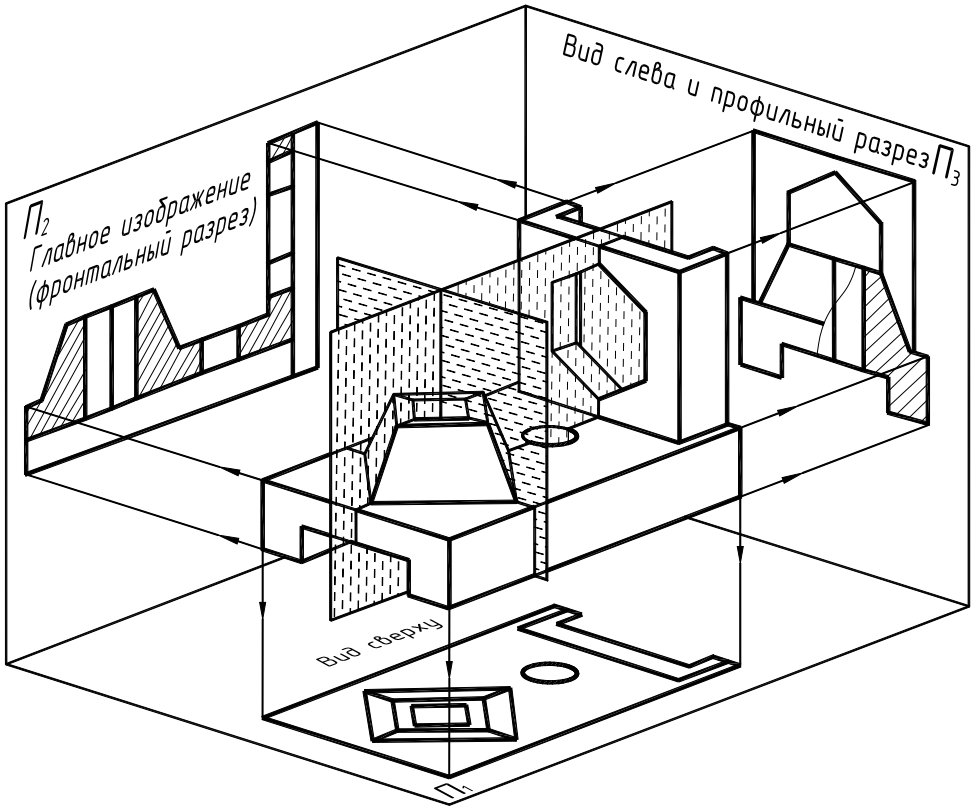
744(04)
Л694

А.Н. Логиновский, А.Л. Решетов, Л.И. Хмарова, Т.В. Бойцова

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Учебное пособие



Челябинск
2010

Министерство образования и науки Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра графики

744(07)
П793

А.Н. Логиновский, А.Л. Решетов, Л.И. Хмарова, Т.В. Бойцова

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Учебное пособие
2-е издание, исправленное и дополненное

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2010

УДК [744:621](075.8)
П793

Одобрено учебно-методической комиссией архитектурно-строительного факультета.

Рецензенты: Игнатьев А.Г., Зарезин А.А.

П793 ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ: учебное пособие / А.Н. Логиновский; А.Л. Решетов; Л.И. Хмарова; Т.В. Бойцова. – 2-е изд., испр. и доп. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 77 с.

В пособии изложены основы проекционного черчения. Содержатся основные положения сборника Государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Большое внимание уделено практическим приемам и правилам выполнения и оформления эскизов и чертежей изделий, изложены методические рекомендации по их выполнению, представлены образцы первого и второго заданий по черчению.

Пособие предназначено для студентов технических специальностей, изучающих курс «Инженерная графика».

УДК [744:621](075.8)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2010

ВВЕДЕНИЕ

Проекционное черчение является основным разделом курса технического черчения, в котором изучаются правила, условности и практические приемы построения изображений в ортогональных и аксонометрических проекциях, установленные стандартами Единой системы конструкторской документации.

Для построения изображений (проекций) предметов на плоскости применяют метод проецирования. Получающиеся при этом чертежи называются проекционными. При выполнении чертежей технических форм используют ортогональное проецирование. Сущность способа заключается в том, что через каждую точку геометрической фигуры проводится проецирующая прямая перпендикулярно к плоскости проекций и точка пересечения ее с этой плоскостью принимается за ортогональную проекцию точки. Между предметом и его проекцией существует взаимно однозначное точечное соответствие.

Технические чертежи должны быть:

1) **наглядными** – вызывать пространственное представление предмета;
2) **обратимыми** – по чертежу можно было точно воспроизвести форму и размеры изображаемого предмета;
3) **простыми** с точки зрения их графического изображения.

Все технические чертежи выполняются и оформляются в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Первые стандарты на оформление чертежей были утверждены в 1928 году. Затем они дополнялись и изменялись. В 1965–67 гг. был разработан комплекс стандартов «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД). Этот комплекс, включающий в себя более ста тридцати стандартов, вводит единые правила оформления конструкторской документации на все виды изделий во всех отраслях промышленности. Стандарты ЕСКД разработаны с максимальным упрощением конструкторской документации без ущерба для ясности чтения чертежа и обязательны для всех проектных организаций и учебных заведений.

В начале курса изучаются стандарты на графическое оформление чертежей: ГОСТ 2.301–68 «Форматы»; ГОСТ 2.302–68 «Масштабы»; ГОСТ 2.303–68 «Линии»; ГОСТ 2.304–81 «Шрифты чертежные»; ГОСТ 2.305–2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения»; ГОСТ 2.306–68 «Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах»; ГОСТ 2.307–2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений»; ГОСТ 2.317–2011 «Аксонометрические проекции» [1].

В соответствии с ГОСТ 2.101–68 [2] объект производства, для изготовления которого выполняют конструкторскую документацию, называется изделием.

Изделие – это предмет или совокупность предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Деталь является одним из видов изделия.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, но при необходимости с нанесением на него защитного или декоративного покрытия, а также изготовленное с применением сварки, пайки, склеивания.

Основным производственным документом, по которому изготавливают детали и собирают машины, возводят инженерные сооружения и строят здания, является **чертеж**.

Чертеж является средством выражения замыслов конструктора и проектировщика. Виды и комплектность конструкторских документов на все изделия устанавливает ГОСТ 2.102–2013.

Чертеж детали – это документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Эскиз детали – это чертеж, выполненный без применения чертежных инструментов на любом материале, без точного соблюдения масштаба, но с сохранением пропорциональности элементов детали и с соблюдение всех правил и условностей, установленных стандартами для выполнения чертежей.

1. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.1. Форматы

ГОСТ 2.301–68 устанавливает форматы листов при выполнении чертежей (эскизов) и других документов конструкторской документации всех отраслей промышленности и строительства. Форматы листов определяются размерами внешней рамки.

Стандартом предусмотрено выполнение чертежей на отдельных листах или на общем листе, с выделением в нем форматов для каждого чертежа. Обозначения и размеры основных пяти форматов приведены в табл. 1 и на рис. 1.1. Как видно из таблицы все они кратны формату А4. При необходимости допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.

На каждом листе выполняется рамка, ограничивающая рабочее поле чертежа. Рамка выполняется сплошной толстой основной линией. Расстояние от верхней, правой и нижней сторон внешней рамки – 5 мм. Расстояние от левой стороны – 20 мм (для подшивки листа).

В правом нижнем углу чертежа должна находиться основная надпись (ГОСТ 2.104–2006), которая на формате А4 располагается только вдоль короткой стороны, а для всех остальных форматов, как вдоль короткой, так и вдоль длинной стороны.

Таблица 1

Обозначение формата	**А0**	**А1**	**А2**	**А3**	**А4**
Размеры формата, мм	**841 × 1189**	**594 × 841**	**420 × 594**	**297 × 420**	**210 × 297**

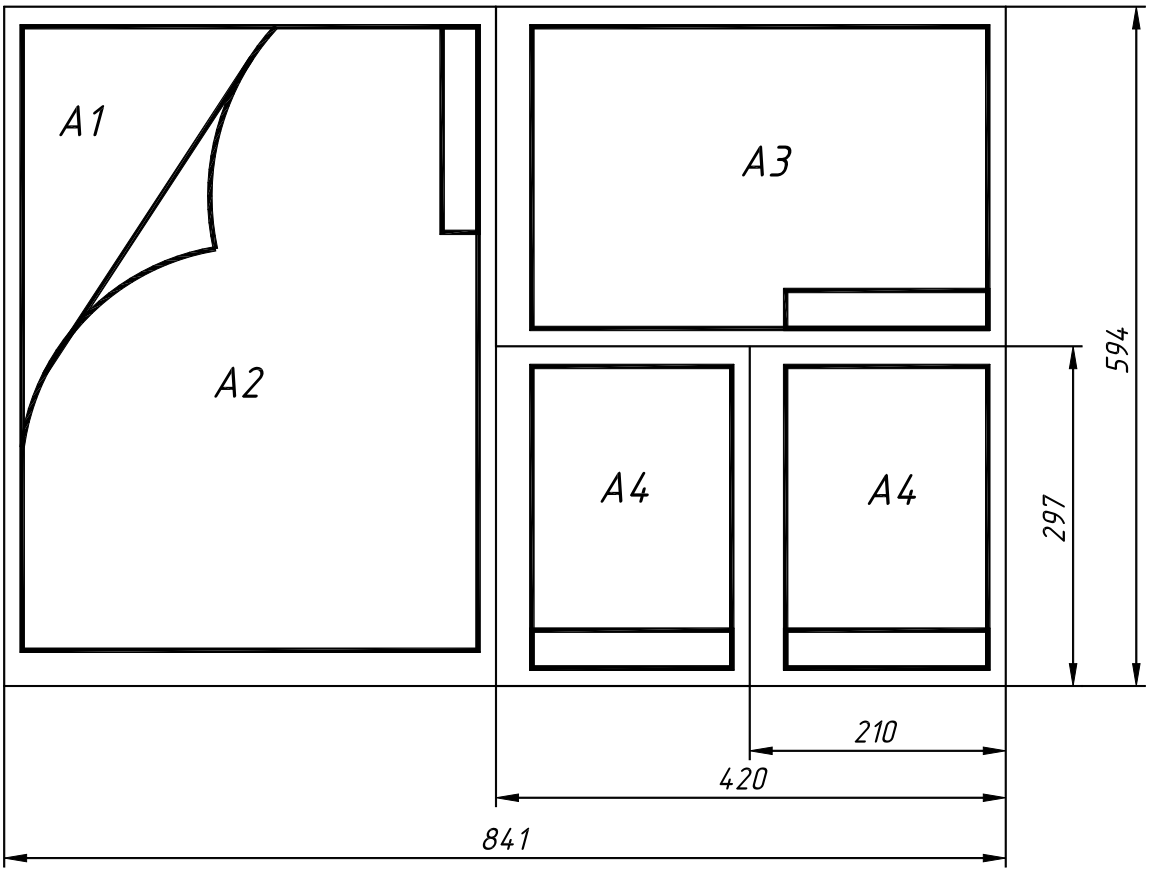


Рис. 1.1

Основные надписи выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303–68. Форма, размеры и порядок заполнения основной надписи, применяемой в заданиях по черчению, приведены в главе 2 (см. рис. 2.13).

1.2. Масштабы

Чертежи, на которых изображения выполнены в натуральную величину, дают правильное представление о действительных размерах предмета. Однако при очень малых размерах предмета или, наоборот, при слишком больших приходится его изображение 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 ряда, приведенного в табл. 2.

Таблица 2

Масштабы уменьшения	**1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 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**

Если масштаб указывается в предназначенной для этого графе основной надписи, то он должен обозначаться по типу: *1:1*; *1:2*; *2:1* и т.д.

На чертеже предмета проставляют действительные размеры независимо от масштаба изображения.

1.3. Линии

При выполнении любого чертежа основными элементами являются линии. Начертания и основные назначения линий для изображения предметов на чертежах всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.303–68. Толщина сплошной основной линии, обозначаемой буквой **s**, должна быть в пределах от **0,5** до **1,4** мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также формата чертежа. Толщина остальных линий приведена в табл. 3.

Таблица 3

Наименование	Начертание	Толщина линии
1. Сплошная основная		S
2. Сплошная тонкая		S/3… S/2
3. Сплошная волнистая		S/3… S/2
4. Штриховая	1...2 2...8	S/3… S/2
5. Штрихпунктирная тонкая	5...30 3...5	S/3… S/2
6. Разомкнутая	8...20	S… 1,5S

1. **Сплошная основная толстая** применяется для изображения видимого контура предмета, контура вынесенного сечения и входящего в разрез, видимых линий перехода.
2. **Сплошная тонкая** применяется для изображения размерных и выносных линий, штриховки сечений, контура наложенного сечения, линии выноски, полки линий – выносок, линии для изображения пограничных деталей, линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях, линии перехода воображаемые, следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях.
3. **Сплошная волнистая** применяется для изображения линий обрыва, разграничения вида и разреза.

4. **Штриховая линия** применяется для изображения невидимого контура, линий перехода невидимых.
5. **Штрихпунктирная тонкая** применяется для изображения линий осевых и центровых, линий сечений, являющихся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений.
6. **Разомкнутая линия** применяется для обозначения линии сечения.

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже.

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от размеров изображения. Штрихи и промежутки между ними должны быть одинаковой длины. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, заменяют сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размер других геометрических фигур в изображении менее **12** мм. На рис. 1.2 показаны примеры применения некоторых линий.

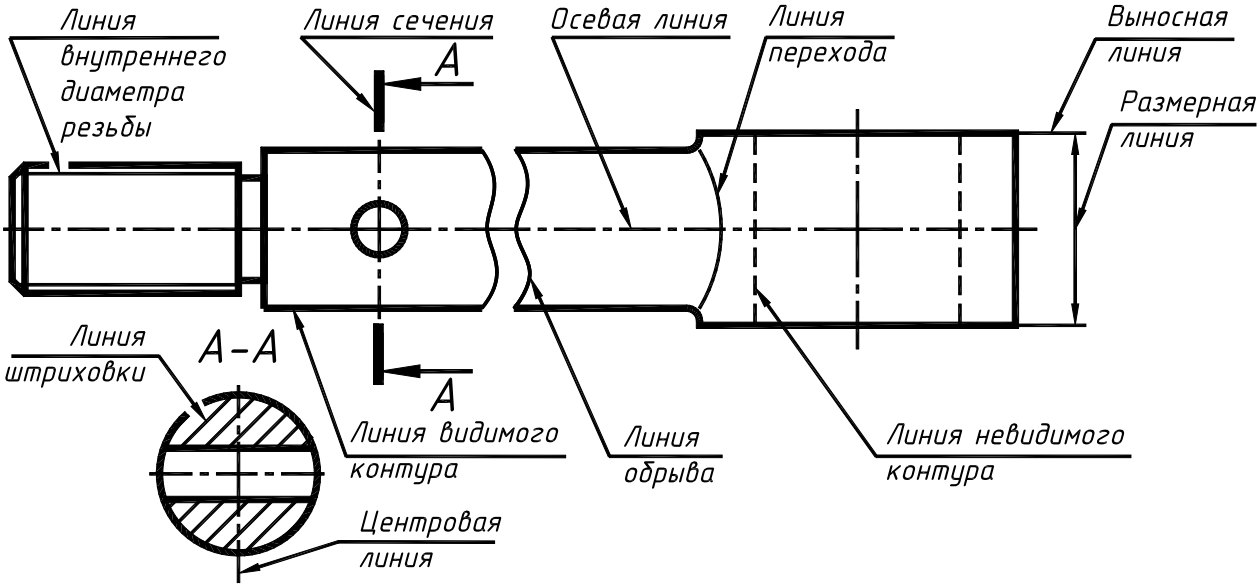


Рис. 1.2

1.4. Шрифты чертежные

Чертежи и прочие конструкторские документы содержат необходимые надписи: название изделий, размеры, данные о материале и т. д.

Все надписи на чертежах должны выполняются шрифтом согласно ГОСТ 2.304–81. Основным параметром шрифта является его размер.

Размер шрифта h – величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах. Высота прописных букв измеряется перпендикулярно к основанию строки.

Высота строчных букв **c** определяется из отношения их высоты (без отростков **k**) к размеру шрифта **h**, например, **c=7/10 h** (рис. 1.2).

Ширина буквы **g** – наибольшая ширина буквы, измеренная в соответствии с рис. 1.2.

Толщина линий шрифта **d** зависит от типа и высоты шрифта.

Стандартом установлены следующие размеры шрифта: 2,5; **3,5**; **5**; **7**; 10; 14; 20; 28; 40.

Этим стандартом установлено два типа шрифтов: тип **А** и тип **Б**, каждый из которых можно выполнять с наклоном или без наклона. Рекомендуется использовать шрифт тип **Б** с наклоном 75° к основанию строки.

Все параметры шрифта типа **Б** измеряются количеством долей, равных **1/10** части размера шрифта. Шрифты обычно выполняют с помощью сетки с шагом **d**, в которую вписывают буквы. Шаг **d** равен толщине линий шрифта.

Пример написания букв и цифр приведен на рис. 1.3 и 1.4.

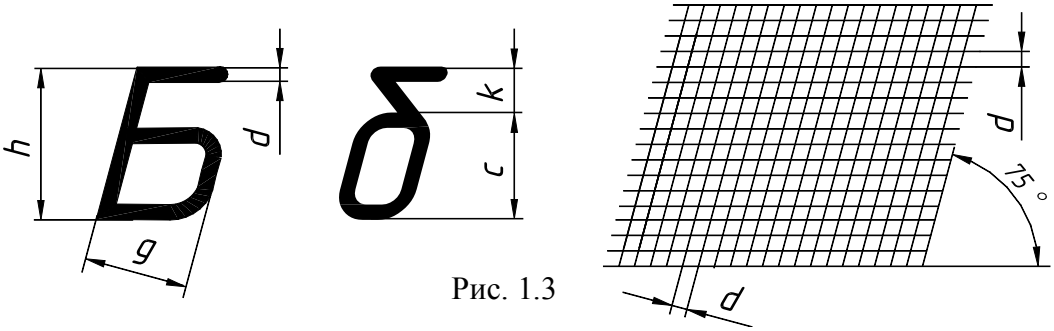


Рис. 1.3

Особенности конструкции букв, цифр и знаков

Прописные буквы

Прописные буквы по их написанию можно разделить на четыре группы. Буквы первой группы: *Г, Н, П, Т, Ц, Е, Ш, Щ* образованы прямолинейными элементами, расположенными горизонтально или под углом 75° к основанию строки (рис. 1.4, а).

Буквы второй группы: *А, И, Й, Х, К, Ж, М, Л, Д* также образованы прямолинейными элементами, расположенными горизонтально или под углом 75° к основанию строки и наклонно или диагонально (рис. 1.4, б).

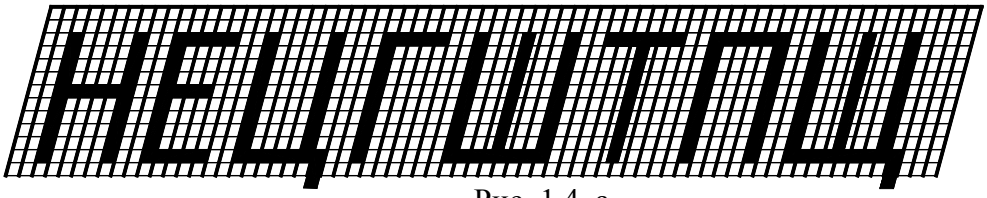


Рис. 1.4, а

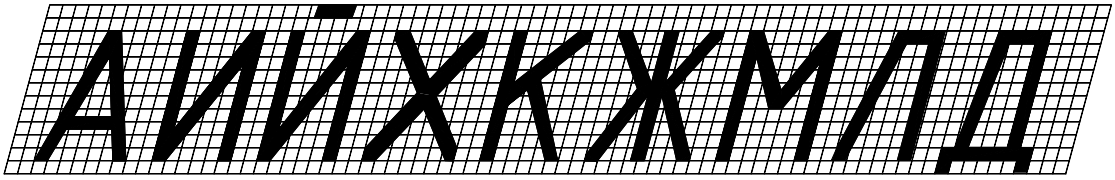


Рис. 1.4, б

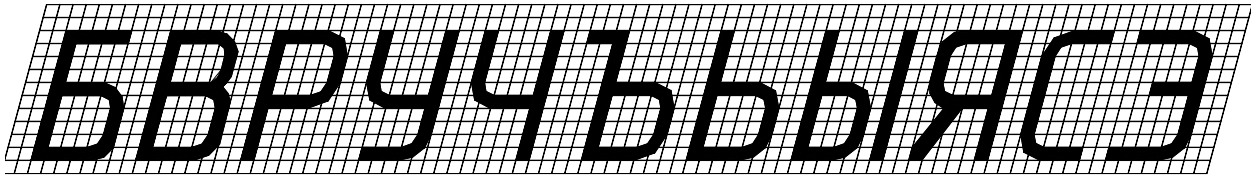


Рис. 1.4, в

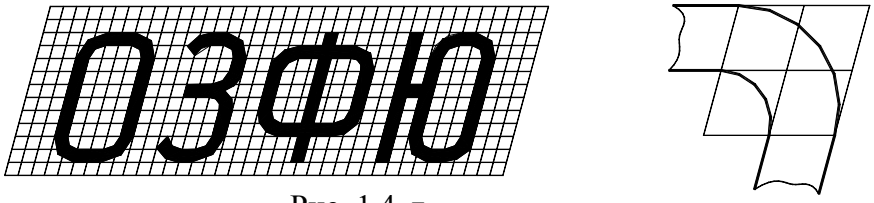


Рис. 1.4, г

Буквы третьей группы: *Б, В, Р, У, Ч, Ъ, Ы, Я, С, Э* образованы прямолинейными и криволинейными элементами (рис.1.4, в). Буквы четвертой группы: *О, З, Ю, Ф* в основном состоят из криволинейных элементов (рис. 1.4, г).

Высота прописных букв – **10d**. Ширина букв: *Ж, Ф, Ъ, Ш, Щ,* – **8d**; ширина букв: *А, Д, М, Х, Ы, Ю* – **7d**; остальных – **6d**.

Цифры

По характеру начертания арабские цифры подразделяются на две группы:

1) цифры *1, 4, 7*, состоящие только из прямолинейных элементов;

2) цифры *2, 3, 5, 6, 8, 9, 0,* состоящие из сочетания прямолинейных и криволинейных элементов (рис. 1.4, д). Высота цифр равна высоте прописных букв – **10d**. Ширина всех (кроме цифр *1* и *4*): – **5d**; ширина цифры *4* – **6d**; цифры *1* – **3d**.

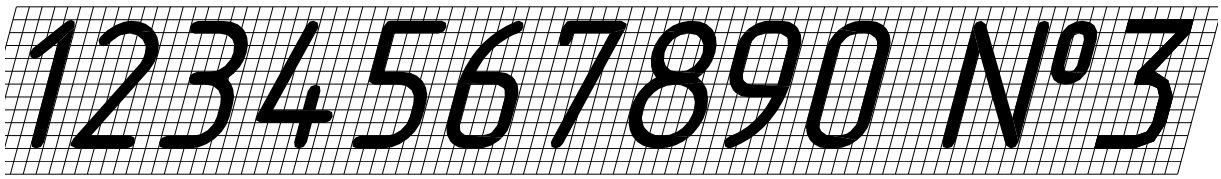


Рис. 1.4, д

Строчные буквы

Из всего алфавита только 15 строчных букв по конструкции отличаются от соответствующих прописных. В основе начертания этих букв лежит конструкция элементов буквы *О* (рис. 1,5, а, б).

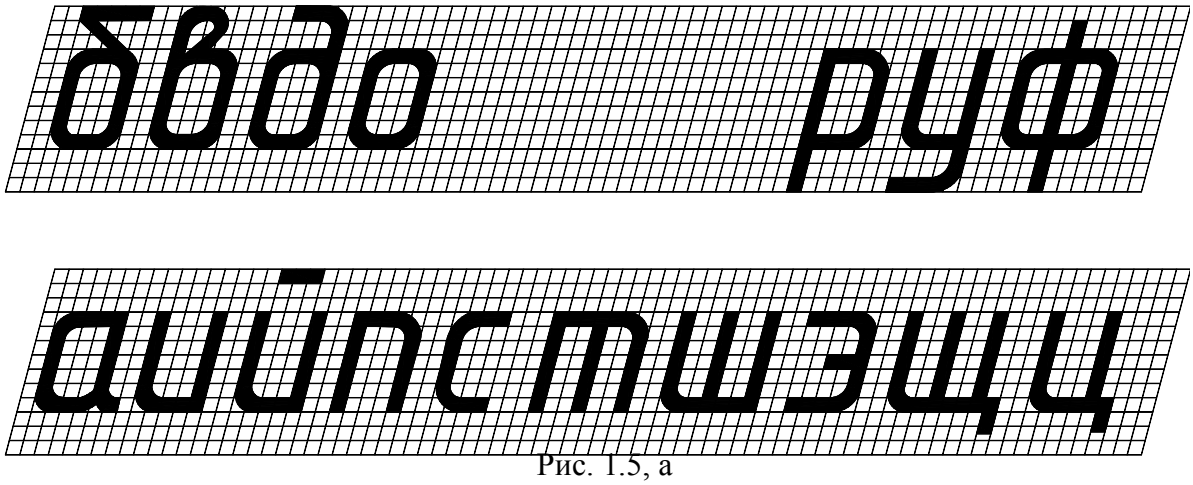


Рис. 1.5, а

Рис. 1.5, б

Высота строчных букв – **7d**. При построении шрифта по вспомогательной сетке следует учитывать разную ширину букв. Буквы: ***ж, т, ф, ш, щ*** – **7d**;. буквы: ***м, ю, ы*** – 6d.– остальные – **5d**. Необходимо помнить, что расстояние между некоторыми буквами, например, *Г* и *А*, *Г* и *Л* уменьшается с **2d** до размера, равного толщине линии букв.

Минимальное расстояние между буквами в словах– **2d**. Минимальное расстояние между словами – **6d**. Минимальное расстояние между строчками текста – **17d**.

1.5. Изображения

Правила изображения предметов на чертежах устанавливает ГОСТ 2.305–2008. Изображения предметов выполняются по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 1.6). Проецирование предметов производят на шесть граней куба, грани совмещают с плоскостью (рис. 1.7).

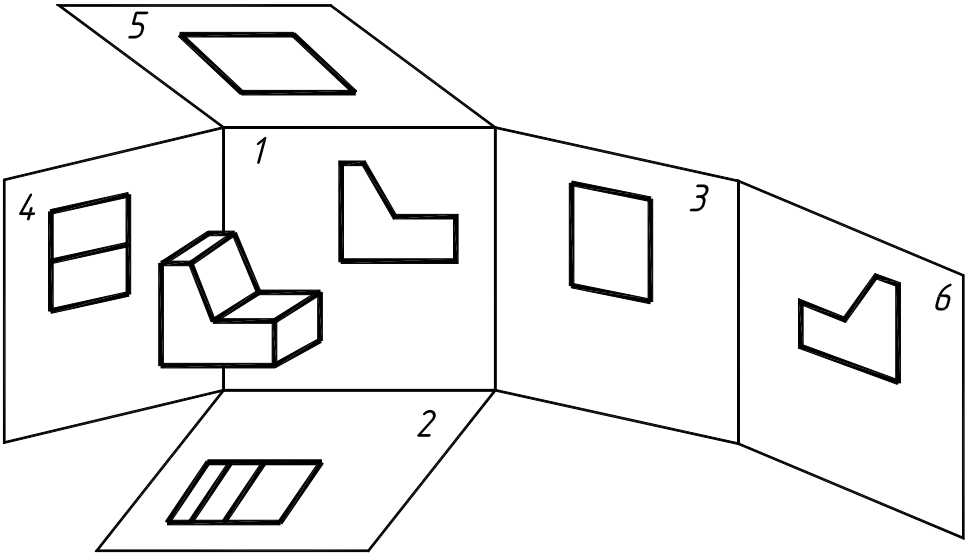


Рис. 1.6

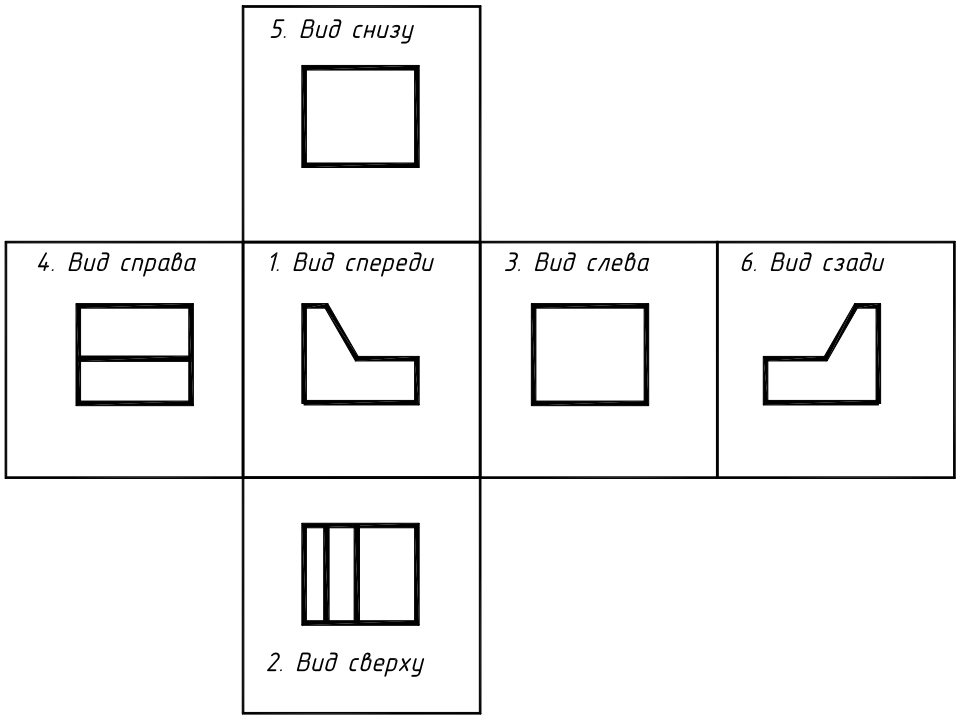


Рис. 1.7

Следует обратить внимание на различие, существующее между изображением и проекцией предмета. Не всякое изображение является проекцией. Между предметом и его проекцией существует взаимнооднозначное точечное соответствие, состоящее в том, что каждой точке предмета соответствует определенная точка проекции и наоборот.

При построении изображений предметов стандарт допускает применение условностей и упрощений, вследствие чего указанное соответствие нарушается. Поэтому получающиеся при проецировании предмета фигуры называют не проекциями, а **изображениями**.

Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве **главного**. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Все изображения на чертеже, в зависимости от их содержания, делятся на **виды**, **сечения** и **разрезы**.

1.5.1. Виды

Вид – это изображение обращенной к наблюдателю видимой части предмета.

Виды разделяют на **основные**, **местные** и **дополнительные**.

Основные виды – изображения, получаемые на основных плоскостях проекций (гранях куба). Стандарт устанавливает следующие названия основных видов (см. рис. 1.7):

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

Если расположение видов на чертеже соответствует рис. 1.6, то названия видов на чертеже не подписывают. Если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади не находятся в проекционной связи с главным изображением, то они отмечаются на чертеже соответствующим обозначением по типу «*А*» (рис. 1.8). Направление взгляда указывают стрелкой, обозначаемой прописной буквой русского алфавита, начиная обозначения с буквы *А*. Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.

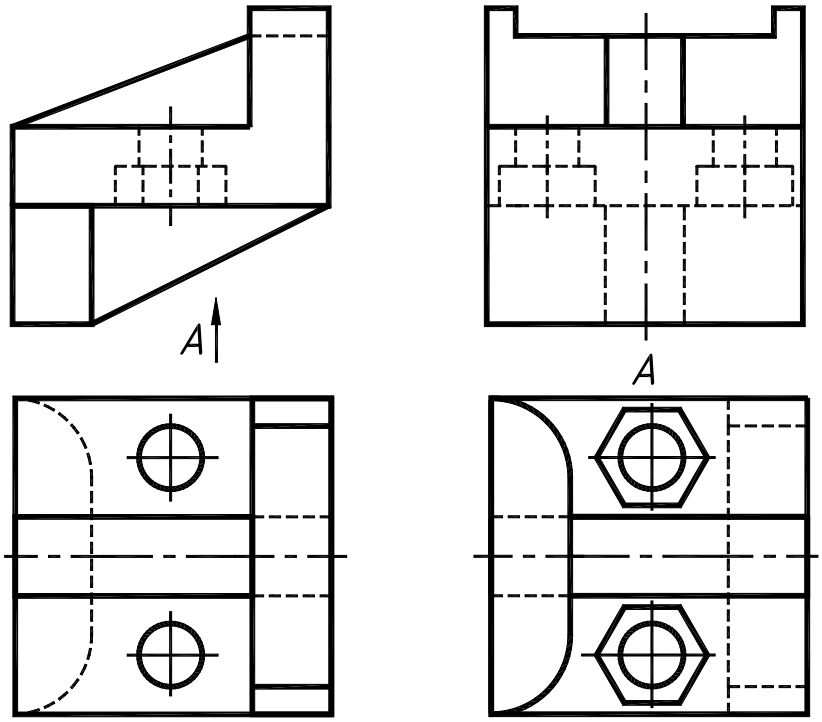


Рис. 1.8

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 (рис. 1.9). Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере (рис. 1.9, вид *Б*) или не ограничен (рис. 1.9, вид *А*).

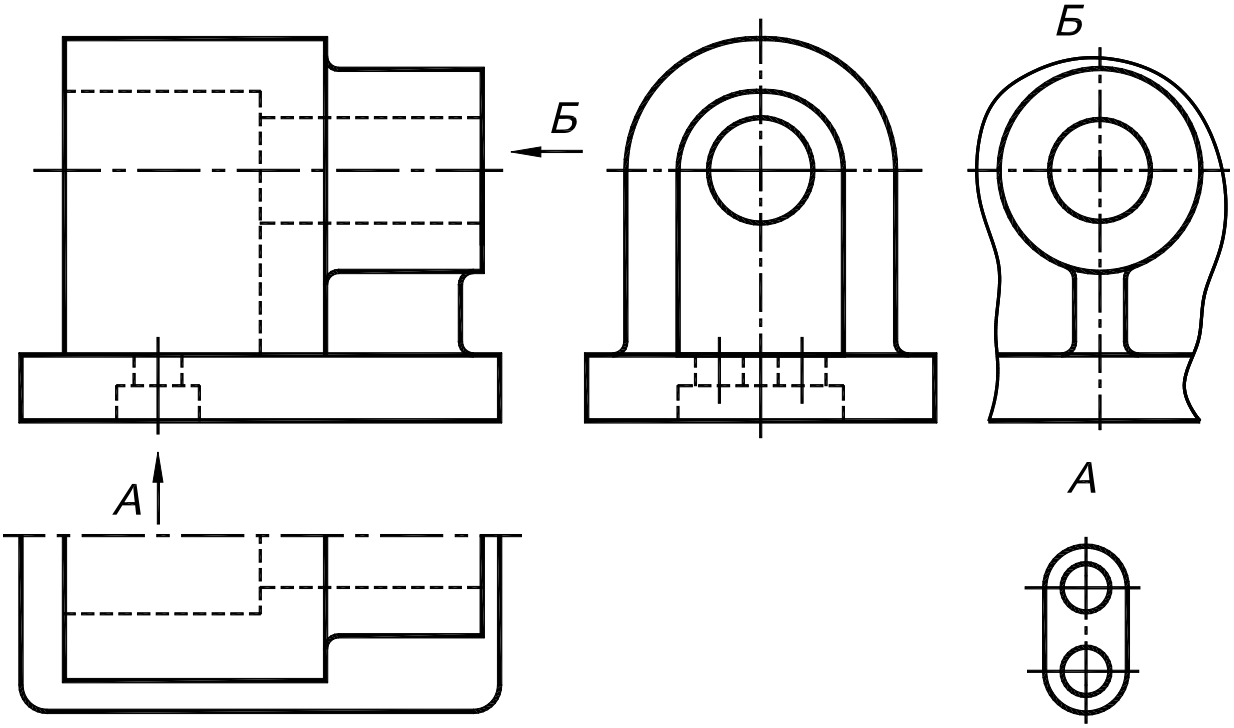


Рис. 1.9

Дополнительные виды – изображения на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций. Применяются в тех случаях, когда 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 ним изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (рис. 1.10, б). Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят (рис. 1.10, а). Дополнительный вид можно повертывать, сохраняя при этом положение, принятое для данного предмета на главном изображении. При этом к надписи «*А* », добавляется знак ⟲, заменяющий слово «повернуто» (рис. 1.10, в). Размеры стрелок, указывающих направление взгляда и знака, приведены на рис. 1.11.

Основные, дополнительные и местные виды служат для изображения формы внешних поверхностей предмета. Выявление формы внутренних поверхностей предмета штриховыми линиями значительно затрудняет чтение чертежа, усложняет нанесение размеров. Поэтому для выявления внутренней (невидимой) конфигурации предмета применяют условные изображения – **сечения** и **разрезы**.

1.5.2. Сечения

Сечением называется изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями (рис. 1.12, а). На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (рис. 1.12, б). Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения.

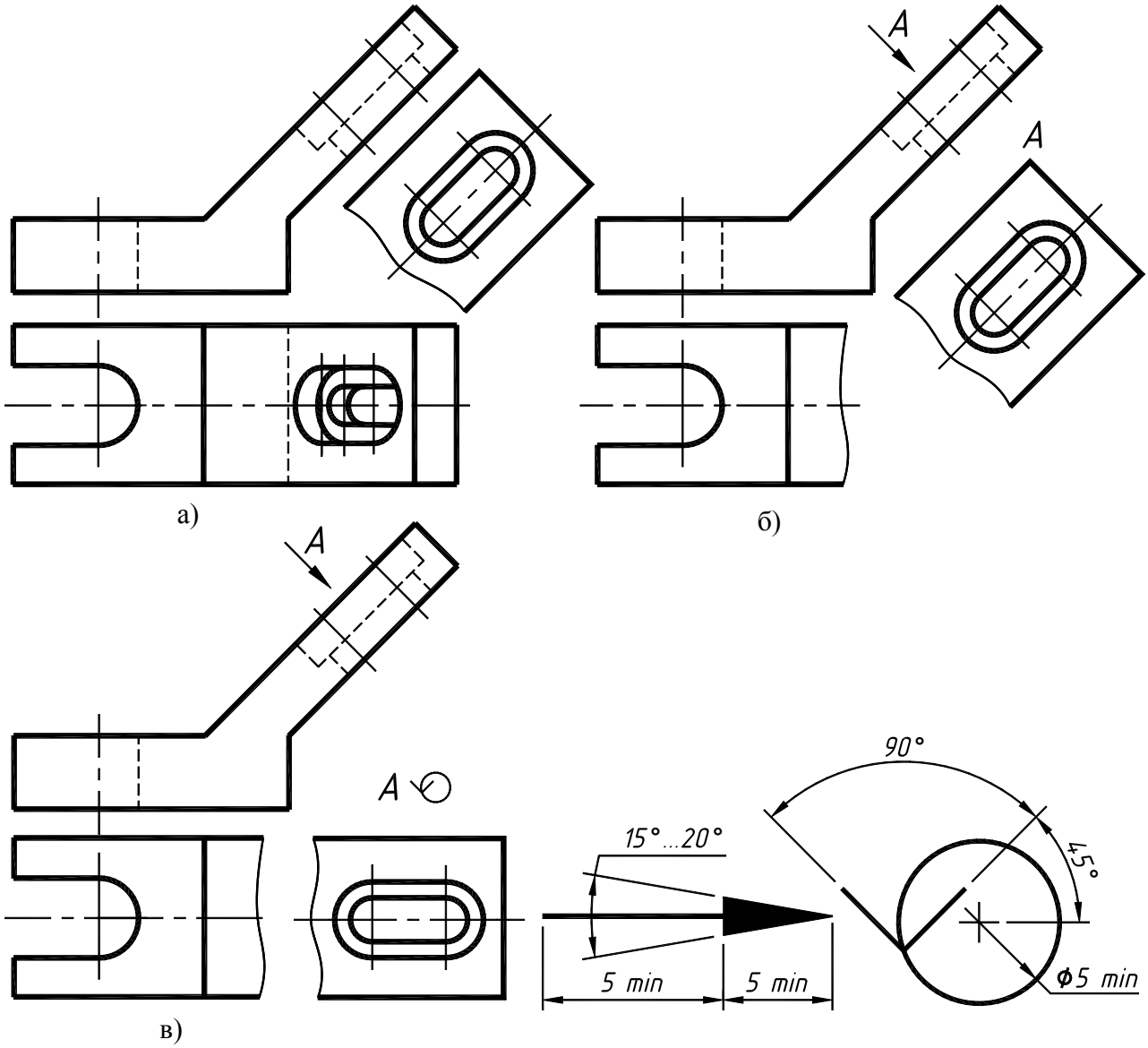


Рис. 1.10

Рис. 1.11

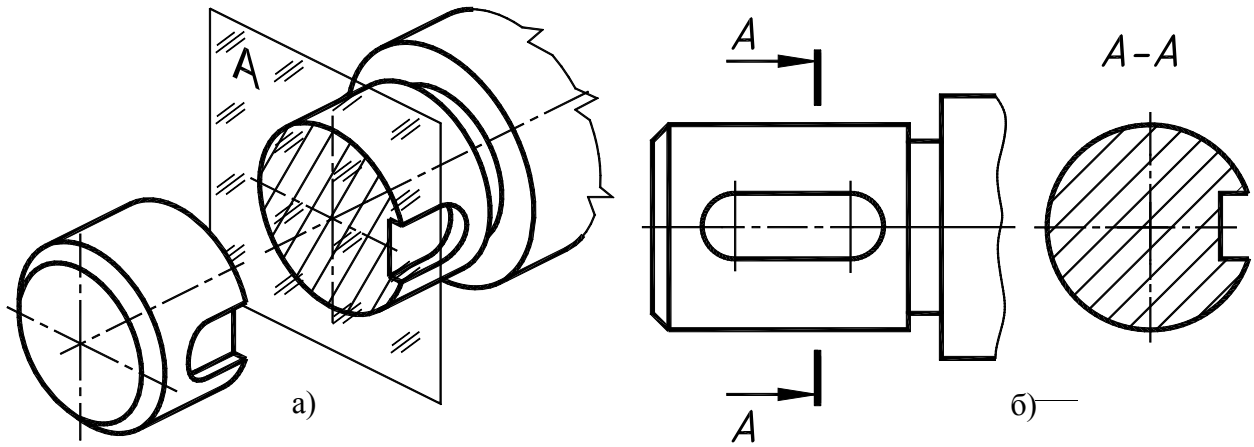


Рис. 1.12

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют по форме на **симметричные** (рис. 1.13) и **несимметричные** (рис. 1.14).

