разреза).

В принципе, после построения стрелки взгляда или линии разреза при активном ассоциативном виде команды создания изображений соответствующих видов запускаются автоматически. Для примера выполните следующее.

1. Сделайте активным главный вид чертежа муфты (система присвоила ему имя Спереди 1).

2. Перейдите на панель Обозначения компактной панели инструментов и щелкните на кнопке Стрелка взгляда.

3. Постройте стрелку взгляда, под каким-либо углом указывающую на главный вид.

4. После завершения построения автоматически запустится команда Вид по стрелке. Вам остается только указать положение (зафиксировать) новый вид на чертеже.

Вид-разрез строится похожим образом.

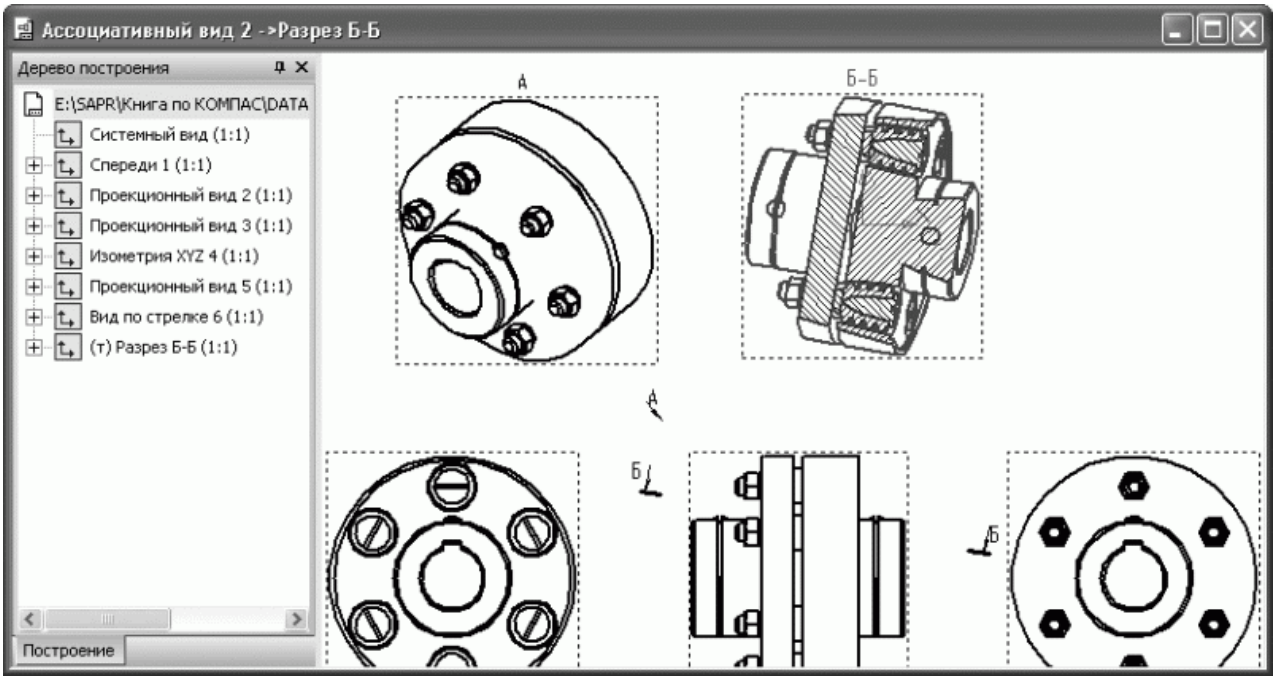
1. Сделайте активным главный вид чертежа муфты.

2. Нажмите кнопку Линия разреза на панели инструментов Обозначения.

3. Постройте произвольную линию разреза.

4. После указания направления взгляда в разрезе запускается команда Разрез/сечение для текущего вида и только что построенной линии разреза. Вам остается только зафиксировать точку привязки нового вида.

