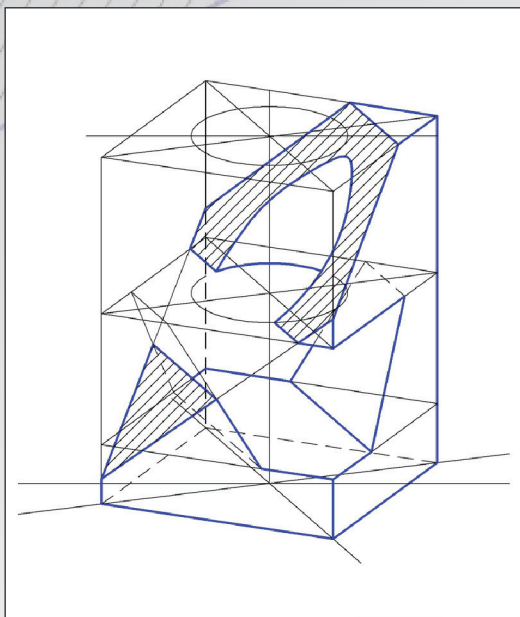


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет
Институт машиностроения

В.В. Петрова

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ, АКСОНОМЕТРИЯ, НАКЛОННОЕ СЕЧЕНИЕ

Электронное учебное пособие



© ФГБОУ ВО
«Тольяттинский
государственный
университет», 2021

ISBN 978-5-8259-1553-1

УДК 744.4(075.8)

ББК 22.151.3я73

Рецензенты:

канд. пед. наук, доцент, почетный работник
высшего профессионального образования, член СХ России,
заведующий кафедрой изобразительного искусства
Поволжского православного института *А.Я. Козляков*;
д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Проектирование
и эксплуатация автомобилей», заведующий секцией
«Инженерная графика» Тольяттинского государственного
университета *А.Г. Егоров*.

Петрова, В.В. Проекционное черчение, аксонометрия, наклонное сечение : электронное учебное пособие / В.В. Петрова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2021. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1553-1.

Учебное пособие содержит сведения об изображениях и правила их построения на технических чертежах в соответствии с государственными стандартами, правила выполнения аксонометрических проекций деталей, примеры решения задач по проекционному черчению, методы построения наглядных изображений деталей.

Предназначено для студентов технических направлений подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения.

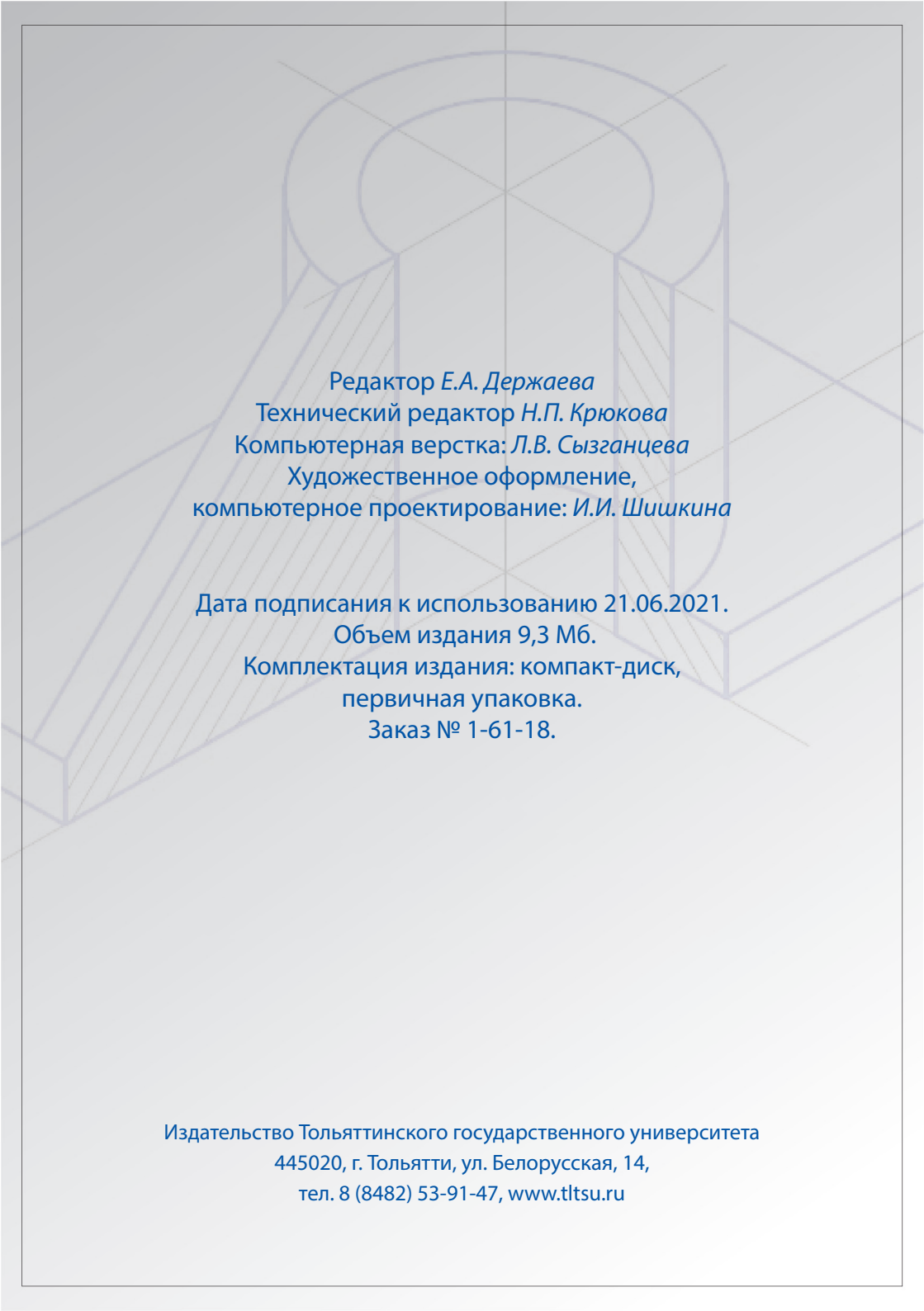
Учебное пособие предназначено для изучения дисциплины «Инженерная графика».

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8; PIII 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2021



Редактор *Е.А. Держаева*
Технический редактор *Н.П. Крюкова*
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*
Художественное оформление,
компьютерное проектирование: *И.И. Шишкина*

Дата подписания к использованию 21.06.2021.

Объем издания 9,3 Мб.

Комплектация издания: компакт-диск,
первичная упаковка.

Заказ № 1-61-18.

Издательство Тольяттинского государственного университета
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. 8 (8482) 53-91-47, www.tltsu.ru

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ	7
Глава 1. ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ТЕХНИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖАХ	8
1.1. Основные положения. Виды	8
1.2. Разрезы	12
1.3. Сечения	24
1.4. Выносные элементы	28
1.5. Условности и упрощения, применяемые при выполнении изображений	29
1.6. Примеры выполнения заданий	30
Выводы по главе 1	44
Вопросы для самоконтроля	45
Глава 2. АКСОНОМЕТРИЯ	46
2.1. Краткие теоретические сведения об аксонометрических проекциях	46
2.2. Виды стандартных аксонометрических проекций	50
Выводы по главе 2	66
Вопросы для самоконтроля	67
Глава 3. ПОСТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ. НАКЛОННЫЕ СЕЧЕНИЯ	68
3.1. Призма	68
3.2. Пирамида	69
3.3. Цилиндр вращения	70
3.4. Конус вращения	74
3.5. Сфера	76
3.6. Примеры выполнения заданий	78
3.7. Построение наклонных сечений	86
Выводы по главе 3	91
Вопросы для самоконтроля	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	93
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	94
ГЛОССАРИЙ	97

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основой любого технического образования являются чертежи и технологии изготовления. Инженерная графика обучает методам изображения предметов и общим правилам черчения. Необходимо отметить, что вся конструкторская документация выполняется строго по правилам и положениям государственных стандартов (ГОСТов). Основное назначение стандартов – установление единых правил выполнения, оформления и обработки конструкторской документации.

Цель изучения инженерной графики состоит в том, чтобы студент получил знания, умения и навыки решения двух основных задач: изображение реального объекта на плоском чертеже и воссоздание реального объекта по его плоскому изображению. Для решения этих задач необходимо научиться грамотно выполнять проекционные чертежи и аксонометрические проекции, т. е. овладеть теорией изображения предметов.

Освоение проекционного черчения и аксонометрии в инженерной графике базируется на курсе начертательной геометрии. Знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данного курса, необходимы для освоения технических дисциплин, использующих графическую документацию. В результате изучения студенты должны знать:

- методы разработки проекционных чертежей;
- принципы получения аксонометрических проекций;
- методы построения геометрических тел и наклонных сечений;
- правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД.

Учебное пособие предназначено для студентов очной и заочной форм обучения высшего образования, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 «Строительство», 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», 15.03.01 «Машиностроение», 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 18.03.01 «Химическая технология», 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы

в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания», 20.03.01 «Техносферная безопасность», 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Данное учебное пособие отличается практической направленностью изучения представленных тем. В основных разделах проекционного черчения и аксонометрии разобран большой круг задач проецирования предметов. Рассмотрены особенности построения, выделены главные опорные моменты в содержании пособия для лучшей усвояемости учебного материала. Содержание ГОСТов раскрывается с применением примеров и практических задач.

ВВЕДЕНИЕ

В жизнедеятельности человека большое значение имеют графические изображения предметов окружающего мира. Так, например, рисунки и чертежи широко используются в учебной и научной работе; произведения живописи и художественная графика занимают важное место в изобразительном искусстве; в технике существенной является роль чертежа.

В современном производстве чертеж является конкретным выразителем технической мысли, международным графическим языком, понятным любому технически грамотному человеку.

Для грамотного выполнения чертежа необходимо научиться правильно выполнять проекционные чертежи и аксонометрические проекции. Получение ортогональных проекций предмета и его объемного наглядного изображения способствует развитию пространственного воображения и навыков логического мышления. В области техники и технологии это позволяет научиться понимать форму и размеры геометрических тел, а также выполнять проекты по созданию объектов в различных профессиональных областях производства и творчества.

Получение технического чертежа требует не только знания способов построения на плоскости изображений пространственных фигур и их элементов. Необходимы сведения о практических приемах построения чертежей и о графических условностях, применяемых в чертежах. Это содержание раскрыто в государственных стандартах (ГОСТах). В учебном пособии рассмотрены стандарты: ГОСТ 2.305—2008. Единая система конструкторской документации. Изображения — виды, разрезы, сечения; ГОСТ 2.306—68. Единая система конструкторской документации. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах; ГОСТ 2.317—2011. Единая система конструкторской документации. Аксонометрические проекции.

1.1. Основные положения. Виды

Изображения на чертежах в зависимости от содержания разделяют на виды, разрезы, сечения в соответствии с ГОСТ 2.305–2008.

Изображения предметов на чертежах получают способом прямоугольного проецирования. За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба (рис. 1.1), грани совмещают с плоскостью, как показано на рис. 1.2.