Сечения также подразделяют на **наложенные** (рис. 1.13 а, 1.14 а), **расположенные в разрыве вида** (рис. 1.13 б, 1.14 б), и **вынесенные** (рис. 1.13 в, 1.13 г, 1.14, в, 1.14 г).

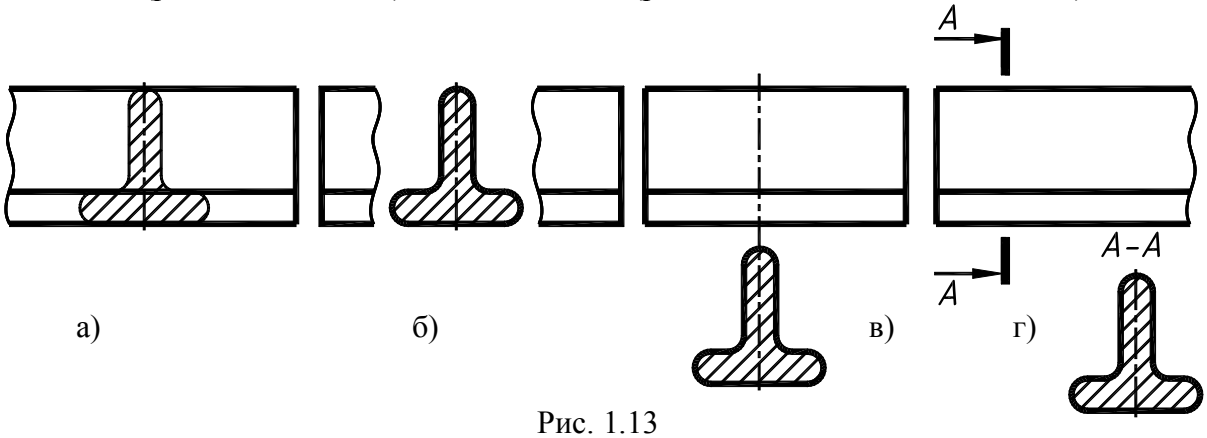


Рис. 1.13

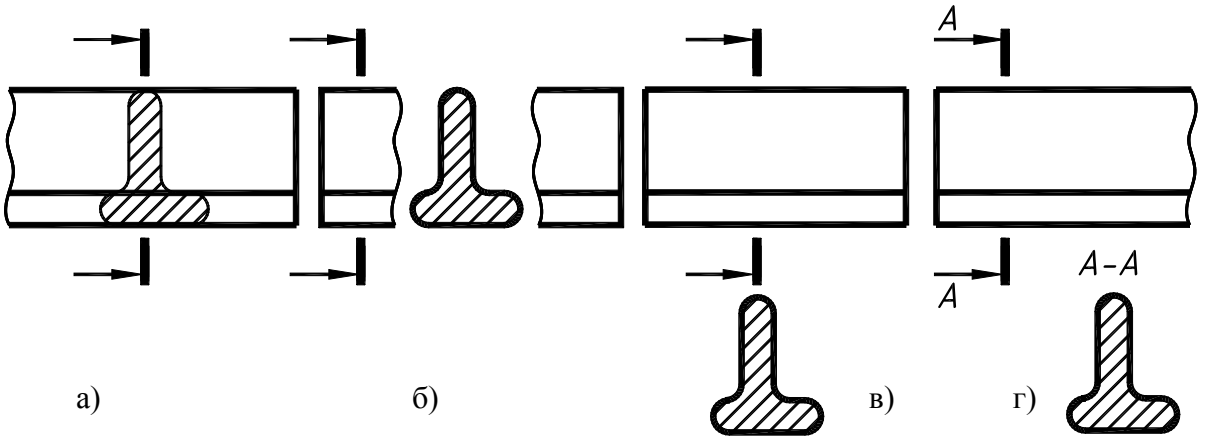


Рис. 1.14

Контур вынесенного сечения изображают сплошными толстыми линиями, контур наложенного – сплошными тонкими. Контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (рис. 1.14, б), или наложенных (рис. 1.14, а) линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линии сечения обозначают одной и той же буквой и вычерчивают одно сечение (рис. 1.15). Если при этом секущие плоскости направлены под различными углами (рис. 1.16), то знак не наносят.

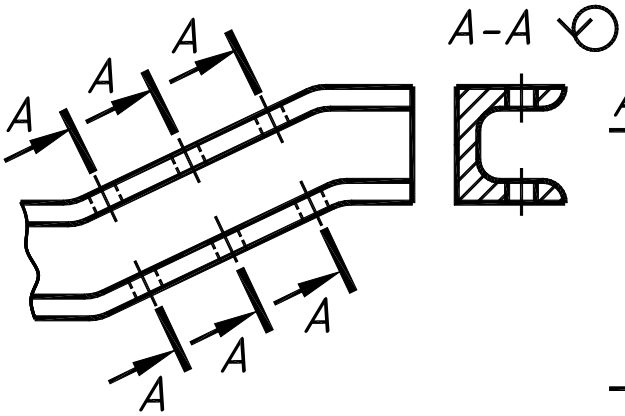


Рис. 1.15

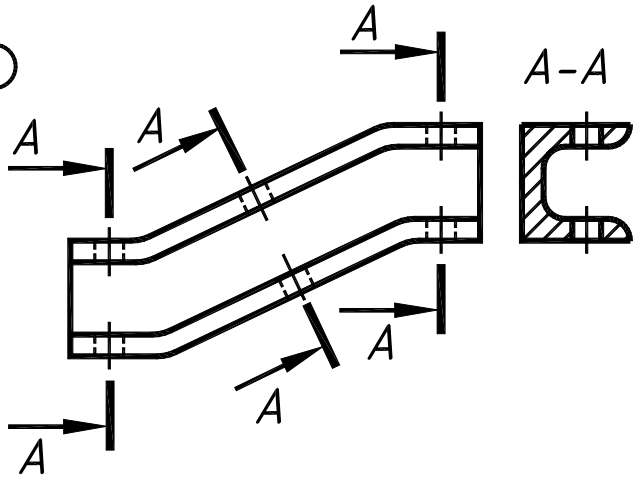


Рис. 1.16

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 1.17). Для симметричных сечений, выполненных в проекционной связи, положение секущей плоскости не указывают (рис. 1.13, в).

Обозначение сечений

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направления взгляда и обозначают ее одинаковыми прописными буквами кириллицы, начиная с *А*, без пропусков и повторений (рис. 1.15). Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур изображения. Буквы наносят около стрелок с внешней стороны угла. Размер шрифта — в **1,5…2** раза больший, чем принятый для цифр размерных чисел.

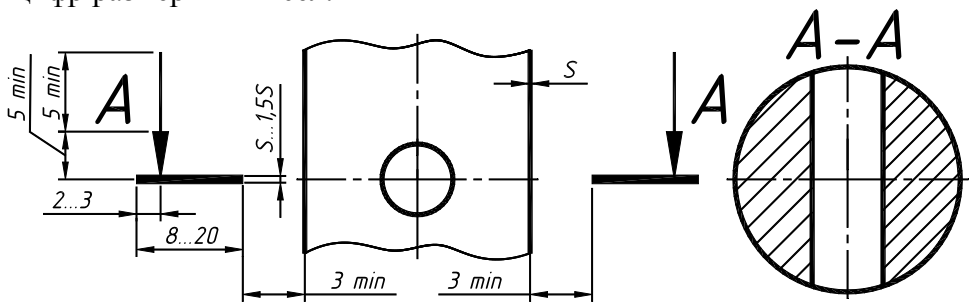
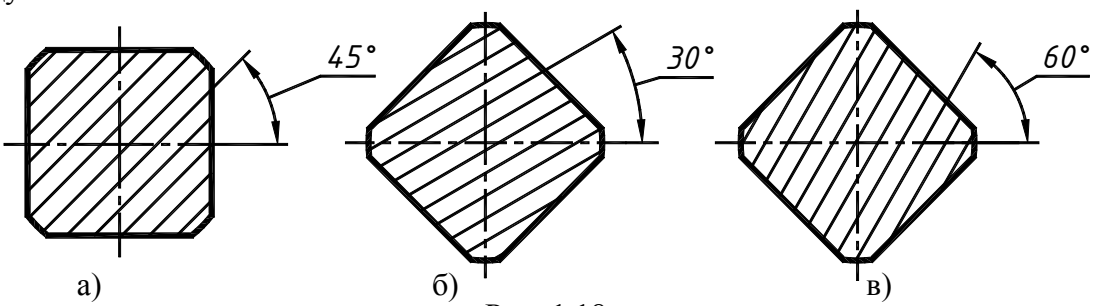


Рис.1.17

Сечения на чертеже выделяют штриховкой. Вид ее зависит от графического обозначения материала детали и должен соответствовать ГОСТ 2.306–68. Металлы и твердые сплавы в сечениях обозначают наклонными параллельными линиями штриховки, проведенными под углом **45°** к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа (рис. 1.18, а). Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом **45°**, совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла **45°** следует брать угол **30°** или **60°** (рис. 1.18, б, в). Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, но в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали. Штриховка выполняется тонкими линиями. Расстояние между линиями выбирается в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений. Для учебных чертежей рекомендуется – **3…5** мм.



а) б) в)

Рис. 1.18

1.5.3. Разрезы

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе изображают то, что попало в секущую плоскость и то, что находится за ней. Таким образом, разрез состоит из сечения и вида части предмета, расположенной за секущей плоскостью. Разрезы выполняют для выявления внутренней формы предмета. В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяют на:

простые – одна секущая плоскость;

сложные – несколько секущих плоскостей.

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы делят на:

г о р и з о н т а л ь н ы е – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (рис. 1.19, 1.20 – разрез *Б–Б*);

в е р т и к а л ь н ы е – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (рис. 1.19, – разрезы *А–А* и *В–В*);

н а к л о н н ы е – секущая плоскость наклонена к горизонтальной плоскости проекций под некоторым углом (рис. 1.20 – разрез *А-А*).

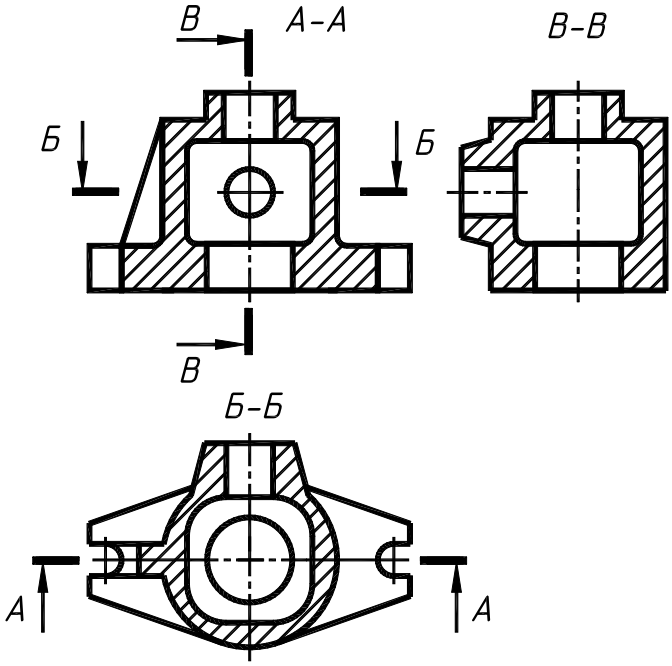


Рис. 1.19

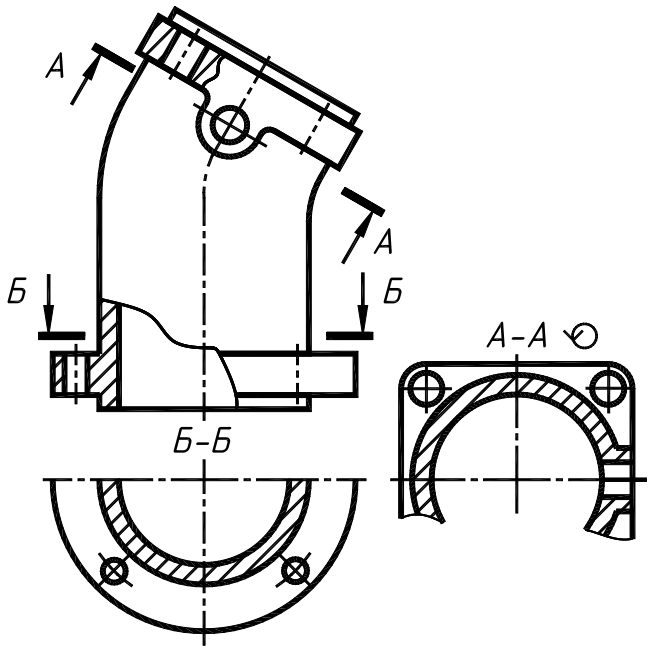


Рис. 1.20

Вертикальный разрез называют **ф р о н т а л ь н ы м**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 1.19 – разрез *А–А*),

п р о ф и л ь н ы м, если плоскость параллельна профильной плоскости проекций (рис. 1.19 – разрез *В–В*).

Разрезы называют **продольными**, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (рис. 1.19 – разрез *А–А*);

поперечными, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета (рис. 1.19, 1.20 – разрез *Б–Б*).

М е с т н ы й р а з р е з

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном ограниченном месте, называют **местным**. Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией (рис. 1.20) или сплошной тонкой линией с изломом. Она не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

Сложные разрезы разделяют на: **с т у п е н ч а т ы е**, если секущие плоскости параллельны (рис. 1.21); **л о м а н ы е**, если секущие плоскости пересекаются (рис. 1.22). Сложные разрезы могут быть **фронтальными**, **горизонтальными** и **профильными**.

При ломаных разрезах наклонные секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда. При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на плоскость, с которой производится совмещение (рис. 1.22).

Фигуры сечения, полученные различными секущими плоскостями сложного разреза, не разделяют одну от другой никакими линиями [3].

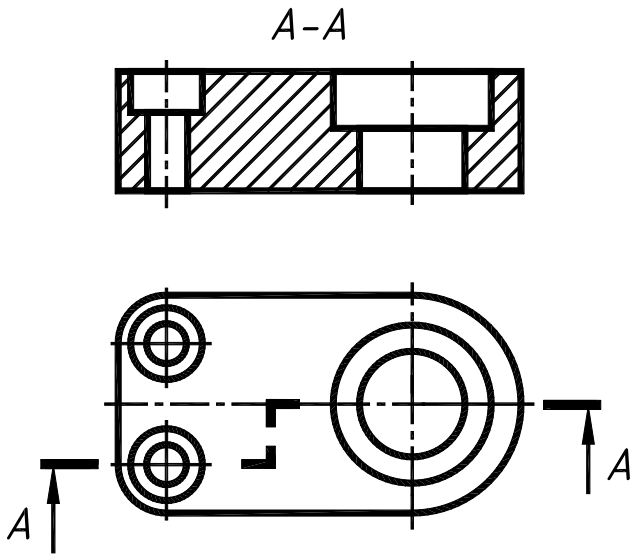


Рис. 1.21

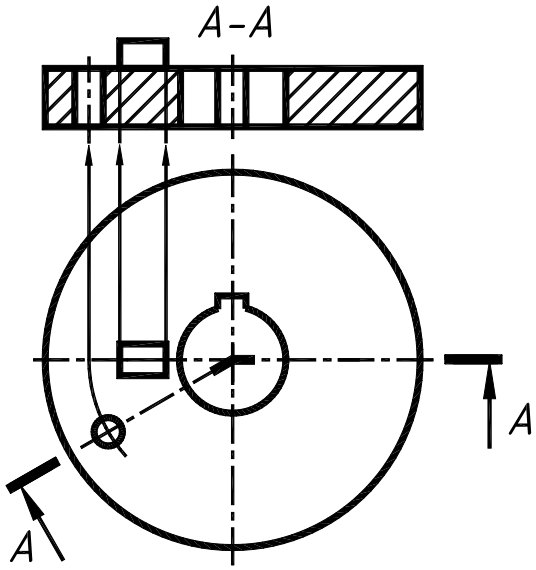


Рис. 1.22

Обозначение разрезов

Положение секущей плоскости обозначают на чертеже разомкнутой линией. При сложном разрезе штрихи разомкнутой линии проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. На начальном и конечном штрихах ставят стрелки, указывающие направление взгляда (см. рис. 1.19...1.22). Стрелки проводят на расстоянии **2...3** мм от конца штриха. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения. У начала и конца линии сечения, при необходимости и у мест пересечения секущих плоскостей, ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда, в местах пересечения со стороны внешнего угла. Повернутый разрез обозначают знаком ↺ (*А–А* на рис. 1.20). Разрез отмечают надписью по типу *А–А* (всегда двумя буквами через тире).

Сложные разрезы обозначают во всех случаях.

Обозначение простых разрезов

<u>При выполнении простых разрезов положение секущей плоскости не обозначают и разрез надписью не сопровождают, при одновременном выполнении трех условий</u>:

1) секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом;
2) соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями;
3) разрез является горизонтальным, фронтальным или профильным (например, разрезы фронтальный и профильный на рис. 1.23).

При несоблюдении хотя бы одного условия, простые разрезы обозначают по приведенной выше схеме.

Расположение разрезов

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (см. рис. 1.19) или в любом месте чертежа.

Соединение части вида и части разреза

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять на одном изображении. Линии невидимого контура на соединяемых частях вида и разреза обычно не показывают. Если вид и разрез представляют собой симметричные фигуры (рис. 1.23), то соединяют половину вида и половину разреза, разделяя их штрихпунктирной тонкой линией, являющейся осью симметрии. Часть разреза располагают справа (рис. 1.23, а) или снизу от оси симметрии, разделяющей часть вида и часть разреза (рис. 1.23, б).

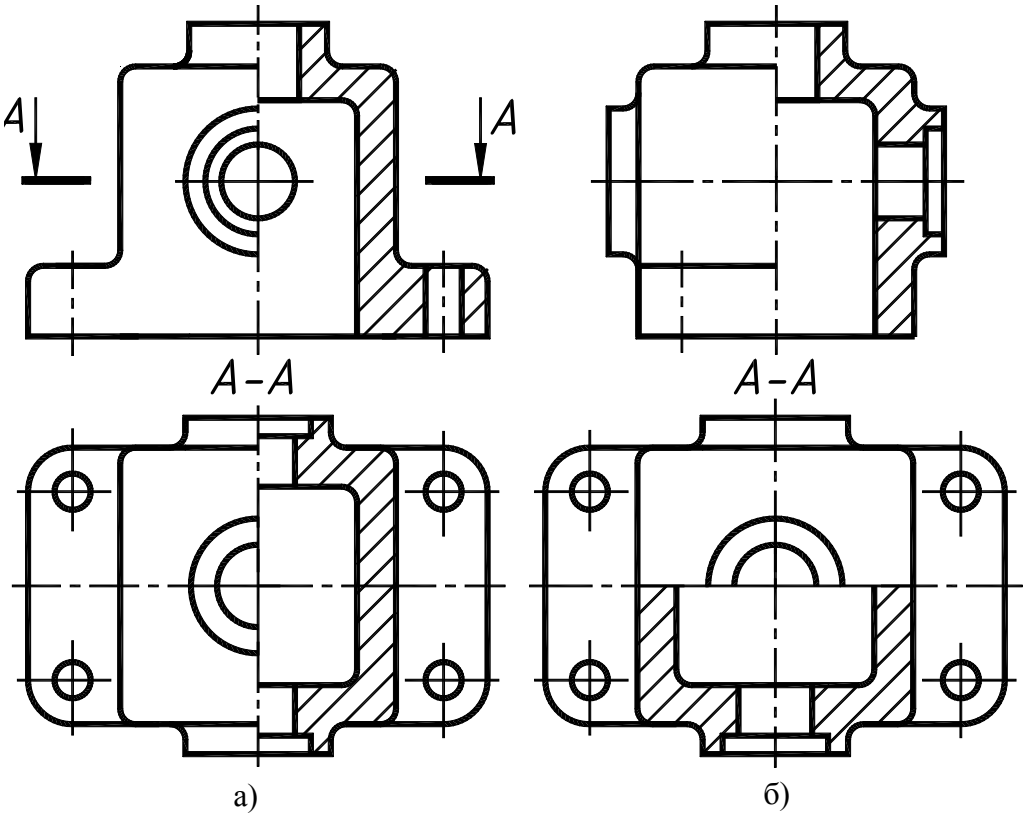


Рис. 1.23

При соединении симметричных частей вида и разреза, если с осью симметрии совпадает проекция какой либо линии, например ребра (рис. 1.24), то вид от разреза отделяют сплошной волнистой линией, так чтобы ребро стало видимым.

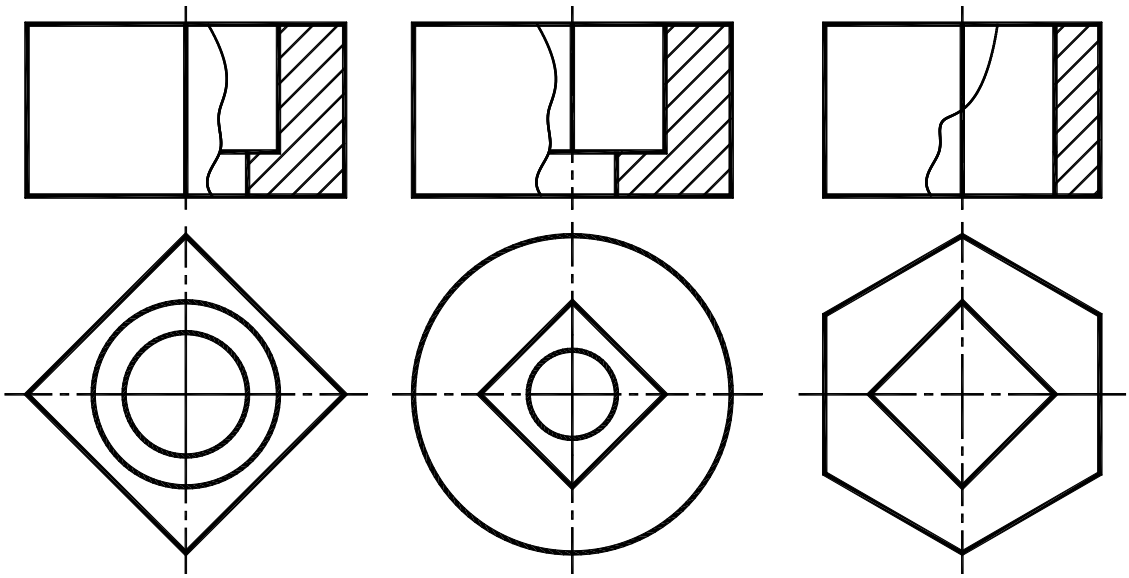


Рис. 1.24

При соединении на одном изображении части вида и разреза, каждый из которых является несимметричной фигурой, часть вида от части разреза следует отделять сплошной волнистой линией (рис. 1.25). Допускается разделение разреза и вида тонкой штрихпунктирной линией, совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если она представляет собой тело вращения (рис. 1.26). Ребра жесткости показывают условно незаштрихованными при рассечении секущей плоскостью вдоль ребра (см. рис. 1.19).

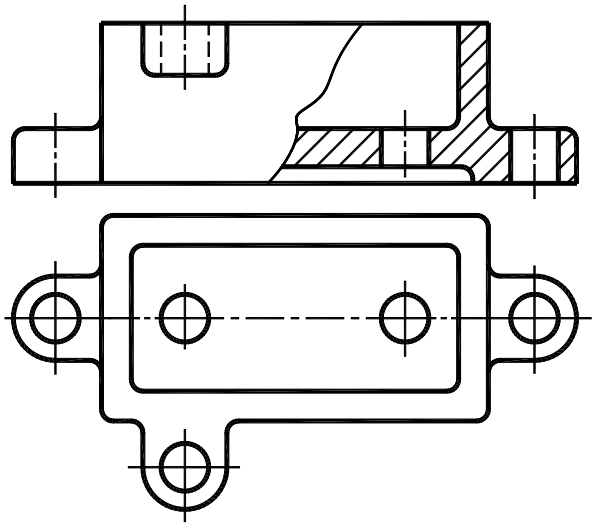


Рис. 1.25

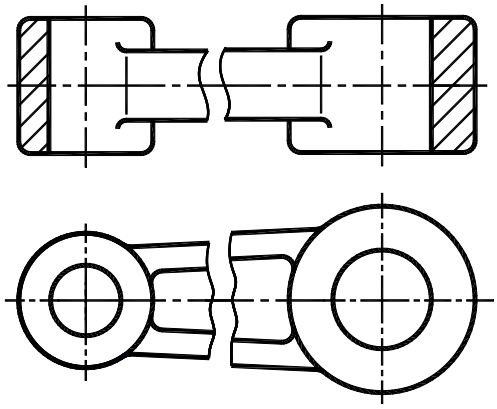


Рис. 1.26

1.6. Основные правила нанесения размеров

ГОСТ 2.307–68 устанавливает правила нанесения размеров на чертежах. **Нанести** размеры на чертеже – значит так расположить выносные и размерные линии, размерные числа, чтобы исключить возможность их неправильного толкования и обеспечить удобство чтения чертежа.

Количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия [3].

Не допускается повторять размеры одного элемента на разных изображениях и наносить размеры в виде замкнутой цепи.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Основанием для определения величины предмета служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнен чертеж [4].

Размеры бывают **линейные**: длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса, дуги и **угловые** – размеры углов. Линейные размеры указывают на чертеже в миллиметрах, единицу измерения на чертеже не указывают. Размеры, приводимые в технических требованиях и надписях на поле чертежа, обязательно указывают с единицей измерения.

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы, например, 12°45′30″. Некоторые угловые размеры задают значениями уклона или конусности (см. ниже рис. 1.38, 1.39).

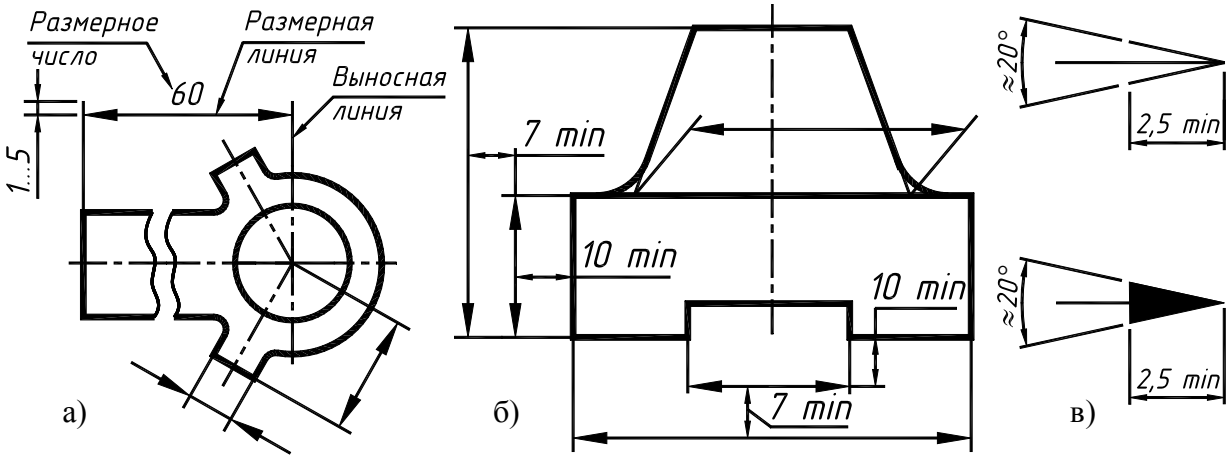


Рис. 1.27

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии – перпендикулярно размерным линиям (рис. 1.27, а). За исключением случаев, когда они вместе с измеряемым отрезком образуют параллелограмм (рис. 1.27, б). Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в выносные или контурные линии.

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм (см. рис. 1.27, а). Стрелки должны быть одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 1.27, в.

Расстояние между размерными линиями выбирают в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. При этом минимальное расстояние между параллельными размерными линиями – **7** мм, между размерной и линией контура – **10** мм (рис. 1.27, б).

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (см. рис. 1.27, а) и наносят действительный размер.

Нельзя использовать линии контура, осевые, центровые и выносные в качестве размерных линий.

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Размеры, относящиеся к внутренним поверхностям детали, проставляют со стороны разреза, а к наружным поверхностям – со стороны вида.

Если вид или разрез симметричного предмета изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом. Обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета (рис. 1.28, а).

При указании размера диаметра окружности размерные линии допускается проводить с обрывом независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично. При этом разрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рис. 1.28, б).

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в вершине угла, а выносные линии – радиально (см. рис. 1.28, б).

При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной линии ее необходимо прервать (рис. 1.28, в). Размерные стрелки пересекать какими бы то линиями не допускается.

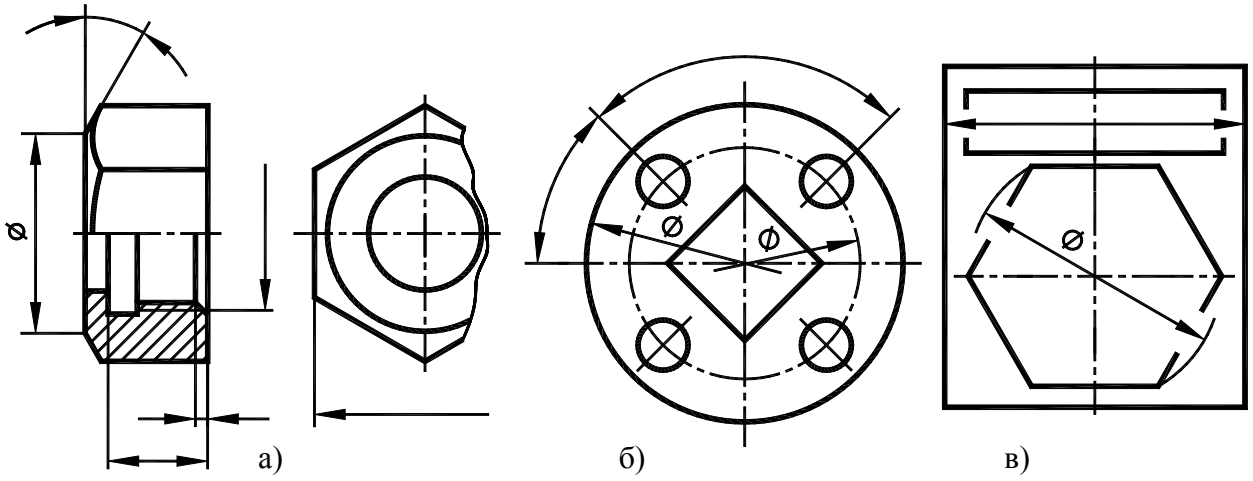
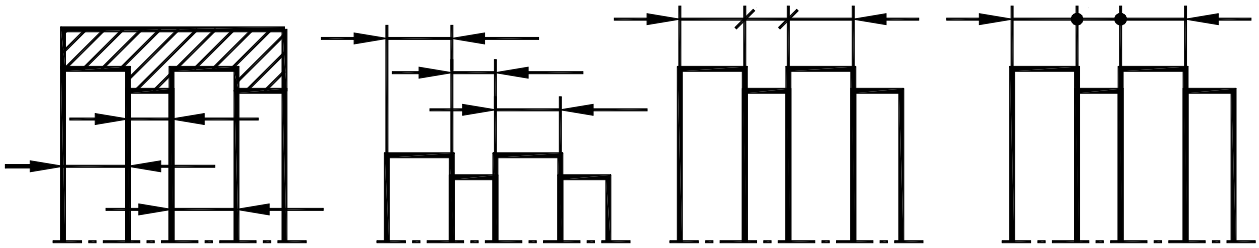


Рис. 1.28

В тех случаях, когда длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, размерную линию продолжают за выносные линии и стрелки наносят, как показано на рис. 1.28, а.

При недостатке места для стрелок их допускается заменять засечками под углом **45°** к размерным линиям (рис. 1.29, б) или четко написанными точками (рис. 1.29, в).



а) Рис. 1.29 б) в)

Выносные линии проводят, как правило, от линий видимого контура или точек пересечения их продолжений, центров окружностей, дуг. Выносные линии допускается проводить от линий невидимого контура, если при этом отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения.

Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине (см. рис. 1.27, а). Однако при нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий (см. рис. 1.28, б).

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 1.30).

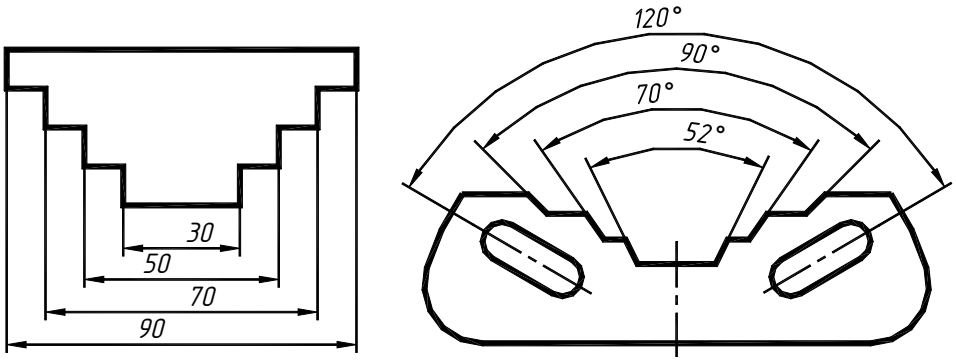
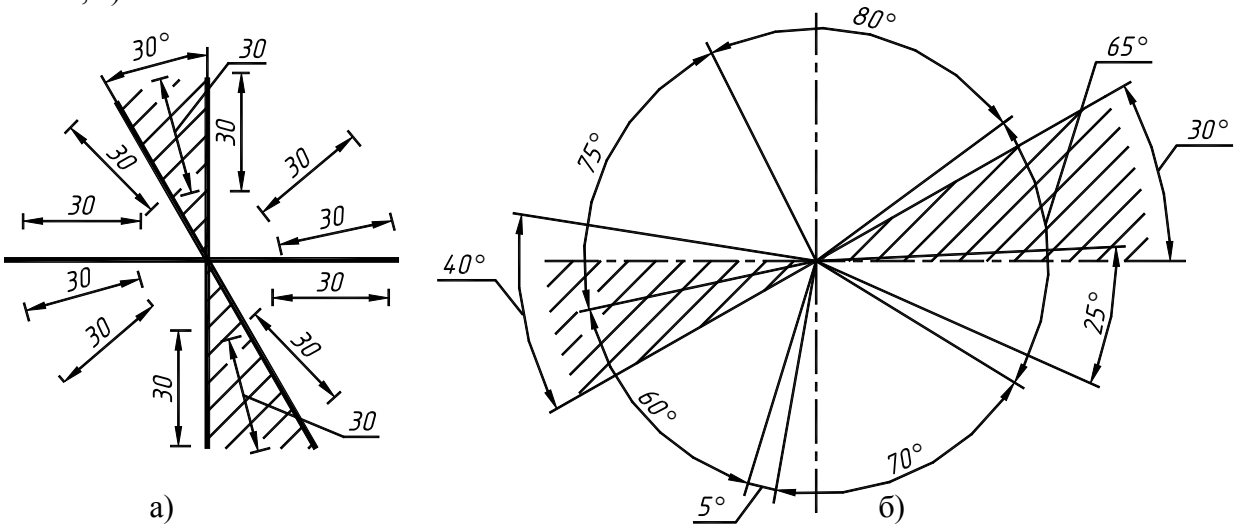


Рис. 1.30

Расположение размерных чисел линейных размеров при различных наклонах размерных линий показано на рис. 1.31, а. Простановка угловых размеров показана на рис. 1.31, б. В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерными линиями со стороны выпуклости, в противоположной зоне – со стороны вогнутости. В заштрихованной зоне по рис. 1.31, а, б, размерные числа указывают на горизонтальных полках (рис. 1.32, а).



а) б)

Рис. 1.31

Для углов малых размеров при недостатке места размерные числа помещают на полках линий-выносок в любой зоне (угол 5° на рис. 1.27, б).

Если для нанесения стрелок или написания размерного числа недостаточно места, то их наносят так, как показано на рис. 1.28. Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий (стрелок) определяется наибольшим удобством чтения чертежа. **Вариант нанесения размерного числа на полке линии-выноски параллельно основной надписи чертежа является предпочтительным.**

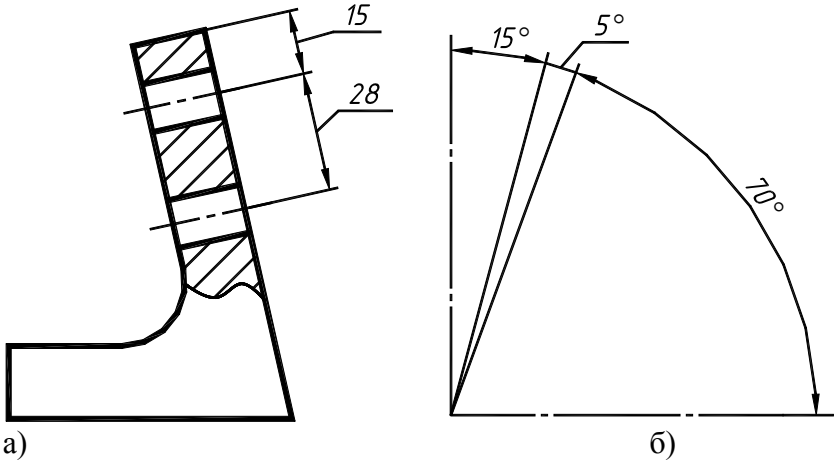


Рис. 1.32

При указании размера диаметра во всех случаях перед размерным числом ставят знак ϕ (см. рис. 1.28, б, в, рис. 1.33).