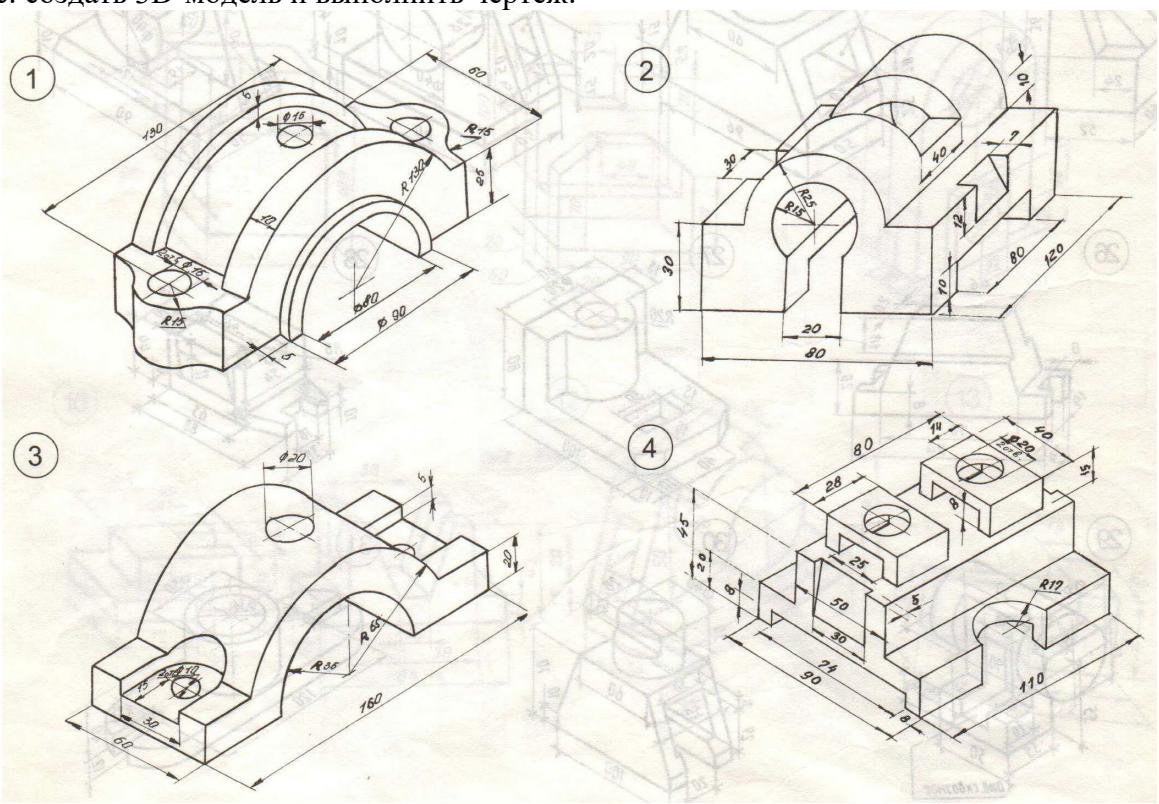
Если вы все выполните правильно, на вашем чертеже добавятся два новых вида. Обратите внимание, что все построение шести видов чертежа и изометрии не заняло и пяти минут! При этом от вас не требовалось особых усилий или неординарных способностей. А представьте, сколько бы времени ушло на создание аналогичного чертежа вручную. Не стоит также забывать, что все эти виды являются ассоциативно связанными с моделью и при каких-либо изменениях в ней будут сразу же перестроены.