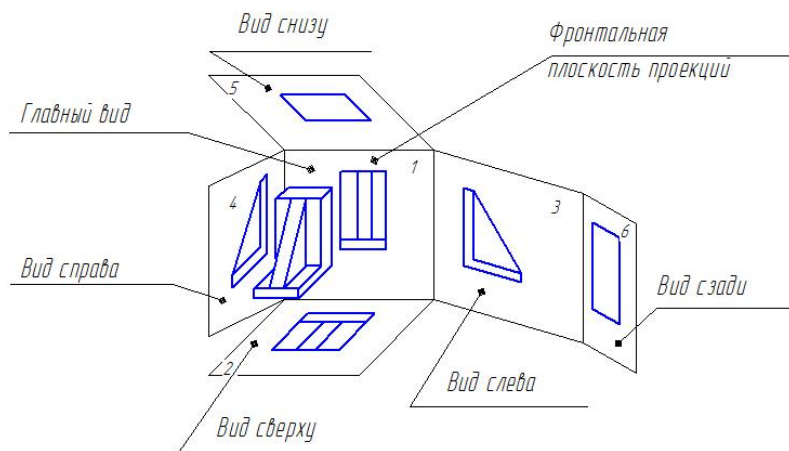


Рис. 1.1

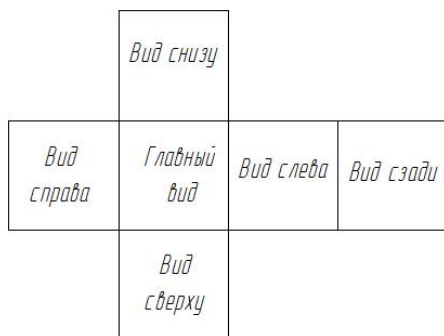


Рис. 1.2

Вид – это изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета, полученное методом ортогонального проецирования.

Изображение на фронтальной плоскости проекций (рис. 1.1) принимается на чертеже в качестве главного вида. Предмет располагают относительно этой плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

1.1.1. Основные виды

Стандарт устанавливает следующие виды, получаемые на основных плоскостях проекций (рис. 1.2): вид спереди (главный), вид сверху, вид слева, вид справа, вид снизу, вид сзади.

За **главный вид** принимают тот, который дает наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Количество изображений должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о форме и размерах предмета.

Если основные виды расположены в проекционной связи, то их названия не обозначают. Для наилучшего использования поля чертежа виды допускается располагать вне проекционной связи (рис. 1.3). В этом случае изображение вида сопровождается обозначением по типу:

- 1) указывается направление взгляда \underline{A} ;
- 2) над изображением вида наносят обозначение A .

Виды обозначаются прописными буквами русского алфавита шрифтом, на 1...2 размера превышающим шрифт размерных чисел.

На рис. 1.3 представлена деталь, для которой необходимо выполнить четыре вида. Если эти виды расположить в проекционной связи, то на поле чертежа они займут много места. Можно расположить необходимые виды рационально, переместив вид справа на свободное поле чертежа. Формат чертежа уменьшается, но нарушается проекционная связь, поэтому нужно выполнить обозначение вида справа (\underline{A}).

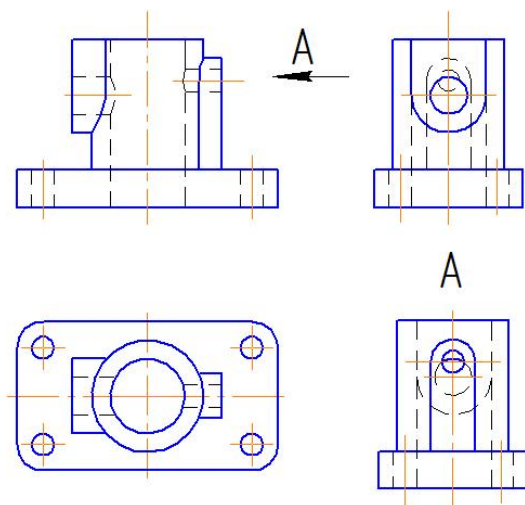


Рис. 1.3

1.1.2. Местные виды

Местным видом называется изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета.

Он может быть ограничен линией обрыва (вид *А*, рис. 1.4) или не ограничен (вид *Б*, рис. 1.4).

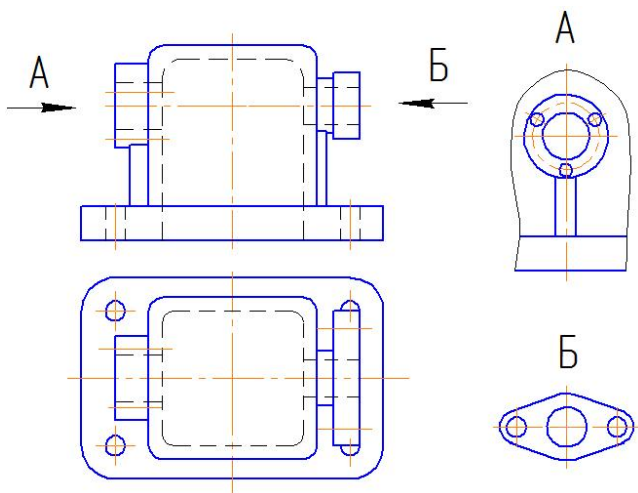


Рис. 1.4

В общем случае местные виды оформляются так же, как и основные виды.

1.1.3. Дополнительные виды

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды (рис. 1.5).

Дополнительным видом называется изображение видимой части поверхности предмета, получаемое на плоскости, не параллельной ни одной из основных плоскостей проекций.

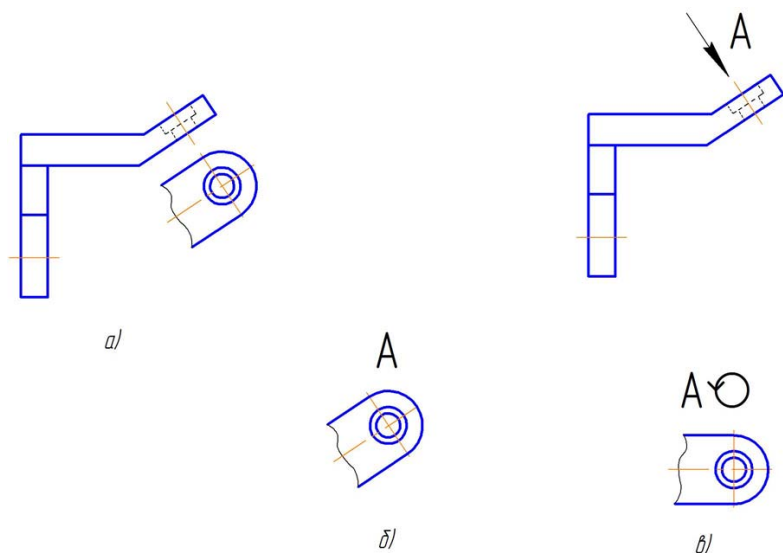


Рис. 1.5

Если дополнительный вид выполняется в проекционной связи с соответствующим изображением, то его не обозначают (рис. 1.5, а).

Если изображение дополнительного вида выносится на свободное место, т. е. нарушается проекционная связь, то направление взгляда указывается стрелкой, расположенной перпендикулярно изображаемой части детали, и обозначается буквой русского алфавита, причем буква остается параллельна основной надписи чертежа, а не поворачивается за стрелкой (рис. 1.5, б).

При необходимости изображение дополнительного вида можно поворачивать, тогда над изображением ставятся буква и знак поворота (окружность 5...6 мм со стрелкой, между створками которой угол 90°) (рис. 1.5, в). Дополнительный вид чаще всего выполняют как местный.

Внутреннюю форму на видах показывают линиями невидимого контура – тонкими штриховыми линиями.

1.2. Разрезы

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывается то, что лежит в секущей плоскости и что расположено за ней.

При этом часть предмета, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удаляют, в результате чего все закрытые этой частью поверхности становятся видимыми.

1.2.1. Построение и обозначение разрезов

На рис. 1.6 даны три вида предмета (без разреза). На главном виде внутренние поверхности (прямоугольный паз и цилиндрическое ступенчатое отверстие) показаны штриховыми линиями.

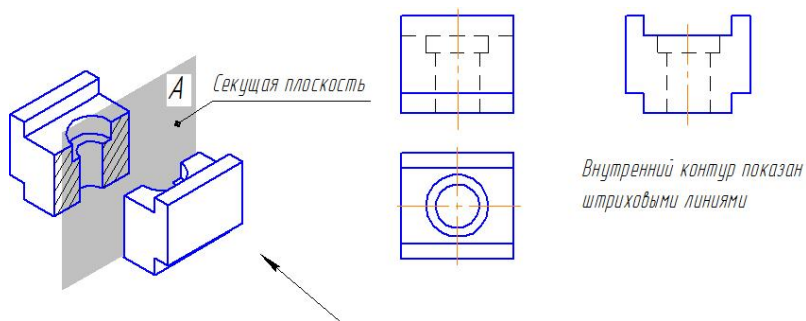


Рис. 1.6

Секущей плоскостью, параллельной фронтальной плоскости проекций, предмет мысленно рассечен вдоль своей оси, проходящей через прямоугольный паз и цилиндрическое ступенчатое от-

верстие, расположенное в центре предмета. Затем мысленно была удалена передняя половина предмета, находящаяся между наблюдателем и секущей плоскостью. При симметрии предмета разрез совмещают с видом. Разрез выполняют справа, а слева оставляют вид. Вид и разрез разделяют штрихпунктирной линией (рис. 1.7).

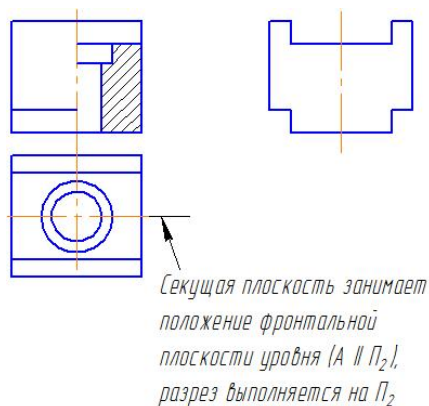


Рис. 1.7

При выполнении разреза (рис. 1.7) следует отметить следующее:

1) штриховые линии, которыми на главном виде обозначены прямоугольный паз и цилиндрическое ступенчатое отверстие, на разрезе обведены сплошными основными линиями, так как они стали в результате мысленного рассечения предмета видимыми;

2) на разрезе проходившая вдоль главного вида сплошная основная линия, обозначающая срез, не изображается, так как не показывают переднюю видимую половину предмета. Срез, находящийся на изображаемой половине предмета, не обозначен, так как на разрезах не рекомендуется показывать штриховыми линиями невидимые элементы предмета;

3) на разрезе штриховкой выделена плоская фигура, находящаяся в секущей плоскости. Штриховка наносится только в том месте, где секущая плоскость рассекает материал предмета, поэтому задняя поверхность цилиндрического ступенчатого отверстия не заштрихована, так же как и прямоугольный паз (при мысленном рассечении предмета секущая плоскость этих поверхностей не затронула);

4) при изображении цилиндрического ступенчатого отверстия проведена сплошная основная линия, изображающая на фронтальной плоскости проекций горизонтальную плоскость, образованную изменением диаметров;

5) разрез, помещенный на месте главного изображения, никак не изменяет изображений вида сверху и слева.

При выполнении разрезов на чертежах необходимо руководствоваться следующими правилами:

1) выполнять на чертеже только полезные разрезы (полезными называются разрезы, выбранные по соображениям необходимости и достаточности);

2) невидимые ранее внутренние очертания, изображаемые штриховыми линиями, обводить сплошными основными линиями;

3) фигуру сечения, входящую в разрез, штриховать;

4) мысленное рассечение предмета должно относиться только к данному разрезу и не влиять на изменение других изображений того же предмета;

5) на всех изображениях штриховые линии убираются, так как внутренний контур хорошо читается на разрезе.

Для того чтобы знать, в каком месте предмет имеет форму, показанную на изображении разреза, место, где проходила секущая плоскость, и сам разрез обозначают. Линия, обозначающая секущую плоскость, называется линией сечения. Она изображается разомкнутой линией (рис. 1.8).



Рис. 1.8

Для обозначения секущей плоскости выбирают начальные буквы русского алфавита (*А, Б, В, Г, Д* и т. д.). Над разрезом, полученным с помощью данной секущей плоскости, выполняют надпись по типу: *А–А*. Буквы у линий сечения и буквы, обозначающие разрез, должны быть большего размера, чем цифры размерных чисел на том же чертеже (на один-два номера шрифта).

В случаях, когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии данного предмета и соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, рекомендуется не отмечать положение секущей плоскости и изображение разреза не сопровождать надписью.