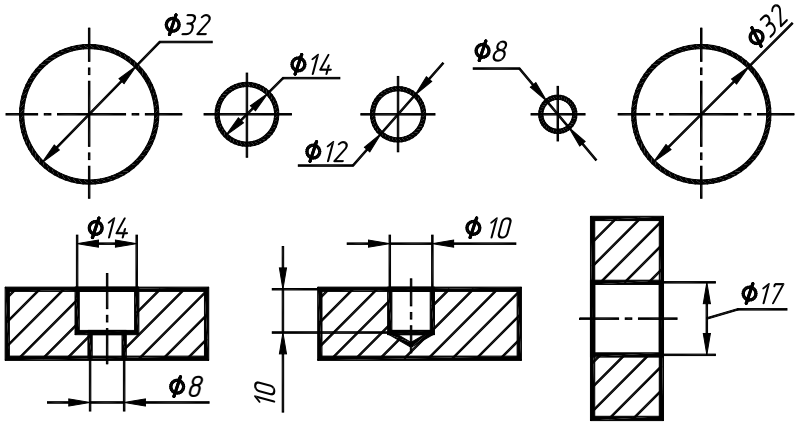


Рис. 1.33

При нанесении размера радиуса из центра дуги проводят размерную линию, заканчивающуюся со стороны дуги стрелкой, а перед размерным числом ставят прописную букву *R* (рис. 1.34, а). Нанесение размеров радиусов наружных и внутренних скруглений – на рис. 1.34, б, в.

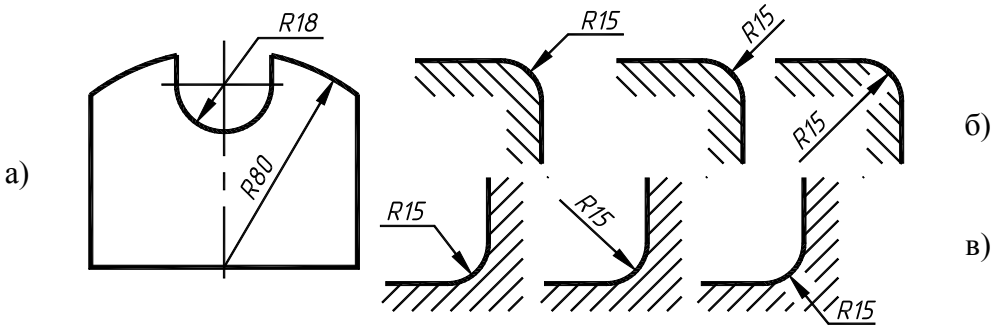


Рис. 1.34

При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии не располагают на одной прямой (рис. 1.35, а).

Если при нанесении размера радиуса дуги необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то последний изображают в виде пересечения центровых или выносных линий. При большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° (рис. 1.35, б).

Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (рис. 1.35, в).

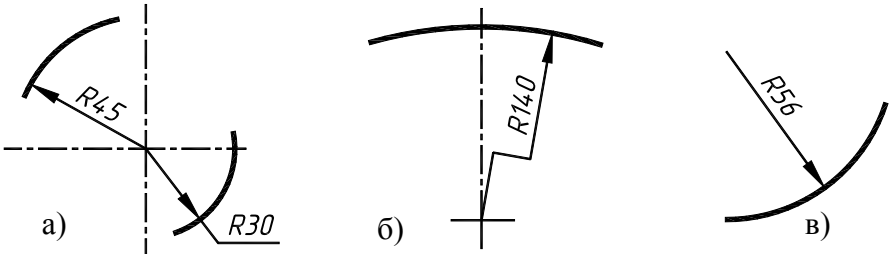


Рис. 1.35

Перед размерным числом диаметра или радиуса сферы наносят знак *Ф* или *R* без надписи *Сфера* (рис. 1.36, а, б), Однако если на чертеже изображение сферы неоднозначно, то перед размерным числом диаметра (радиуса) можно наносить слово *Сфера* или знак ○, например ○ *Ф18*, (рис. 1.36, в). Диаметр знака сферы равен высоте размерных чисел на чертеже.

Размеры квадрата указывают со знаком □ (рис 1.37), если требования к точности расположения всех граней одинаковы. Высоту знака квадрата принимают равной высоте размерных чисел. Знак квадрата выполняют без наклона.

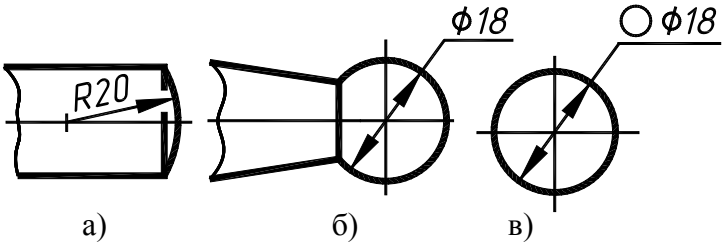


Рис. 1.36

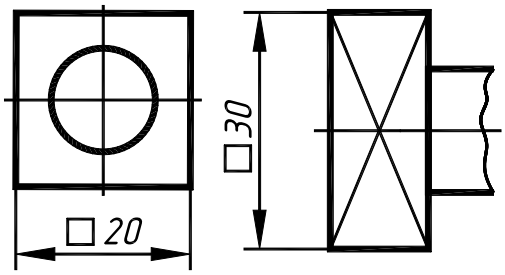


Рис. 1.37

Некоторые угловые размеры задают значениями уклона и конусности. **Уклон** – это тангенс угла наклона данной прямой (плоскости) к какой-либо другой прямой (плоскости). Уклон поверхности указывают непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения (рис. 1.38, а) или в процентах (рис. 1.38, б). Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак ∠, острый угол которого направлен в сторону уклона.

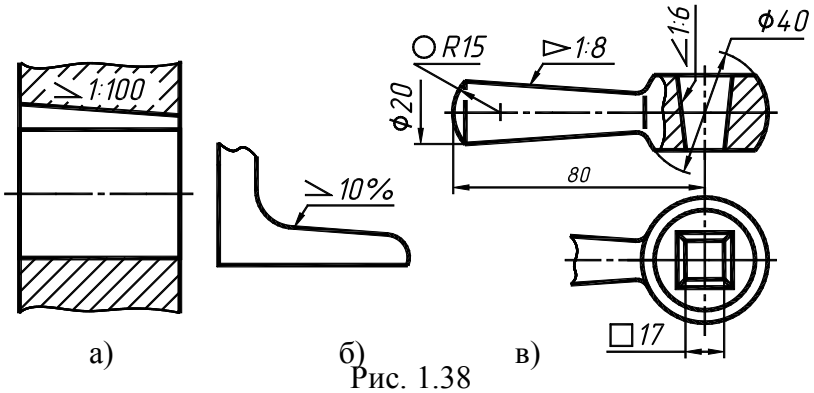


Рис. 1.38

Под **конусностью** понимают отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними. Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак ▷, острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (рис. 1.38, в). Знак конуса и конусность в виде соотношения следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски (рис. 1.39).

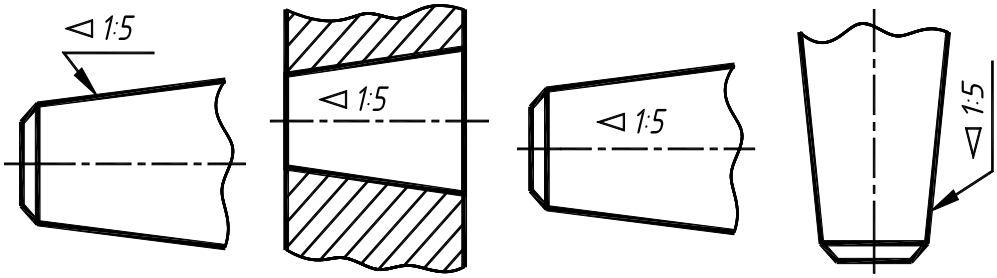


Рис. 1.39

Размер фаски под углом **45°** наносят, как показано на рис. 1.40, а. Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам – линейным и угловым размерами (рис. 1.40, б) или двумя линейными (рис. 1.40, в). При изображении детали на одном виде размер ее толщины, например, ***s0,8***, наносят на полке лини-выноски, как показано на рис. 1. 40, в.

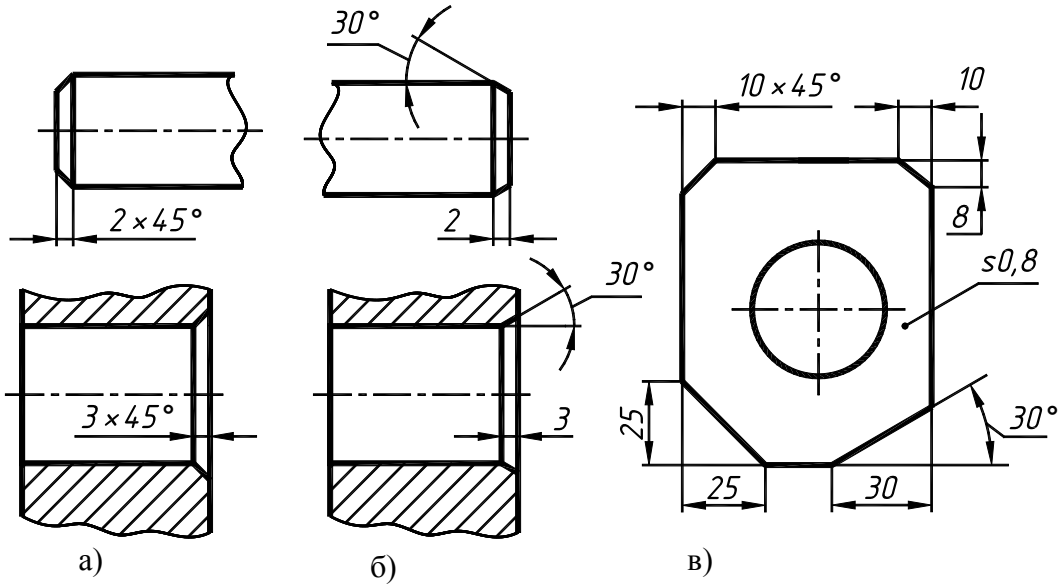


Рис. 1.40

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (рис. 1.41). При нанесении размеров отверстий с зенкованием под головки винтов указывают количество основных отверстий (рис. 1.41, б).

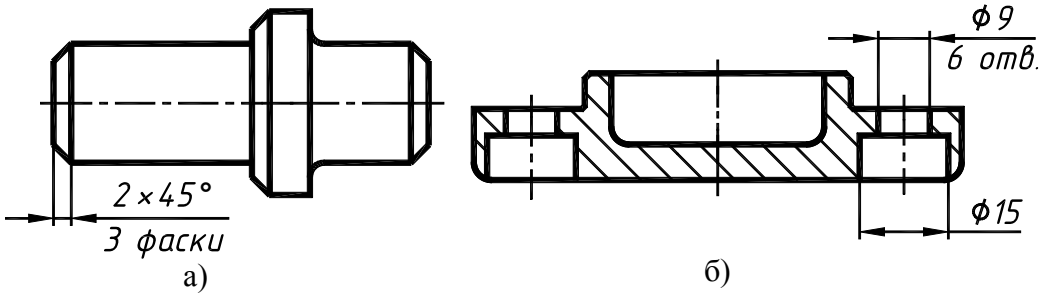
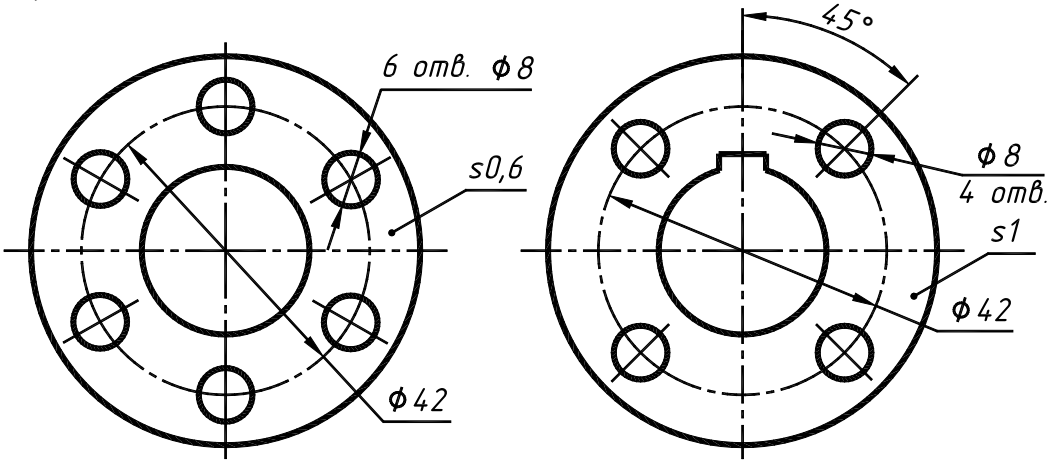


Рис. 1.41

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (рис. 1.42, а). Если необходимо координировать равномерно расположенные элементы относительно некоторого элемента детали (например, шпоночного паза), то поступают так, как показано на рис. 1.42, б. На рис. 1.42 приведены чертежи деталей в одной проекции. Толщины этих деталей указаны на полках линий-выносок (***s0,6*** и ***s1***, соответственно).



а) **б)**

Рис. 1.42

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т. п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 1.38).

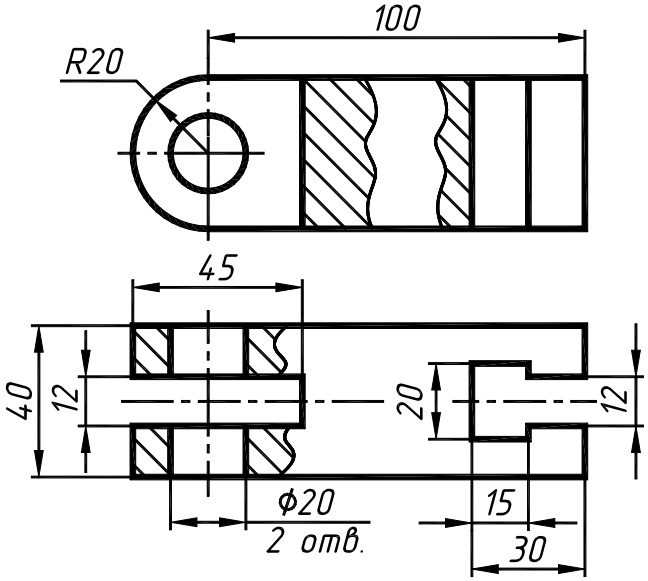


Рис. 1.43

На рис. 1.44 приведено начертание знаков диаметра, сферы, радиуса, квадрата, конусности.

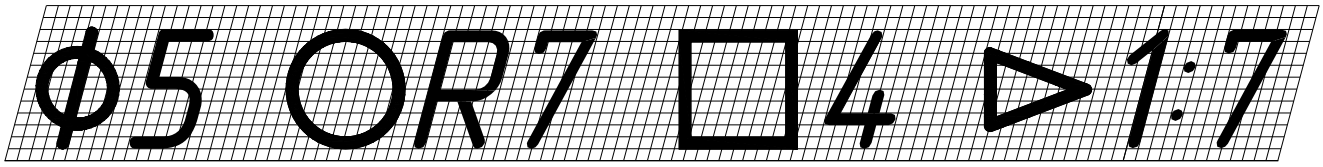


Рис. 1.44

Задать размеры на чертеже – значит определить тот необходимый минимум размеров, который нужен для обеспечения изготовления и контроля детали в соответствии с требованиями конструкции, и позволяющих применить к детали разные варианты технологического процесса [4].

При выполнении заданий по курсу «проекционное черчение» используют упрощенный, так называемый **геометрический принцип выбора размеров** на чертеже модели (детали).

Размеры задают в следующей последовательности:

1) **геометрические** (размеры формы) – это размеры, определяющие геометрическую форму фигур, образующих деталь. Для задания формы любой из этих фигур требуется не более трех размеров (длина, ширина, высота, см. рис. 1.45);
2) **координатные** размеры, характеризующие относительное положение геометрических фигур, образующих деталь;
3) **габаритные** размеры, определяющие длину, ширину и высоту детали.

При изучении пространственной формы детали следует исходить из того, что любая деталь, как бы сложна она ни была, представляет собой сочетания простейших геометрических фигур и поверхностей: призм, пирамид, цилиндров, конусов, сфер, поверхностей тора. Построение изображений любой детали, в конечном счете, сводится к построению изображений этих простейших геометрических фигур и поверхностей, образующих ее. Поэтому осмысливание пространственной формы детали следует начинать с расчленения ее на составляющие геометрические фигуры (включая пустоты).

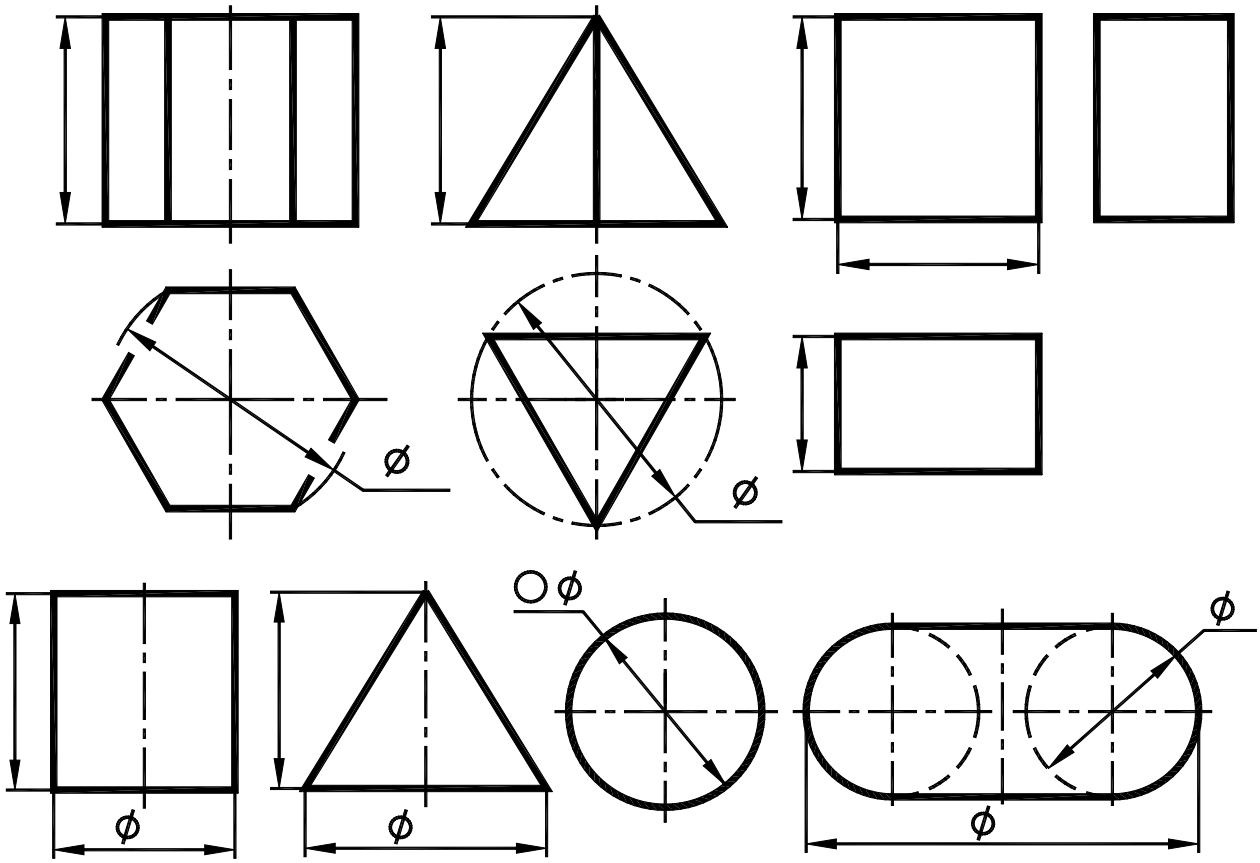


Рис. 1.45

1.7. Изображение предмета в аксонометрических проекциях

Основные понятия и определения

Аксонометрическая проекция (аксонометрия) – изображение геометрической фигуры, которое получается путем параллельного проецирования ее на некоторую плоскость П′ вместе с декартовой системой прямоугольных координат 0XYZ, к которой она отнесена в пространстве [5]. Чтобы чертеж стал измеримым, на плоскость чертежа проецируют систему координат 0XYZ таким образом, чтобы оси координат были параллельны направлениям длины, ширины и высоты изображаемого предмета (рис. 1.46). Аксонометрию используют в тех случаях, когда требуется дать более наглядное по сравнению с комплексным чертежом изображение предмета. Рассмотрим образование аксонометрического чертежа на примере точки. Пусть 0X, 0Y, 0Z – единичные отрезки прямоугольной декартовой системы координат, отложенные от начала координат 0 по координатным осям X, Y, Z (рис. 1.47). В аксонометрии их принято называть натуральными масштабами, а систему координат – натуральной системой координат. Пусть далее A_1 – ортогональная проекция точки A на плоскость XY, а A_x – ортогональная проекция точки A_1 на ось X. Ломаную $0A_xA_1A$ называют натуральной координатной ломаной, стороны ее соответственно равны координатам x, y, z точки A. Если спроецировать точку A вместе с осями координат и координатной ломаной по направлению s на некоторую плоскость П′, называемою аксонометрической плоскостью проекций, то получим следующий аксонометрический чертеж. Точка A′ называется аксонометрической проекцией точки A, оси x′, y′, z′ – аксонометрическими осями, проекции единичных отрезков 0′X′, 0′Y′, 0′Z′ натуральных масштабов – аксонометрическими масштабами. Ломаную $0'A_x'A_1'A$, являющуюся проекцией координатной ломаной, называют <u>аксонометрической координатной ломаной</u>, стороны которой являются аксонометрическими координатами точки A.

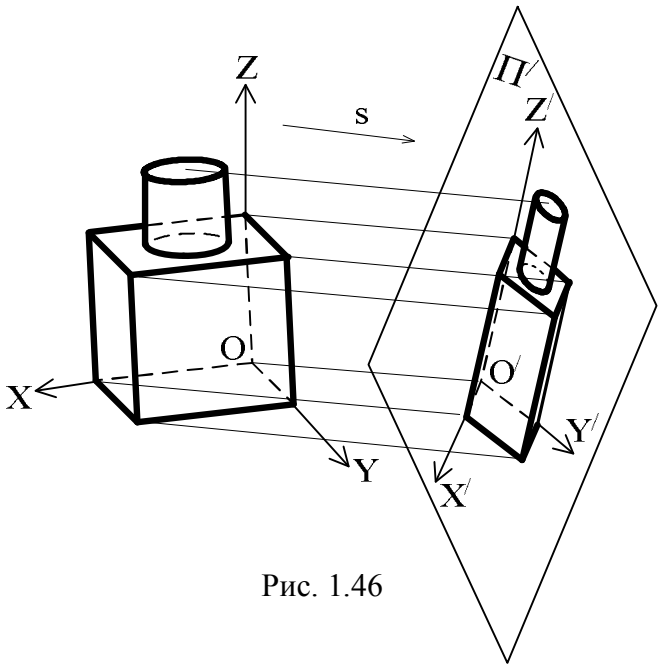


Рис. 1.46

Отношения 0′X′ : 0X, 0′Y′ : 0Y, 0′Z′ : 0Z аксонометрических масштабов к натуральным называют **показателями искажения по осям x, y, z** и обозначают соответственно **u, v, w**. На практике обычно вместо аксонометрических масштабов задают показатели искажения по осям и строят проекции точек по натуральным координатам, умноженным на соответствующие показатели искажения **u, v, w**. Аксонометрическая проекция A_1' горизонтальной проекции A_1 точки A называется **вторичной проекцией** или **основанием**.

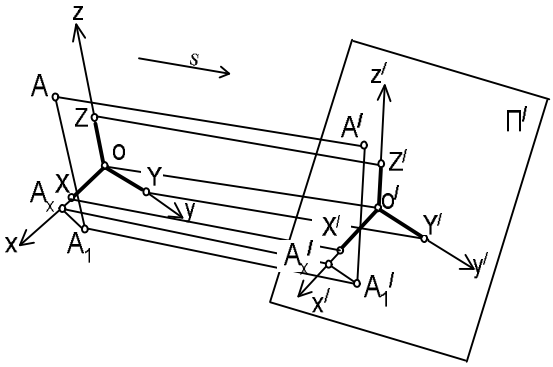


Рис. 1.47

Аксонометрический чертеж обладает свойством обратимости, если для любой точки изображенного на нем объекта можно построить ее основание.

В зависимости от направления проецирования аксонометрические проекции разделяют на прямоугольные (направление проецирования s перпендикулярно к плоскости П′) и косоугольные (направление проецирования s не перпендикулярно к плоскости П′).

Существует три вида аксонометрических проекций:

1 – **изометрия**, когда все три показатели искажения равны, т.е. **u=v=w**;

2 – **диметрия**, когда два показатели искажения равны, а третий им не равен, например **u=w≠v**;

3 – **триметрия**, когда все три показатели искажения различны: **u≠v≠w**.

ГОСТ 2.317–69 устанавливает следующие виды аксонометрических проекций, применяемых в чертежах всех отраслей промышленности и строительства:

1 – прямоугольные: изометрическую и диметрическую проекции;

2 – косоугольные: фронтальную и горизонтальную изометрическую, фронтальную диметрическую проекции.

В графическом задании №1 необходимо выполнить построения в прямоугольной изометрической, а в задании №2 – в прямоугольной диметрической проекциях. Рассмотрим эти варианты.

1.7.1. Прямоугольная изометрия

Прямоугольная изометрия получается в том случае, когда аксонометрическая плоскость П′ равнонаклонена к натуральным осям x, y, z (рис. 1.48), при этом аксонометрические оси x′, y′, z′ образуют углы между собой 120° (рис. 1.49). Все показатели искажения равны **u = v = w** ≈ 0,82.

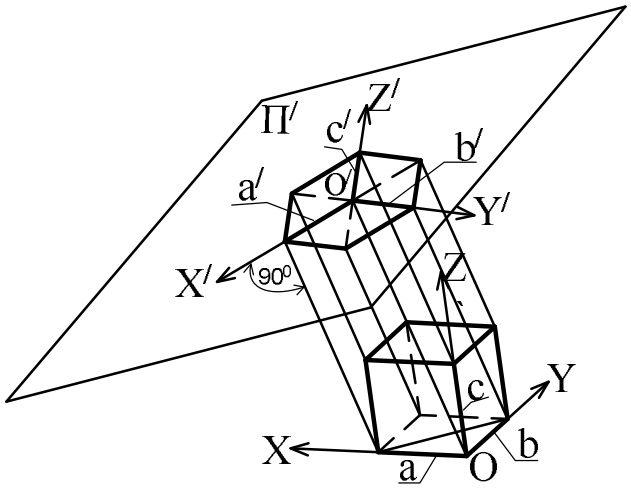


Рис. 1.48

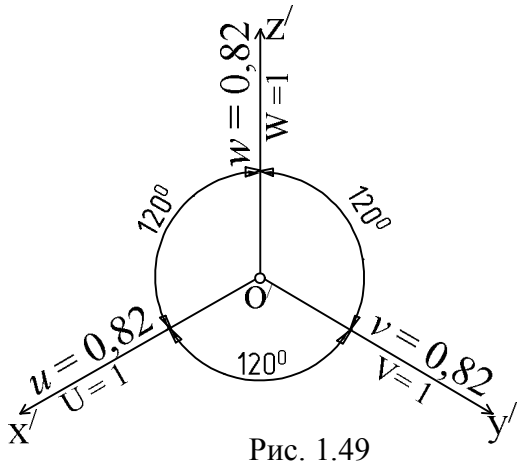


Рис. 1.49

Таким образом, в прямоугольной изометрии все три показателя искажения равны приближенно 0,82 и при ее построении все координаты каждой точки нужно умножить на 0,82. На практике обычно используют приведенный показатель искажения **U =V =W** = 1, округляя 0,82 до 1. Соответственно чертеж увеличивается в ≈ 1,22 раза.

Изометрия плоских многоугольников

Построение и вид плоских многоугольников в изометрии зависит от того, какой плоскости проекций параллелен данный многоугольник. На рис. 1.50, а) приведены многоугольники и их прямоугольные изометрические проекции (рис. 1.50, б, в, г) в зависимости от их расположения относительно координатных плоскостей комплексного чертежа. Рис. 1.50, б) – плоскости многоугольников параллельны $П_1$; рис. 1.50, в) – плоскости многоугольников параллельны $П_2$. На рис. 1.50, г) – плоскости многоугольников параллельны $П_3$.

а) б) в) г)

Рис. 1.50

При построении изометрических проекций следует помнить, что размеры необходимо откладывать параллельно аксонометрическим осям или использовать координаты точек, замеренные на комплексном чертеже.

Если плоскость многоугольника является плоскостью общего положения, то построение его изометрии осуществляется по координатам вершин. Построение аксонометрических проекций вершин осуществляют с помощью координатных ломаных (рис. 1.51).

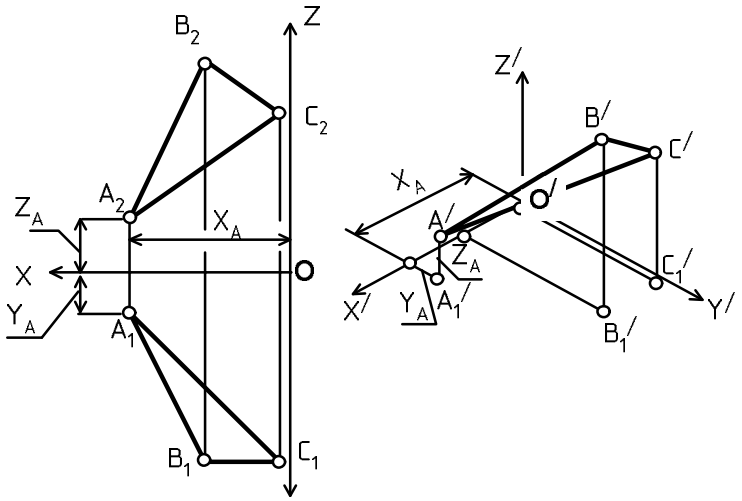


Рис. 1.51

Изометрия сферы и окружности

В ортогональной аксонометрии проекцией сферы служит круг, диаметр которого равен истинному диаметру сферы. Так как в изометрии используется приведенный показатель искажения равный 1, то строится окружность с диаметром в 1,22 раза большим (рис. 1.52, б). Главные круги на сфере a, b, c, являющиеся очерками ее проекций на комплексном чертеже (рис. 1.52, а), проецируются в ортогональной изометрии в эллипсы a′, b′, c′ (см. рис. 1.52,б). **Большие оси эллипсов перпендикулярны соответственно к тем аксонометрическим осям, которые являются нормалями к плоскости данного круга (не принадлежит плоскости круга)**.

Так большая ось эллипса a′ перпендикулярна к оси z′, так как ось z – нормаль к плоскости круга a, соответственно y′ перпендикулярна большой оси эллипса b′, а x′ перпендикулярна к большой оси эллипса c′.

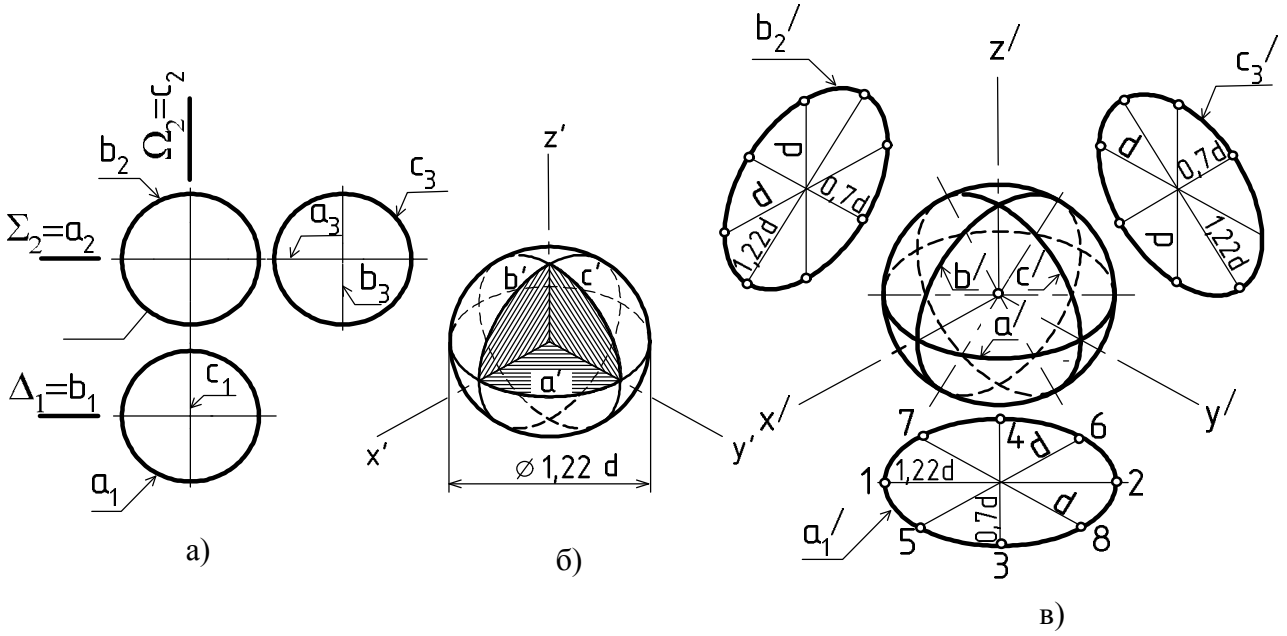


Рис. 1.52

Построение изометрии окружностей, плоскости которых параллельны различным плоскостям проекций на комплексном чертеже, показано на примере вторичных проекций a_1' , b_2', c_3', главных кругов сферы a, b, c (рис. 1.52, в).

Проекции данных окружностей – эллипсы, аналогичные эллипсам a′, b′, c′ изометрии сферы. При использовании приведенного показателя искажения большие оси эллипсов равны **1,22**, а малые – **0,7** диаметра окружности. На рис. 1.52, в показано построение эллипсов по 8 точкам, что рекомендуется при небольших размерах окружностей. В остальных случаях вместо эллипсов строят циркулем и линейкой четырехцентровые овалы.

Построение овалов в изометрии

Существуют различные способы построения четырехцентровых овалов, ниже приводятся два из таких способов.

Первый способ построения овала представлен на рис. 1.53. Этапы построения следующие:

1. Радиусом равным радиусу заданной окружности строят круг или производят засечки на аксонометрических осях, определяют точки 1,2.
2. Проводят дуги из точек 1, 2 радиусом R1.
3. Определяют точки 3, 4, как результат пересечения дуги радиуса r (r = 1/2CD) с большой осью эллипса. CD – малая ось эллипса.
4. Через точки 2, 3; 2, 4; 1, 3; 1,4 проводят прямые и определяют точки на дугах радиуса R1.
5. Радиусом R2 из точек 3, 4 замыкают овал. AB – большая ось эллипса.

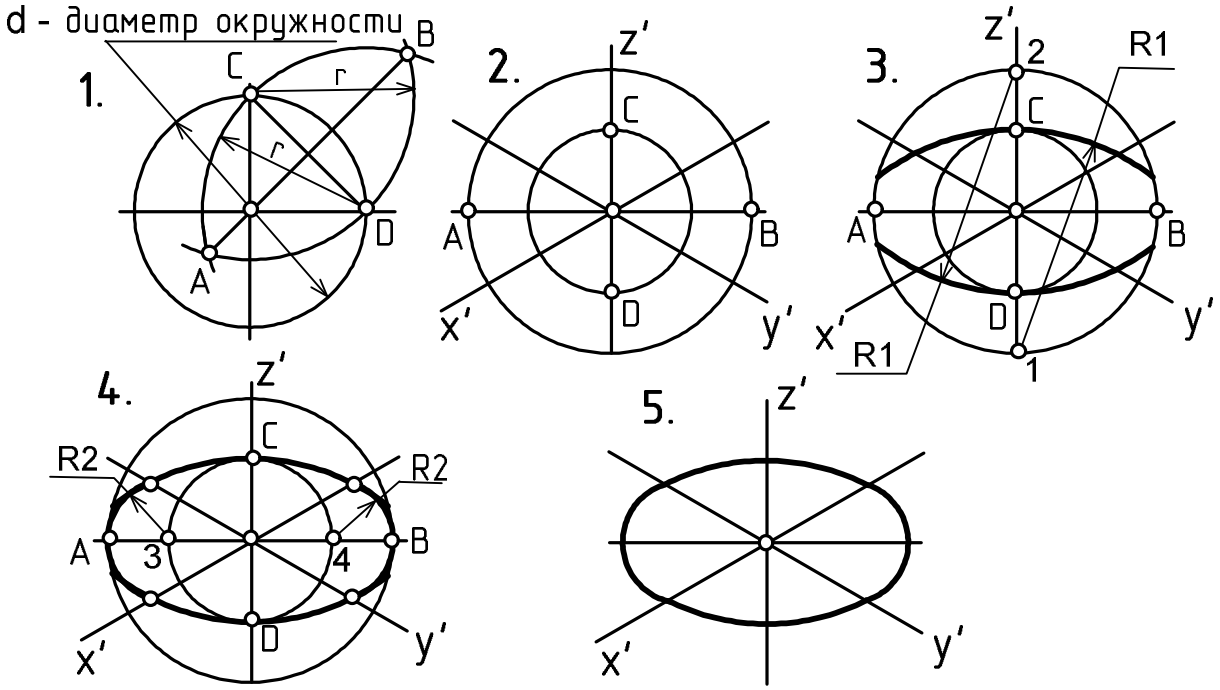


Рис. 1.53

Второй способ построения овала показан на рис. 154.

1. На заданной окружности предварительно определяют малую CD и большую AB оси эллипса. Для этого соединяют ближайшие квадранты окружности – получают ось CD. Пересечением дуг из центров C и D и радиусом r, равным CD, находят большую ось AB.

2. Строят две окружности с диаметрами AB и CD и отмечают соответствующие оси.

3. Радиусом R1, равным отрезкам [1,C] и [2,D] проводят большие дуги овала.

4. Замыкают овал дугами из центров 3, 4, радиусом R2, равным отрезкам [3,A] и [4,B].

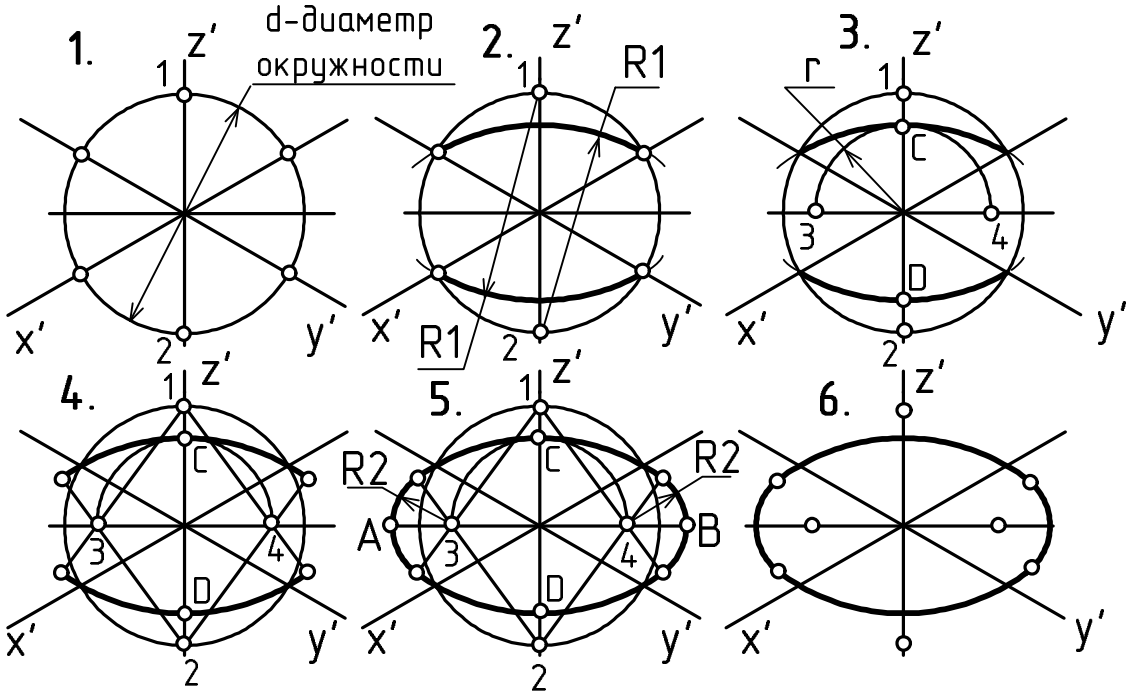


Рис. 1.54

Построение аксонометрических проекций кривых линий

Построение аксонометрических проекций кривой линии надо выполнять в следующем порядке (рис. 1.55):

1) отнести данную линию к декартовой системе координат (рис. 1.55, а);
2) зафиксировать на кривой достаточное количество точек (не менее четырех) 1, 2, 3, … и определить их координаты (см. рис. 1.55, а);
3) по координатам точек 1, 2, 3, … построить их вторичные проекции $1_1'$, $2_1'$, $3_1'$, … (рис. . 1.55, б);
4) через вторичные проекции точек провести прямые, параллельные оси **Z**, и отложить на них аппликаты точек;
5) соединить найденные аксонометрические проекции точек 1′, 2′, 3′, … плавной кривой ℓ', которая представляет собой аксонометрическую проекцию кривой ℓ.