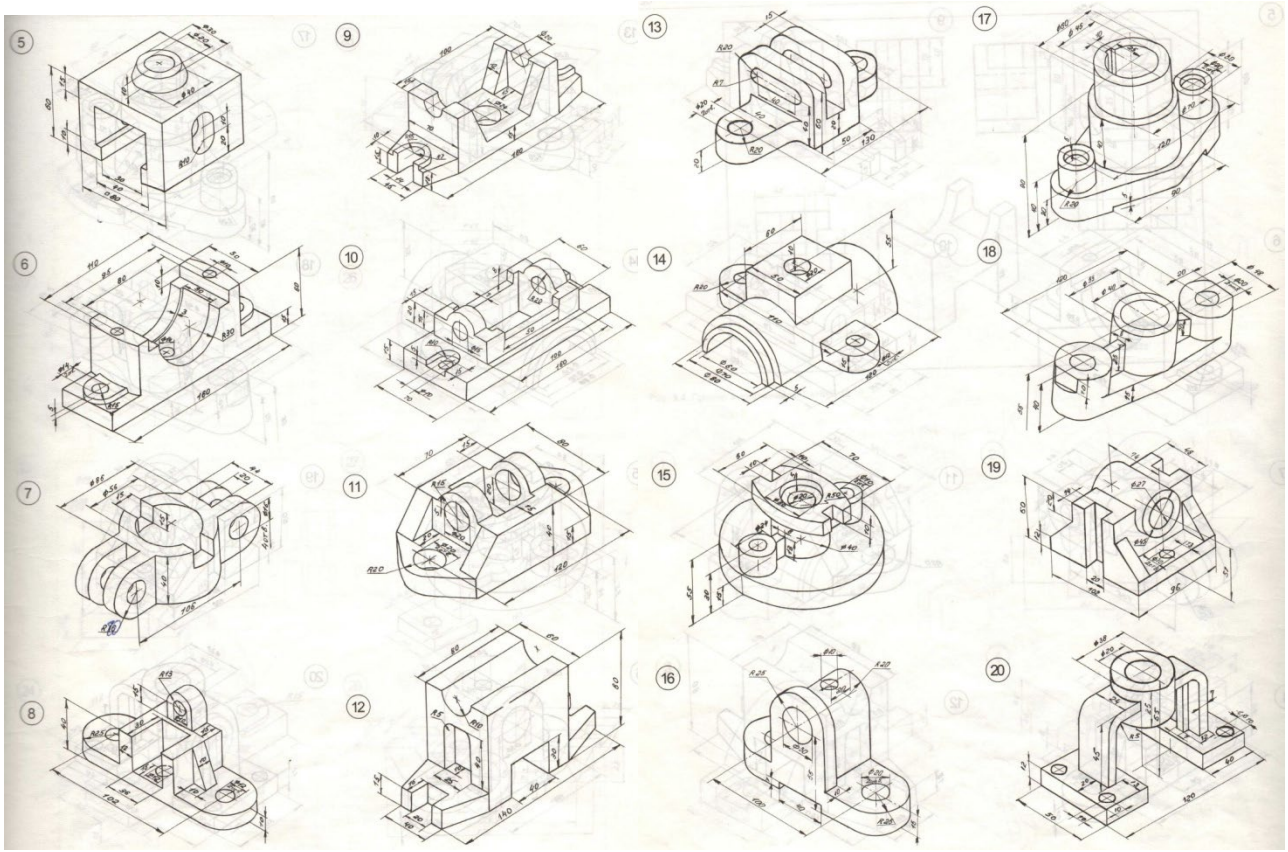


Фактически, это все, что вам нужно знать для того, чтобы в полном объеме использовать возможности редактора КОМПАС-График для создания чертежей любой сложности. Богатые возможности данного редактора значительно упрощают работу конструктора, избавляя его от многократного рисования стандартных элементов оформления.

Практическое занятие №18
Графическая работа №6

Задание: создать 3D-модель и выполнить чертеж.





Список литературы:

1. Жуков, Ю.Н. Инженерная и компьютерная графика / Ю. Н. Жуков. Томск: Изд-во Томского гос. унив. систем управления и радиоэлектроники, 2010. – 177с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5455#book_name.
2. Королёв, Ю.И. Инженерная и компьютерная графика. Учебное пособие. Стандарт третьего поколения [Электронный ресурс] / Ю.И. Королев, С.Ю. Устюжанина. – СПб.: Питер, 2014. – 432 с.
3. Ганин, Н.Б. Проектирование в системе КОМПАС 3D: Учебный курс [Электронный ресурс] : самоучитель — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 440 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1302. — Загл. с экрана.