На рис. 1.9 показан чертеж предмета, на котором выполнено два разреза.

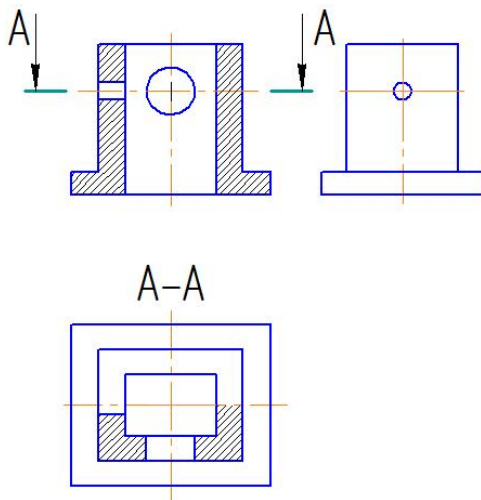


Рис. 1.9

1. На главном виде разрез выполнен плоскостью, расположение которой совпадает с плоскостью симметрии для данного предмета. Она проходит вдоль горизонтальной оси на виде сверху. Поэтому этот разрез не обозначен.

2. Секущая плоскость $A-A$ не совпадает с плоскостью симметрии данной детали, поэтому соответствующий разрез обозначен.

Буквенное обозначение секущих плоскостей и разрезов располагают параллельно основной надписи независимо от угла наклона секущей плоскости.

В разрезах и сечениях фигуру, полученную в секущей плоскости, штрихуют. ГОСТ 2.306–68 устанавливает графическое обозначение различных материалов (рис. 1.10).



Металлы и твердые сплавы



*Неметаллические материалы, за исключением
древесины, бетона, стекла, жидкостей, песка*

Рис. 1.10

Штриховка для металлов наносится тонкими линиями под углом 45° к линиям контура изображения, или к его оси, или к линиям рамки чертежа, расстояние между линиями должно быть одинаковым (от 1 до 10 мм).

Штриховка на всех разрезах и сечениях для данного предмета одинакова по направлению и шагу (расстоянию между штрихами).

1.2.2. Классификация разрезов

Разрезы имеют несколько классификаций:

1. Классификация в зависимости от количества секущих плоскостей.
2. Классификация в зависимости от положения секущей плоскости относительно плоскостей проекций.
3. Классификация в зависимости от положения секущих плоскостей относительно друг друга.

Классификация разрезов представлена на рис. 1.11.

Простым называют **разрез**, выполненный одной секущей плоскостью.

Положение секущей плоскости может быть различным: вертикальным, горизонтальным, наклонным. Его выбирают в зависимости от формы предмета, внутреннее устройство которого нужно показать.

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы подразделяются на вертикальные, горизонтальные и наклонные.

Вертикальным называется **разрез** секущей плоскостью, перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций.

Вертикально расположенная секущая плоскость может быть параллельна фронтальной плоскости проекций или профильной, образуя при этом соответственно фронтальный (рис. 1.12) или профильный разрезы (рис. 1.13).

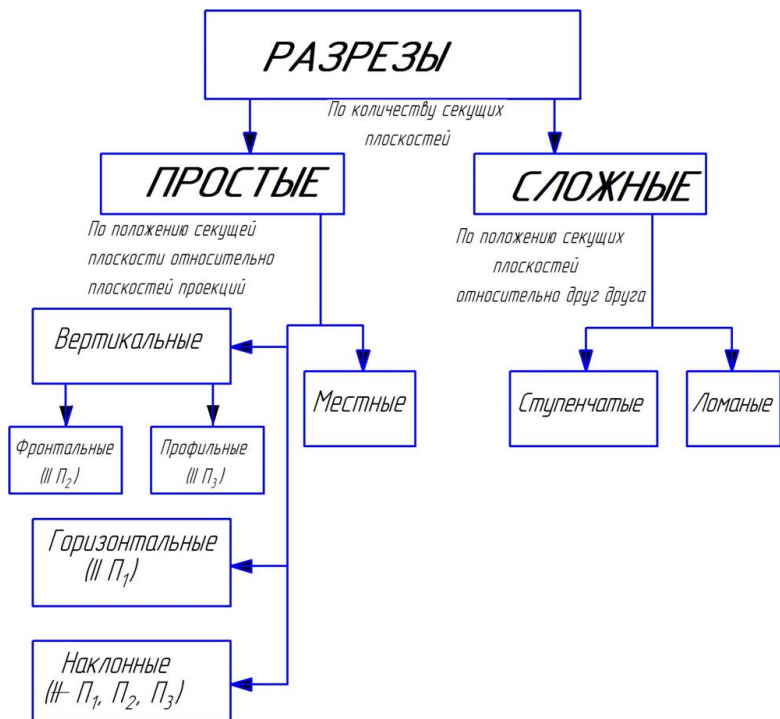


Рис. 1.11

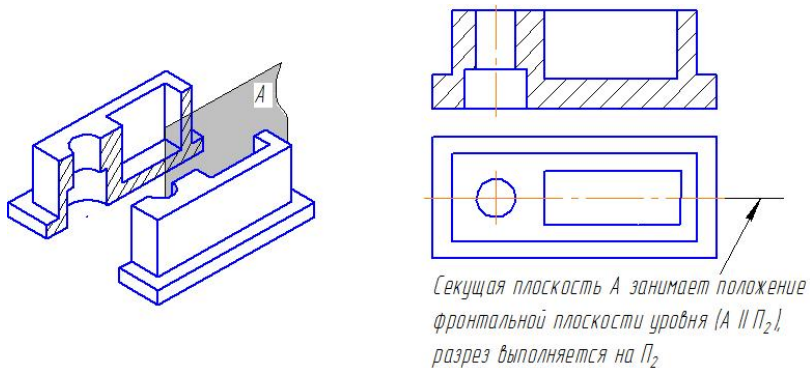


Рис. 1.12

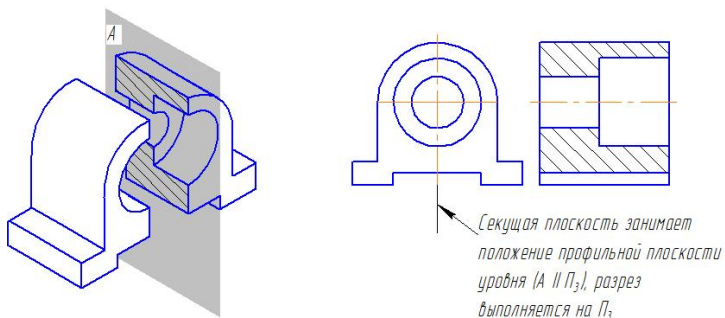


Рис. 1.13

Горизонтальным разрезом называется разрез секущей плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекций (рис. 1.14).

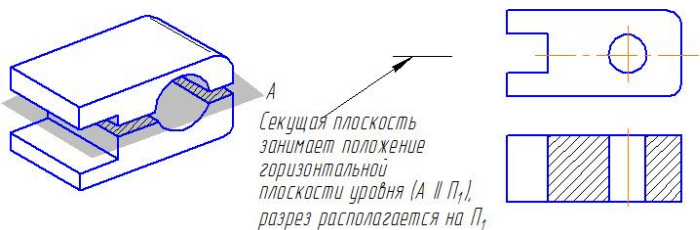


Рис. 1.14

Наклонным разрезом называется разрез секущей плоскостью, составляющей с одной из основных плоскостей проекций угол, отличный от прямого (рис. 1.15).

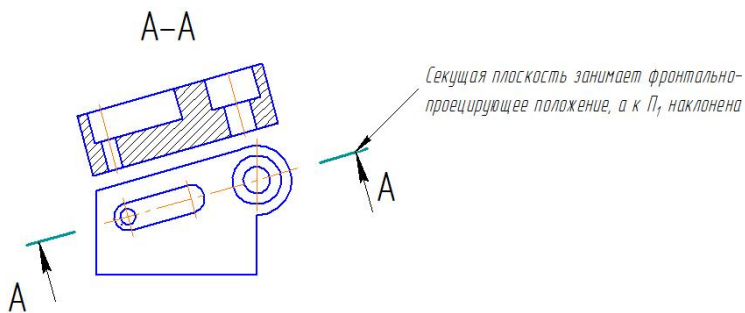


Рис. 1.15

Местным разрезом называется разрез, служащий для выяснения внутреннего устройства предмета лишь в отдельном ограниченном месте.

В машиностроении при вычерчивании сплошных (непустотелых) предметов полные разрезы не применяют. Однако часто в сплошных деталях имеются местные углубления или отверстия, форму которых нужно показать.

Примерами таких предметов являются валик со шпоночным пазом и ось с центровым отверстием (рис. 1.16).

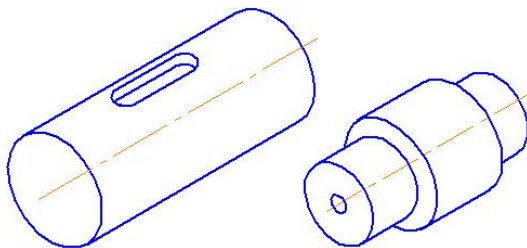


Рис. 1.16

В таких случаях применяют местный разрез. Применение полного разреза здесь нецелесообразно, так как чертеж от этого не станет яснее, а трудоемкость его выполнения возрастает.

При выполнении местного разреза валик мысленно рассечен секущей плоскостью, проходящей через его ось, лишь в том месте, где расположен шпоночный паз (рис. 1.17, *а*). Разрез ограничен сплошной волнистой линией. Она не должна совпадать с какими-либо линиями изображения.

На чертеже оси с центровым отверстием (рис. 1.17, *б*) форма данного отверстия выявлена с помощью местного разреза на главном виде.

Разрез, получаемый несколькими секущими плоскостями, называется **сложным**.

Сложные разрезы бывают **ломаными**, если секущие плоскости пересекаются (рис. 1.18) и **ступенчатыми**, если секущие плоскости параллельны друг другу (рис. 1.19).

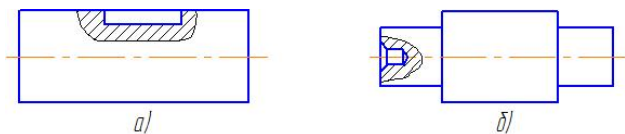


Рис. 1.17

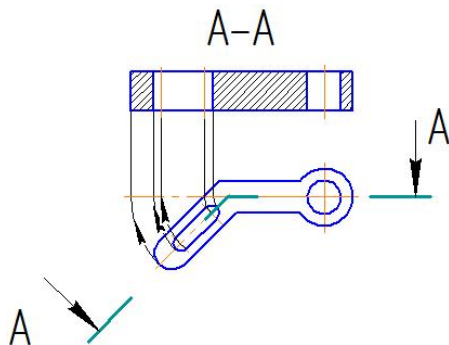


Рис. 1.18

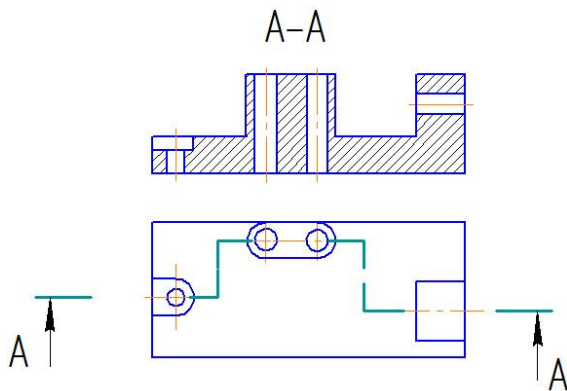


Рис. 1.19

Для выяснения устройства предмета на рис. 1.18 необходимы две пересекающиеся секущие плоскости. Фигуры, лежащие в секущих плоскостях, при построении ломаных разрезов условно поворачивают вокруг линии пересечения секущих плоскостей до совмещения проекций.