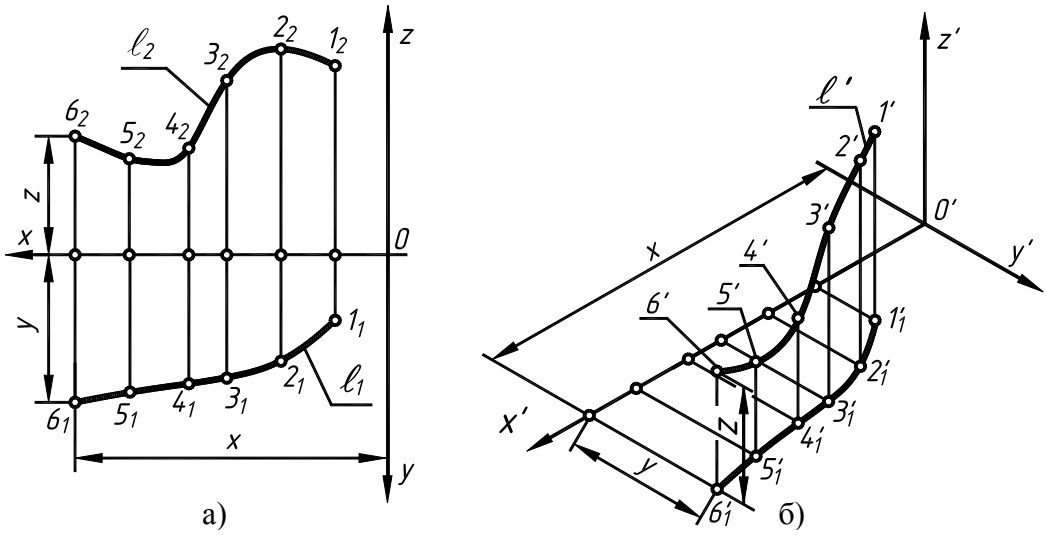


Рис. 1.55

Построение линии пересечения двух поверхностей осуществляется таким же образом (рис. 1.56).

Последовательность построения аксонометрических проекций предмета

Можно рекомендовать два варианта последовательности построения аксонометрических проекций объектов:

1. построение фигур сечения предмета плоскостями, параллельными координатным плоскостям, с последующим дополнением до полного аксонометрического изображения предмета (рис. 1.57);

2. построение аксонометрии всего предмета с последующим выполнением разрезов плоскостями, параллельными координатным плоскостям.

Первый способ более предпочтителен, так как освобождает чертеж от лишних линий. В любом случае процесс построения целесообразно разбить на два этапа.

Первый этап – подготовительный:

1) прочитать заданный чертеж;

2) выбрать вид аксонометрической проекции;

3) определить, какие разрезы необходимо выполнить, чтобы выявить внутреннее строение предмета (секущие плоскости должны быть параллельны координатным плоскостям **x′0′z′** и **y′0′z′**);

4) определить очередность построения изображений поверхностей, ограничивающих предмет.

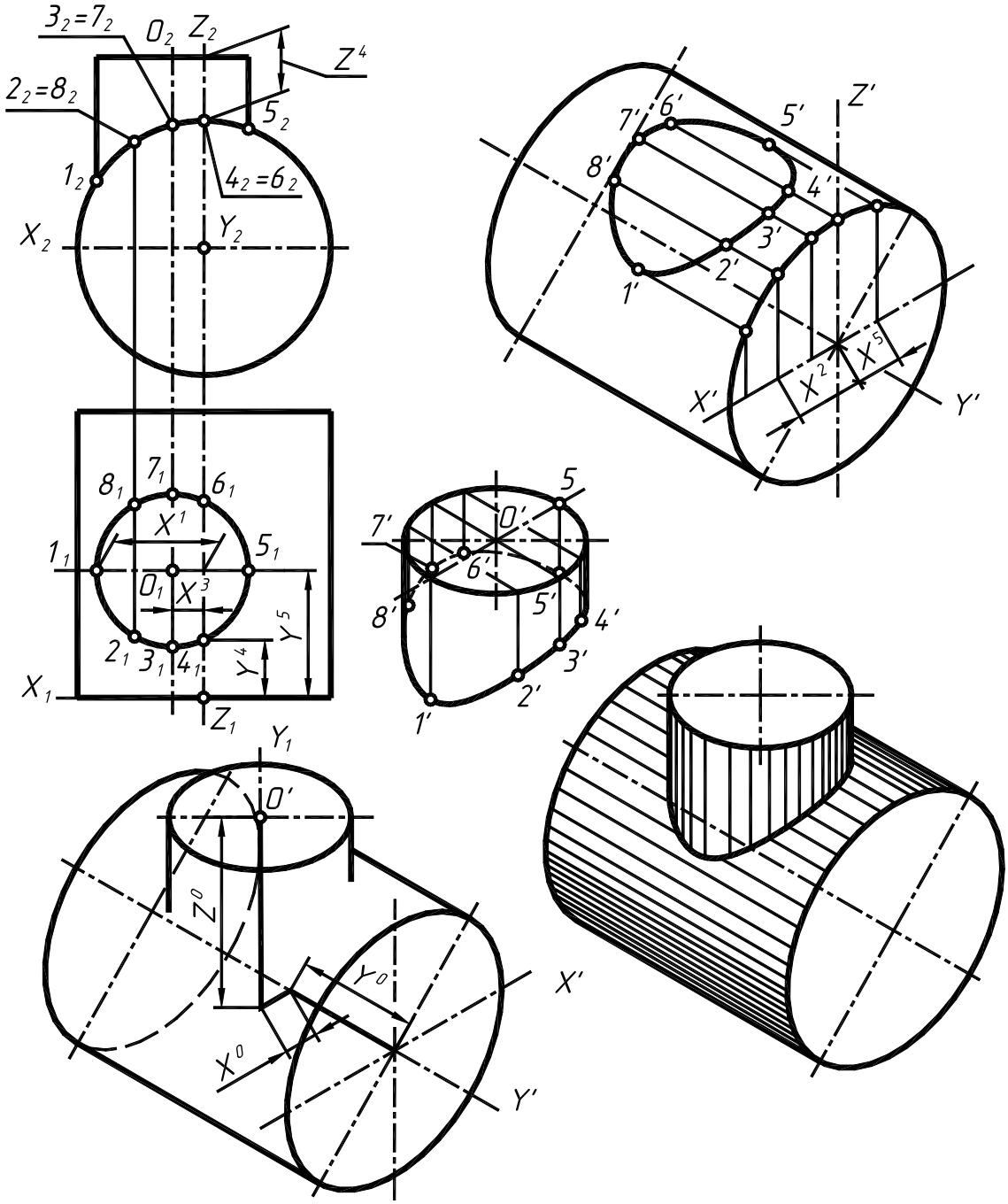


Рис. 1.56

Второй этап – графический (см. рис. 1.57);

1) отнести данный предмет к декартовой системе координат с нанесением на комплексном чертеже детали проекций координатных осей (рис. 1.57, а);

2) построить аксонометрические оси и аксонометрические проекции сечений координатными плоскостями **x′0′z′** и **y′0′z′**); одновременно нанести аксонометрические проекции центров всех окружностей (рис. 1.57, б);

3) построить эллипсы, являющиеся проекциями окружностей оснований цилиндров и конусов, ограничивающих отдельные части детали (рис. 1.57, в);

4) построить прямолинейные участки и обвести линии видимого контура детали (рис. 1.57, г);

5) удалить вспомогательные линии построения, выполнить штриховку и окончательно обвести чертеж.

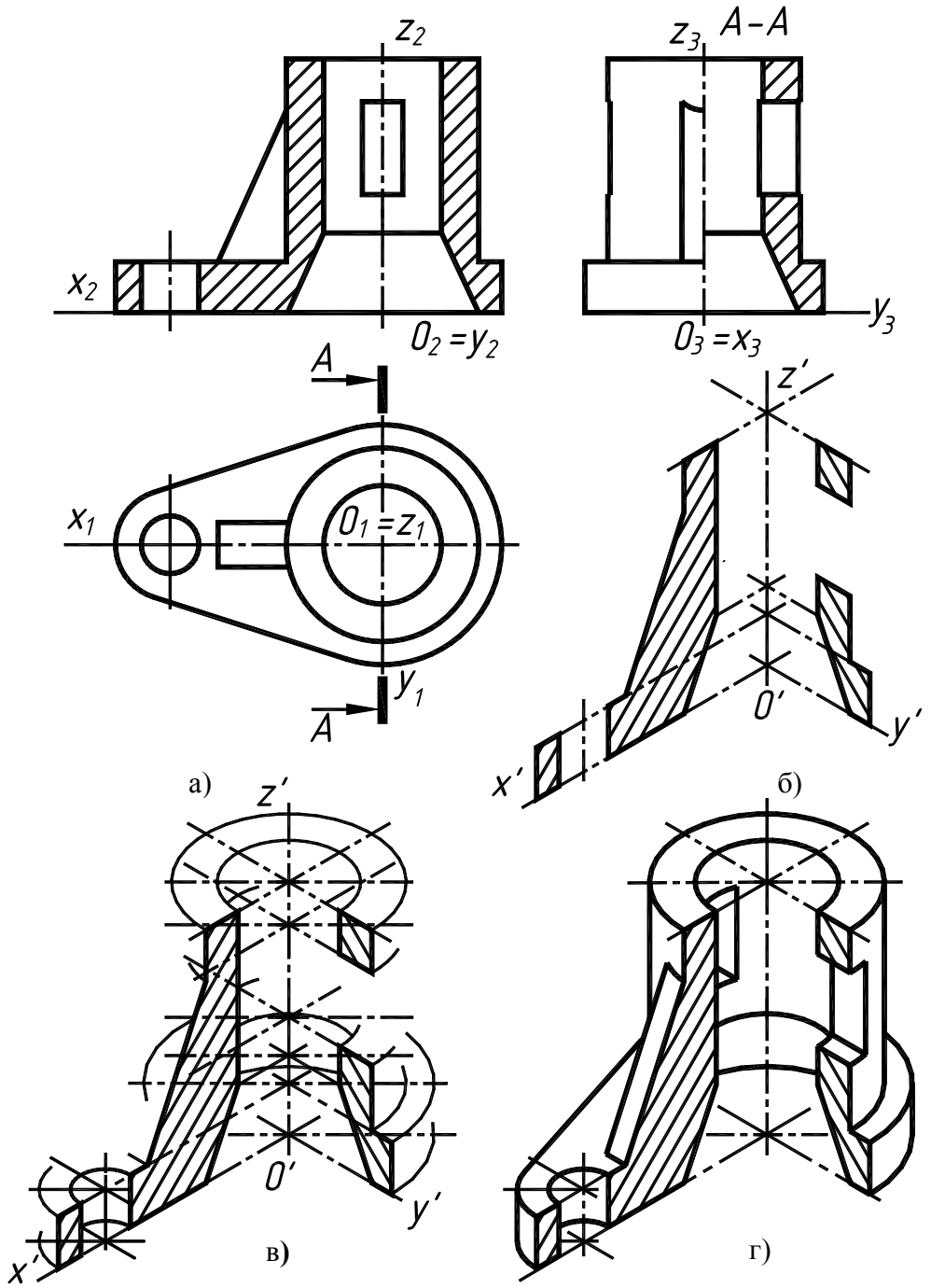


Рис. 1.57

Штриховка изометрических сечений

Линии штриховки сечений наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадрата, принадлежащих соответствующим координатным плоскостям. Проекции сторон квадратов параллельны аксонометрическим осям. Пример выполнения штриховки в прямоугольной изометрии приведен на рис. 1.58.

На разрезах в аксонометрии ребра жесткости, спицы маховиков, шкивов и подобные элементы штрихуют в отличие от изображений на комплексном чертеже (рис. 1.57, г).

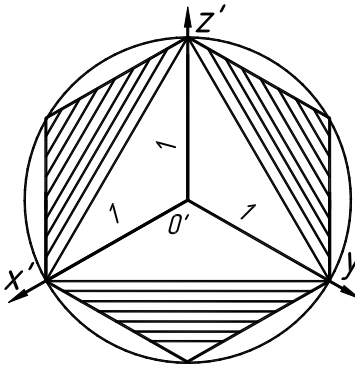


Рис. 1.58

1.7.2. Прямоугольная диметрия

Для получения прямоугольной диметрии, в которой ***u=w≠v,*** аксонометрическая плоскость П/ должна быть одинаково наклонена к координатным осям x и z (рис. 1.52). Из бесчисленного множества диметрий применяется та, в которой между показателями искажения существует следующая зависимость: ***u= w =2 v*** **≈ 0,94**. В такой диметрии аксонометрические оси **x/, y/**, образуют с горизонтальной прямой углы, равные 7°10/ и 41°25/ (рис. 1.53). Так как тангенсы данных углов равны 1/8 и 7/8, их легко построить с помощью прямоугольных треугольников, у которых горизонтальные катеты равны 8, а вертикальные соответственно 1 и 7.

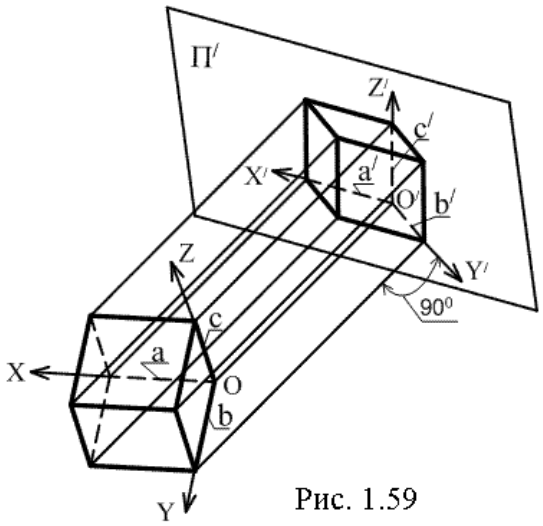


Рис. 1.59

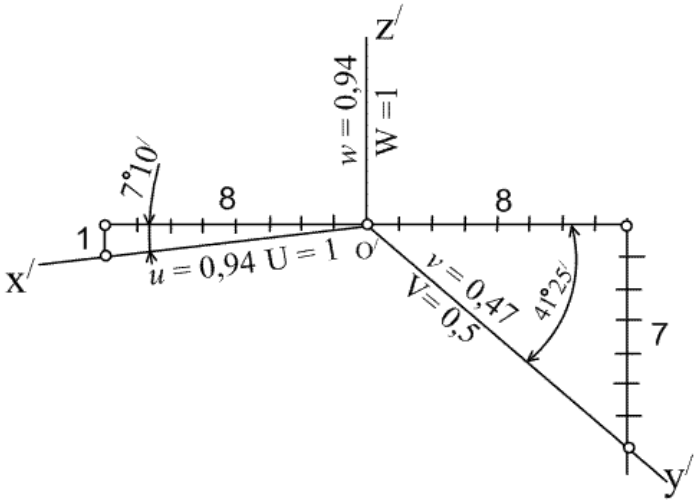


Рис. 1.60

Как и в изометрии на практике обычно заменяют точные показатели искажения ***u***= 0,94; ***v***= 0,47; ***w*** = 0,94 приведенными показателями **U**= 1; **V** = 0,5; **W** = 1, то есть натуральные координаты x и z откладывают по соответствующим аксонометрическим осям в истинную величину, а координату y – уменьшенной в два раза. При этом чертеж получается увеличенным в 1 : 0,94 = 0,5 : 0,47 ≈ 1,06 раза.

Диметрия плоских многоугольников

Прямоугольная диметрия плоских фигур (рис. 1.61, а) в зависимости от их расположения на комплексном чертеже показана на рис. 1.61, б, в, г. Наибольшее искажение вида многоугольников происходит в диметрии, когда они параллельны горизонтальной (рис. 1.61, б) или профильной (рис. 1.61, г) плоскостям проекций. Меньше всего искажаются фигуры, параллельные фронтальной плоскости проекций (рис. 1.61, в). При построении фигур следует измерять размеры на комплексном чертеже и откладывать их в диметрии только в направлениях, параллельных координатным осям, учитывая показатели искажения. Если многоугольник принадлежит плоскости общего положения, то в диметрии вершины или другие точки многоугольника строят по координатным ломаным.

Диметрия сферы и окружности

Так как любая прямоугольная аксонометрия сферы окружность, диаметр которой равен натуральному диаметру сферы, то и диметрия сферы – окружность. Учитывая, что при построении прямоугольной диметрии используются приведенные показатели искажения, диаметр данной окружности увеличивают в 1,06 раза (рис. 1.63).

Главные круги сферы a, b, c, проекции их a_1, b_2, c_3 – очерки проекций сферы на комплексном чертеже (см. рис. 1.52, а), в ортогональной диметрии проецируются в эллипсы a′, b′, c′ (рис. 1.62).

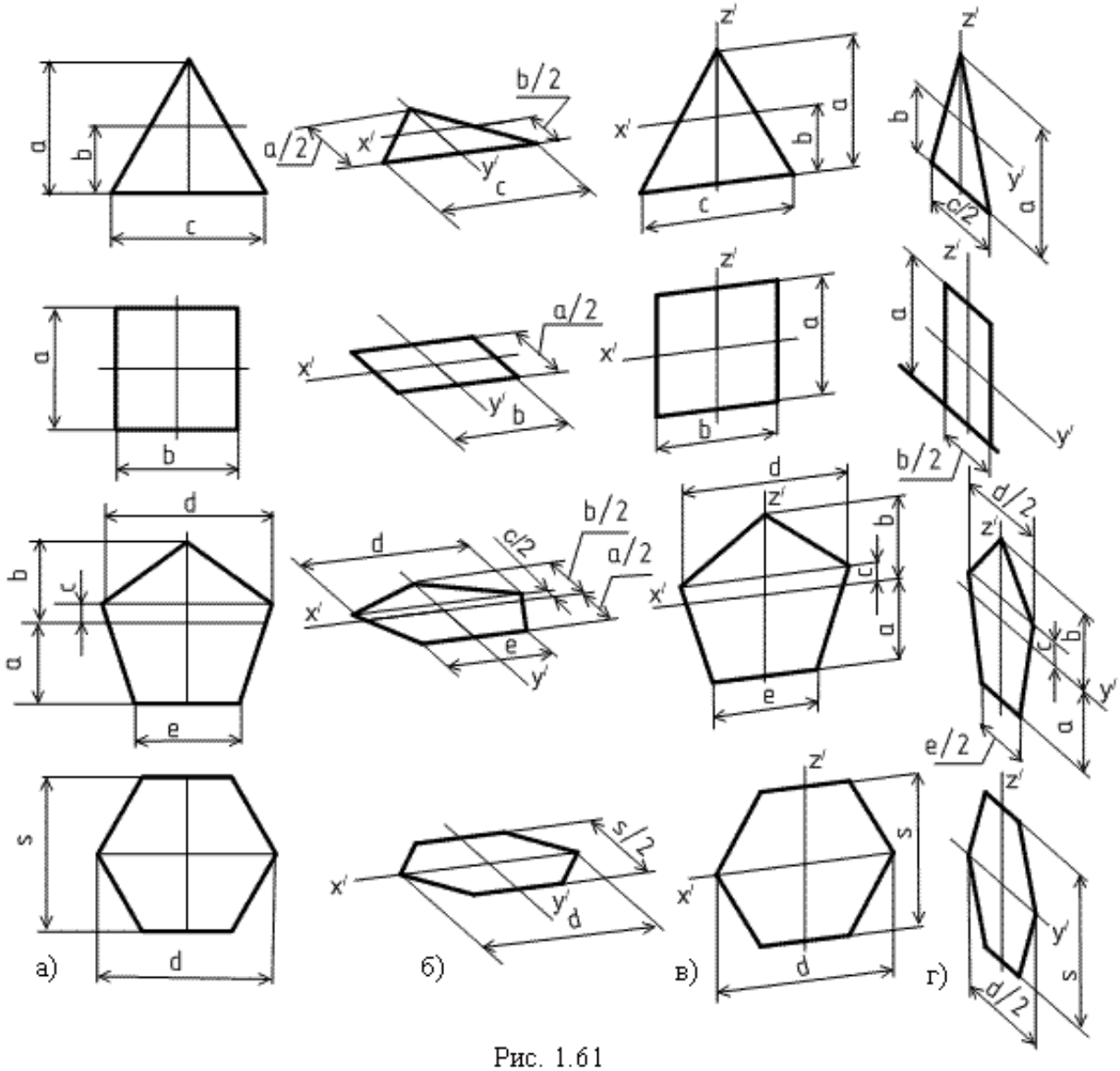


Рис. 1.61

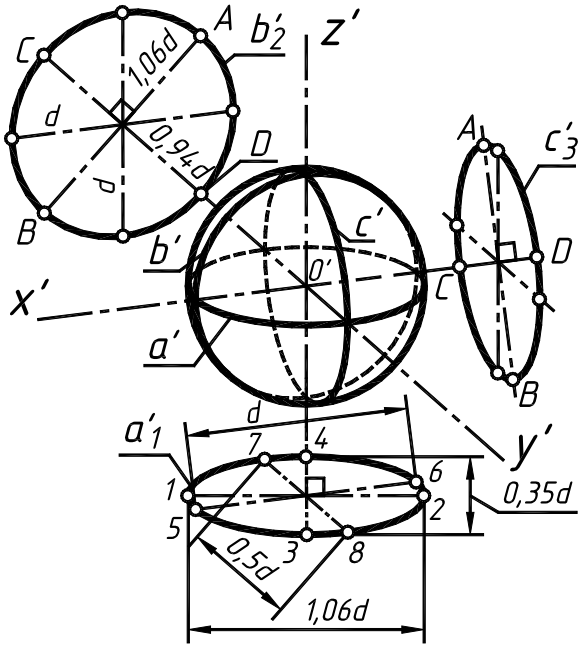


Рис. 1.62

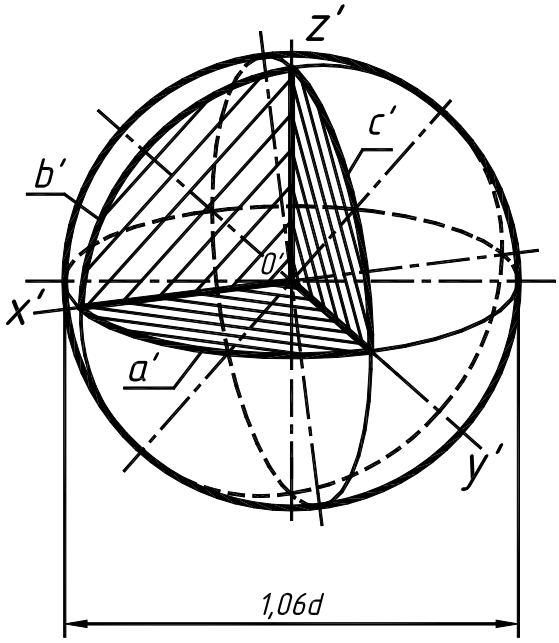


Рис. 1.63

Диметрия окружностей, в зависимости от их расположения относительно координатных плоскостей, рассмотрена на примере вторичных проекций a_1', b_2', c_3' главных кругов сферы **a**, **b**, **c**. Окружность, параллельная горизонтальной плоскости проекций, проецируется в диметрии в эллипс a_1', большая ось которого перпендикулярна к оси **z′** и равна 1,06d. Малая ось такого эллипса равна 0,35d. Такие же параметры имеет, но по-другому ориентирован, эллипс c_3', в который проецируется окружность, параллельная профильной плоскости проекций. Большая ось такого эллипса перпендикулярна оси **x′**. Значительно отличается от рассмотренных эллипс b_2' – диметрия окружности, параллельной фронтальной плоскости проекций. Большая и малая оси равны соответственно 1,06d и 0,94d. Большая ось такого эллипса перпендикулярна оси **y′**. Из-за незначительного искажения в чертежах допускается вместо эллипса строить проецируемую окружность.

Так же, как и в изометрии, рекомендуется для малых окружностей строить эллипсы по восьми точкам (см. рис. 1.62). Для окружностей, доступных для циркуля и линейки, вместо эллипсов строят четырехцентровые овалы.

Построение овалов в диметрии

Построение овалов начинают с проведения аксонометрических осей (см. рис. 1.60).

На рис. 1.64 показано построение овала, заменяющего эллипс, для окружности, плоскость которой параллельна горизонтальной плоскости проекций. Этапы построения овала следующие:

1) На оси z′ отмечают точки 1, 2 на расстоянии d от начала координат 0′, d – диаметр проецируемой окружности. Определяют точки 3,4 на оси x′ на расстоянии d'_2 от точки 0′. Соединив отрезками точки 2, 3 и 1, 4, получают на пересечении их с горизонтальной прямой точки 5, 6.

2) Взяв точки 1, 2 в качестве центров, радиусом R, равным отрезкам [1, 4] и [2, 3], строят большие дуги овала. В пересечение их с осью z′ определяют малую ось **CD**.

3) Замыкают овал дугами из центров 5, 6, радиусом r, равным отрезкам [5,4] и [6, 3].

4) Стирают лишние линии и доводят до нужной толщины контуры овала.

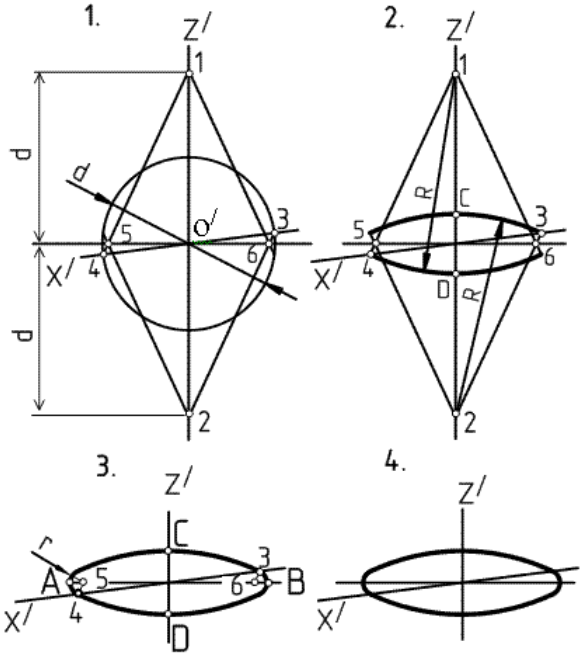


Рис. 1.64

Построение овала для окружности, плоскость которой параллельна профильной проекции, показано на рис. 1.65.

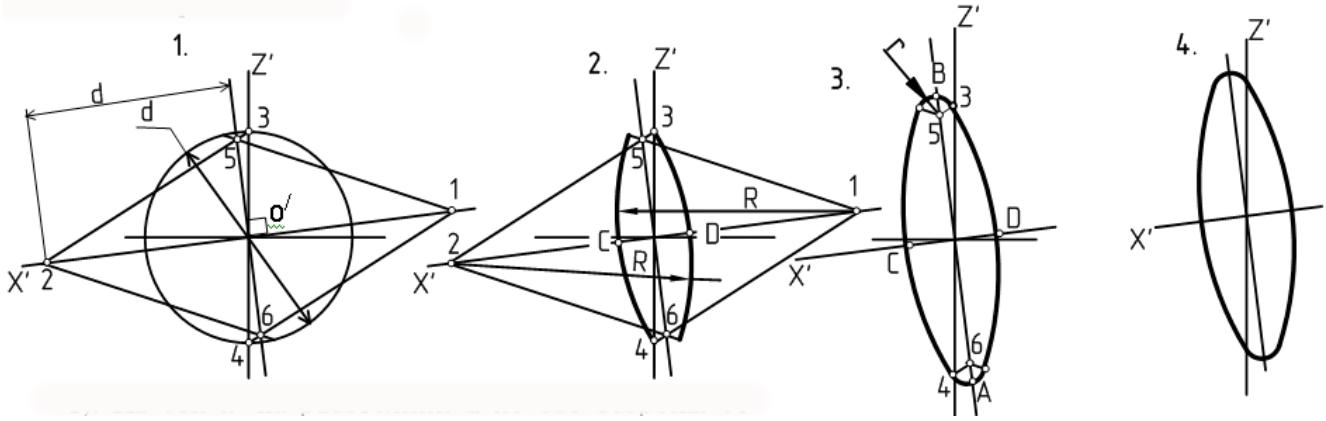


Рис. 1.65

1). На оси **x′** на расстоянии d по обе стороны от точки 0′ определяют точки 1, 2, а по оси **z′** – точки 3, 4 в местах пересечения оси с окружностью диаметра d. Пересечение отрезков [1, 4] и [2, 3] с прямой, перпендикулярной оси x′, позволяет найти точки 5, 6.

2) Используя точки 1, 2 в качестве центров, строят радиусом R, который равен отрезкам [2, 3] и [1, 4], большие дуги овала.

3) Замыкают овал дугой радиуса r из точек 5, 6, 4. Заканчивают построение овала обводкой контура и стиранием ненужных линий.

Пример выполнения прямоугольной диметрии

Построение диметрии детали (рис. 1.66, б), как правило, производят на основе ее комплексного чертежа, на котором устанавливают положение центра и координатных осей (рис. 1.66, а). Затем задают аксонометрические оси и строят в тонких линиях геометрические фигуры, из которых состоит деталь, учитывая показатели искажения по осям. Кривые линии, например линии пересечения поверхностей, строят по точкам, для которых задают координатные ломаные. На рис. 1.66, б и выносном элементе «А» показано построение точки А, принадлежащей линии пересечения двух цилиндрических поверхностей.

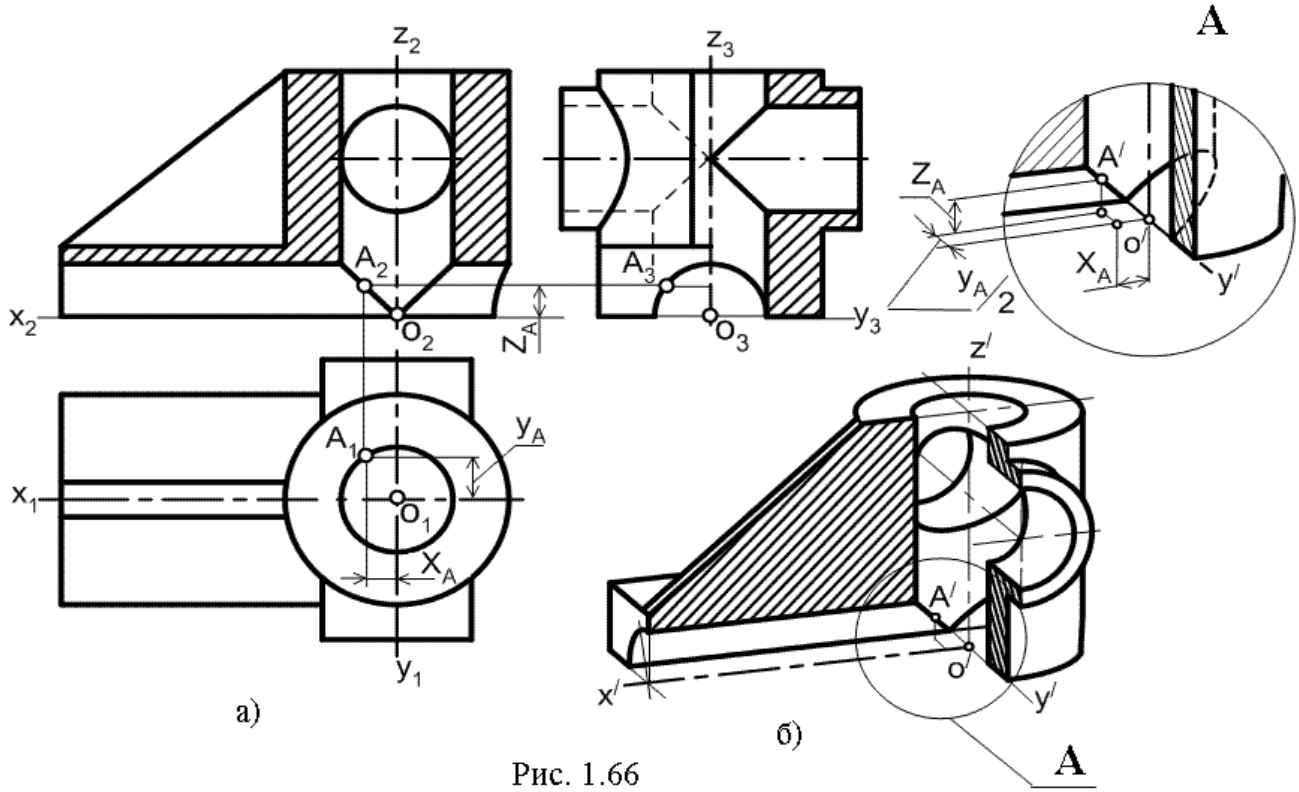


Рис. 1.66

Штриховка сечений в прямоугольной диметрии производится в соответствии с приведенными показателями искажения, то есть линии штриховки отсекают равные отрезки по осям **x′** и **z′** и в два раза меньшие по оси **y′** (рис. 1.67).

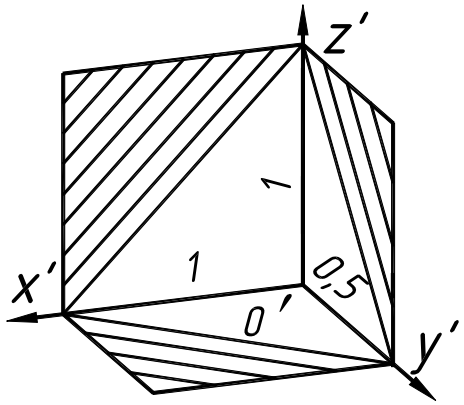


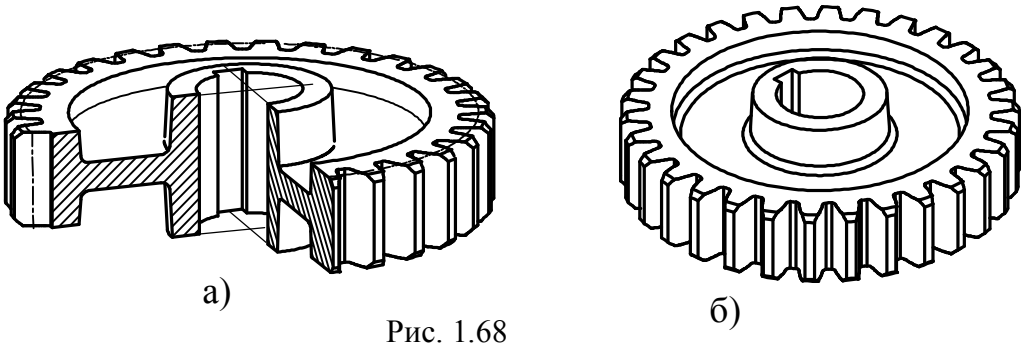
Рис. 1.67

Условности и упрощения в аксонометрии

При выполнении аксонометрических изображений ряда деталей, имеющих многочисленные повторяющиеся элементы и выполнение которых сопряжено с большой трудоемкостью, принят ряд условностей и упрощений. На рис. 1.68 показаны аксонометрические проекции зубчатых колес без упрощений, а – диметрия с разрезом, б – изометрия без разреза. Допускается упрощать подобные изображения, как это показано на рис. 1.69, а – в диметрии и на рис. 1.69, б – в изометрии.

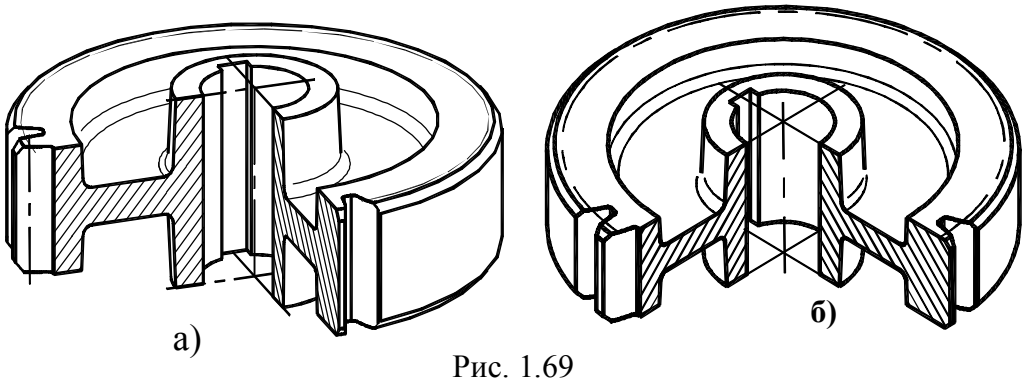
В аксонометрии, в отличие от комплексного чертежа, заштриховывают все, что попадает в сечение [6]. Например, ребра жесткости (рис. 1.66, б), зубья (рис. 1.69), шлицы (рис. 1.70).

Такие же, как и на комплексном чертеже, применяются условности при изображении резьбы в аксонометрии [7], то есть, тонкой линией показывают внешний диаметр резьбы в отверстии и внутренний диаметр – на стержне (рис. 1.71).



а) б)

Рис. 1.68



а) б)

Рис. 1.69

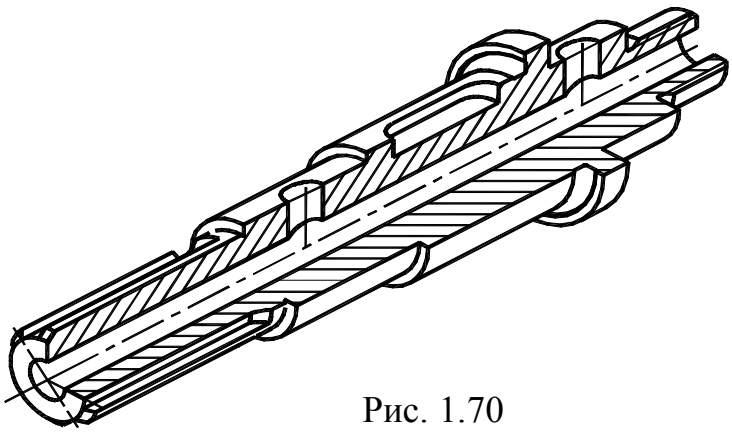


Рис. 1.70

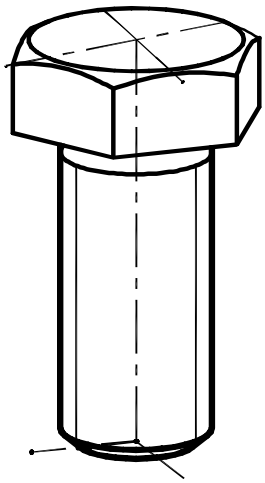
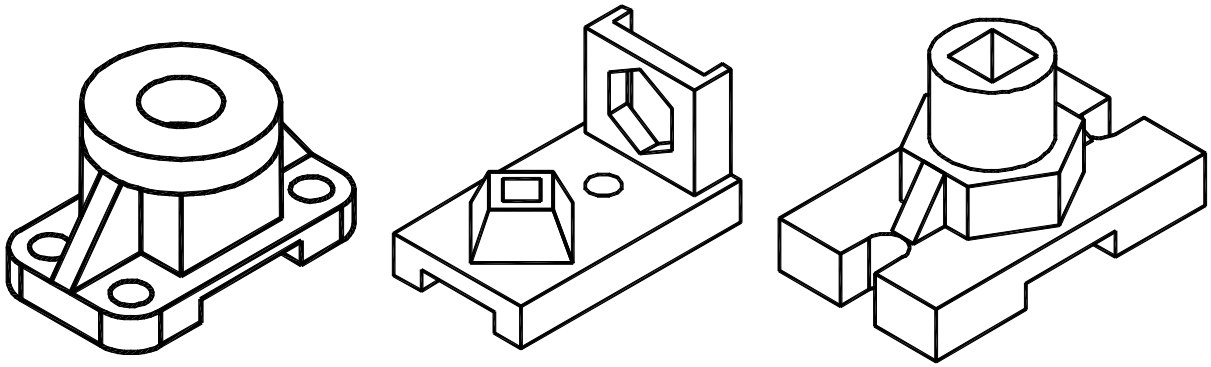


Рис. 1.71

2. ЭСКИЗИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ
ЗАДАНИЕ №1

Задание состоит из выполнения эскизов трех металлических моделей, которые выдаются студентам по вариантам. Вариант определяется порядковым номером в журнале группы. Примеры таких моделей показаны на рис. 2.1. Модели отличаются наличием плоскостей симметрии: первая и третья модели имеют по две плоскости симметрии, вторая модель, как правило, – одну плоскость симметрии.