На рис. 1.19 показан сложный ступенчатый разрез. Вдоль плиты мысленно направлены три секущие плоскости, расположенные параллельно одна другой. Каждая из них выявляет форму отверстий, расположенных на разных уровнях. Таким образом определяется внутреннее устройство предмета. Все плоские фигуры в секущих плоскостях совмещены с плоскостью чертежа, образуя сложный ступенчатый разрез.

В обоих случаях границы плоскостей сечения на изображении разреза не показывают, изображение получается таким же, как и при рассечении одной плоскостью, и сложный разрез изображают как простой.

1.2.3. Соединение части вида и части разреза

Форма многих предметов такова, что при их изображении недостаточно показать только разрез, так как по разрезу невозможно представить внешнюю форму предмета. При изображении подобных предметов необходимо выполнить вид и разрез. Согласно ГОСТ 2.305–2008 допускается соединять на одном изображении часть вида и часть соответствующего разреза. При этом вид и разрез разделяют сплошной волнистой линией.

Например, на рис. 1.20 изображены два вида предмета, форма которого не будет ясна, если показать его только в разрезе. В этом случае легко будет судить о внутреннем устройстве предмета, но наружный вид станет неполным, так как не будет оснований для определения высоты прилива на наружной его поверхности. Поэтому выполняют местный вид с изображением цилиндрического прилива. Данный пример демонстрирует рациональный способ построения чертежа.

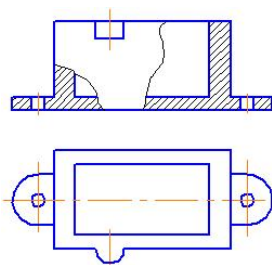


Рис. 1.20

ГОСТ 2.305–2008 рекомендует по возможности соединять половину вида и половину разреза, когда вид и разрез представляют собой симметричные фигуры. Тогда получится изображение, по которому можно судить как о наружной форме, так и о внутреннем устройстве предмета (рис. 1.21).

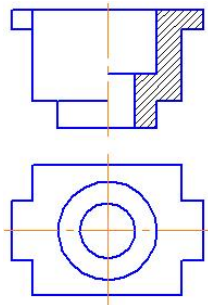


Рис. 1.21

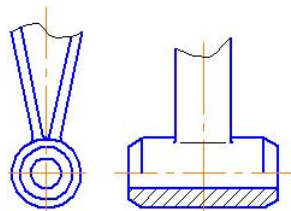


Рис. 1.22

При выполнении изображений, содержащих соединение половины вида и половины соответствующего разреза, необходимо соблюдать следующие правила: линией, разделяющей половину вида и половину разреза, должна служить осевая, т. е. штрихпунктирная линия.

Допускается также разделять разрез и вид штрихпунктирной линией, совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если эта часть представляет собой тело вращения. Пример такого случая представлен на рис. 1.22, где изображена часть шатуна. Он имеет цилиндрический элемент (тело вращения), разрез на котором выполнен лишь до оси симметрии.

При совмещении половины вида и половины разреза в некоторых случаях с осевой совпадает линия контура (ребра многогранников). В таких случаях нужно выполнять часть вида и часть разреза, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 1.23).

Эта линия должна быть расположена так, чтобы ребро было выявлено на изображении. Если ребро расположено на внутренней поверхности, то выполняют больше половины разреза, а если на наружной, то больше половины вида.

При совмещении половины вида и половины разреза вид всегда располагается слева, а разрез — справа, если ось симметрии вертикальная. При совмещении по горизонтальной оси симметрии вид располагается сверху, а разрез — снизу (рис. 1.24).

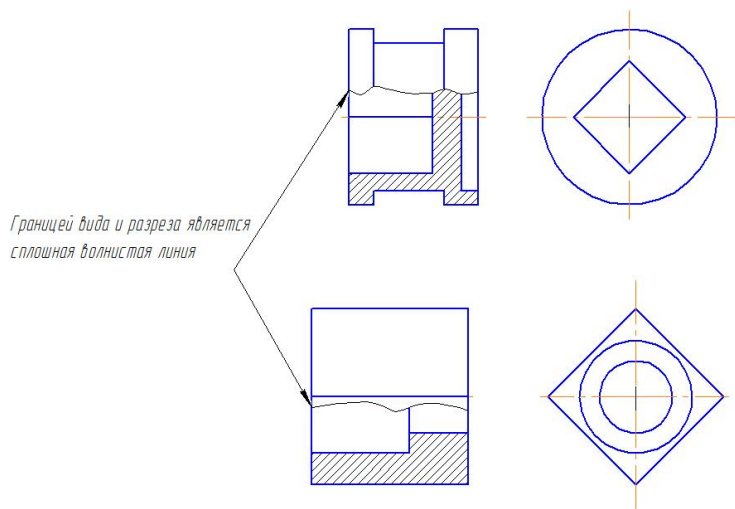


Рис. 1.23

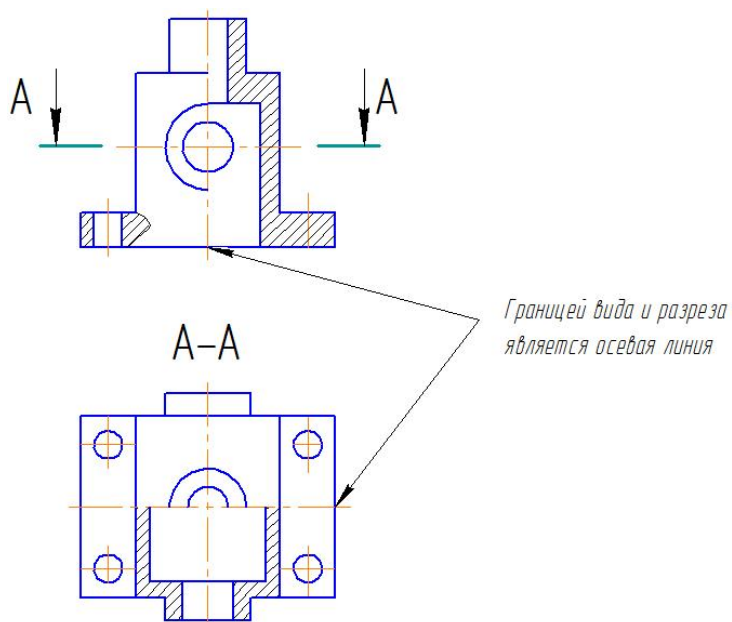


Рис. 1.24

1.3. Сечения

Сечением называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета плоскостью. На сечении показывается только то, что лежит в секущей плоскости.

1.3.1. Построение сечений

На рис. 1.25 изображен вал, имеющий две лыски (плоские срезы с двух сторон) и шпоночный паз (прямоугольное углубление с полукруглыми концами, предназначенное для шпонки). Чтобы сделать чертеж более ясным, выполняют сечения. Для этого мысленно рассекают вал двумя секущими плоскостями *A* и *B*, перпендикулярными оси вала. Плоскость *A* проходит поперек лыски и показывает форму детали в этом месте. Плоскость *B*, рассекающая вал поперек шпоночного паза, выявляет его глубину и ширину.

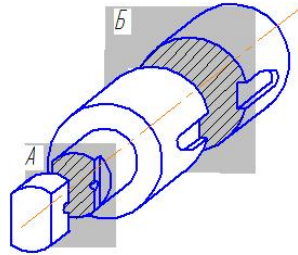


Рис. 1.25

Мысленно удалив отсеченные части вала, оставшуюся его часть рассматривают по направлению, указанному стрелками.

Изображают на чертеже только то, что находится в секущих плоскостях. На фигуры сечения наносят штриховку (рис. 1.26).

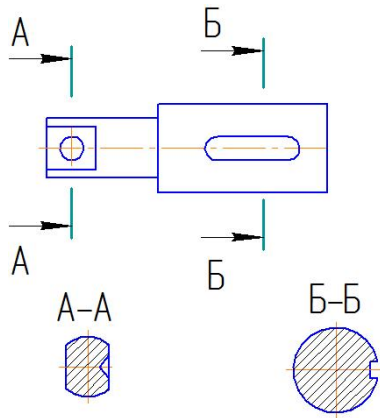


Рис. 1.26

1.3.2. Классификация сечений

В зависимости от расположения сечения подразделяются на вынесенные и наложенные.

Вынесенными сечениями называются такие, которые располагаются вне контуров изображений, приведенных на чертеже (рис. 1.26).

Наложённые сечения вычерчиваются сплошными тонкими линиями и располагаются в том месте, где проходила секущая плоскость, и непосредственно на самом виде, т. е. накладываются на изображение (рис. 1.27).

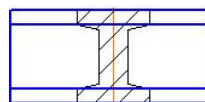


Рис. 1.27

Вынесенным сечениям следует отдавать предпочтение перед наложенными, так как наложенные затемняют виды чертежа и неудобны для нанесения размеров.

Вынесенное сечение может быть помещено непосредственно на продолжении линии сечения в проекционной связи (рис. 1.28, *а*), с нарушением проекционной связи (рис. 1.28, *в*), а также в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 1.28, *б*).

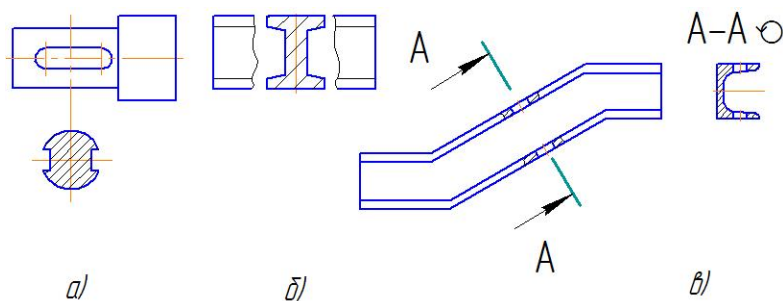


Рис. 1.28

Сечение отличается от разреза тем, что на нем изображается только то, что попало непосредственно в секущую плоскость.

На рис. 1.29, *а* показан разрез детали. На нем изображено то, что попало в секущую плоскость $A-A$, и то, что расположено за ней. На рис. 1.29, *б* показано сечение $A-A$.

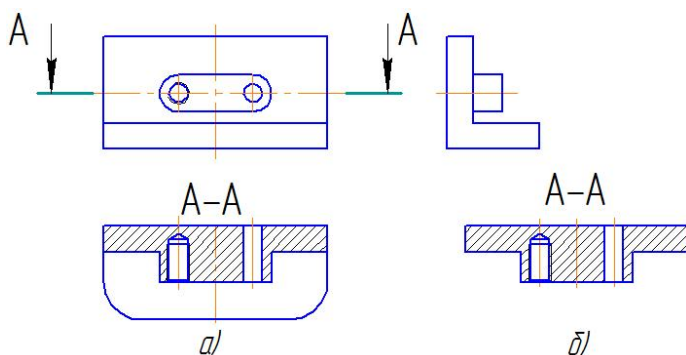


Рис. 1.29

1.3.3. Обозначение сечений

Сечения на чертежах обозначаются по такому же принципу, как и разрезы. Секущая плоскость изображается разомкнутой линией.

Каждую плоскость обозначают у начала и конца разомкнутой линии снаружи от стрелки одной и той же прописной буквой русского алфавита.

Если секущая плоскость совпадает с осью симметрии наложенного или вынесенного сечения, то ее проводят штрихпунктирной тонкой линией и не обозначают буквами и стрелками (рис. 1.27, 1.28, а, 1.28, б). Над сечением в этих случаях не делают никакой надписи.

Сечение можно располагать повернутым. Тогда к надписи должен быть добавлен знак \odot (рис. 1.28, в).

1.3.4. Некоторые правила построения сечений

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному и тому же предмету, следует линии сечения обозначать одной и той же буквой и вычерчивать одно сечение (рис. 1.30).

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, что ограничивает отверстие или углубление (например, через конусообразное углубление или цилиндрическое сквозное отверстие (рис. 1.26, 1.29), то на фигуре сечения контур отверстия или углубления показывают по типу разреза. Однако нужно заметить, что это относится к изображениям отверстий и углублений, имею-

щих форму поверхности вращения (рис. 1.31, б), и не распространяется на изображение отверстий другой формы (рис. 1.31, а).

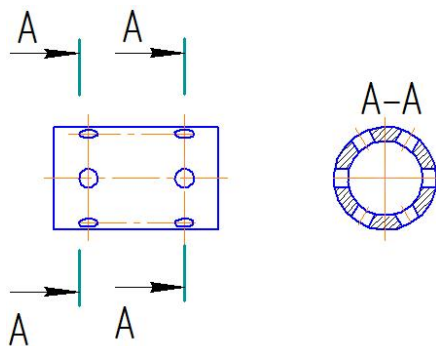


Рис. 1.30

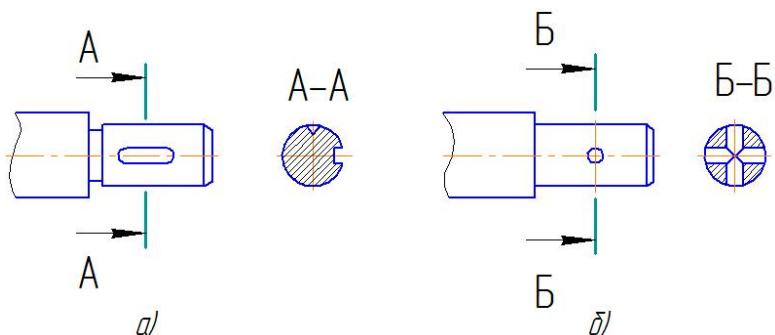


Рис. 1.31

Сечение обычно выполняют в том же масштабе, что и вид, к которому оно относится. Тогда отверстия, углубления и другие элементы, находящиеся на фигуре сечения, будут тех же размеров, что и на видах чертежа. Если же масштаб сечения изменен, то над изображением его указывают масштаб надписью по типу: *А-А (2:1)*, *Б-Б (1:2)*.

Сечение должно по построению и расположению соответствовать направлению, указанному стрелками. Выбирать направление проецирования для несимметричных сечений рекомендуется следующим образом: если секущая плоскость расположена вертикально, сечение обычно совмещается с плоскостью чертежа вращением

слева направо (рис. 1.31, 1.32); если же секущая плоскость проходит горизонтально, то вращением на себя (рис. 1.29).

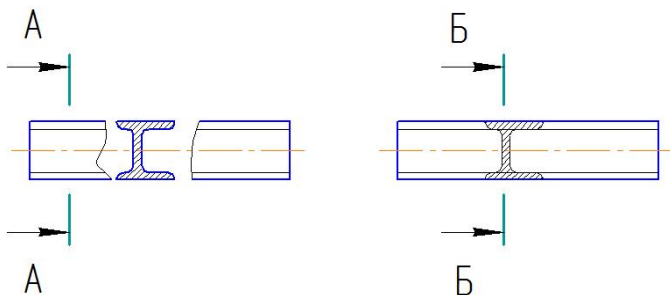


Рис. 1.32

Сечения, как и разрезы, выполняют для выяснения внутреннего устройства предмета и простановки его внутренних размеров.

1.4. Выносные элементы

Выносной элемент — дополнительное отдельное увеличенное изображение какой-либо части предмета, требующей пояснений в отношении ее формы и размеров.

При выполнении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией — окружностью, овалом и т. п. с обозначением прописной буквой русского алфавита или буквенно-цифровым. Над изображением выносного элемента наносят обозначение по типу: *A (4:1)* (рис. 1.33).

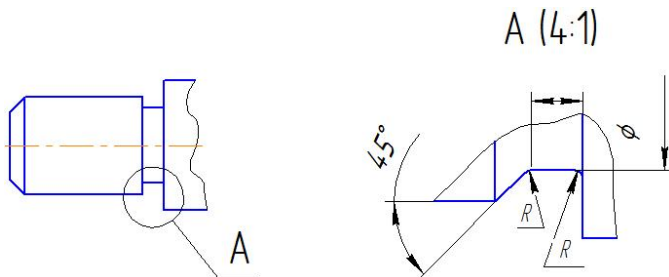


Рис. 1.33

1.5. Условности и упрощения, применяемые при выполнении изображений

При выполнении различных изображений применяют условности и упрощения, которые позволяют сократить объем графической работы, сохраняя ясность и наглядность изображений предметов.

Если вид, разрез или сечение представляют собой симметричную фигуру, допускается показывать половину изображения (рис. 1.34, *a*) или немного более половины. В последнем случае проводится линия обрыва (рис. 1.34, *б*).

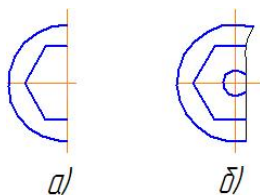


Рис. 1.34

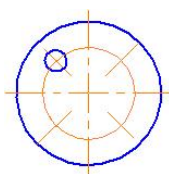


Рис. 1.35

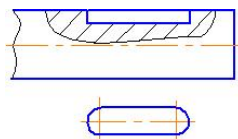


Рис. 1.36

Если предмет имеет несколько одинаковых равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один-два таких элемента, а остальные — упрощенно или условно (например, показывают центры отверстий) (рис. 1.35).

Для установления формы пазов на валах и других деталях допускается вместо вида всей детали показать только контур отверстий и пазов (рис. 1.36).

При недостатке места предметы или элементы, имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение (валы, цепи, прутки, фасонный прокат, шатуны и т. п.), допускается изображать с разрывами (рис. 1.37).

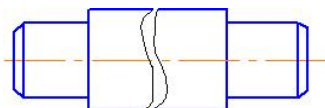


Рис. 1.37

Болты, винты, оси, валы не рассекаются в продольном разрезе. Гайки, шайбы, шарики на сборочном чертеже показывают нерассеченными. Такие элементы, как спицы, тонкие стенки типа ребер жесткости и т. п., показывают незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны этого элемента (рис. 1.38).

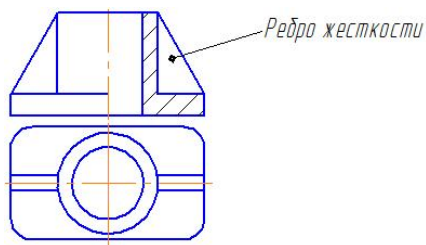


Рис. 1.38

1.6. Примеры выполнения заданий

Рассмотрим примеры выполнения заданий.

Пример 1

1. По аксонометрическому изображению детали и заданным размерам начертить три ее вида – главный, сверху и слева.
2. Выполнить необходимые разрезы.
3. Построить линии пересечения поверхностей.
4. Нанести размерные линии и проставить размерные числа.
5. Оформить чертеж (обводка, основная надпись чертежа).

Условие задачи показано на рис. 1.39. Решение представлено на рис. 1.40–1.42.

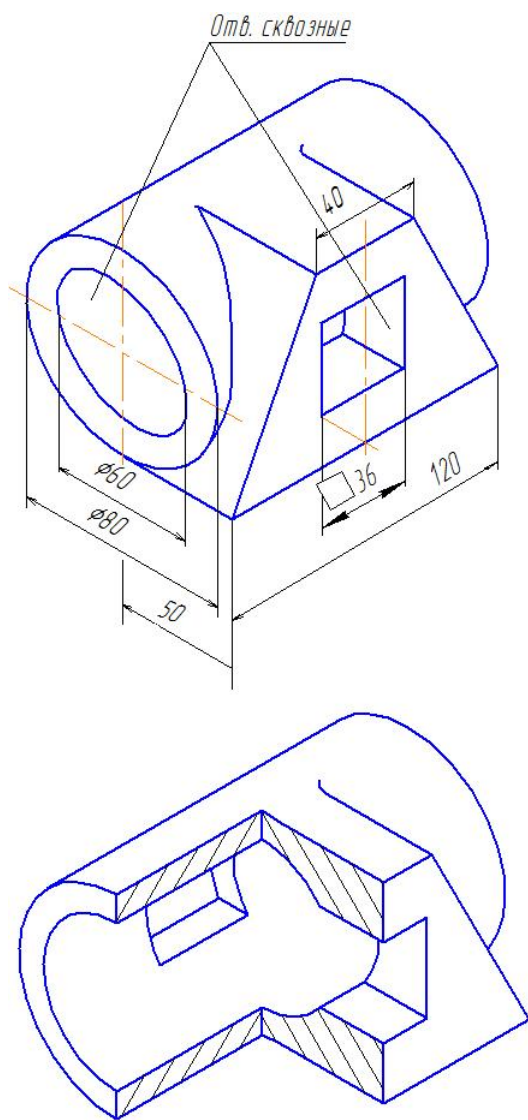
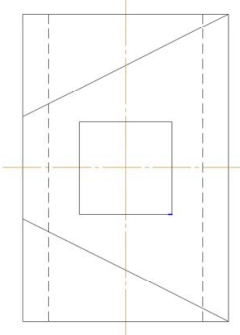
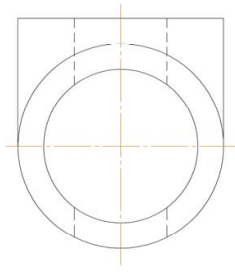


Рис. 1.39

Задание 1 / этап

1 этап:

1. Рассмотреть наглядное изображение, определить, какие поверхности ограничивают деталь - снаружи - цилиндр и пересекающаяся с ним плоскость. Внутри также сквозной цилиндр и призма.
2. Определить главный вид детали и по заданным размерам положение каждого из трех изображений на формате, учитывая проекционную связь и настоящие размеры.
3. По заданным размерам построить три вида детали, без линий пересечения поверхностей, нефидельных контур.

Инв. № подл.	Дата и время	Взят учеб. №	Инв. № учеб.	Проб. №	Лист	Листов	Лист	Листов	Дата	Месяц	11
Лист		№ докум.		Лист		Лист		Лист		Листов	
Исполн.		Провер.		Учитель		Лист		Лист		Листов	
Исполн.		Провер.		Учитель		Лист		Лист		Листов	

Методика А3

Рис. 1.40

Задача 1, II этап

II этап
Построить линии пересечения наружных и внутренних поверхностей.

Имя	Фамилия	Пол	Дата	Лист	Листов
Решено					
Проверено					
Наименование					
Учеб.					

Курсовая Формат А1

Рис. 1.41

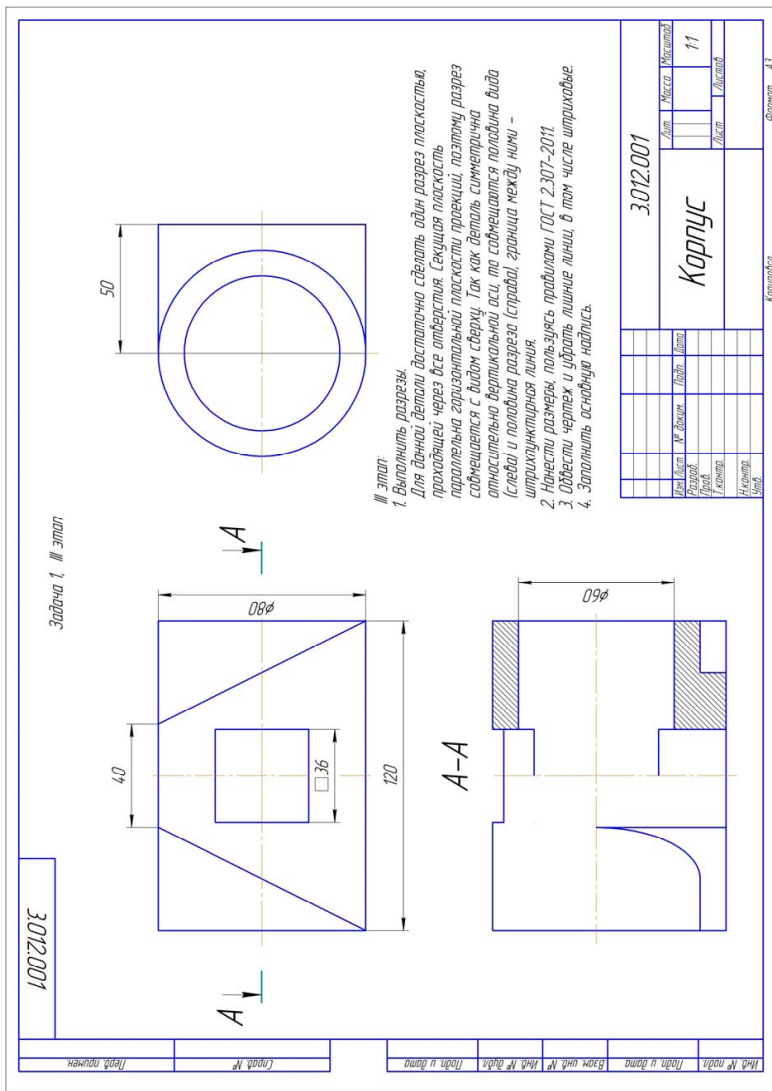


Рис. 1.42

Пример 2

1. Построить по заданным двум видам третий вид.
2. Выполнить необходимые разрезы.
3. Построить линии пересечения поверхностей.
4. Нанести размерные линии и проставить размерные числа.
5. Оформить чертеж (обводка, основная надпись).