Первая модель Вторая модель Третья модель

Рис. 2.1

Кроме того, для приобретения навыков владения чертежным шрифтом в задание входит оформление титульного листа.

2.1. Методические указания по оформлению задания

1. Эскиз каждой модели выполняют на отдельном листе бумаги (рекомендуется чертежная бумага «ватман») формата *А3* (297×420). Допускается изометрию модели выполнять на отдельном листе формата *А4* (210×297).

2. Внутри формата наносят рамку поля чертежа на расстоянии 20 мм от левой границы формата и 5 мм от трех других. В правом нижнем углу формата, вплотную к рамке, выполняют основную надпись по ГОСТ 2.104–2006, форма 1.

3. Обозначения и надписи на чертежах делают стандартным чертежным шрифтом согласно ГОСТ 2.304–81.

4. Изображения выполняют линиями по ГОСТ 2.303–68. Типы линий и их толщины изображают на эскизе первой модели над основной надписью (рис. 2.17).

5. При простановке размеров необходимо учитывать, что расстояние между размерными линиями должно быть не менее **7** мм, а между контуром изображения и ближайшей размерной линией не менее **10** мм. Выход выносных линий за стрелки размерных линий не более **2…3** мм. Оси симметрии должны выходить за пределы контура изображения не более чем на **3…5** мм.

6. Графическое исполнение работ должно соответствовать правилам выполнения и оформления чертежей, содержащимся в сборниках стандартов ЕСКД.

7. Готовые эскизы брошюруются в альбом формата А4. Титульный лист альбома оформляется по образцу, показанному на рис. 2.28 или рис. 2.29.

Последовательность выполнения эскизов

Рекомендуется следующая общая последовательность работы над эскизами [8]:

– установить наиболее выгодное положение модели для проецирования, выбрать главный вид и количество других изображений;

– выполнить разметку формата бумаги с целью равномерного распределения будущих изображений, для этого нанести тонкими линиями рамку чертежа, контуры основной надписи и габаритные прямоугольники изображений;

– штрихпунктирными линиями на всех изображениях нанести оси симметрии всей модели и отдельных ее элементов;

– изобразить тонкими линиями внешние видимые контуры модели на всех видах;

– изобразить тонкими пунктирными линиями невидимые внутренние контуры модели на всех видах;

– установить и выполнить необходимые разрезы, сечения;

– нанести размеры;

– заштриховать разрезы и сечения модели;

– оформить все надписи на чертеже;

– обвести линии изображений, основной надписи и рамки чертежа.

2.2. Выполнение эскиза первой модели

Содержание работы

Выполнить эскиз модели, состоящий из трех изображений. Эскиз должен содержать:

– изображение на месте главного вида, состоящее из половины вида спереди и половины фронтального разреза;

– вид сверху, если требуется, то половину вида сверху с половиной горизонтального разреза;

– изображение на месте вида слева, состоящее из половины вида слева и половины профильного разреза;

– необходимые сечения, местные разрезы, виды.

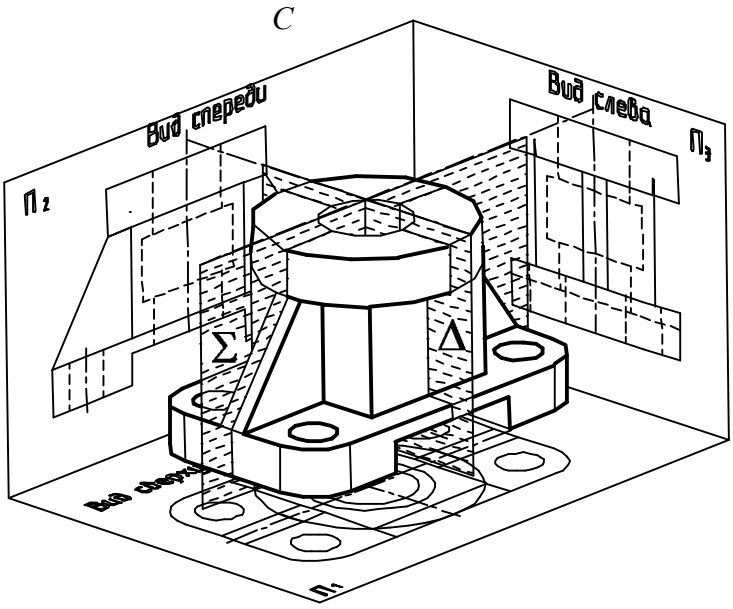


Рис. 2.2

Этапы выполнения эскиза

1. Выбор положения модели относительно плоскостей проекций

Модель, взятая в качестве образца, имеет две плоскости симметрии Σ и Δ (рис. 2.2). Модель располагается так, чтобы продольная плоскость симметрии Σ была параллельна фронтальной плоскости проекций, соответственно этому, устанавливаются следующие три основных вида. Изображение на фронтальной плоскости – вид спереди или главный вид, он должен давать наиболее полное представление о модели. Изображение на горизонтальной плоскости – вид сверху. Изображение на профильной плоскости проекций – вид слева.

2. Разметка формата бумаги

Для равномерного распределения изображений на эскизе производится разметка бумаги формата А3 так, чтобы соблюдалась проекционная взаимосвязь между габаритными прямоугольниками, а сами прямоугольники отражали пропорции между длиной, высотой и шириной модели. Примерное расположение габаритных прямоугольников на формате А3 показано на рис. 2.3.

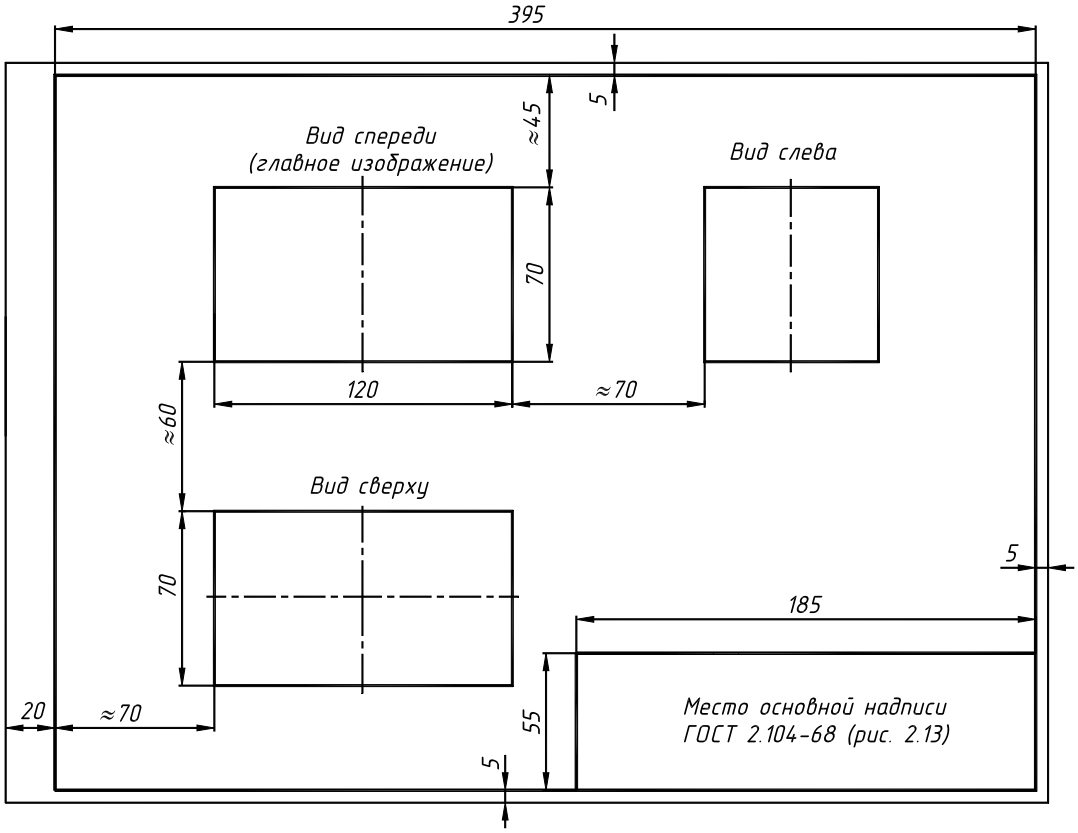


Рис. 2.3

3 .Построение видов модели

В габаритных прямоугольниках тонкими линиями строят внешние и внутренние контуры соответствующих видов (рис. 2.4).

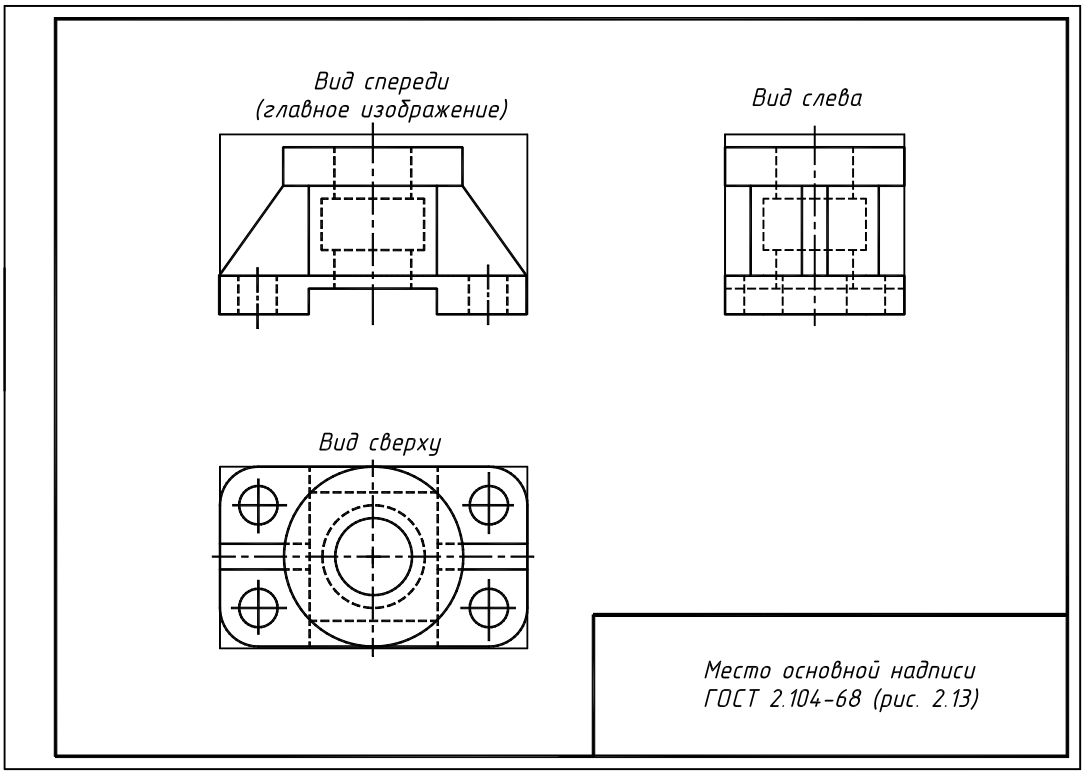


Рис. 2.4

Допускается строить невидимые внутренние контуры видов сплошной тонкой линией только со стороны разреза, если дальнейшее выполнение изображений вполне ясно.

Построение начинают с проведения осей симметрии, как самого вида, так и осей симметрии его отдельных элементов, например, отверстий. Затем симметрично осям проводятся видимые и невидимые контуры изображения. Оси симметрии и контуры видов должны находиться в проекционной взаимосвязи, т.е. располагаться на одних вертикальных линиях связи. Осевые и центровые линии – это костяк, на котором строится изображение модели. Нанесение их на эскизе или чертеже обязательно, так как они определяют положение и пропорции частей модели.

4. Формирование изображений

Чертеж детали, состоящий только из линий видимого контура и множества штриховых линий невидимого контура, сложен и неоднозначен в прочтении. Поэтому для более полного представления о конструкции детали, ее отдельных элементов, простановки размеров и т.д. чертеж кроме видов, содержит разрезы, сечения, комбинированные изображения из видов и разрезов. Пространственные представления о формировании таких изображений приведены ниже.

Формирование изображения на месте главного вида

Фронтальный разрез

Для построения фронтального разреза используется плоскость симметрии модели Σ, параллельная фронтальной плоскости проекций (рис. 2.5). Все что попадает в секущую плоскость (сечение), заштриховывают тонкими сплошными параллельными линиями, расположенными под углом 45° к рамке чертежа или контурам изображения.

Ряд деталей и их элементов при продольном разрезе показывают нерассеченными. В частности, к таким элементам относятся ребра жесткости и, как показано на рис. 2.5, на разрезе они не заштриховываются.

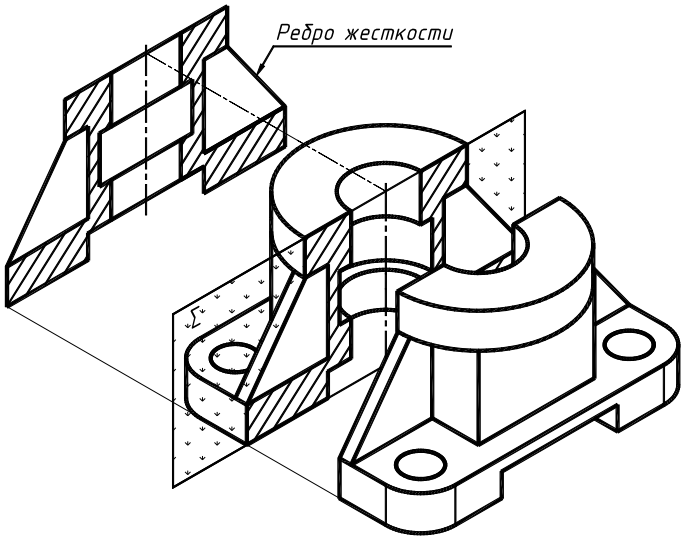


Рис. 2.5

Половина вида спереди и половина фронтального разреза

Допускается соединять часть вида и часть соответствующего разреза, разделяя их сплошной волнистой линией. Если при этом соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис. 2.6). На части вида, в данном случае, можно выполнить местный разрез.

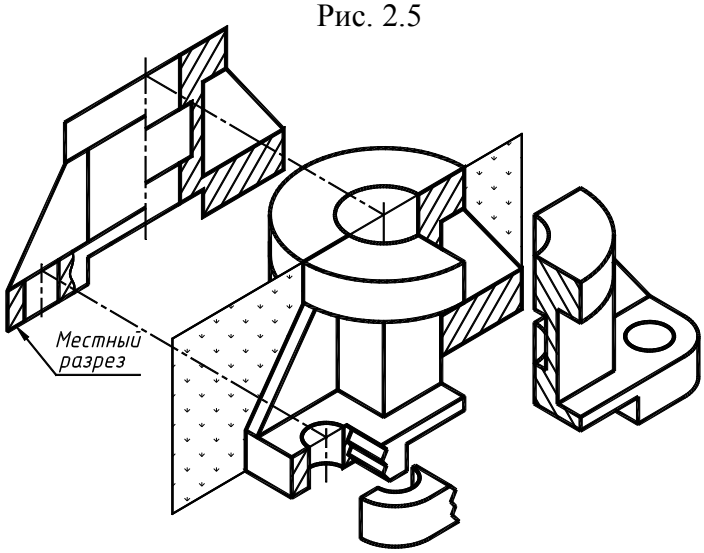


Рис. 2.6

Местный разрез

Местным называется разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте. Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией, которая не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения. На рис. 2.6 местный разрез показывает, что отверстие в модели сквозное.

Изображение на месте вида слева

Для построения профильного разреза представленной модели в качестве секущей используется плоскость симметрии **Δ** (см. рис. 2.2), параллельная профильной плоскости проекций. Аналогично, ранее изложенному, на месте вида слева выполняется комплексное изображение из половины вида слева и половины профильного разреза (рис. 2.7).

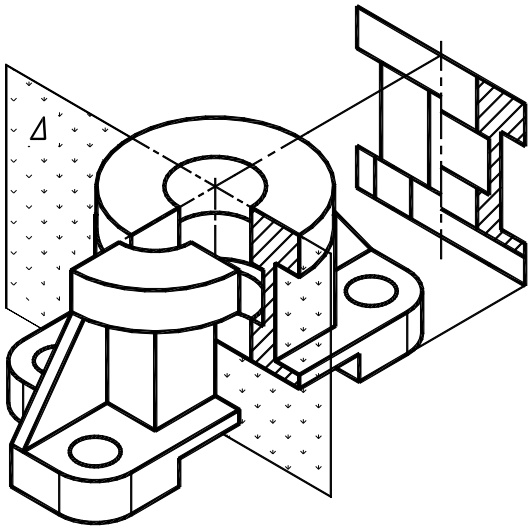


Рис. 2.7

Изображение на месте вида сверху

Разрезы или невидимые контуры на виде сверху в данной работе выполняются тогда, когда необходимо раскрыть форму элементов, составляющих модель. Так как множество штриховых линий, поясняющих невидимые очертания, могут затруднить чтение изображения, предпочтение следует отдать разрезам. В рассматриваемой модели верхний цилиндрический элемент полностью закрывает лежащую под ним призму. Поэтому для показа ее сечения целесообразно выполнить горизонтальный разрез плоскостью Ω, параллельной горизонтальной плоскости проекций (рис. 2.8). Так как вид сверху и образующееся сечение симметричны, то нужно выполнить половину вида сверху и половину горизонтального разреза.

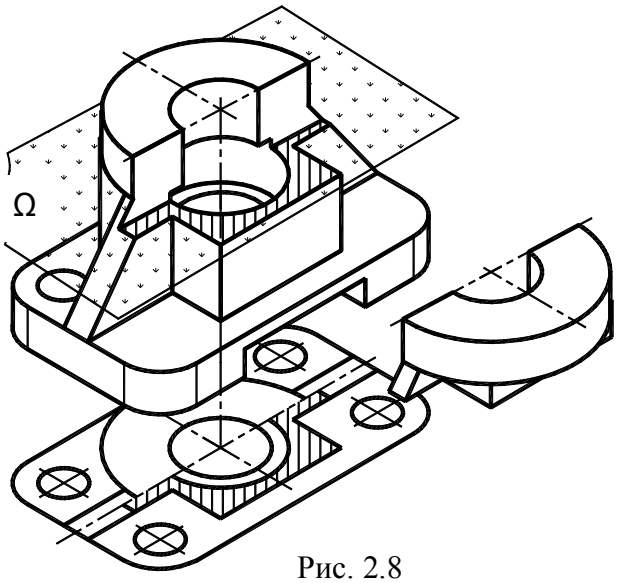


Рис. 2.8

Вынесенное сечение

На всех рассмотренных видах и разрезах не полностью раскрыта форма ребер жесткости представленной модели. Например, неясно кромки ребер острые или скругленные. Для однозначного ответа на этот вопрос следует выполнить сечение ребра.

На рис. 2.9 показана пространственная схема образования вынесенного сечения. Секущая плоскость Ψ должна быть перпендикулярна верхней наклонной грани ребра. Также приводится наклонный разрез, выполненный той же плоскостью, чтобы показать различие между сечением и разрезом.

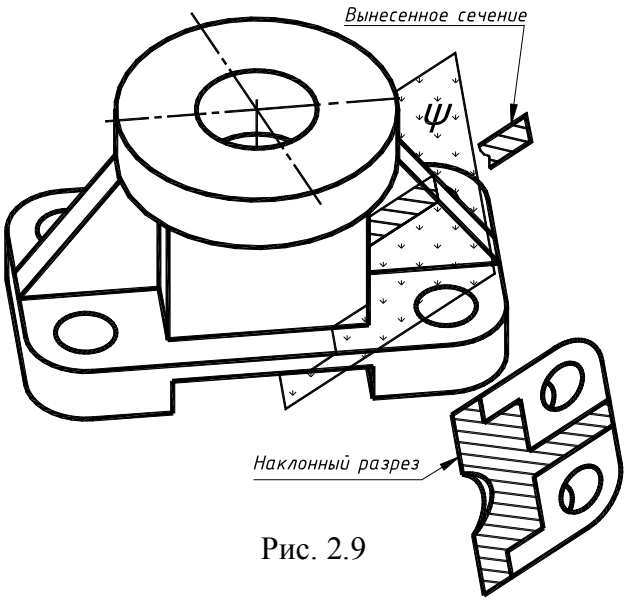


Рис. 2.9

5. Построение изображений на эскизе

На месте вида спереди справа тонкими линиями выполняются контуры половины фронтального разреза. Одновременно следует стирать, если они есть, линии невидимого контура слева и линии, не входящие в разрез (рис. 2.10).

Половину профильного разреза также выполняют справа от оси симметрии. Для выполнения половины горизонтального разреза на виде сверху необходимо вначале наметить положение секущей плоскости на главном виде таким образом, чтобы она пересекала призматический элемент модели. Данный разрез на виде сверху выполняется снизу от оси симметрии.

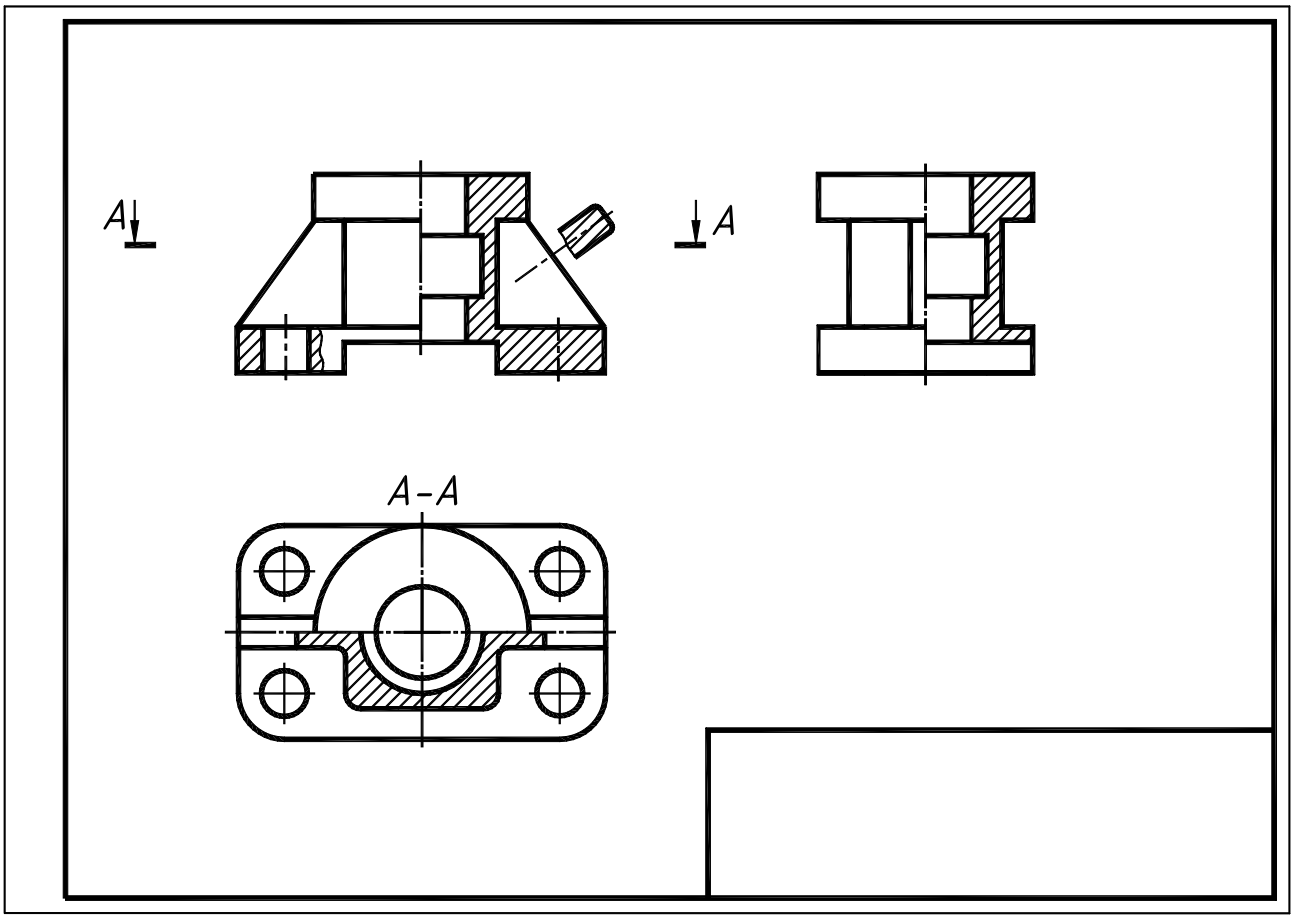


Рис. 2.10

Сечения, входящие в разрез, заштриховывают тонкими сплошными линиями под углом 45° к рамке чертежа. Расстояние между линиями штриховки должно быть одинаковым и находится в пределах от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки (в приведенном примере данное расстояние равно 3 мм.)

Местный разрез на виде спереди ограничивают тонкой сплошной волнистой линией. Эта линия не должна совпадать с другими линиями изображения и выступать за границы элемента или элементов детали, к которым относится данный разрез. Местный разрез и его секущую плоскость не обозначают.

6. Простановка размеров

Нанесение размеров – самый ответственный этап работы. Перед данным этапом необходимо внимательно ознакомиться с ГОСТ 2.307–68 о правилах нанесения размеров на чертежах (см. раздел 1.8).

На эскизе наносят размеры, снятые непосредственно с модели. Так как работа учебная, следует применять целочисленные размеры, округляя измеренные числа до ближайшего целого числа. После округления размерные числа следует согласовать с ГОСТ 6636–69 (нормальные линейные размеры, нормальные диаметры общего назначения).

Для размерных чисел рекомендуется применять номер шрифта 3,5 или 5. Каждый размер на эскизе указывается только один раз.

На практике нанесение размеров на эскизе должно быть согласовано с технологией изготовления детали, последовательностью сборки, положением детали в сборочном узле и т.д. [5].

В учебном процессе следует руководствоваться геометрическим принципом простановки размеров. В данном случае модель рассматривается как совокупность простых геометрических тел: призм, цилиндров и т.д. (рис. 2.11). Для задания цилиндра требуется два размера: диаметр и высота, для призмы – три размера: длина, ширина, высота. Цилиндрические отверстия представляются как цилиндры, призматические пазы, отверстия – как призмы.

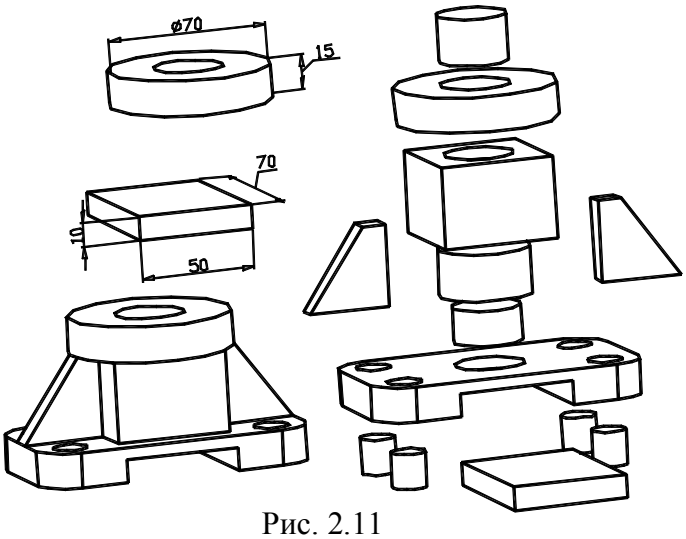


Рис. 2.11

Все размеры можно условно разбить на три группы: габаритные, координатные и геометрические (размеры формы). К габаритным размерам относят длину, ширину и высоту всей модели. Координатные – размеры, фиксирующие расположение элементов (отдельных простых тел модели, к которым относятся отверстия, пазы и т.д.) относительно осей симметрии или базовых поверхностей. Геометрические – размеры отдельных элементов, составляющих модель.

Сначала проводятся только выносные и размерные линии. Обмерить модель и нанести размерные числа после проверки необходимости намеченных размеров и достаточности их числа.

Рассмотрим нанесение размеров на примере рассматриваемой модели (рис. 2.12). Рекомендуется следующий порядок нанесения размеров на эскизе.

1. Нанести габаритные размеры. Габаритные размеры необходимо располагать как можно дальше от проекции, учитывая, что остальные размеры, параллельные габаритным, будут наноситься в промежутке между ними и контуром проекции модели

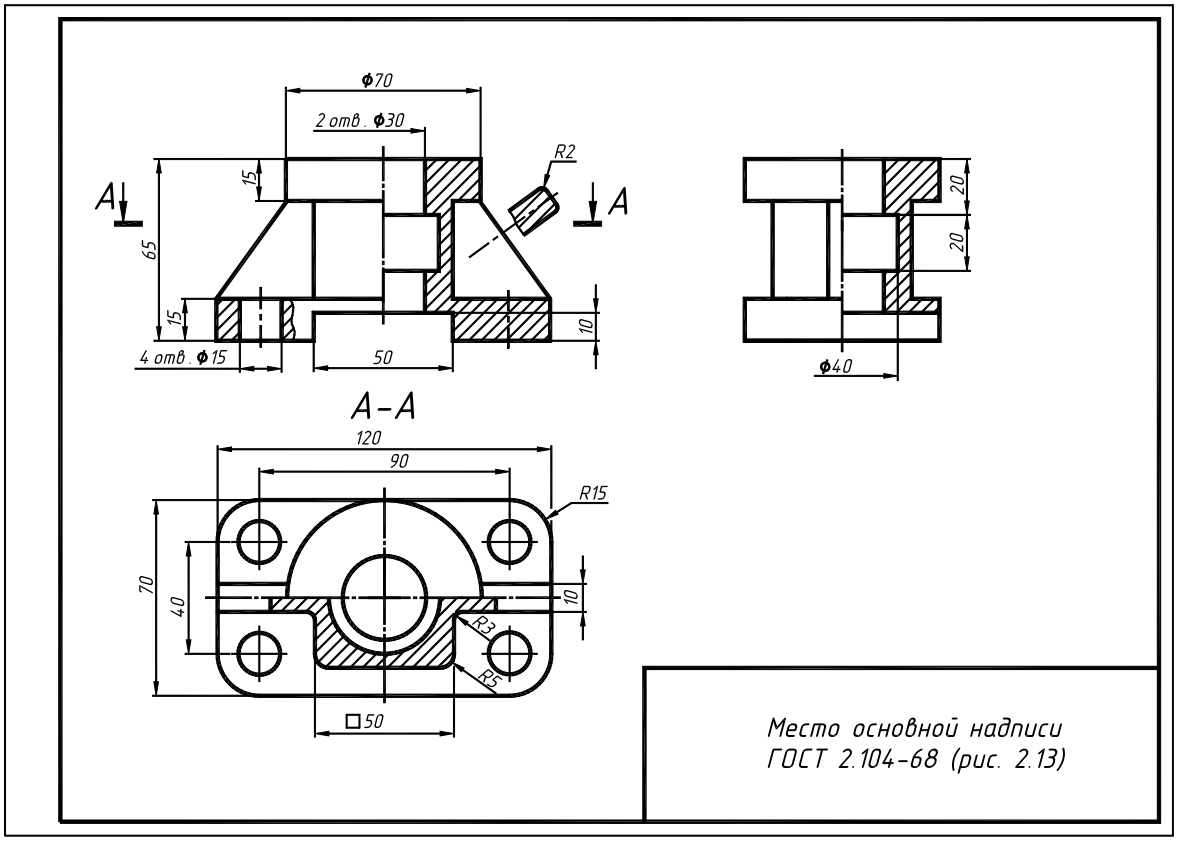


Рис. 2.12

2. Указать размеры диаметров отверстий. Для одинаковых отверстий размер ставится на одном из них и пишется количество отверстий по типу «*4 отв. ф15* ». Допускается количество отверстий указывать под размерной линией. Размеры диаметров поверхностей вращения рекомендуется наносить на том изображении, где плоскости круговых сечений являются проецирующими. Размеры радиусов, наоборот, проставляются на том изображении, где проекция дуги – кривая линия.

3. Проставить размеры остальных элементов модели. Размеры, относящиеся к одному элементу, рекомендуется наносить на одном изображении, на том виде, где данный элемент лучше всего представлен. Например, размеры поперечного паза (см. рис. 2.12) лучше всего проставить на главном виде, так как здесь полностью дана его форма. Размеры, относящиеся к внутренним элементам модели, проставляются со стороны разреза, раскрывающего их. Например, центральное отверстие диаметром *40* мм – на профильном разрезе. Следует учитывать также искажение контуров элементов модели на некоторых видах. Так, например, радиус скругления кромки ребра жесткости *R2* можно указать только на вынесенном сечении.

4. Нанести размеры, координирующие отдельные элементы модели между собой и от базовых поверхностей. У элементов цилиндрической формы всегда координируется ось, а не боковая поверхность. Обязательно указываются расстояния между центрами отверстий. Следует избегать пересечения размерных и выносных линий. При наличии нескольких параллельных размерных линий размерные числа следует проставлять в шахматном порядке и т.п.

7. Завершение работы над эскизом

Заполнение основной надписи

Для эскизов применяется форма 1 основной надписи по ГОСТ 2.104–2006, размеры данной надписи и пример заполнения ее показан на рис. 2. 13.

В графе 1, основной надписи производственных чертежей, должно содержаться обозначение документа по ГОСТ 2.201–80. В учебных чертежах в данной графе записывается следующее: *АТ* – факультет, *131* – номер группы, *01* – номер задания, *05* – вариант, *00* – номер сборочного узла, *015* – номер модели. Данная запись должна производиться шрифтом номер *7* (рис. 2.14).

В графе 2 записывается наименование изделия – модель, шрифт номер *7* (рис. 2.15).

В графе 3 основной надписи проставляется наименование учреждения, выпустившего чертеж – ЮУрГУ кафедра графики (рис. 2.16).

В графе «Лист» – порядковый номер листа, если лист один, то графу не заполняют.

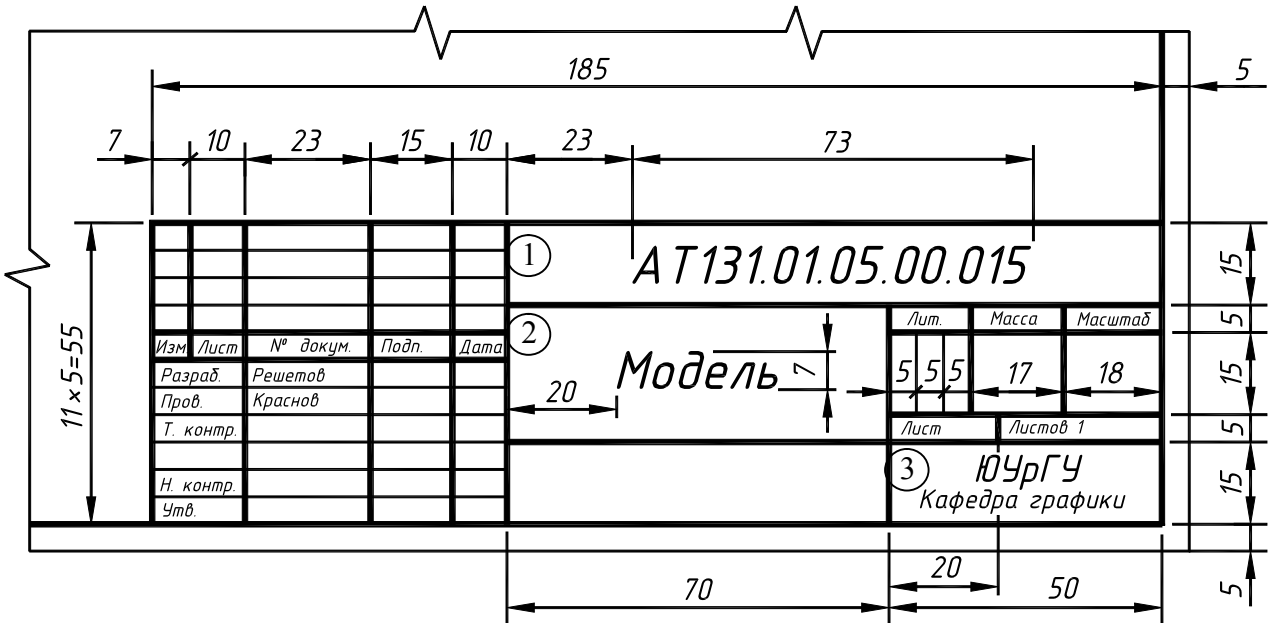


Рис. 2.13

В графе «Листов» – общее количество листов документа. Графа заполняется только на первом листе. В графе «Масштаб» – масштаб изображения (например, *1:1*). На эскизах масштаб не указывают. В графе «Разраб.» – фамилия студента. В графе «Пров.» – фамилия преподавателя, принявшего чертеж. Графы «Лист» … «Пров.» заполняются шрифтом *3,5*.

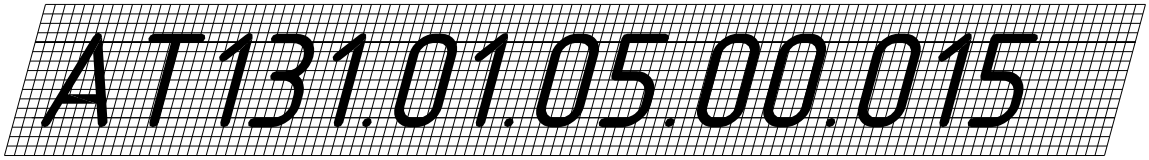


Рис. 2.14

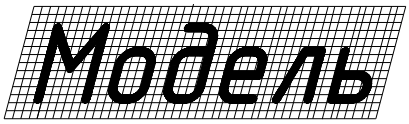


Рис. 2.15

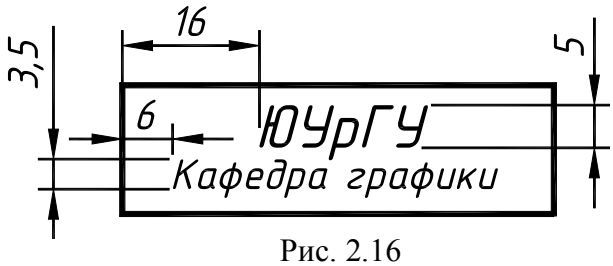


Рис. 2.16

Обводка эскиза

Последний этап работы над эскизом – обводка видимых контуров модели, восстановление стертых осевых линий, удаление выступающих больше нормы выносных, размерных, осевых линий. Рекомендуется выступ выносных линий за размерные и осей за контуры изображения поддерживать в пределах 2,5… 3 мм. Следует следить за тем, чтобы в месте пересечения осевых линий были штрихи, а не пунктир, чтобы размерные числа не пересекались, не разделялись какими-либо линиями и т. п.

Линии контура и штрихи разомкнутой нужно обводить мягким карандашом, остальные – остро заточенным твердо-мягким карандашом. Рекомендуется толщину линий контура соблюдать в пределах 0,7 … 1 мм, разомкнутой линии – 1 … 1,3 мм, толщину остальных линий – 0,3 … 0,5 мм.

Типы линий, которые используются при выполнении заданий, изображают на эскизе первой модели (рис. 2.17).

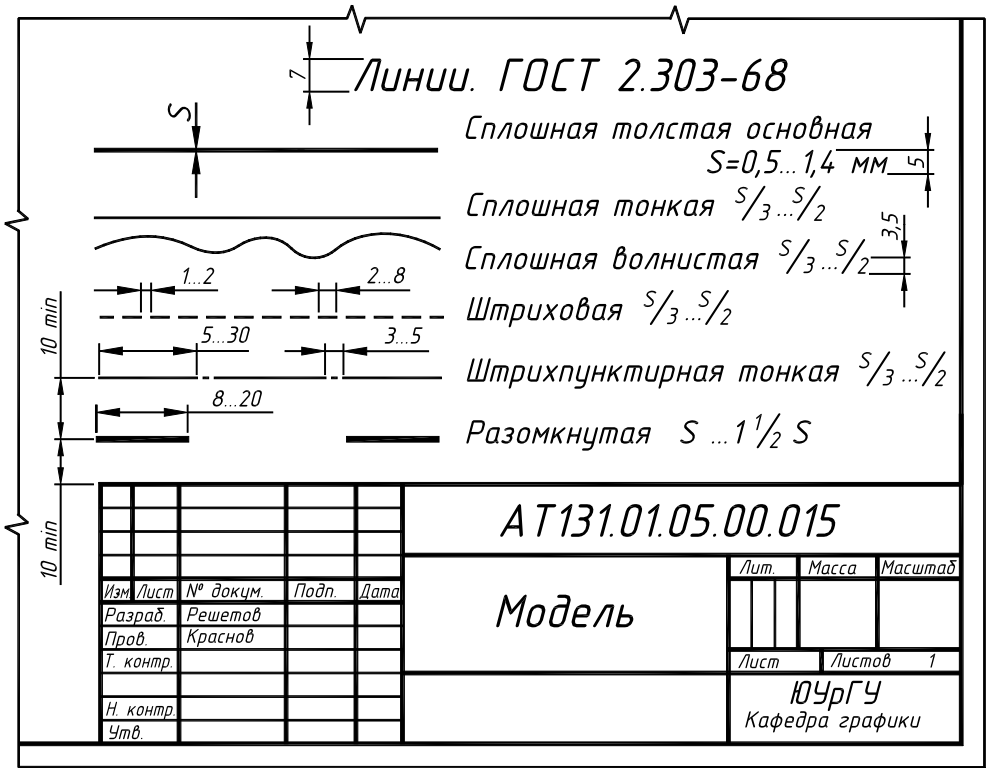


Рис. 2.17

Пример готового эскиза первой модели показан на рис. 2.18.