Условие задачи показано на рис. 1.43. Решение представлено на рис. 1.44–1.46.

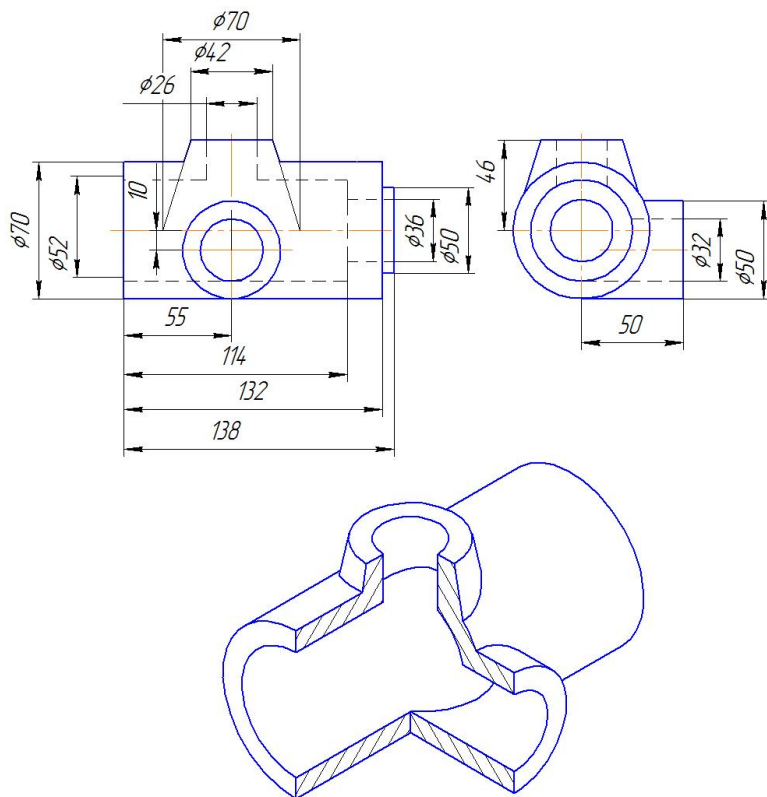
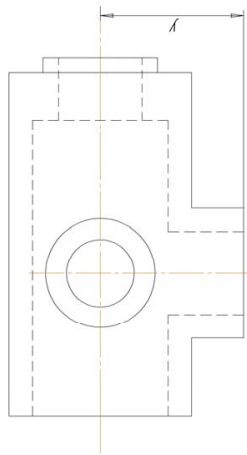
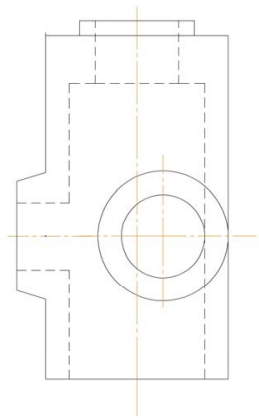
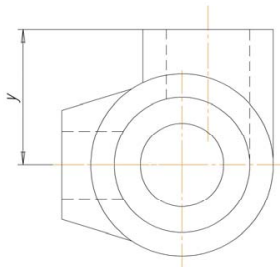


Рис. 1.43

Задача 2, 1 этап



1 этап:

1. Прочитать, какими подробностями ограничено деталь снаружи и внутри, представить ее два своих цилиндра и пересекающиеся с одним из них усеченный конус и цилиндр.
2. По заданным размерам определить положение каждого изображения, установить место для размеров и сделать проекционную связь.
3. Вычертить два именуемых вида и построить третий вид без линии пересечения. Внутренний контур нанести штриховыми линиями. Построения выполнять по заданным размерам.

Имя	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Дет.	Масштаб	Учитель
						1:1	
Исполн.	Провер.	Масштаб	Лист	Дата	Дет.	Учитель	

Курсовая

Формат А3

Рис. 1.44

Задача 2, II этап

II этап
 Построить проекции линии пересечения наружных и внутренних поверхностей.

Имя, № подл.		Фамилия, № докл.		Дата		Место	
Подп. и дата		Подп. и дата		Лист		Листов	
Имя, № подл.		Фамилия, № докл.		Дата		Место	
Подп. и дата		Подп. и дата		Лист		Листов	
Имя, № подл.		Фамилия, № докл.		Дата		Место	
Подп. и дата		Подп. и дата		Лист		Листов	

Курсовая
Формат А3

Рис. 1.45

При решении задачи необходимо учитывать следующее:

1. Количество разрезов должно быть минимальным, но достаточным, чтобы прочесть внутренний контур.
2. Секущая плоскость $A-A$ позволяет выявить внутренние соосные поверхности. Эта плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, поэтому разрез $A-A$ совмещается с главным видом.
3. На виде слева показан местный разрез, открывающий цилиндрическое отверстие $\varnothing 32$.
4. Размеры наносятся на тех изображениях, где поверхность читается лучше (диаметр, длина и т. д.), например, $\varnothing 52$ и длина 114.
5. Выносные линии следует по возможности не пересекать. Если главный вид выбран правильно, то наибольшее количество размеров будет на главном виде.

При оформлении чертежа:

1. Каждый элемент детали должен иметь достаточное количество размеров.
2. Все выступы и отверстия должны быть привязаны размерами к другим элементам детали (размер 55, 46 и 50).
3. Следует проставить габаритные размеры.
4. Необходимо выполнить обводку чертежа, убрав все линии невидимого контура. Заполнить основную надпись.

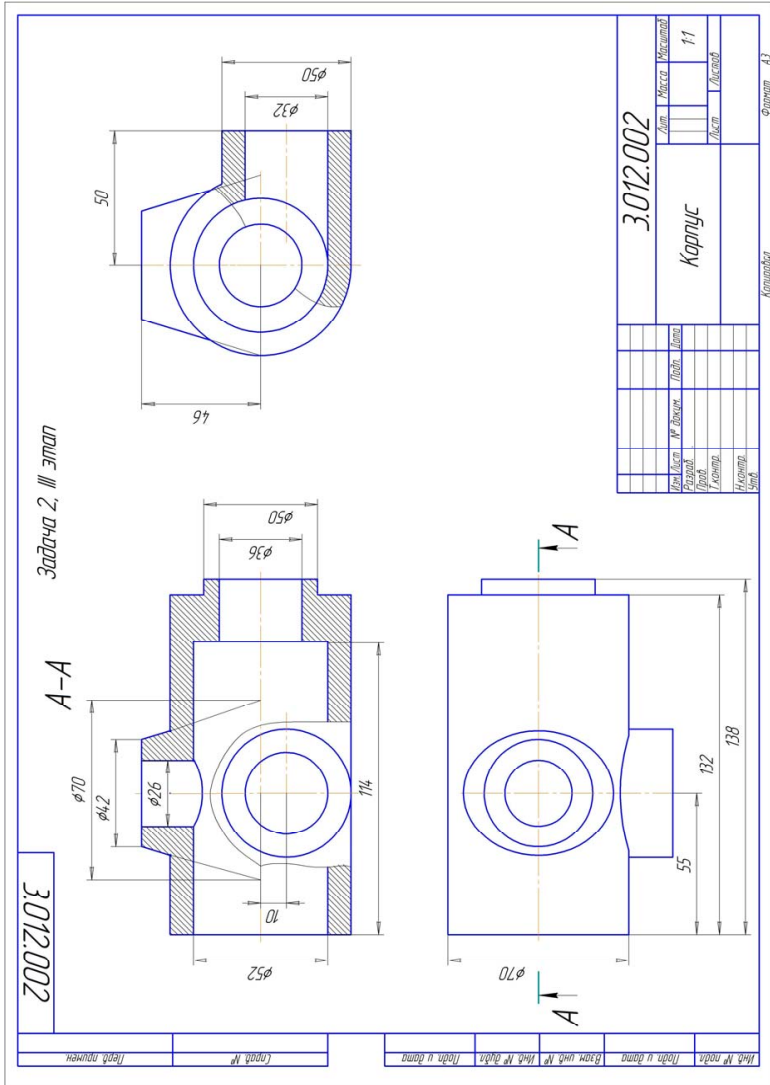


Рис. 1.46

Пример 3

1. Построить по заданным двум видам третий вид.
2. Выполнить необходимые разрезы.
3. Построить линии пересечения поверхностей.
4. Нанести размерные линии и проставить размерные числа.
5. Оформить чертеж (обводка, основная надпись).

Условие задачи показано на рис. 1.47. Решение представлено на рис. 1.48–1.50.

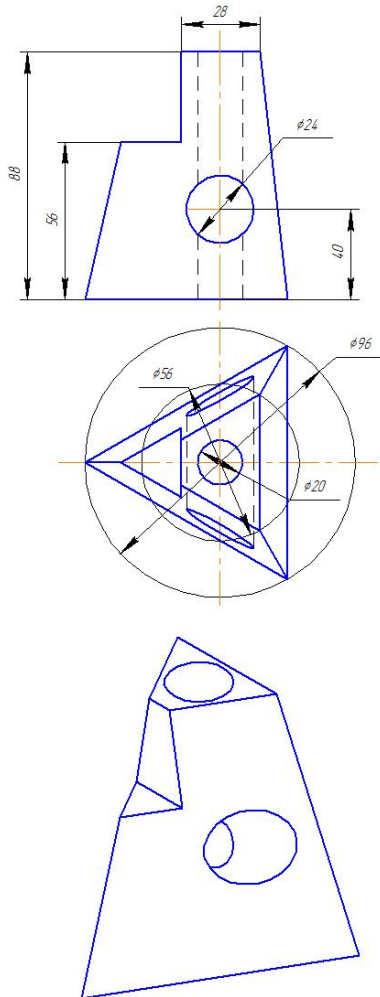


Рис. 1.47

Задача 3. 1 этап

1 этап

1. Прочитать чертёж.
2. Разместить изображение на формате.
3. Построить линии пересечения плоскости с горизонтальной и вертикальной цилиндрами, дугами окружностей с выпукленным цилиндром и двух цилиндров.

Имя	Фамилия	№ документа	Дата	Лист	Листов	Авт.	Масштаб
							1:1

Контроль _____
Формат А3

Рис. 1.48

Задача 3. II этап

II этап

Выполнить разрез плоскостью, параллельной профильной плоскости проекции, проходящей через ось вертикального цилиндра и все отверстия. Разрез совместить с видом слева. При этом преимущество отдается виду, т. к. рефр по умолчанию соблюдает с осью симметрии. Вид от разреза отделяют сплошной волнистой линией.

Имя, № подл.	Подг. и дата	Взят учеб. №	Инд. № дела	Подг. и дата	Действ.	№ докум.	Лист	Масштаб
								1:1

Лист	Масса	Масштаб

Контроль

Формат А3

Рис. 1.49

Выводы по главе 1

К основным изображениям на техническом чертеже относятся виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Правила оформления изображений определены в ГОСТ 2.305–2008.

Виды (изображение внешней формы детали) выполняют по методу ортогонального проецирования. Деталь располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Установлены названия основных видов: вид спереди (главный вид), вид сверху, вид слева, вид справа, вид снизу, вид сзади. На чертеже может быть показана часть наружной поверхности детали – местный вид. Дополнительные виды используют при сложной наклонной форме деталей для получения неискаженных проекций форм детали.

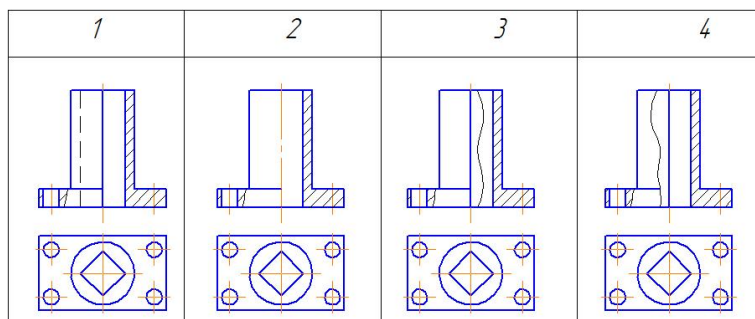
Разрезы и сечения дают представление о внутренней форме детали. Разрезы выполняют горизонтальными, вертикальными и наклонными секущими плоскостями. Разрезы подразделяют на простые, выполненные одной секущей плоскостью, и сложные – несколькими секущими плоскостями.

Сечения бывают вынесенными и наложенными. Наложённые сечения наносят в виде поперечного сечения на одно из изображений детали, вынесенные сечения располагают в стороне от детали. В сечении показывают только то, что попадает в секущую плоскость, а на разрезе – еще и то, что находится за секущей плоскостью.

Для упрощения выполнения чертежа введен ряд условностей при изображении деталей. Например, для симметричных фигур допускается вычерчивать половину изображения; такие детали, как болты, винты, оси, при продольном разрезе показывают нерассеченными и др.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называют видом?
2. Как получают изображение предмета на плоскости?
3. Какие названия присвоены видам на основных плоскостях проекций?
4. Что называют главным видом?
5. Как образуются дополнительные и местные виды?
6. Что называют разрезом?
7. Какие обозначения и надписи установлены для разрезов?
8. В чем отличие простых разрезов от сложных?
9. Какая условность соблюдается при выполнении ломаных разрезов?
10. Какой разрез называется местным?
11. При каких условиях допускается совмещать половину вида и половину разреза?
12. Что называют сечением?
13. Как располагают сечения на чертежах?
14. Что называют выносным элементом?
15. Как упрощенно показывают на чертеже повторяющиеся элементы?
16. Как условно сокращают на чертеже изображение предметов большой длины?
17. В каком случае изображение разреза выполнено правильно?



(Верный ответ: фрагмент 4)

2.1. Краткие теоретические сведения об аксонометрических проекциях

Комплексный чертёж, составленный из двух или трех проекций, обладая свойствами обратимости, простоты, вместе с тем имеет существенный недостаток: ему недостает наглядности. Для более наглядного представления о предмете, наряду с комплексным чертёжом, приводят аксонометрический, широко используемый при описании конструкций изделий, в руководствах по эксплуатации, в схемах сборки, для пояснений чертежей машин, механизмов и их деталей.

Сравните два изображения – ортогональный чертёж и аксонометрический одной и той же модели. На аксонометрическом изображении форму прочесть легче (рис. 2.1).

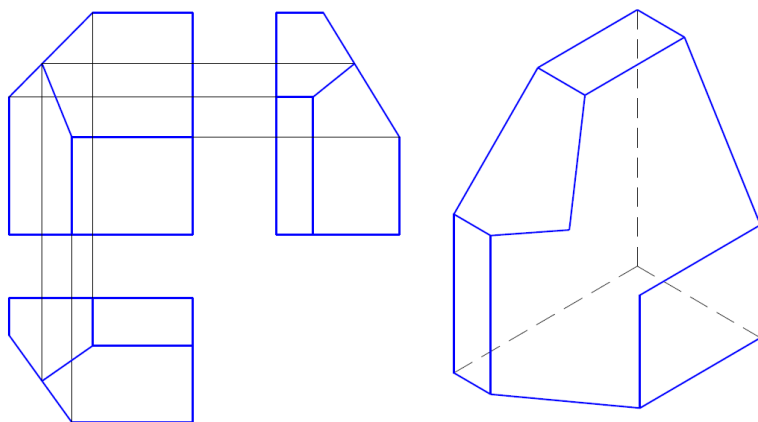


Рис. 2.1

Сущность аксонометрического проецирования состоит в том, что геометрическая фигура вместе с осями прямоугольных координат, к которым она отнесена в пространстве, параллельно проецируется на некоторую плоскость проекций, называемую аксонометрической плоскостью проекций, или картинной плоскостью.

Если отложить на осях координат Ox , Oy , Oz отрезок l (l_x , l_y , l_z) и спроецировать на плоскость Π' , то получим аксонометрические оси и отрезки на них l'_x , l'_y , l'_z (рис. 2.2).

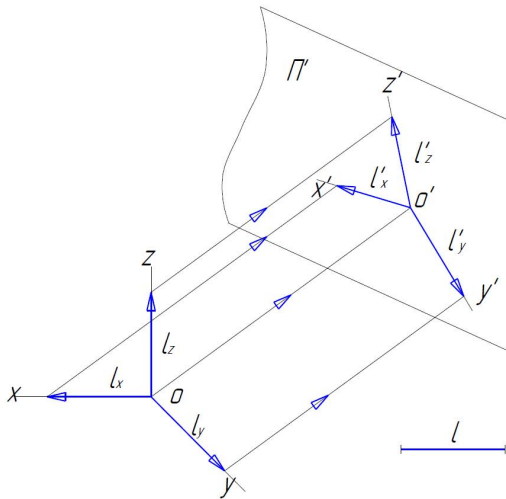


Рис. 2.2

На рис. 2.2:

l_x, l_y, l_z – натуральные масштабы;

$$l = l_x = l_y = l_z;$$

l'_x, l'_y, l'_z – аксонометрические масштабы.

Полученную совокупность проекций на Π' называют аксонометрией.

Отношение длины аксонометрических масштабных отрезков к длине натуральных масштабных отрезков называют показателем или коэффициентом искажения по осям, которые обозначаются k_x, k_y, k_z :

$$k_x = \frac{l'_x}{l_x}; \quad k_y = \frac{l'_y}{l_y}; \quad k_z = \frac{l'_z}{l_z}. \quad (2.1)$$

Виды аксонометрических изображений зависят:

1. От направления проецирующих лучей. Они могут быть перпендикулярны Π' – аксонометрия называется ортогональной (прямоугольной), а также расположены под углом, не равным 90° , – косоугольная аксонометрия.

2. От наклона осей координат к аксонометрической плоскости.

Здесь возможны три случая: когда все три оси координат составляют с аксонометрической плоскостью проекций некоторые острые углы (равные и неравные) и когда одна или две оси ей параллельны.

В первом случае применяется только прямоугольное проецирование ($s \perp \Pi'$), во втором и третьем – только косоугольное проецирование ($s \perp \Pi'$).

Если оси координат O_x , O_y , O_z не параллельны аксонометрической плоскости проекций Π' , то они будут проецироваться на нее не в натуральную величину.

Рассмотрим ортогональный чертеж точки A и ее аксонометрическое изображение (рис. 2.3).

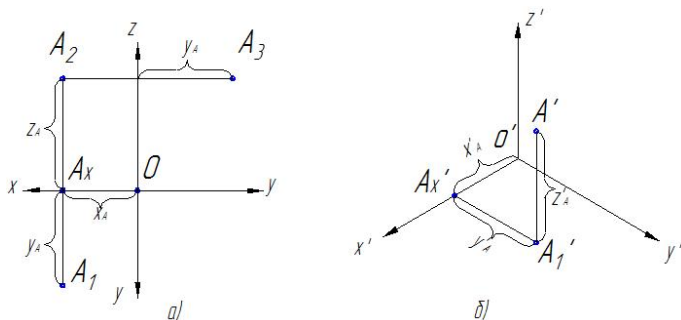


Рис. 2.3

Положение точки определяют три координаты – x_A , y_A , z_A , полученные путем измерения звеньев натуральной ломаной $OA_x - A_xA_y - A_yA_z$.

На рис. 2.3:

A' – главная аксонометрическая проекция точки A ;

A_1' – вторичная проекция точки A (проекция проекции точки).

Коэффициентами искажения по осям x' , y' и z' будут:

$$k_x = \frac{[O'A'_x]}{[OA_x]}, \quad k_y = \frac{[A'_xA'_1]}{[A_xA_y]}, \quad k_z = \frac{[A'_1A']}{[A_yA_z]}.$$

В ортогональной аксонометрии эти показатели равны косинусам углов наклона осей координат к аксонометрической плоскости, следовательно, они всегда меньше единицы.

Коэффициенты искажения по осям в ортогональной аксонометрии связывает формула

$$k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = 2. \quad (2.2)$$

В **косоугольной аксонометрии** показатели искажения связаны формулой

$$k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = 2 + \operatorname{ctg}^2 \alpha, \quad (2.3)$$

где α – угол наклона проецирующих лучей к аксонометрической плоскости.

Любой из коэффициентов может быть меньше, равен или больше единицы. Обе формулы – вывод из теоремы Польке.

Теорема Польке: аксонометрические оси на плоскости чертежа (Π') и масштабы на них могут быть выбраны совершенно произвольно. Следовательно, аксонометрическая система ($O'x'y'z'$) в общем случае определяется пятью независимыми параметрами: тремя аксонометрическими масштабами и двумя углами между аксонометрическими осями.

Углы наклона натуральных осей координат к аксонометрической плоскости проекций и направление проецирования могут быть выбраны произвольно, следовательно, возможно множество видов ортогональных и косоугольных аксонометрий.

Их разделяют на три группы:

1. Все три показателя искажения равны ($k_x = k_y = k_z$). Этот вид аксонометрии называют **изометрией**.

$$3k^2 = 2; k = \sqrt{\frac{2}{3}} \approx 0,82 - \text{теоретический коэффициент искажения.}$$

Согласно ГОСТ 2.317–2011 можно пользоваться $k = 1$ – приведенным коэффициентом искажения.

2. Два каких-либо показателя равны (например, $k_x = k_y \neq k_z$). Этот вид аксонометрии называется **диметрией**. Теоретические коэффициенты искажения:

$$k_x = k_z; k_y = 1/2k_x;$$
$$k_x^2 + k_z^2 + k_y^2/4 = 2;$$

$$k_x = \sqrt{\frac{8}{9}} \approx 0,94;$$

$$k_x = 0,94;$$

$$k_y = 0,47;$$

$$k_z = 0,94.$$

Согласно ГОСТ 2.317–2011 коэффициенты искажения могут быть приведенными: $k_x = 1$; $k_y = 0,5$; $k_z = 1$.

3. Все три показателя различны ($k_x \neq k_y \neq k_z$). Этот вид аксонометрии называют **триметрией**.

На практике применяют несколько видов как прямоугольной, так и косоугольной стандартной аксонометрии с наиболее простыми соотношениями между показателями искажений.

2.2. Виды стандартных аксонометрических проекций

Из стандартных аксонометрических проекций согласно ГОСТ 2.317–2011 рассмотрим ортогональные изометрию и диметрию, а также косоугольную диметрию как наиболее часто применяющиеся.