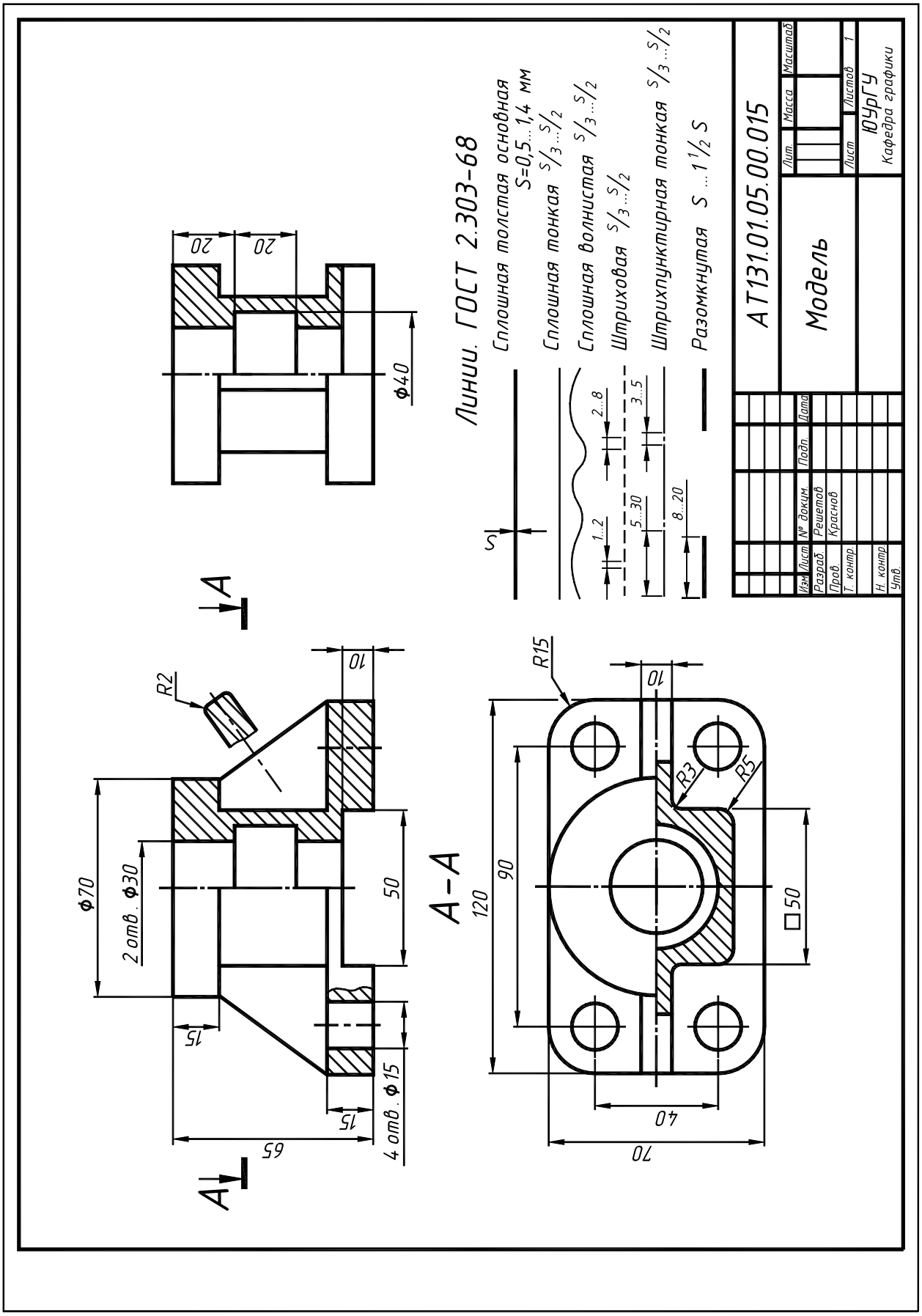

Линии. ГОСТ 2.303-68
Сплошная толстая основная
S=0,5...1,4 мм
Сплошная тонкая S/3...S/2
Сплошная волнистая S/3...S/2
Штриховая S/3...S/2
Штрихпунктирная тонкая S/3...S/2
Разомкнутая S ...1 1/2 S
АТ131.01.05.00.015
Модель
Лит.
Масса
Масштаб
Лист
Листов 1
ЮУрГУ
Кафедра графики
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Решетов
Пров. Краснов
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
А
А
А-А
Ф40
20
20
Ф70
2 отв. Ф30
R2
10
50
15
15
65
4 отв. Ф15
R15
10
R3
R5
120
90
□50
40
70

Рис. 2.18

2.3. Выполнение эскиза второй модели

Содержание работы

Выполнить эскиз модели, состоящий из трех изображений. Эскиз должен содержать:

– изображение на месте главного вида, состоящее из фронтального разреза;
– вид сверху;
– изображение на месте вида слева, состоящее из половины вида слева и половины профильного разреза (положение секущей плоскости профильного разреза согласовать с преподавателем);
– необходимые сечения, местные разрезы, виды.

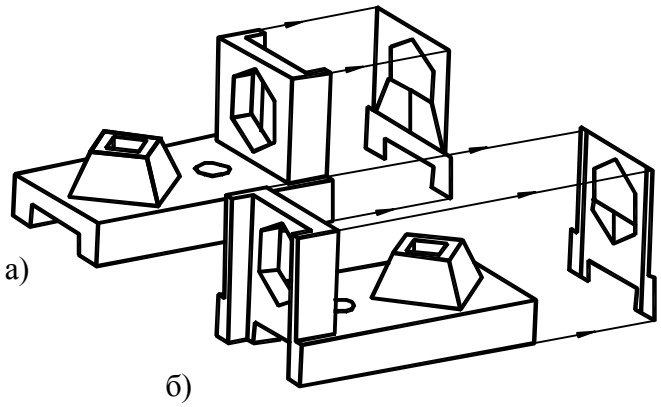


Рис. 2.19

Этапы выполнения эскиза

1. Выбор положения модели относительно плоскостей проекций

Положение модели относительно плоскостей проекций определяет выбор вида спереди (главного вида). Данный вид должен быть наиболее информативным, и выбирается он так, чтобы продольная плоскость симметрии модели была параллельна фронтальной плоскости проекций. Однако, в отличие от первой, вторая модель не имеет поперечной плоскости симметрии и, следовательно, модель нужно располагать еще и так, чтобы на виде слева содержалось максимум информации. Модель, рассматриваемую в качестве примера, располагать нужно так, как показано на рис. 2.19, вариант а).

Положение модели относительно трех плоскостей проекций и секущие плоскости разрезов показаны на рис. 2.20.

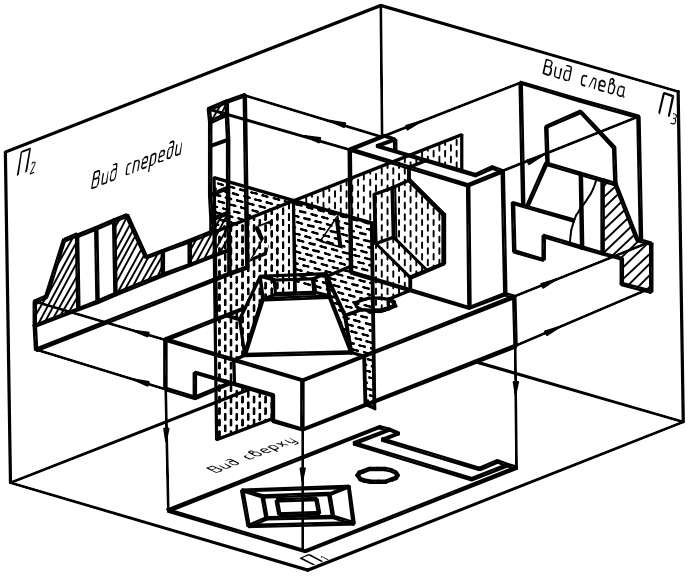


Рис. 2.20

2. Разметка формата бумаги

Разметка формата бумаги для данной модели такая же, что и для первой модели и приведена на рис. 2.3.

3. Построение изображений модели

Как уже отмечалось выше, построение начинают с проведения тонкими линиями контуров видов. Невидимые внутренние контуры видов также можно проводить сплошными тонкими линиями (если все понятно). Затем приступают к выполнению разрезов. На месте вида спереди выполняется полный фронтальный разрез, а на месте вида слева – половина вида слева и половина профильного разреза (см. рис. 2.20). Так как секущая плоскость профильного разреза не является плоскостью симметрии, линию сечения нужно обозначить по типу «*А–А*».

После штриховки сечений, простановки размеров и заполнения основной надписи доводят линии эскиза до нужной толщины. Образец готового эскиза второй модели представлен на рис. 2.21.

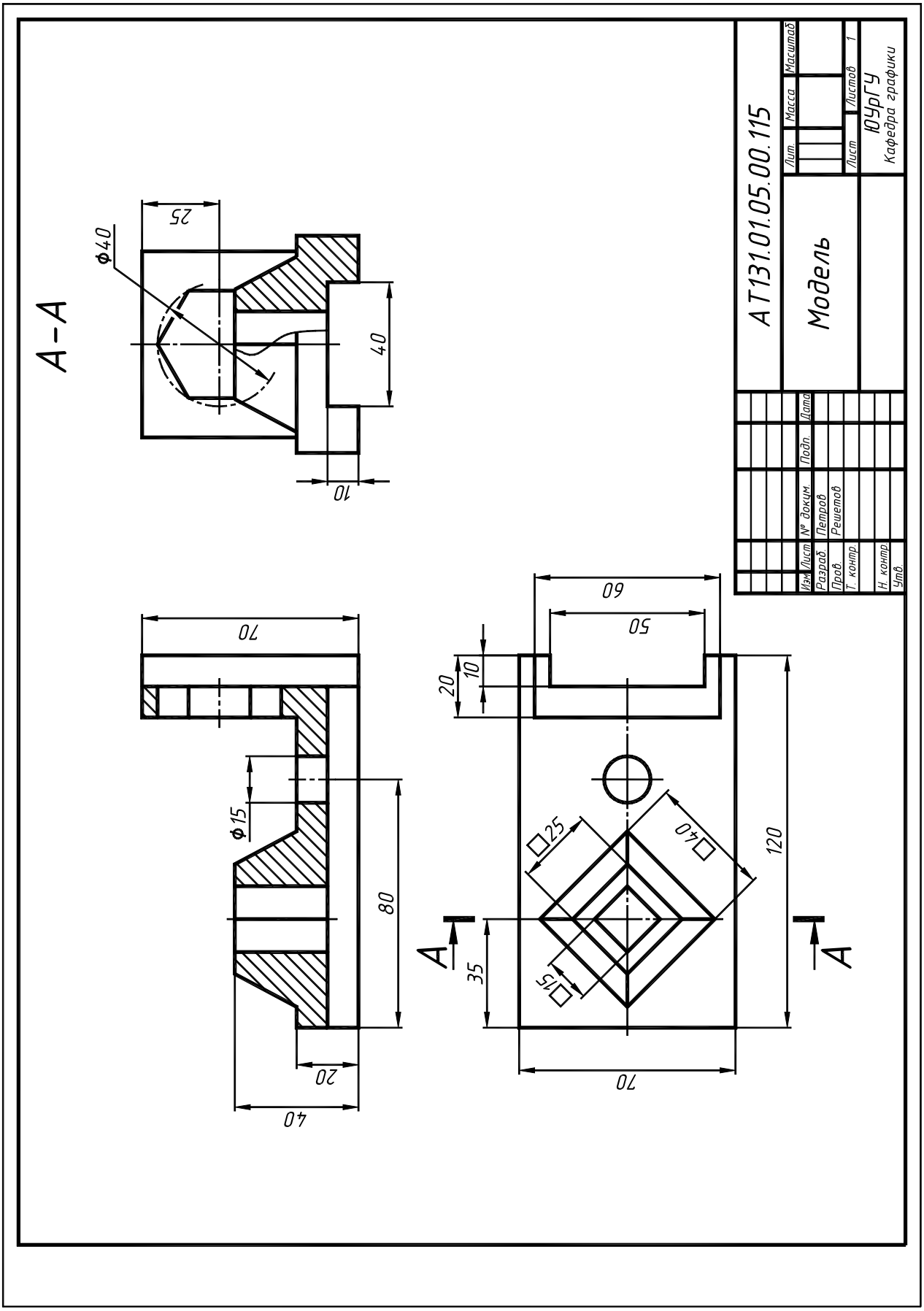

А-А
Ф40
25
40
10
70
Ф15
80
20
40
60
50
20
10
□25
□40
□15
120
35
70
А
А
АТ131.01.05.00.115
Модель
Лит.
Масса
Масштаб
Лист
Листов 1
ЮУрГУ
Кафедра графики
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Петров
Пров. Решетов
Т. контр.
Н. контр.
Утв.

Рис. 2.21

2.4. Выполнение эскиза третьей модели

Содержание работы

Выполнить эскиз модели. Эскиз должен содержать:

– минимальное, но достаточное количество изображений, состоящее из основных видов, разрезов;

– при необходимости местные виды, разрезы;

– прямоугольную изометрию с вырезом по осям XOZ, YOZ.

Этапы выполнения эскиза

1. Выбор положения модели относительно плоскостей проекций, количества и типа изображений

Третья модель, также как и первая, имеет две плоскости симметрии. Следует расположить модель таким образом, чтобы продольная плоскость симметрии была параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 2.22).

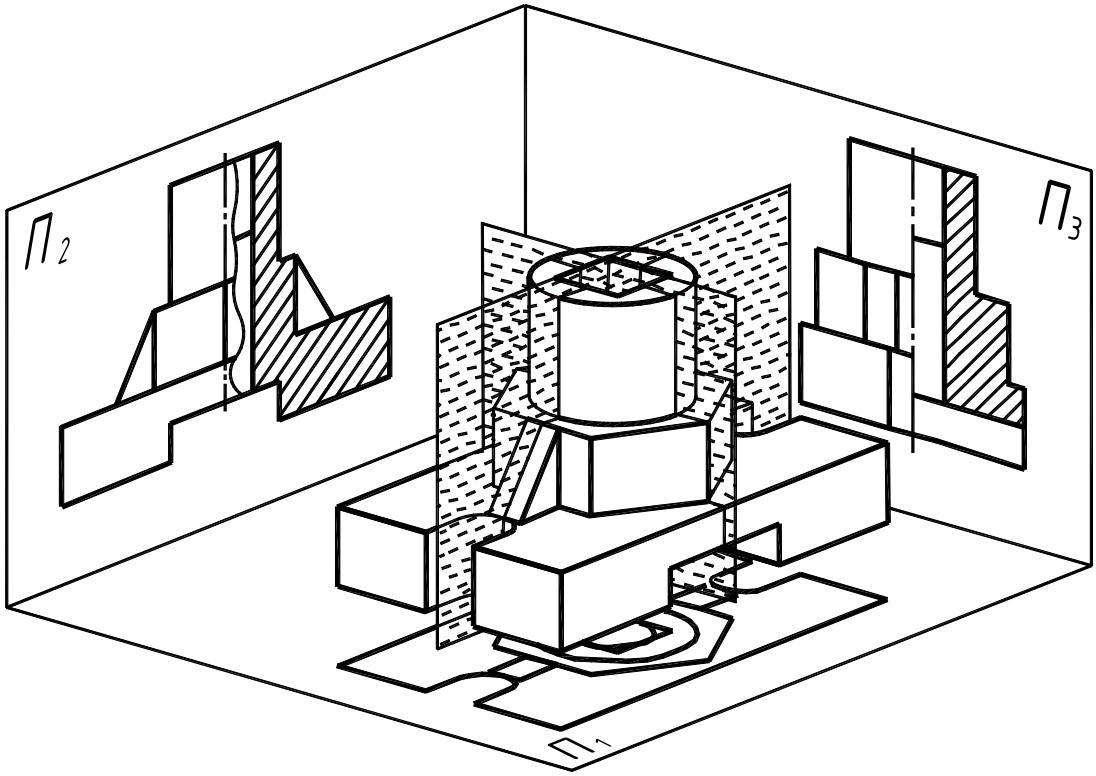


Рис. 2.22

На местах главного вида и вида слева целесообразно выполнить половины соответственно вида спереди и фронтального разреза, профильного разреза и вида слева, используя в качестве секущих плоскости симметрии. Вид сверху оставить без разреза.

2. Разметка формата бумаги и построение изображений

Разметку формата следует начинать с вычерчивания тонкими линиями в изометрической проекции габаритного параллелограмма с вырезом, располагая его над основной надписью.

Для этого нужно предварительно замерить длину, ширину и высоту модели. Затем намечают габаритные прямоугольники видов таким образом, чтобы изображения были равномерно распределены на эскизе и, в то же время, осталось место для нанесения размеров. На рис. 2.23 показана разметка формата для модели, взятой в качестве примера.

Порядок построения изображений подробно описан выше. Готовый эскиз третьей модели показан на рис. 2.25.

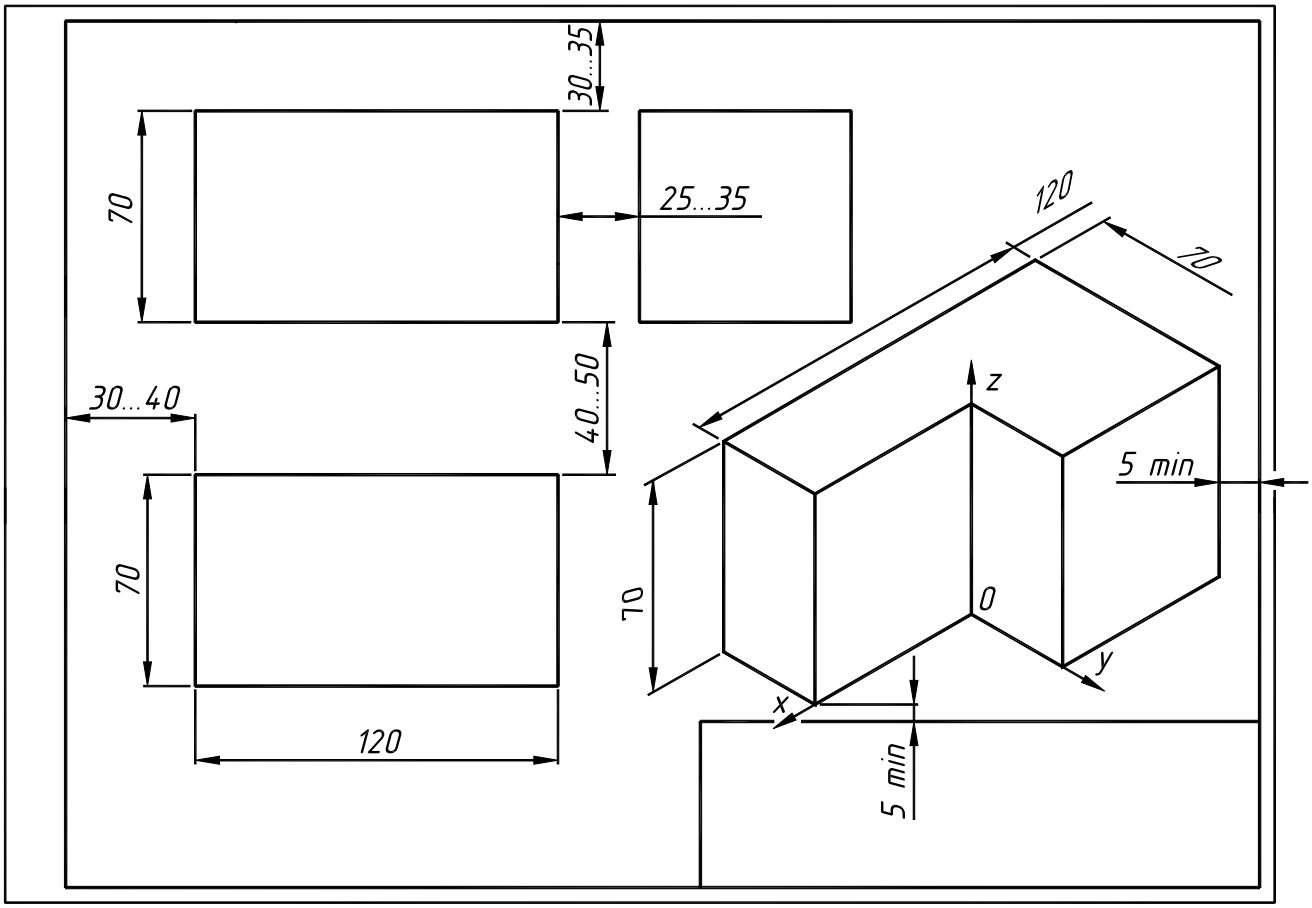


Рис. 2.23

3. Построение изометрической проекции

После нанесения размеров на эскизе, можно приступать к построению изометрической проекции модели, сохраняя то же ее положение, что и при ортогональном проецировании.

Модель мысленно разбивают на отдельные элементы и анализируют плоские контуры данных элементов, параллельных горизонтальной плоскости проекций (рис. 24, а). Затем приступают к построению изометрических проекций этих контуров (рис. 24, б). Например, вычерчивают плоский нижний контур основания модели, затем по оси **z'** откладывают высоту основания и строят верхний контур. В данном же контуре находится шестиугольник – основание шестиугольной призмы и основание ребра жесткости.

Размеры элементов геометрических фигур переносят циркулем с комплексного чертежа на аксонометрическую проекцию (применяют приведенные коэффициенты искажения).

Для построения проекции цилиндрического отверстия достаточно вычертить два овала – нижнее и верхнее основания цилиндра, отмерив по оси **z'** их расстояния от нижней плоскости основания. Далее строят сечения плоскостями **x'0'z'** и **y'0'z'** (рис. 24, в), стирают все линии перед данными плоскостями и в самих сечениях, проводят видимые очерки цилиндрических и призматических поверхностей.

Последний этап – окончательное удаление невидимых линий, штриховка сечений и обводка контуров проекции основной линией (рис. 24, г).

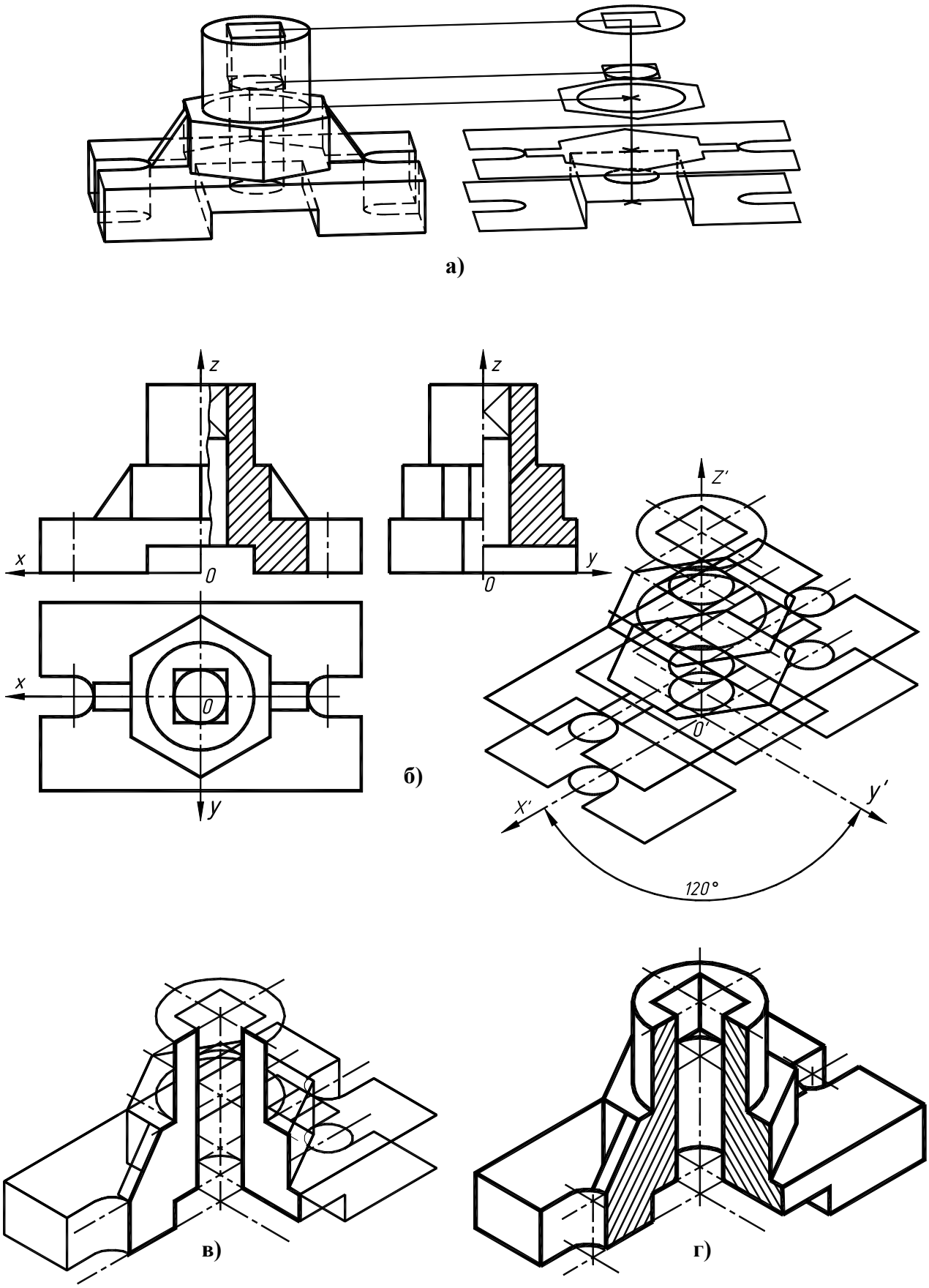


Рис. 2.24

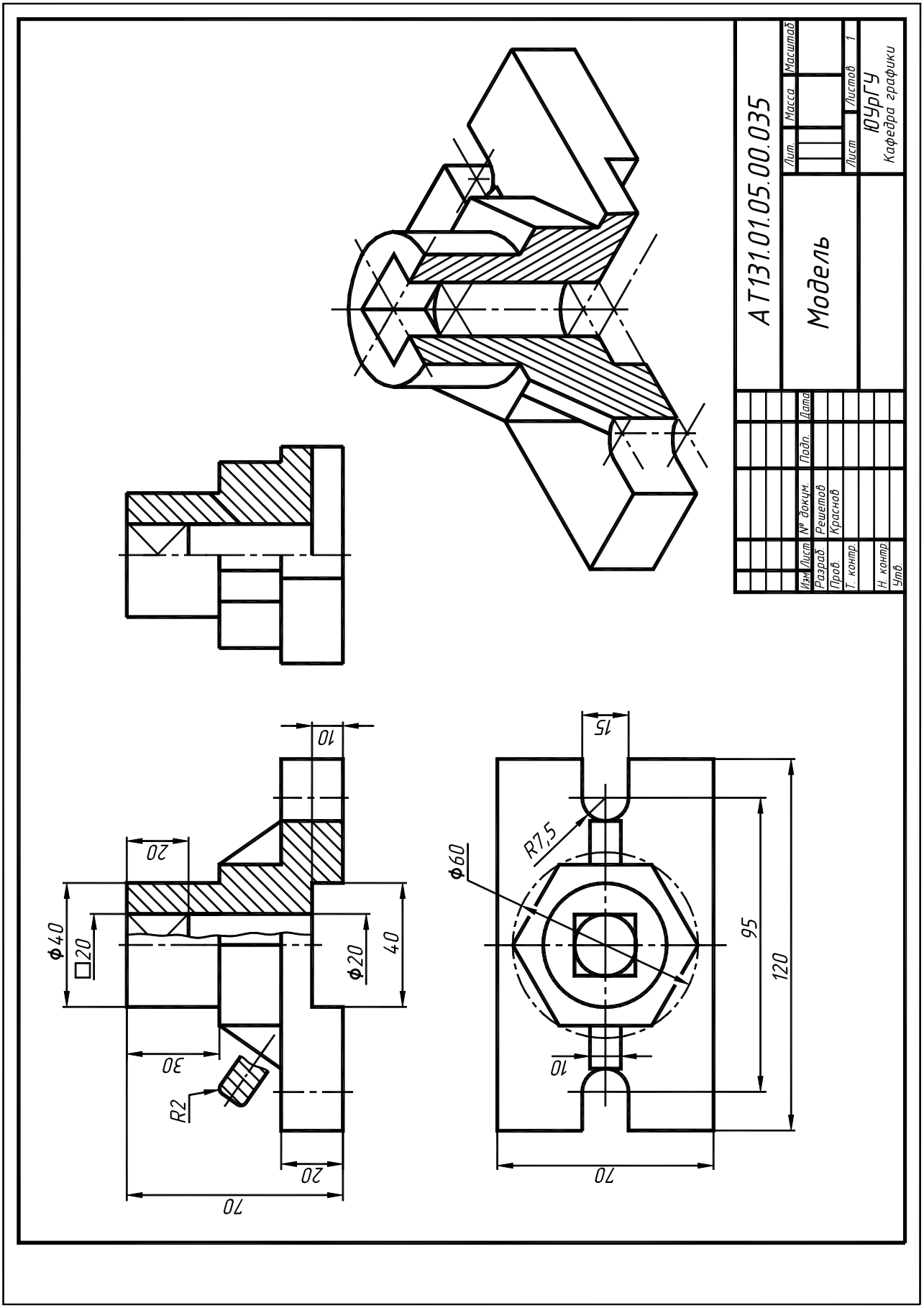

АТ131.01.05.00.035
Модель
Лит.
Масса
Масштаб
Лист
Листов 1
ЮУрГУ
Кафедра графики
Изм. Лист. № докум. Подп. Дата
Разраб. Решетов
Пров. Красков
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
10
20
Ф40
□20
Ф20
40
30
R2
20
70
15
R7,5
Ф60
95
120
10
70

Рис. 2.25

2.5. Оформление титульного листа

Оформление титульного листа является частью задания, в которой студенты приобретают навыки использования чертежного шрифта. Поэтому перед выполнением данной работы необходимо ознакомиться с положениями стандарта Шрифты чертежные ГОСТ 2.304–81.

Титульный лист оформляется на листе ватмана формата А4 (210 × 297). Все надписи на нем должны соответствовать упомянутому выше стандарту. Примеры оформленных титульных листов с разметкой содержащихся на них надписей приведены на рис. 2.28, 2.29. Титульный лист, показанный на рис. 2.28, предназначен для студентов, обучающихся по полной программе курса черчения; титульный лист, приведенный на рис. 2.29, – для сокращенных программ черчения. Надписи «*ЮУрГУ*», «*АЛЬБОМ ЭСКИЗОВ МОДЕЛЕЙ*» или «*ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА*» выполняются шрифтом №10 типа Б с наклоном. Для данных надписей предварительно строится вспомогательная сетка с шагом равным 1 мм, а затем в нее вписываются буквы (рис. 2.26). Остальной текст выполняется шрифтом №7 по разметке (рис. 2.27).

Рис. 2.26

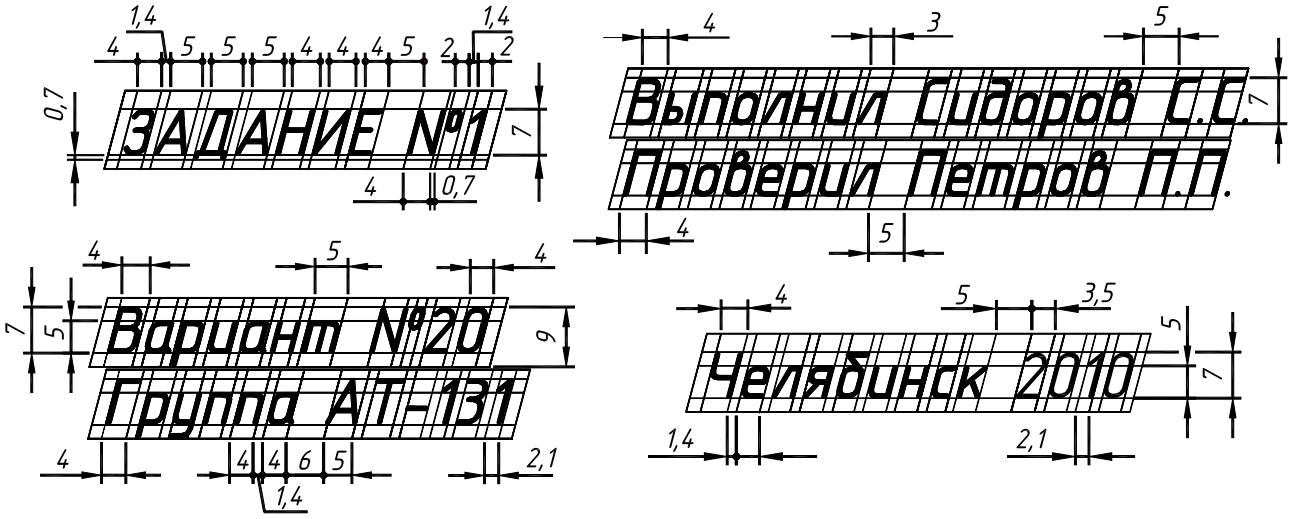


Рис. 2.27

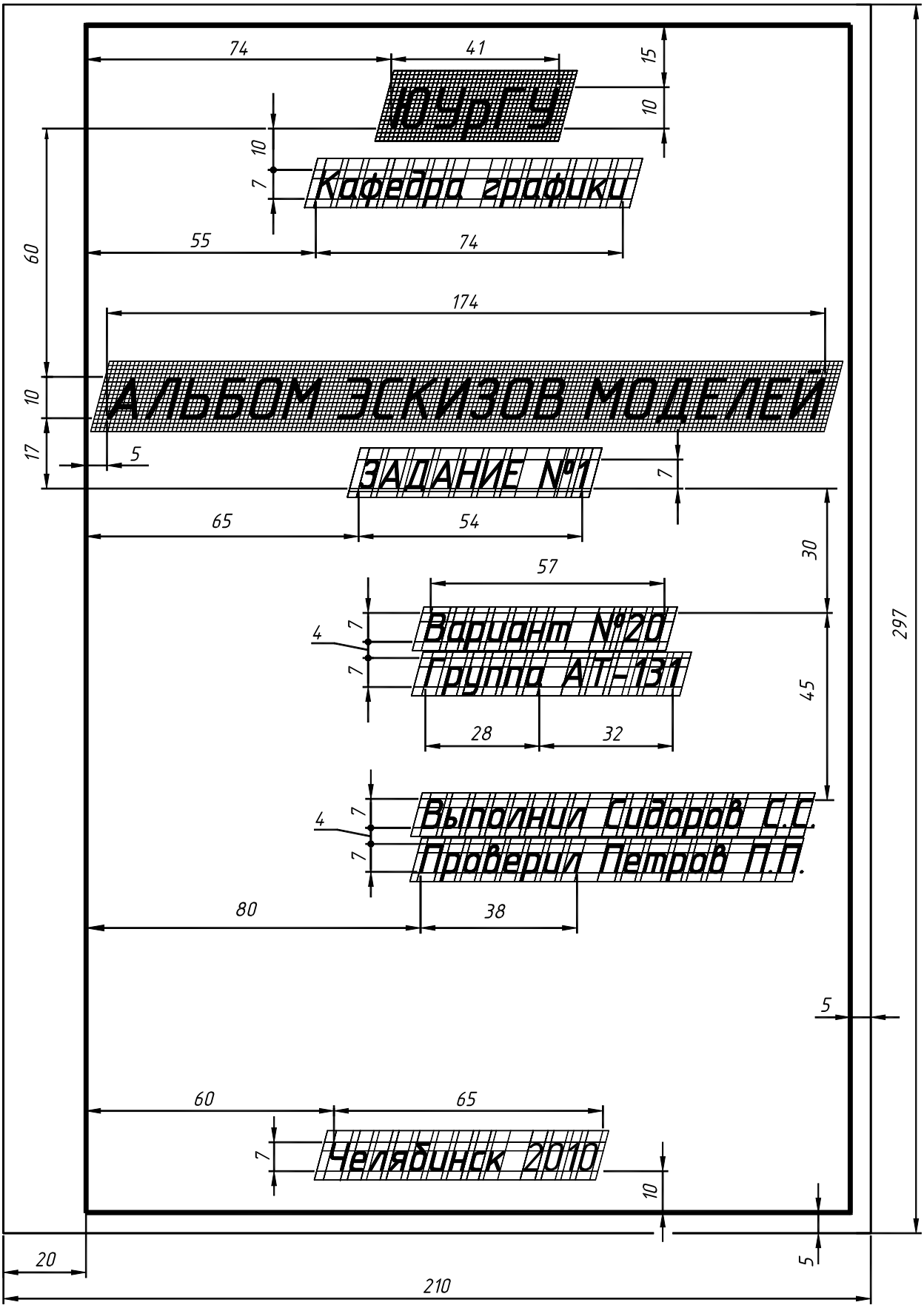

ЮУрГУ
Кафедра графики
АЛЬБОМ ЭСКИЗОВ МОДЕЛЕЙ
ЗАДАНИЕ №1
Вариант №20
Группа АТ-131
Выполнил Сидоров С.С.
Проверил Петров П.П.
Челябинск 2010
74
41
15
10
10
7
55
74
60
174
10
17
5
7
65
54
30
57
4
7
7
28
32
45
297
4
7
7
80
38
5
60
65
7
10
5
20
210

Рис. 2.28

ЮУрГУ
Кафедра графики
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА
ЗАДАНИЕ №1
Вариант №20
Группа АТ-131
Выполнил Сидоров С.С.
Проверил Петров П.П.
Челябинск 2010
74
41
15
10
10
7
55
74
60
145
10
17
20
7
65
54
30
57
7
4
7
28
32
45
297
7
4
7
80
38
5
60
65
7
10
5
20
210

Рис. 2.29

3. ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ
ЗАДАНИЕ №2.

Задание состоит из выполнения чертежей четырех деталей по карточкам – заданиям согласно своему варианту.

Цель задания:

1. Изучить и закрепить на практике правила, установленные стандартами ЕСКД по оформлению чертежей.
2. Развить навыки чтения чертежей, осмыслить связь между проекциями предмета и его изображениями, выполненными с условностями, установленными ГОСТ 2.305–2008.
3. Закрепить знания по построению линий взаимного пересечения поверхностей и построению истинного вида наклонного сечения предмета.
4. Изучить правила выполнения сложных разрезов, сечений, местных и дополнительных видов в соответствии с ГОСТ 2.305–2008.
5. Приобрести навыки построения изображений в аксонометрических проекциях (прямоугольная диметрия) по ГОСТ 2.317–69.
6. Закрепить навыки по построению ортогональных проекций деталей и нанесению размеров на чертежах в соответствии с ГОСТ 2.307–68.

3.1. Методические указания по оформлению задания

1. Каждая работа выполняется на листе ватмана формата А3 (297×420). Допускается аксонометрическое изображение детали выполнять на отдельном листе формата А4 (210×297).
2. Внутри формата наносится рамка поля чертежа на расстоянии 20 мм от левой границы формата и 5 мм от трех других. В правом нижнем углу формата вплотную к рамке делается основная надпись согласно ГОСТ 2.104–2006.
3. Графическое исполнение работ должно соответствовать правилам выполнения и оформления чертежей, содержащимся в сборниках ГОСТов ЕСКД.
4. Чертежи выполняются линиями по ГОСТ 2.303–68. Толщина сплошной основной линии от 0,5 до 1,4 мм, сплошной тонкой, волнистой, штрихпунктирной и штриховой – в 2…3 раза тоньше, чем сплошной основной. Толщина разомкнутой линии в 1…1,5 раза толще, чем сплошной основной.
5. Обозначения и надписи на чертежах выполняются стандартным шрифтом (ГОСТ 2.304–81). Рекомендуется применять шрифты размером 5 и 3,5.
6. При простановке размеров учитывать, что расстояния между размерными линиями должно быть не менее 7 мм, а от размерной до контурной линии – 10 мм. Выход выносных линий за стрелки 2…3 мм.

Рабочие чертежи деталей необходимо выполнять в следующей последовательности.

1 этап – подготовительный

1. Прочитать чертеж. Представить деталь как совокупность простейших геометрических тел. Мысленно представить изображение детали на недостающих видах.

2. Определить, какие ограничивающие деталь поверхности пересекаются между собой, какие линии получаются в их пересечении, и как они будут изображаться на каждом виде.

3. Определить, какие разрезы и сечения необходимо выполнить для выявления внутренних форм предмета, на месте каких видов они будут располагаться.

4. Выявить необходимые дополнительные и местные виды, место их расположения.

5. Определить, какие линии и поверхности целесообразно принять как базовые для отсчета расстояний при построении изображений. В большинстве случаев – это осевые, центровые линии и плоскости основания.

2 этап – графический

1. На поле формата листа выделить (наметить в виде прямоугольников) места для каждого из трех основных изображений, учитывая их проекционную связь. Наметить места расположения дополнительных и местных видов. Заполнение поля чертежа должно быть равномерным. Расстояния между отдельными изображениями и самих изображений от линии рамки должны выбираться такими, чтобы обеспечить условия для нанесения размеров, условных обозначений и надписей. Провести базовые и осевые линии каждого изображения.

2. Построить заданные виды тонкими линиями.

3. Постепенно вычертить тонкими линиями недостающие виды: для этого необходимо найти проекции простейших геометрических форм, образующих предмет, и их элементов (граней, ребер, вершин и т.п.) на заданных проекциях, а затем приступить к построению их недостающих проекций, сохраняя проекционную связь и переходя поэтапно от одного элемента к другому.

4. Построить линии пересечения геометрических тел, образующих деталь, с помощью методов начертательной геометрии (принадлежность поверхности, способы вспомогательных секущих плоскостей или сфер).

5. Выполнить требуемые разрезы на всех изображениях.

6. Нанести штриховку разрезов и сечений.

7. Построить дополнительные и местные виды. При построении дополнительных видов необходимо использовать способ замены плоскостей проекций.

8. Обозначить дополнительные и местные виды, разрезы, если это необходимо.

9. Проверить правильность выполненных изображений, убрать лишние линии.

10. Обвести чертеж линиями требуемой толщины в соответствии с ГОСТ 2.303–68.

11. Вторично проверить правильность выполнения чертежа.

3.2. Работа 1. Выполнение чертежа первой детали

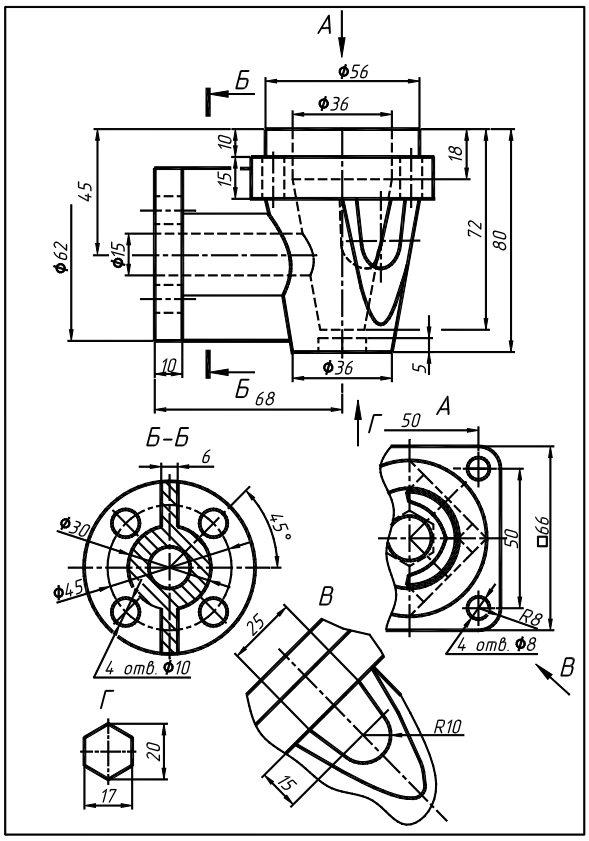


Рис. 3.1

Содержание работы

По одному из основных, дополнительным и местным видам выполнить чертеж детали. Вариант задания представлен на рис. 3.1.

Чертеж детали должен включать:

- полный разрез на месте главного вида;
- вид сверху;
- вид слева, если требуется, то с половиной поперечного разреза или полный поперечный разрез;
- необходимые местные разрезы;
- необходимые дополнительные и местные виды;
- Ниже приводятся этапы построения чертежа работы 1. Полностью готовый чертеж №1 приведен на рис. 3.5.

1. Анализ формы детали

Перед тем, как приступить к выполнению данной работы, необходимо уяснить какие плоские изображения содержатся в задании и по ним представить пространственную конструкцию детали (рис. 3.2).

В карточке задания (рис. 3.1) деталь представлена видом спереди, профильным разрезом «*Б-Б*», а также местными и дополнительными видами. При вычерчивании вида сверху местный вид «*А*» окажется включенным в его состав. Вид «*Г*» следует сохранить как местный вид, чтобы избежать построения всего вида снизу. Целесообразно изменить направление взгляда у разреза «*Б-Б*» и выполнить его половину вместе с половиной вида слева, так как оба данных изображения имеют общую плоскость симметрии.

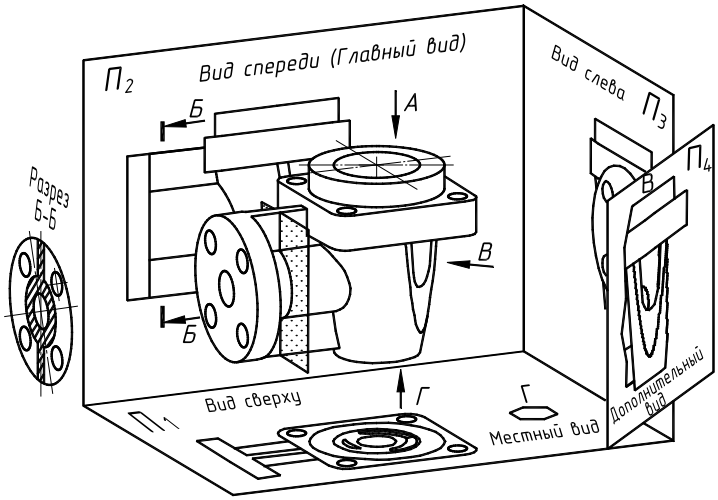


Рис. 3.2

Таким образом, чертеж должен содержать: фронтальный разрез на месте главного вида, вид сверху, половину вида слева с половиной профильного разреза, местный и дополнительный виды.

Чтобы более полно и однозначно представить конструкцию детали в месте боковых отверстий, наряду с дополнительным видом, следует выполнить горизонтальный разрез «*Б-Б*» (см. рис. 3.5).

2. Построение изображений

В начале рекомендуется выполнить тонкими линиями контуры основных видов в проекционной связи без детализации, а затем построить разрезы и линии пересечения поверхностей, местные и дополнительные виды.

Пример построения линии пересечения цилиндрического и конического отверстий приведен на рис. 3.3. Вначале определяются опорные точки: 1, 2 – точки пересечения фронтальных очерковых образующих и 5, $5^{/}$ – точки, принадлежащие горизонтальному очерку цилиндра. Для нахождения точек 1,2 не требуется дополнительных построений, так как они принадлежат фронтальным очеркам и общей плоскости симметрии Ω пересекающихся поверхностей. Точки 5, $5^{/}$ и остальные промежуточные определяют при помощи вспомогательных плоскостей уровня Ψ, Σ, Δ. Данные плоскости пересекают конус по параллелям, а цилиндр – по прямолинейным образующим, в пересечении которых определяются проекции искомых точек. После построения достаточного количества точек они соединяются лекальной кривой.

На рис. 3.4 показано построение дополнительного вида и линии пересечения конического и боковых отверстий. Дополнительный вид представляет собой проекции в направлении «*В*» очерка конуса, срезанного плоскостями Ψ и $Ψ^{/}$, и бокового отверстия, состоящего из цилиндрической поверхности и двух касательных к ней плоскостей. Вначале на дополнительном виде строится внешний очерк срезанного конуса и отверстие. Затем с помощью вспомогательных горизонтальных плоскостей уровня Δ, Σ, и т.д. находятся линии пересечения внешнего конуса с плоскостью Ψ и конического и бокового отверстий.

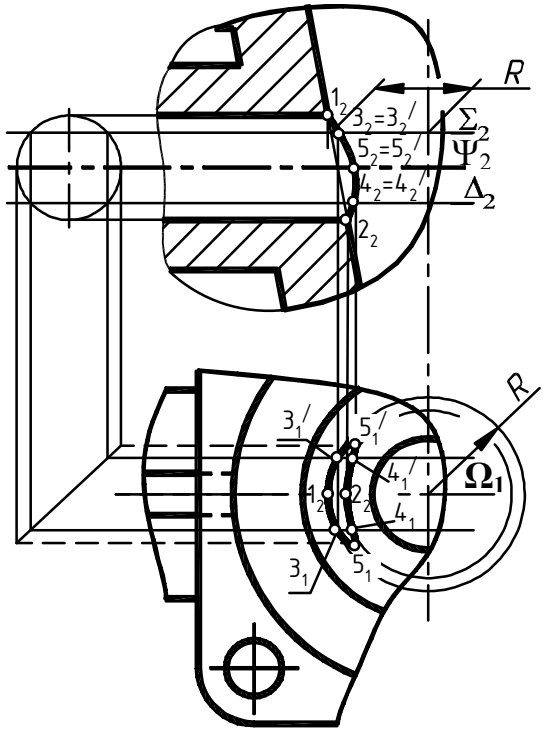


Рис. 3.3

Например, вводится вспомогательная плоскость $\Delta(\Delta_4,\Delta_2)$, срезающая внешний конус по верхнему основанию $a(a_1, a_2, a_4)$, а внутренний по параллели $n(n_1, n_2, n_4)$.

Пересечение данных параллелей со следом плоскости $\Psi(\Psi_1)$ и контуром бокового отверстия дает точки 1, 2, 6, 7. (Так как фронтальные проекции боковых отверстий совпадают, точки обозначены только на одном из них). Рассмотрим построение промежуточных точек 3, 8, 9, 4 при помощи плоскости Σ. Плоскость Σ пересекает конусы по параллелям b и m, а боковые отверстия и плоскость Ψ – по прямым. Вначале определяем горизонтальные проекции точек 3, $4(3_1,4_1)$, а затем, измерив расстояние δ, определим проекции данных точек (3_4, 4_4) на дополнительном виде. Построение точек 8, 9 начинаем с определения их проекций на дополнительном виде (8_4, 9_4) и замера расстояния их от оси отверстия (10, 12) и от верхнего основания внутреннего конуса (22). Используя данные расстояния, находятся горизонтальные и фронтальные проекции указанных точек.

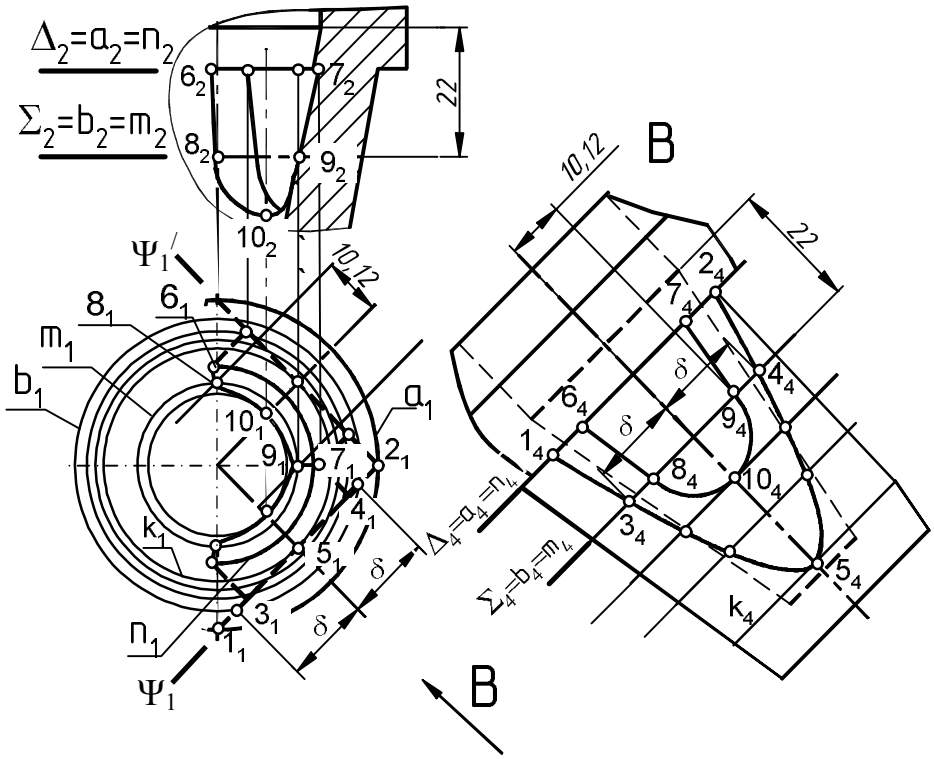


Рис. 3.4

Аналогично определяются остальные точки линий пересечения. Построив достаточное количество точек, соединяем их лекальной кривой.

На дополнительном виде одна из линий пересечения будет представлять собой гиперболу, а остальные линии совпадут с проекцией бокового отверстия.

Горизонтальная проекция гиперболы совпадает с плоскостью Ψ, а остальные линии пересечения проецируются в виде окружности и кривых второго и четвертого порядков.

Фронтальные проекции линий пересечения состоят из отрезков прямых и кривых второго и четвертого порядков.

3. Простановка размеров

Размеры элементов детали проставляем на том изображении, где их геометрическая форма представлена наиболее полно.

На фронтальном разрезе целесообразно проставить размеры конического и цилиндрического отверстий, а также размеры внешних конуса и цилиндров (рис. 3.5).

Размеры верхнего квадратного фланца и расстояния между центрами, расположенных в нем отверстий, рекомендуется задать на виде сверху.

На виде слева для координации отверстий в круглом фланце следует задать угол, под которым они находятся относительно осей симметрии детали, и межцентровое расстояние.

Размеры отверстий во фланцах целесообразно проставить на местных разрезах, показывающих, что данные отверстия сквозные.

На местном и дополнительном видах необходимо задать размеры элементов, которые данные виды представляют.

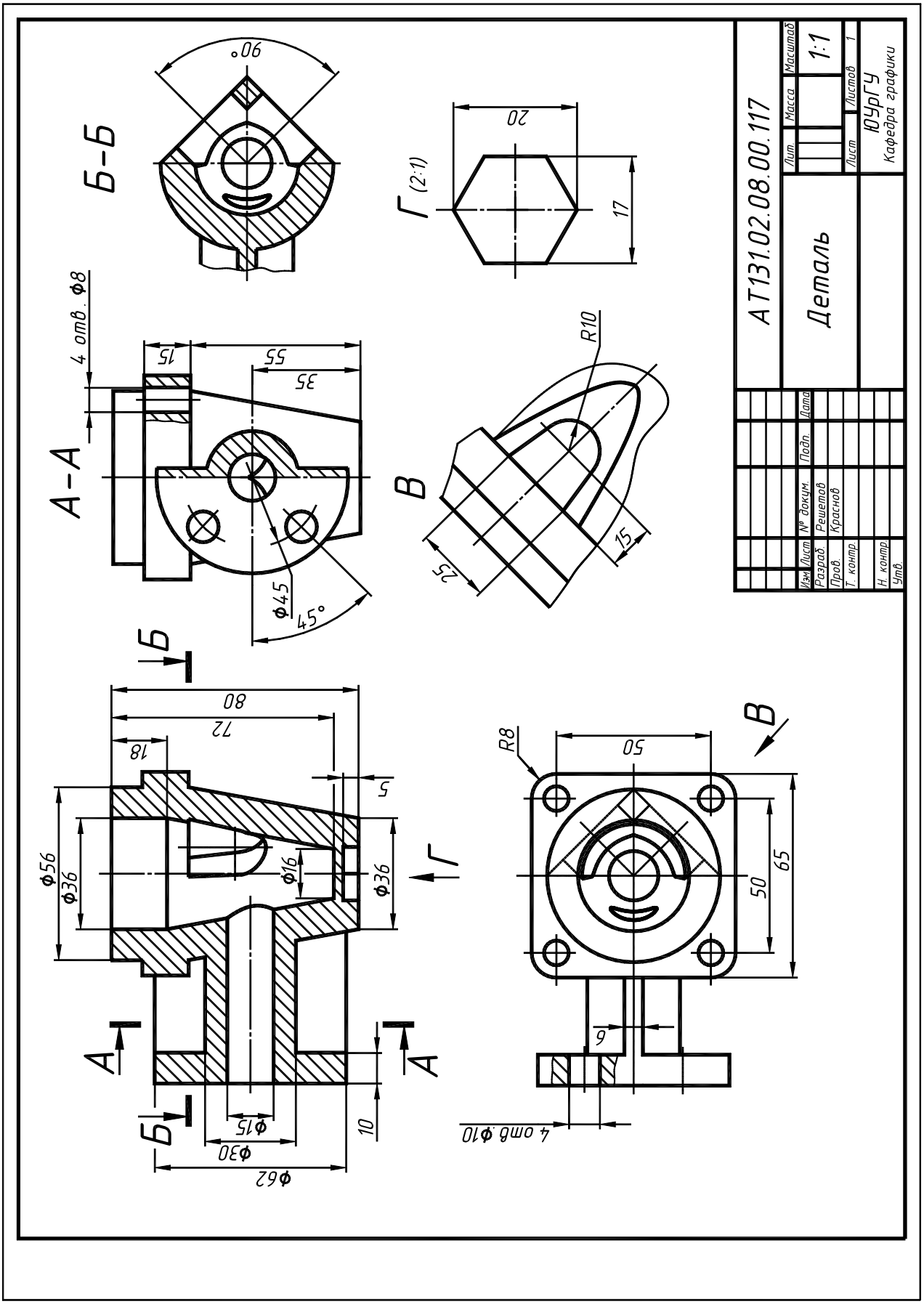

А-А
Б-Б
В
Г (2:1)
4 отв. ⌀8
⌀45
45°
90°
R10
R8
4 отв ⌀10
⌀56
⌀36
⌀16
⌀15
⌀30
⌀62
АТ131.02.08.00.117
Деталь
Масштаб
1:1
Лист
Листов
1
ЮУрГУ
Кафедра графики
Разраб.
Решетов
Пров.
Краснов
Т. контр.
Н. контр.
Утв.

Рис. 3.5

3.3. Работа 2. Выполнение чертежа второй детали

Содержание работы

По одному из основных видов и габаритным размерам другого вида выполнить чертеж детали. Образец задания представлен на рис. 3.6.

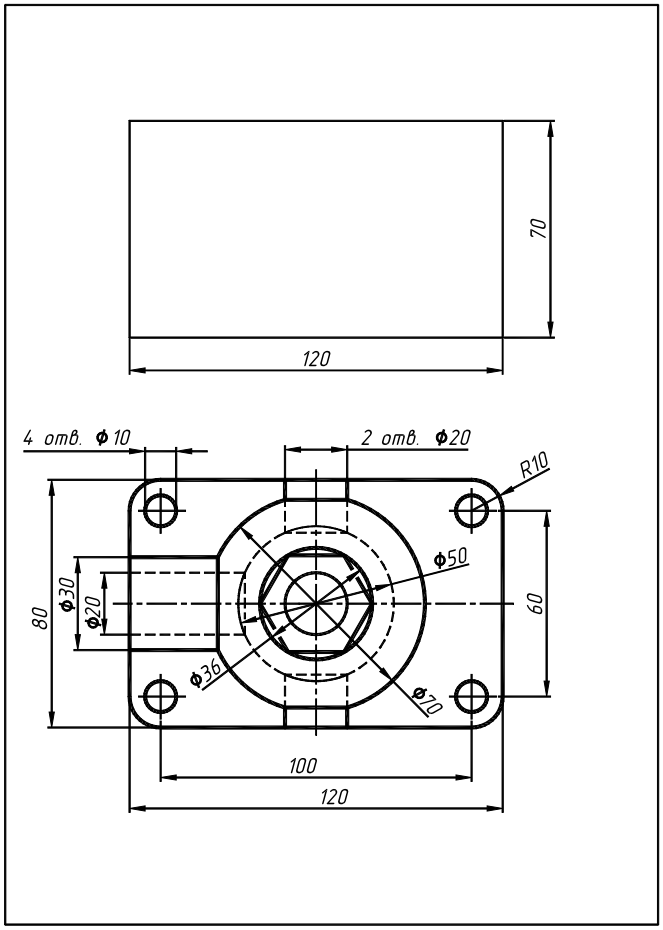


Рис. 3.6

Чертеж детали должен включать:

– три основных вида с необходимыми разрезами;

– если требуется, то местные и дополнительные виды, местные разрезы;

– аксонометрическое изображение детали (прямоугольная диметрия) с разрезами по плоскостям x0z, y0z.

Пример выполненной работы представлен на рис. 3.12, а последовательность ее выполнения приводится ниже.

1. Конструирование детали

Как известно из курса начертательной геометрии однопроекционный чертеж необратим. Поэтому представленный в задании вид сверху однозначно не определяет конструкцию детали в целом, хотя и вносит некоторые требования к отдельным ее элементам. Например, размерные надписи *4 отв. Ф10* или *2 отв. Ф20* (см. рис. 3.6) предполагают наличие у будущей детали отверстий указанного размера. Знаки «Ф» у размерных чисел указывают, что элементы детали имеют цилиндрическую или сферическую форму. Невидимые контуры элементов, заданные штриховыми линиями, свидетельствуют об их позиционном расположении.

Принимая во внимание вышеизложенные соображения, можно сконструировать множество различных по форме деталей, вид сверху которых будет соответствовать представленному в задании виду. Некоторые варианты таких деталей показаны на рис. 3.7, а), б), в).

Все детали содержат такие общие элементы, как основание в виде параллелепипеда со скругленными боковыми ребрами, цилиндрический выступ с горизонтально расположенным в нем отверстием, наличие сферической полости и вышеупомянутых отверстий. Основные различия содержатся в элементах, составляющих центральную часть детали.

Вариант а) – в центре детали полусфера, над которой располагается шестиугольная призма с цилиндрическим отверстием.

Вариант б) – вместо полусферы, как в варианте а), цилиндр, в котором располагается отверстие сложной формы. Отверстие состоит из двух цилиндрических поверхностей и поверхности шестиугольной призмы.

Вариант в) – полусфера с призматическим шестиугольным отверстием в центре детали. Внутренняя полость снизу закрыта перегородкой с цилиндрическим отверстием.

Все рассмотренные варианты деталей соответствуют заданию и могут быть выбраны для создания чертежа. Следует остановиться на одном из них, например, на варианте а).

2. Построение видов, разрезов

Рекомендуется предварительная эскизная проработка будущего чертежа с целью установления количества и вида изображений, конструктивных размеров элементов детали, не указанных в задании. При этом необходимо руководствоваться требованием ГОСТ 2.305–2008: количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете.

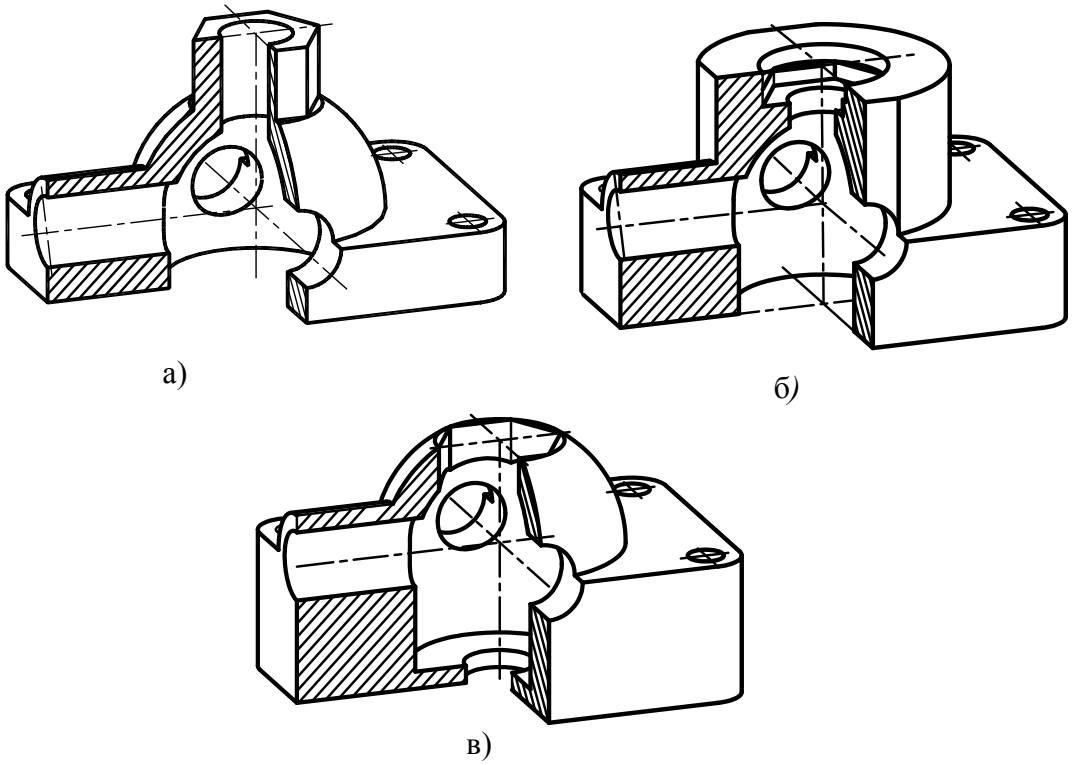


Рис. 3.7

Только убедившись, что созданная конструкция детали и ее размеры не противоречат заданным габаритам и виду, можно приступать к построению чертежа.

Для детали, выбранной в качестве примера, наиболее целесообразно выполнить следующие изображения (см. рис. 3.12):

– полный фронтальный разрез на месте главного вида, обозначать разрез не требуется, так как его плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали;

– половину вида слева с половиной профильного разреза, данный разрез следует обозначить, он не совпадает с плоскостью симметрии;

– вид сверху, идентичный изображению, представленному в задании, за исключением невидимых контуров элементов детали.

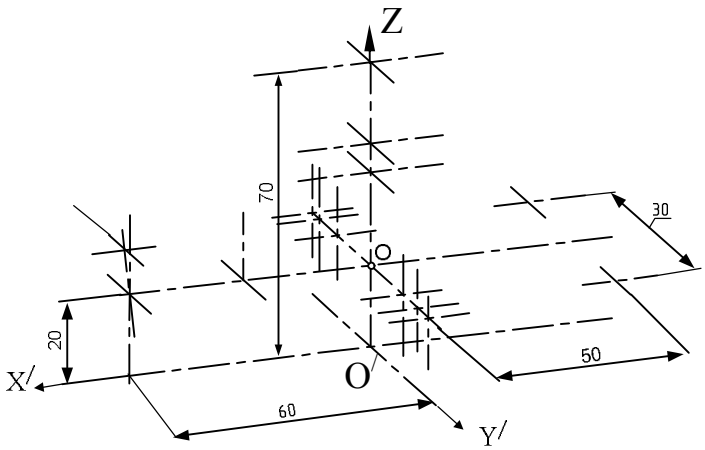


Рис. 3.8

Изображения вначале выполняются тонкими линиями в отведенных для них габаритных прямоугольниках, строятся линии пересечения поверхностей. Проставляются размеры. В последнюю очередь производится штриховка сечений разрезов и обводка видимых контуров изображений.

4. Последовательность выполнения прямоугольной диметрии детали

Как и всякую аксонометрическую проекцию прямоугольную диметрию начинают строить с проведения осей (рис. 3.8). В отведенном месте для проекции проводятся оси X' и Y' под углами 7°10' и 41°25' к горизонтали соответственно. Длинные оси проводятся для нижней и верхней плоскости основания детали. Короткими осями отмечаются центры цилиндрических поверхностей и сфер. Для нахождения данных центров используют уже построенный чертеж в ортогональных проекциях. Все расстояния, параллельные оси X' или Z', откладывают без искажения, а параллельные оси Y' – с коэффициентом 0,5.

Затем приступают к вычерчиванию тонкими линиями овалов способами, описанными ранее (рис. 3.9). Так как коэффициенты искажения по осям X', Z' были приняты равными 1, то радиус окружности очерка сферы следует увеличить в 1,06 раза. Сфера и сферическая полость разрезаются плоскостями X'0'Z' и Y'0'Z' по окружностям, проецирующимися в эллипсы, которые вычерчиваются в виде овалов. Для построения овалов а и б, находящихся в плоскости X'0'Z', строится большая ось m перпендикулярно оси Y', а для овалов с, d – в плоскости Y'0'Z', проводится большая ось n перпендикулярно оси X'. Пересечение верхней плоскости основания детали со сферической частью, происходит по окружности, которую вычерчивают в виде овала «е» (см. рис. 3.9). Контуры основания детали строят как касательные к овалам. Данные овалы вычерчивают в местах сопряжения боковых граней основания. Для построения пространственного разреза отмечают линии пересечения элементов детали с плоскостями X'0'Z' и Y'0'Z' (рис. 3.10). Такими линиями будут служить части овалов, прямолинейные отрезки образующих цилиндрических поверхностей и пересекаемых ребер и граней многогранников.

Последний этап – это стирание невидимых линий и линий элементов, относящихся к удаляемой части детали, обводка всех видимых линий, штриховка контуров сечений (рис. 3.11).

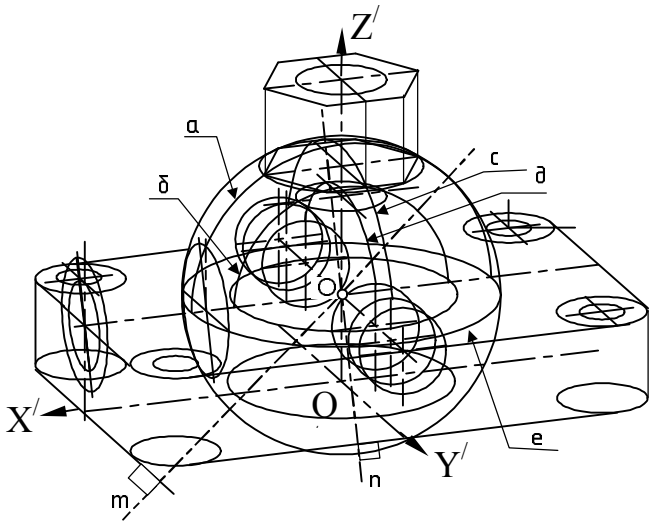


Рис. 3.9

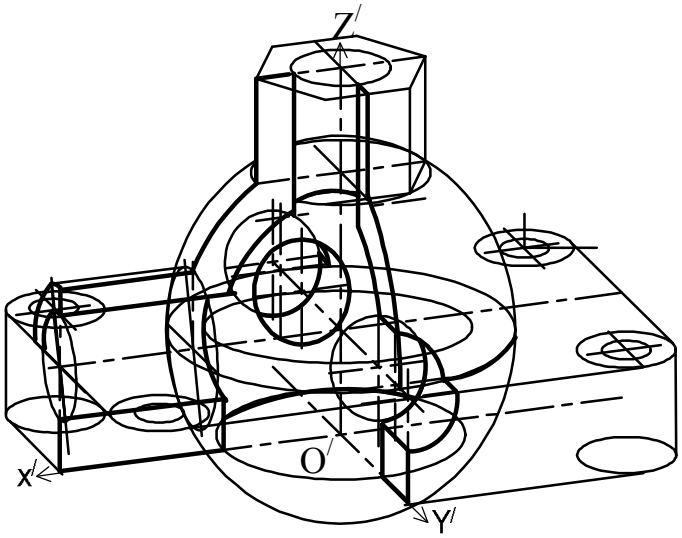


Рис. 3.10

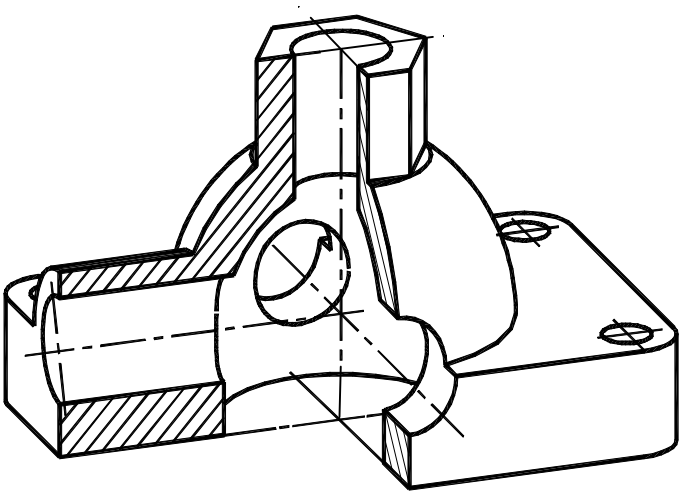


Рис. 3.11

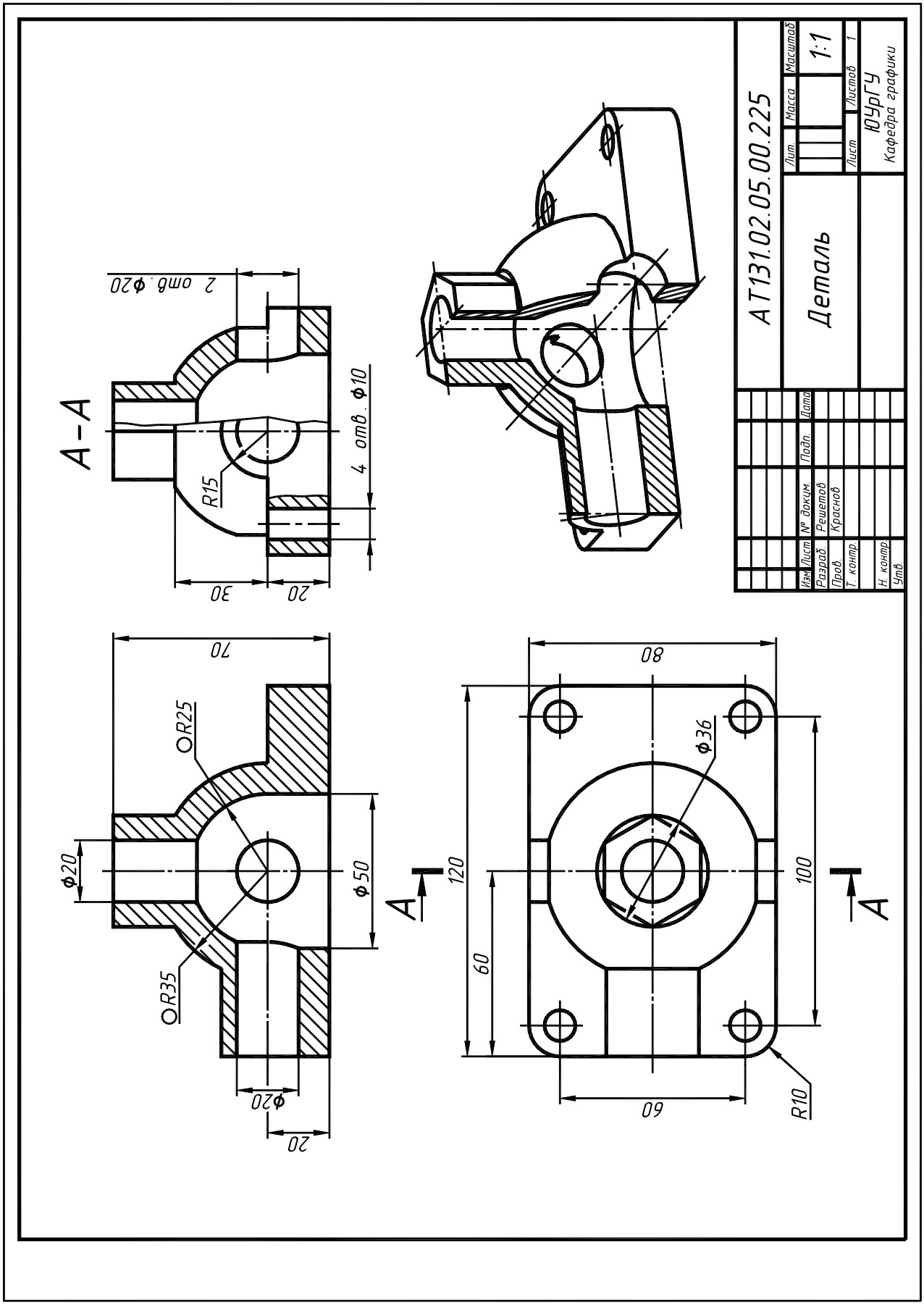

А–А
2 отв. ⌀20
4 отв. ⌀10
R15
30
20
70
OR25
⌀20
⌀50
OR35
⌀20
20
А
А
80
⌀36
120
100
60
60
R10
АТ131.02.05.00.225
Деталь
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов
1
ЮУрГУ
Кафедра графики
Изм.
Лист
№ докум.
Подп.
Дата
Разраб.
Решетов
Пров.
Краснов
Т. контр.
Н. контр.
Утв.

Рис. 3.12

3.4. Работа 3. Выполнение чертежа третьей детали

Содержание работы

По двум заданным основным видам выполнить чертеж детали, состоящий из трех изображений, расположенных на месте основных видов. Одна из карточек задания №3 представлена на рис. 3.13.

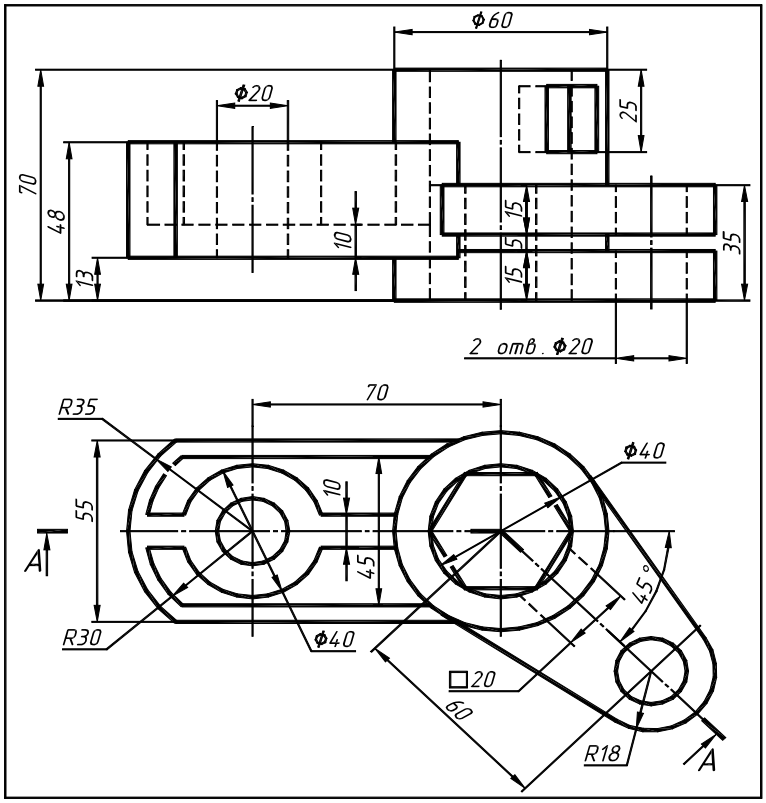


Рис. 3.13

Чертеж детали должен содержать:

– заданный ломаный разрез на месте соответствующего основного вида;

– два других основных вида или, если есть необходимость, разрезы на их месте;

– требуемые для раскрытия формы местные разрезы, вынесенные или наложенные сечения, дополнительные и местные виды.

Образец выполнения работы №3 представлен на рис. 3.17.

Так как данная работа посвящена, главным образом, ломаному разрезу, рассмотрим более подробно данный тип изображения на примере задания, представленного на рис. 3.13.

1. Ломаный разрез

Ломаным разрезом называется сложный разрез, у которого секущие плоскости пересекаются. Как и для других разрезов, положение секущих плоскостей ломаного разреза указывают линиями сечения, в качестве которых применяется разомкнутая линия (рис 3.14). Основные особенности выполнения ломаного разреза следующие:

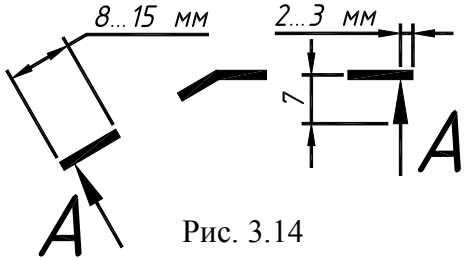


Рис. 3.14

– секущие плоскости условно повертывают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда;

– вместе с сечением поворачивают в совмещенную плоскость также линии, относящиеся к рассекаемым элементам;

– при повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение;

– если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида;

– линии пересечения секущих плоскостей между собой на разрезе не показываются.

Рассмотрим выполнение ломаного разреза на примере детали, представленной на рис. 3.13. Для этого необходимо по заданным видам представить пространственную форму детали и ее сечение плоскостями ломаного разреза *А–А* (рис. 3.15). Так как левая секущая плоскость разреза параллельна плоскости вида спереди, то ее следует выбрать в качестве плоскости совмещения. Часть детали, расположенная перед линией сечения и наблюдателем, мысленно отбрасывается.

Правая секущая плоскость вместе с рассекаемыми элементами поворачивается до совмещения с левой оставшейся частью детали (рис. 3.16). Полученный таким образом мысленный образ детали ортогонально проецируется на плоскость вида спереди. Теоретическое обоснование такого преобразования дано в курсе начертательной геометрии в разделе «Преобразование комплексного чертежа путем вращения вокруг проецирующей прямой».

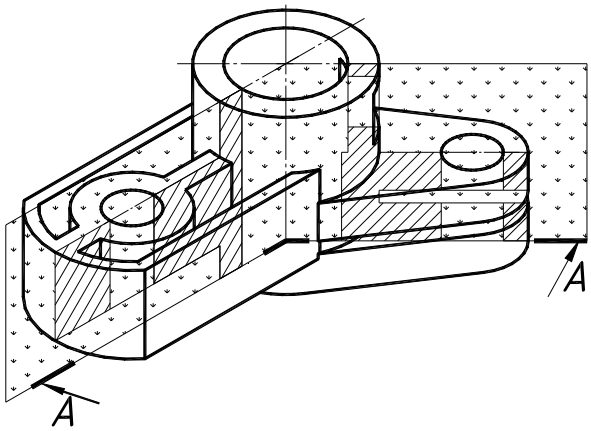


Рис. 3.15

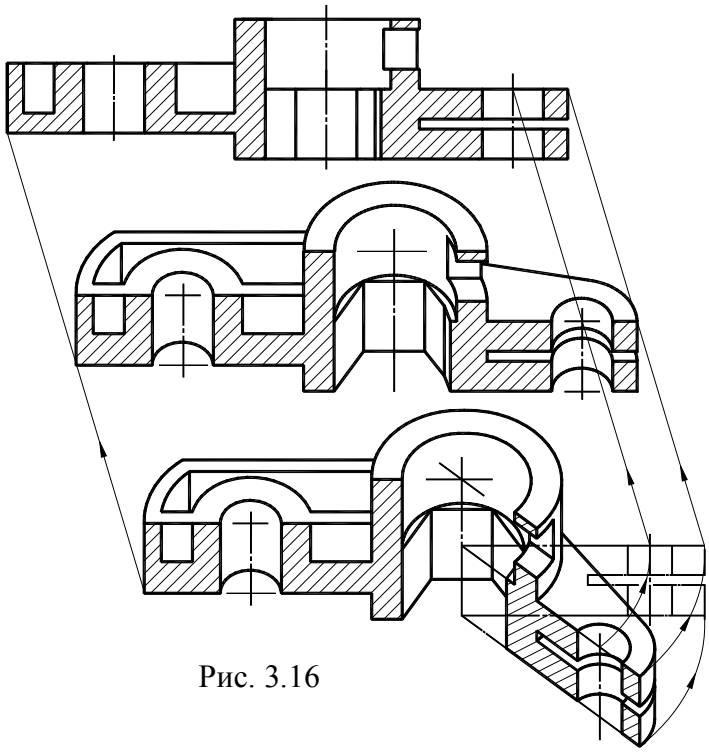


Рис. 3.16

2. Построение чертежа

Построение чертежа детали, как и в других работах, начинают с разметки листа бумаги формата А3. Однако в данной работе необходимо учитывать, что изображение ломаного разреза на месте вида спереди по габаритам занимает несколько больше места, чем вид без разреза.

В первую очередь в тонких линиях выполняется вид, на котором указаны линии сечения. Затем в проекционной связи вычерчивается вид той стороны детали, которая рассекается плоскостью, параллельной данному виду. На карточке задания (см. рис. 3.13) это левая часть детали до оси цилиндра диаметром 60 мм. Вторую часть вида строят с учетом поворота секущей плоскости вместе с рассекаемыми элементами.

При этом необходимо принимать во внимание, что проекционная связь и симметричность изображения некоторых рассекаемых элементов нарушаются, например, изображение разреза шестиугольного отверстия (см. рис. 3.17).

Искажение некоторых фрагментов изображений при выполнении ломаных разрезов следует учитывать при простановке размеров, размеры нужно проставлять на тех изображениях, которые передают истинный вид и размеры данного элемента детали.

Внешние и внутренние контуры разреза вначале выполняются тонкими сплошными линиями, сечения заштриховываются, проставляются размеры и только после этого все видимые контуры обводятся сплошной толстой основной линией.

Кроме обязательного построения в данной работе ломаного разреза, остальные разрезы, местные и дополнительные виды выполняются, если в этом есть необходимость или если это позволяет избежать применения штриховой линии невидимого контура. Например, местные разрезы на видах сверху и слева обеспечивают более полное и четкое восприятие конструкции детали (см. рис. 3.17).

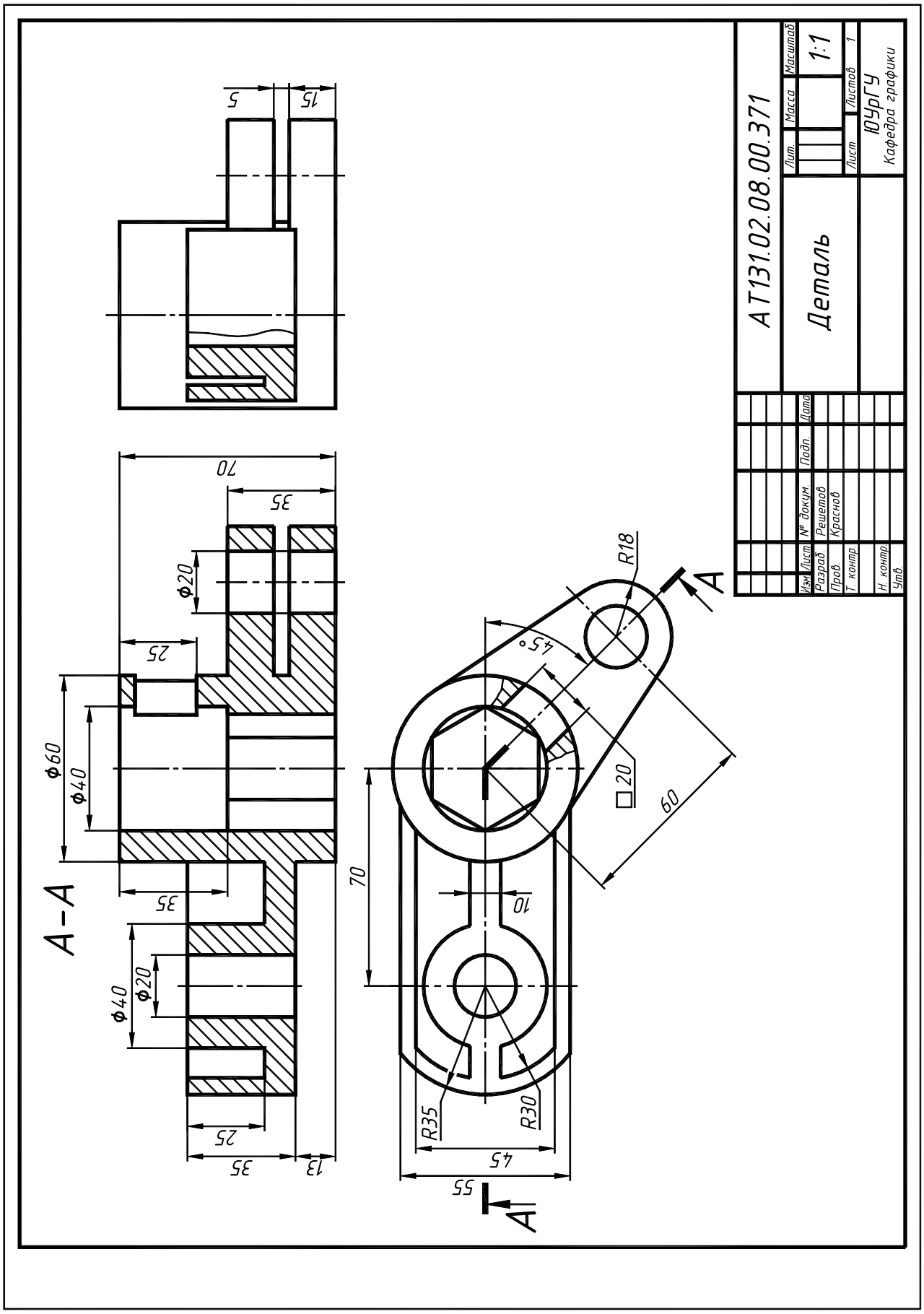

А-А
АТ131.02.08.00.371
Деталь
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
ЮУрГУ
Кафедра графики
Изм. Лист. № докум. Подп. Дата
Разраб. Решетов
Пров. Красков
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
70
35
25
ф20
ф60
ф40
13
5
15
R18
45°
□20
60
10
R35
R30
45
55
А

Рис. 3.17

3.5. Работа 4. Выполнение чертежа четвертой детали

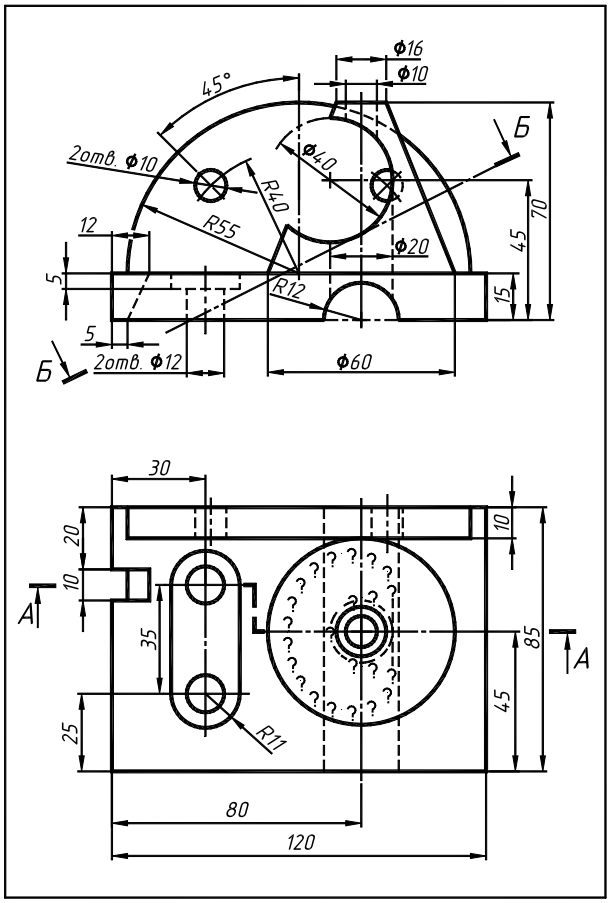


Рис. 3.18

Содержание работы

По двум заданным основным видам выполнить чертеж детали, состоящий из трех изображений, расположенных на местах основных видов. Построить заданные ступенчатый разрез, наклонное сечение детали, линии пересечения поверхностей. Карточка задания №4 представлена на рис. 3.18.

Чертеж детали должен включать:

– заданный ступенчатый разрез на месте соответствующего основного вида;

– два других основных вида или, если есть необходимость, разрезы на их месте;

– истинный вид наклонного сечения детали на свободном месте чертежа;

– требуемые для раскрытия формы местные разрезы, вынесенные или наложенные сечения, дополнительные и местные виды.

Образец выполненной работы представлен на рис. 3.25.

Так как данная работа посвящена, главным образом, ступенчатому разрезу, рассмотрим более подробно данный тип изображения на примере образца представленного задания.

1. Особенности выполнения ступенчатого разреза

Согласно ГОСТ 2.305–2008 ступенчатыми называются разрезы, выполненные несколькими параллельными секущими плоскостями. Положение линий сечения указывают разомкнутой линией, на крайних штрихах которой ставят стрелки задающие направление взгляда. Размеры стрелок, положение их, длина крайних штрихов разомкнутой линии приведены в разделе 1.6. Места перехода от одной секущей плоскости к другой отмечают изломами линии сечения, штрихи которой проводят длинной в пределах 3…5 мм.

На рис. 3.19, а) показано обозначение ступенчатого разреза с двумя секущими плоскостями, а на рис. 3.19, б) – с тремя.

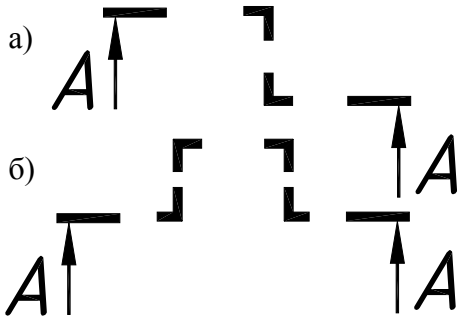


Рис. 3.19

В зависимости от положения секущих плоскостей относительно горизонтальной плоскости проекций ступенчатые разрезы разделяются на горизонтальные, вертикальные и наклонные. Вертикальные разрезы, параллельные фронтальной плоскости проекций, называются фронтальными (рис. 3.25, разрез *А–А*), а параллельные профильной плоскости – профильными (рис. 3.25, разрез *В–В*).

Условия выполнения ступенчатых разрезов такие же, как и ломаных. Секущие плоскости совмещаются в одну плоскость, и изображение строится как единое целое, без каких-либо разграничительных линий.

Совмещение у ступенчатых разрезов, в отличие от ломаных, производится за счет параллельного перемещения, а не вращения.

Обратимся теперь к детали, заданной на рис. 3.18. Для выполнения ступенчатого фронтального разреза *А–А* необходимо мысленно представить пространственную форму детали и рассечь ее плоскостями, как показано на рис. 3.20. Часть детали перед линиями сечения отбросить, а оставшуюся спроецировать на плоскость вида спереди, сформировав единое изображение. Как видно из рис. 3.20, данное изображение будет состоять из двух сечений и контуров детали за этими сечениями.

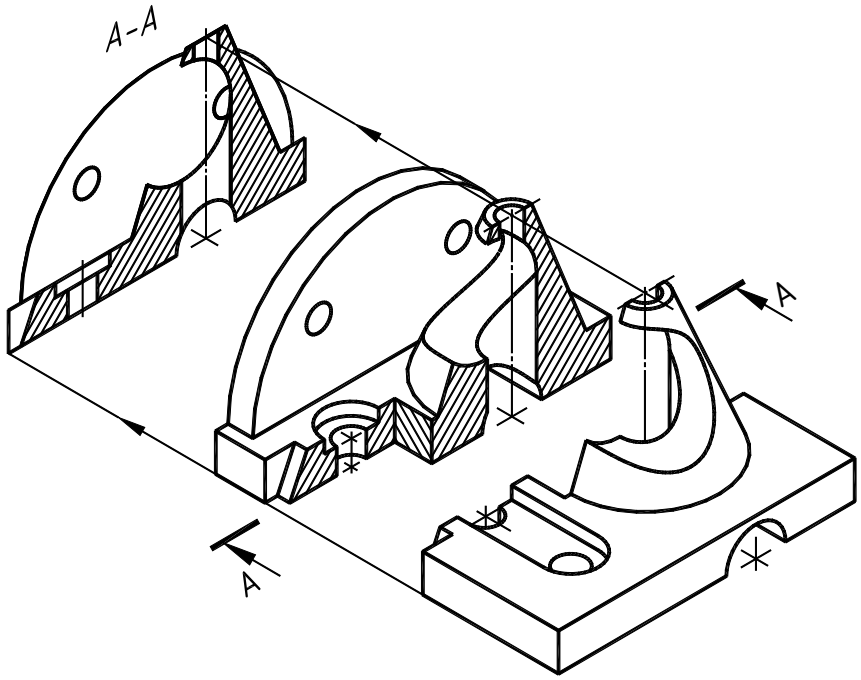


Рис. 3.20

На рис 3.21 показано формирование ступенчатого профильного разреза *В–В*, выполненного на чертеже детали на месте вида слева (см. рис. 3.25). Данный разрез выполнен с применением трех секущих плоскостей, параллельных профильной плоскости проекций.

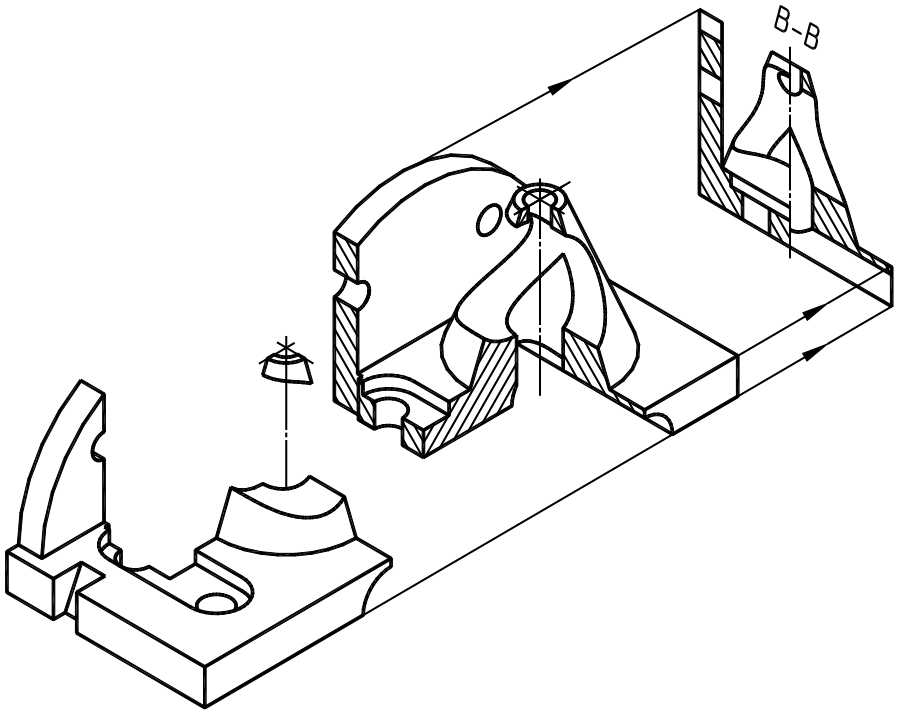


Рис. 3.21

2. Построение линий пересечения поверхностей

В представленном образце задания при выполнении чертежа необходимо выполнить построение линий пересечения нескольких кривых поверхностей. Фрагменты изображений чертежа с такими линиями и их построение показано на рис 3.22. Так как подробно способы построения линий пересечения поверхностей изложены в курсе начертательной геометрии, остановимся только на основных моментах.

Цилиндрический вырез ***α*** пересекается с двумя цилиндрическими отверстиями ***β*** и ***γ***, а также с конусом ***к***. Определим вначале опорные точки пересечения цилиндра ***α*** с конусом ***к***. Это точки 1, 2, 10, 11, которые принадлежат фронтальному и профильному очеркам конуса. Данные точки определяются по их принадлежности к очеркам без каких-либо дополнительных построений. Точки 12, 13, 3, 5 принадлежат очеркам проекций цилиндра ***α***, их находят с помощью секущих плоскостей, параллельных горизонтальной плоскости проекций. Например, построение точек 3, 5 производится следующим образом: вводится вспомогательная плоскость **Σ**, которая пересекает цилиндр по очерку горизонтальной проекции, а конус – по параллели **a**, в пересечение указанных линий получаем искомые точки.

Точно так же определяются промежуточные точки 6, 9 с помощью вспомогательной плоско-

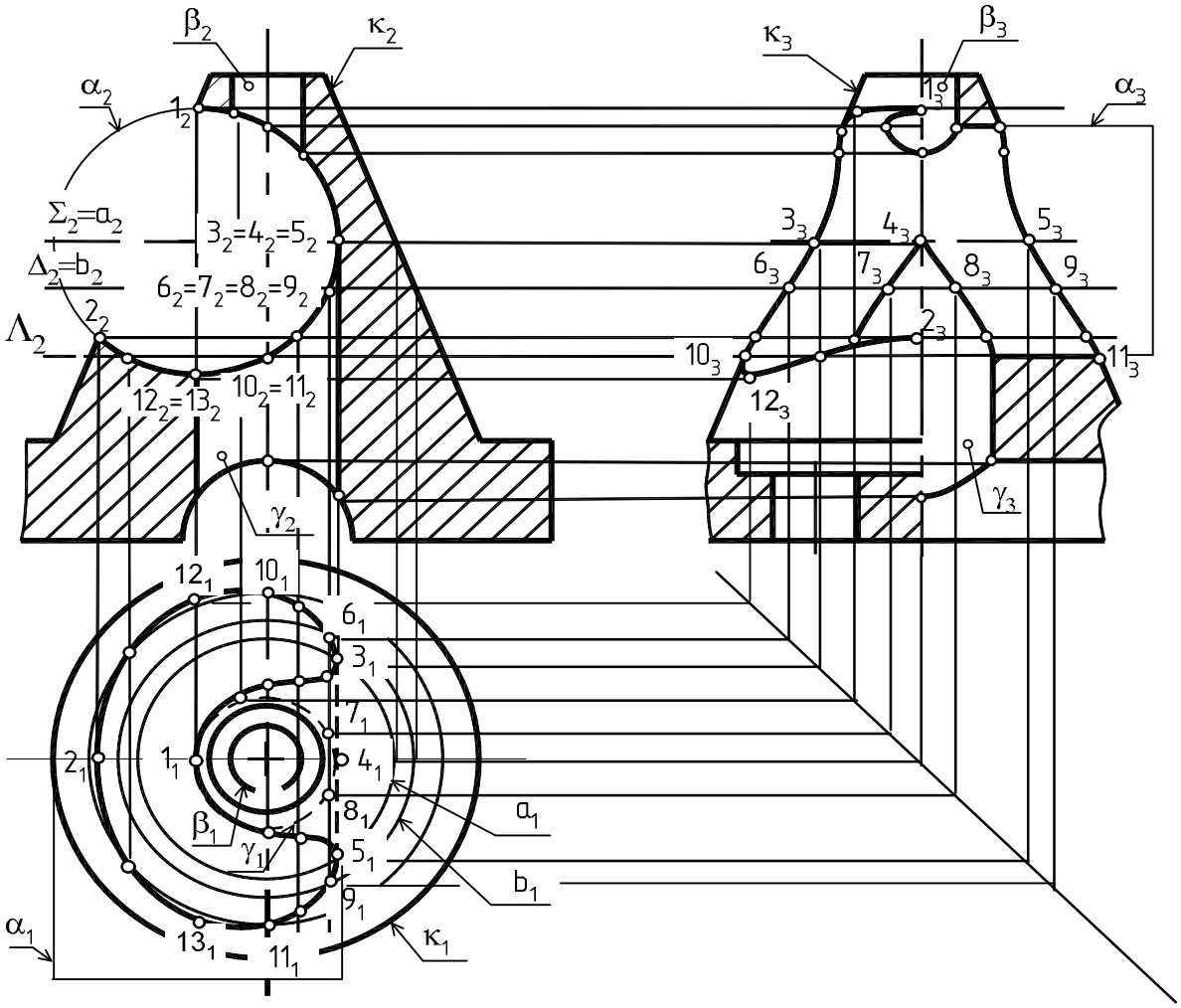


Рис. 3.22

сти Δ, пересекающей конус по параллели **b**.

Далее определяем точки на линии пересечения цилиндров. Например, для цилиндров ***α*** и ***γ*** точка 4 – опорная точка, в ней происходит касание их очерков. Промежуточные точки 7, 8 находятся из условия их принадлежности очерку горизонтальной проекции цилиндра ***γ***.

Вначале с помощью линий связи устанавливаем их горизонтальные проекции 7_1, 8_1 на соответствующей проекции цилиндра γ_1, а затем профильные проекции 7_3, 8_3. Аналогично строятся остальные точки линий пересечения, показанных на рис. 3.22. Найденные точки соединяются плавной лекальной кривой.

3. Построение истинного вида наклонного сечения

Согласно ГОСТ 2.305–2008 сечение – изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

По аналогии с разрезами, наклонным можно назвать такое сечение, секущая плоскость которого составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от 0° и 90°. Пространственная модель образования наклонного сечения *Б–Б* детали, приведенной на рис. 3.18, показана на рис. 3.23.

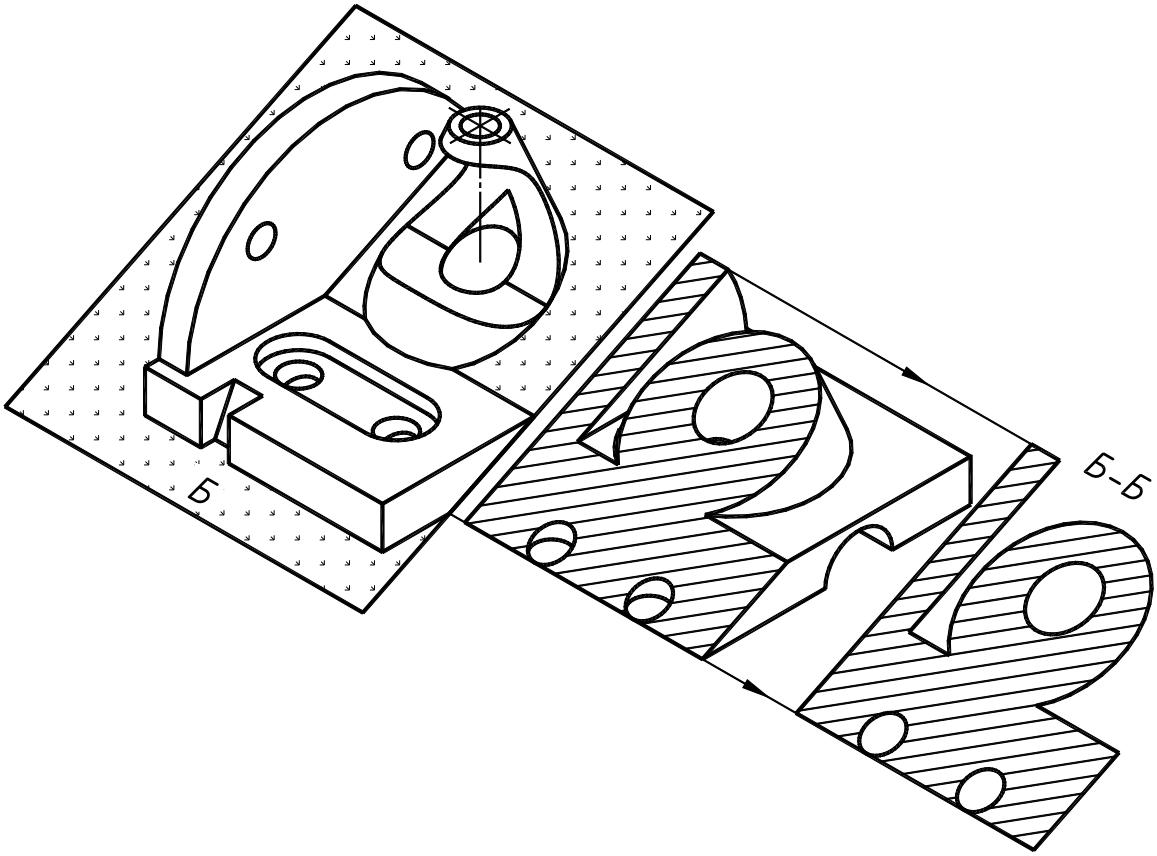


Рис. 3.23

Построение наклонного сечения основывается на разделе начертательной геометрии «Преобразование комплексного чертежа методом замены плоскостей проекций». Ниже приводится подробный пример построения истинного вида наклонного сечения детали, взятой в качестве образца (рис. 3.24).

Построение начинают с назначения оси существующих проекций и проведения новой оси. За ось целесообразно принять ось симметрии всей детали, а если ее нет, то в качестве оси проекций взять ось симметрии какого-либо ее элемента (прямая ℓ_1 на рис. 3.24).

Новая ось проводится на свободном месте чертежа параллельно следу секущей плоскости *Б–Б*. Допускается располагать ось не параллельно секущей плоскости.

Далее приступают к вычерчиванию контуров самого сечения. Начинают определять, как правило, самые крайние точки. Например, секущая плоскость ***Б–Б*** начинает пересекать цилиндрические отверстия в точках 2, 3, а низ основания детали по прямой 1–4. Вначале находятся их горизонтальные проекции 1_1, 2_1, 3_1, 4_1, затем проводится прямая 1–4 перпендикулярно новой оси. Замерив расстояния y^1, y^2, y^3, y^4 до этих точек от оси ℓ_1 на горизонтальной проекции детали, откладывают их на прямой 1–4 от оси ℓ и определяют точки 1, 2, 3, 4 контура сечения. Точно также определяют и остальные характерные точки сечения.

Для нахождения точек 10, 11, 12, 13, принадлежащих линии пересечения конуса, проводят параллели n, m и из условия принадлежности точек данным параллелям определяют их горизонтальные проекции 10_1, 11_1, 12_1, 13_1.

Найденные точки сечения обводят основной линией чертежа, линии построения стирают.

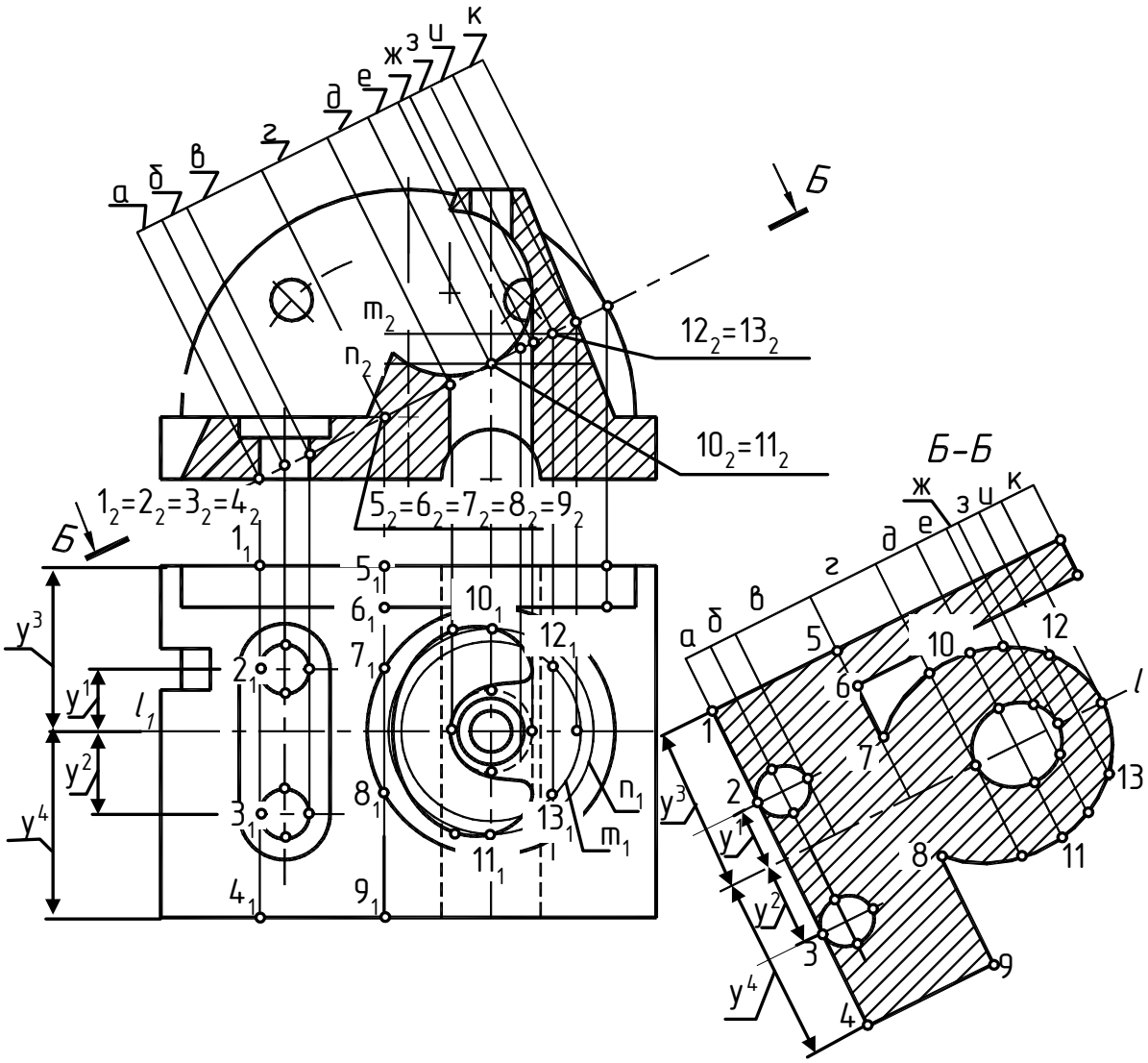


Рис. 3.24

Полностью готовая работа №4 представлен на рис. 3.25.

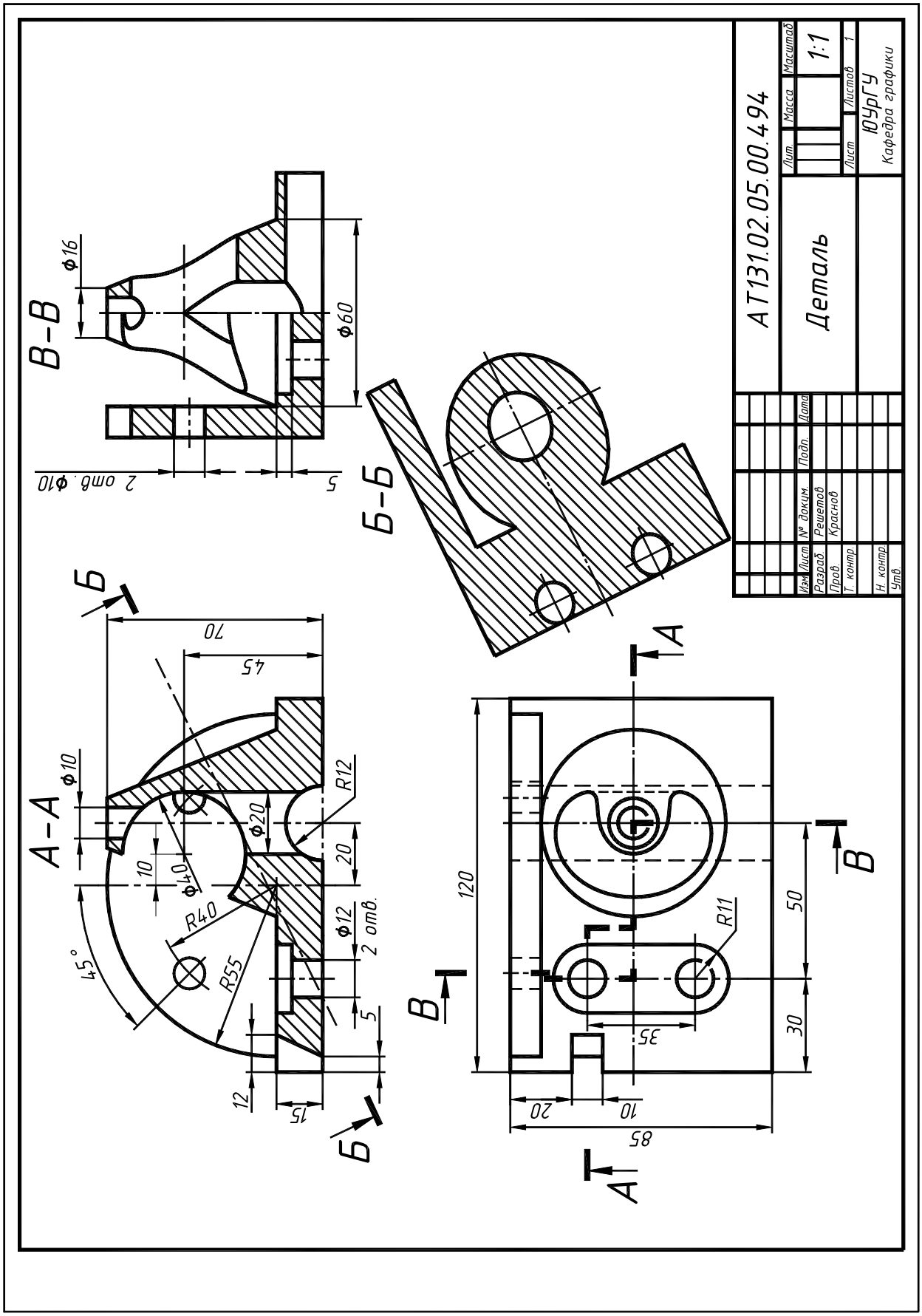

А-А
В-В
Б-Б
А
Б
В
А Т131.02.05.00.494
Деталь
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
ЮУрГУ
Кафедра графики
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Решетов
Пров. Краснов
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Ф16
Ф60
2 отв. Ф10
5
70
45
Ф10
Ф40
Ф20
R12
20
R40
R55
Ф12
2 отв.
45°
12
15
120
50
30
R11
35
20
10
85

Рис. 3.25

Библиографический список

1. Единая система конструкторской документации: Общие правила выполнения чертежей. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 240 с.

2. Единая система конструкторской документации: Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1982.

3. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М.: Высшая школа, 2007.

4. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учеб. для втузов / В.С. Левицкий – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2004.

5. Пеклич, В.А. Начертательная геометрия / В.А. Пеклич. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2000. – 244 с.

6. Единая система конструкторской документации: Правила выполнения чертежей различных изделий. – М.: Изд-во стандартов, 1994.

7. ГОСТ 2.311-68 Изображение резьбы. Введен 01.61.71. – М.: Изд-во стандартов, 1988.

8. Хмарова Л.И. Теоретические и практические основы выполнения проекционного чертежа / Л.И. Хмарова, Ж.В. Путина. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 131 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..…….. 3
1. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ
1.1. Форматы …… 4
1.2. Масштабы …..……. 5
1.3. Линии …..……..…….. 5
1.4. Шрифты чертежные …….…… 6
1.5. Изображения …….……... 9
1.5.1. Виды …….……..……. 10
1.5.2. Сечения ……..…….…. 11
1.5.3. Разрезы ……..….. 14
1.6. Основные правила нанесения размеров……. 18
1.7. Изображение предмета в аксонометрических проекциях ..…… 26
1.7.1 Прямоугольная изометрия …….. 27
1.7.2 Прямоугольная диметрия ……... 34
2. ЭСКИЗИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ. ЗАДАНИЕ №1 39
2.1. Методические указания по оформлению задания…….. 39
2.2. Выполнение эскиза первой модели …..…… 40
2.2.1. Выбор положения модели относительно плоскостей проекций 40
2.2.2. Разметка формата бумаги ...…….…… 40
2.2.3 .Построение видов модели ...…….…… 41
2.2.4. Формирование изображений ...…….…… 42
2.2.5. Построение изображений на эскизе ...…….…..... 43
2.2.6. Простановка размеров ...…….…….. 44
2.2.7. Завершение работы над эскизом. Заполнение основной надписи … 46
2.3. Выполнение эскиза второй модели ……... 49
2.4. Выполнение эскиза третьей модели …….…. 51
2.5. Оформление титульного листа …….……. 55
3. ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ. ЗАДАНИЕ №2 58
3.1. Методические указания по оформлению задания ……..…….. 58
3.2. Работа 1. Выполнение чертежа первой детали ……..….. 59
3.3. Работа 2. Выполнение чертежа второй детали ……..….. 63
3.4. Работа 3. Выполнение чертежа третьей детали ……... 67
3.5. Работа 4. Выполнение чертежа четвертой детали ……..…….. 70
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК …….. 76