2.2.1. Прямоугольная изометрия

В изометрии все оси наклонены к аксонометрической плоскости под одним и тем же углом, следовательно, угол между осями (120°) и коэффициенты искажения будут одинаковыми. Выбираем масштаб $1 : 0,82 = 1,22$. Тогда $M 1,22:1$.

Для удобства построения пользуются приведенными коэффициентами, поэтому на всех осях и линиях, им параллельных, откладываются натуральные размеры. Изображения становятся больше, но на наглядности это не отражается.

Выбор вида аксонометрии зависит от формы изображаемой детали. Проще всего строить прямоугольную изометрию, поэтому такие изображения встречаются чаще. Однако при изображении деталей, включающих четырехгранные призмы и пирамиды, их наглядность уменьшается. В этих случаях лучше выполнять прямоугольную диметрию.

Косоугольную диметрию следует выбирать для деталей, имеющих большую длину при небольшой высоте и ширине (типа вала), а также когда одна из сторон детали содержит наибольшее число важных особенностей.

В аксонометрических проекциях сохраняются все свойства параллельных проекций.

Рассмотрим построение плоской фигуры $ABCDE$.

Прежде всего построим оси в аксонометрии. На рис. 2.4 представлено два способа построения аксонометрических осей в изометрии. На рис. 2.4, *a* показано построение осей при помощи циркуля, а на рис. 2.4, *б* – построение при помощи равных отрезков.

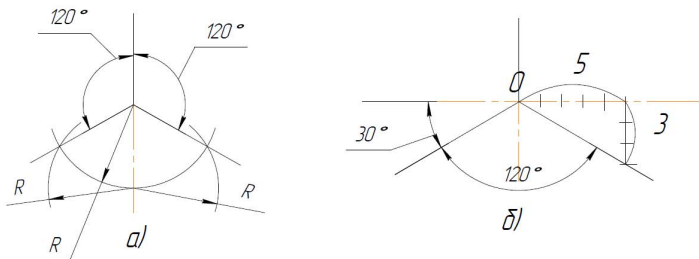


Рис. 2.4

Далее рассмотрим построение плоской фигуры $ABCDE$ на плоском чертеже (рис. 2.5, *a*) и в аксонометрии (рис. 2.5, *б*).

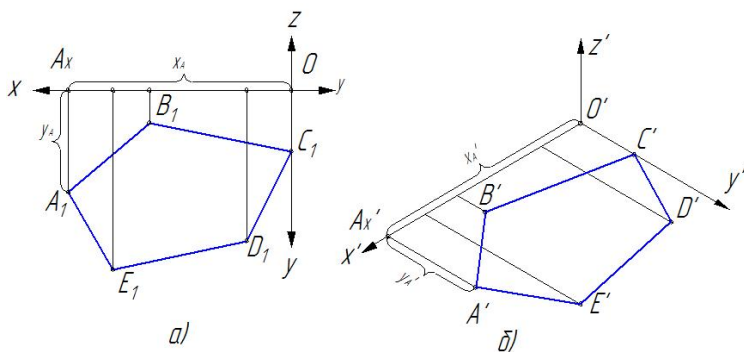


Рис. 2.5

Фигура $ABCDE$ лежит в горизонтальной плоскости проекций, которая ограничена осями Ox и Oy (рис. 2.5, *a*). Строим эту фигуру в аксонометрии (рис. 2.5, *б*).

Рассмотрим построение точки A . Точка, лежащая в горизонтальной плоскости, имеет две координаты – x и y . Замеряем на ортогональном чертеже величину OA_x и откладываем на оси x' , получим

точку A'_x . $A_x A_1$ параллельна оси y , значит из точки A'_x проводим прямую, параллельную оси y' , и откладываем на ней координату y_A . Полученная точка A' и будет аксонометрической проекцией точки A .

Аналогично строятся все остальные точки. Точка C лежит на оси Oy , следовательно, имеет только одну координату.

На рис. 2.6 задана пятигранная пирамида, у которой основанием является этот же пятиугольник $ABCDE$. Чтобы получилась пирамида, необходимо достроить точку S , которая является ее вершиной.

Точка S — точка пространства, поэтому имеет три координаты — x_S , y_S и z_S . Сначала строится вторичная проекция $S(S_1)$, а затем все три размера переносятся с ортогонального чертежа. Соединив S' с A' , B' , C' , D' и E' , получим аксонометрическое изображение объемной фигуры — пирамиды.

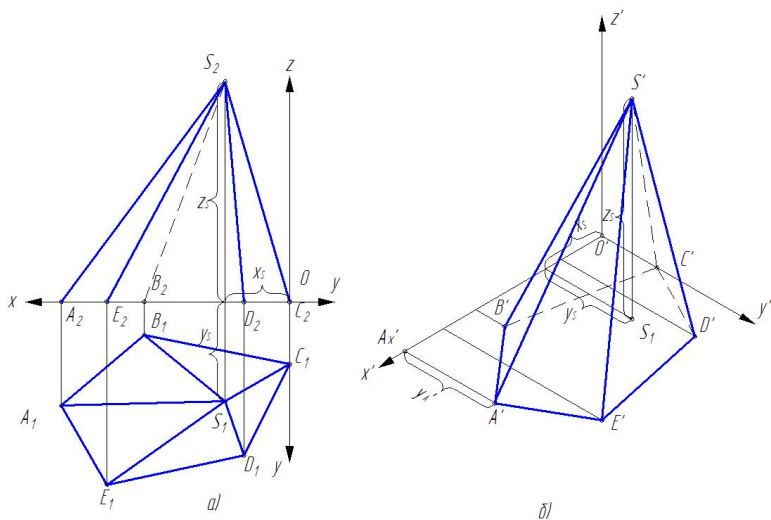


Рис. 2.6

Рассмотрим построение окружности в прямоугольной изометрии.

Окружности проецируются на плоскость проекций в натуральную величину, когда они параллельны этой плоскости. А так как все плоскости наклонены к аксонометрической плоскости, то окружности, лежащие на них, будут проецироваться на эту плоскость в виде эллипсов. Во всех видах аксонометрий эллипсы можно заменить овалами.

При изображении овалов необходимо, прежде всего, обратить внимание на построение большой и малой оси. Начинают построение с определения положения малой оси, а большая ось всегда ей перпендикулярна.

Существует правило: направление малой оси совпадает с осью, не существующей в этой плоскости, а большая ей перпендикулярна (рис. 2.7).

Большая ось эллипса перпендикулярна той координатной оси, которая отсутствует в плоскости окружности. Большая ось эллипса равна $1,22d_{\text{окр}}$; малая ось эллипса равна $0,71d_{\text{окр}}$.

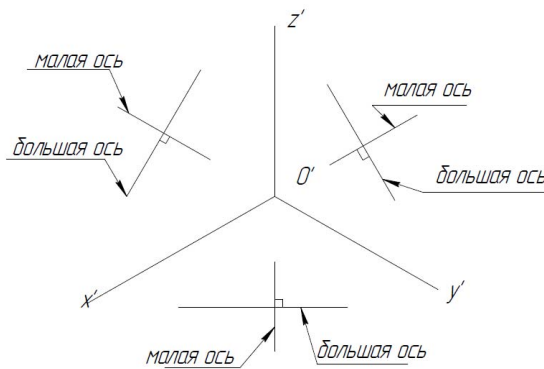


Рис. 2.7

На рис. 2.8 в плоскости окружности отсутствует ось z , поэтому большая ось эллипса перпендикулярна оси z' .

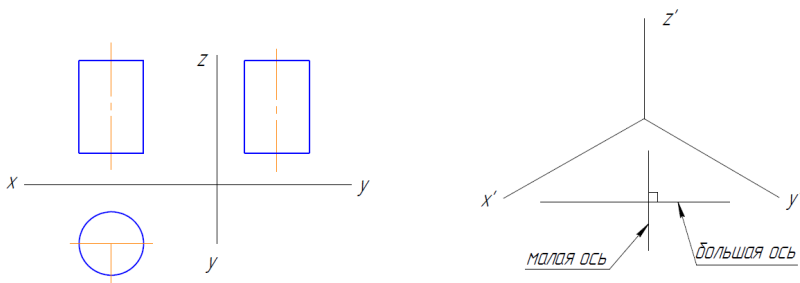


Рис. 2.8

На рис. 2.9 в плоскости окружности отсутствует ось x , поэтому большая ось эллипса перпендикулярна оси x' .

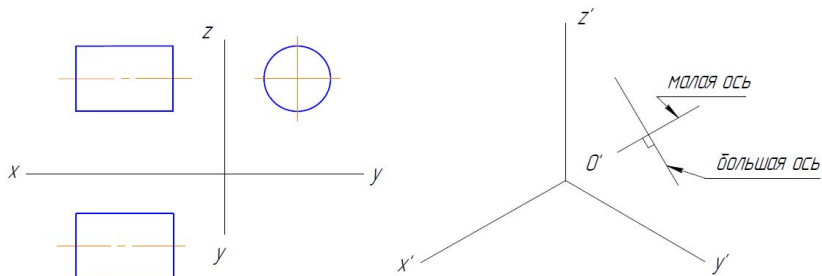


Рис. 2.9

Рассмотрим построение овала в одной из плоскостей, например в горизонтальной плоскости xu (рис. 2.10).

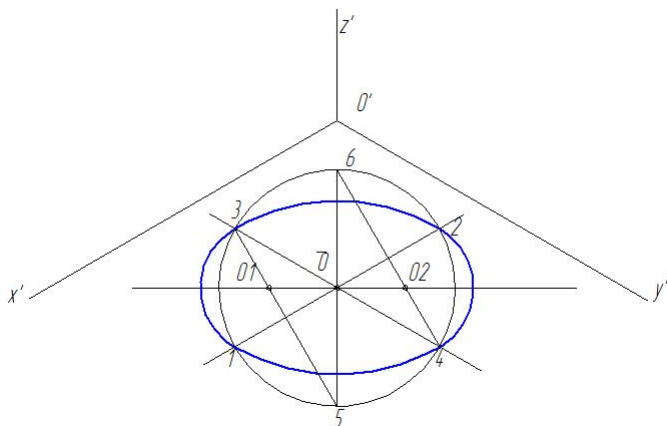


Рис. 2.10

1. Определяем положение малой и большой осей.
2. Через точку пересечения малой и большой осей проводим линии, параллельные осям x' и y' .
3. На этих линиях, а также на малой оси из центра радиусом, равным радиусу заданной окружности, откладываем точки 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6.
4. Соединяем точки 3 и 5, 4 и 6 и отмечаем точки пересечения их с большой осью эллипса ($O1$ и $O2$).
5. Из точки 5, радиусом $5-3$, и из точки 6, радиусом $6-4$, проводим дуги между точками 3 и 2 и точками 4 и 1.

6. Радиусом $O1-3$ проводим дугу, соединяющую точки 3 и 1 , и радиусом $O2-4$ – точки 2 и 4 . Аналогично строятся овалы в других плоскостях (рис. 2.11).

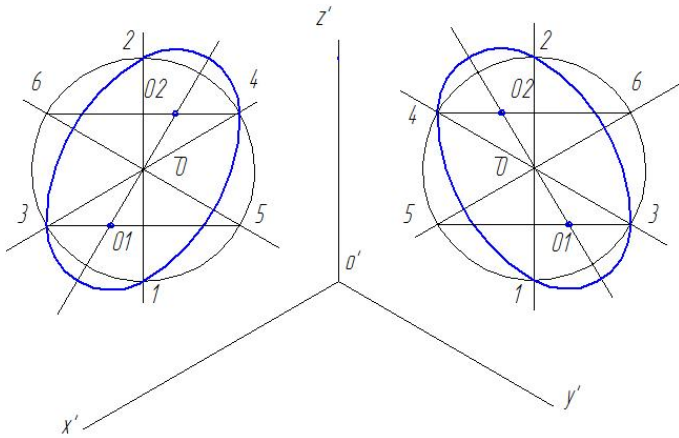


Рис. 2.11

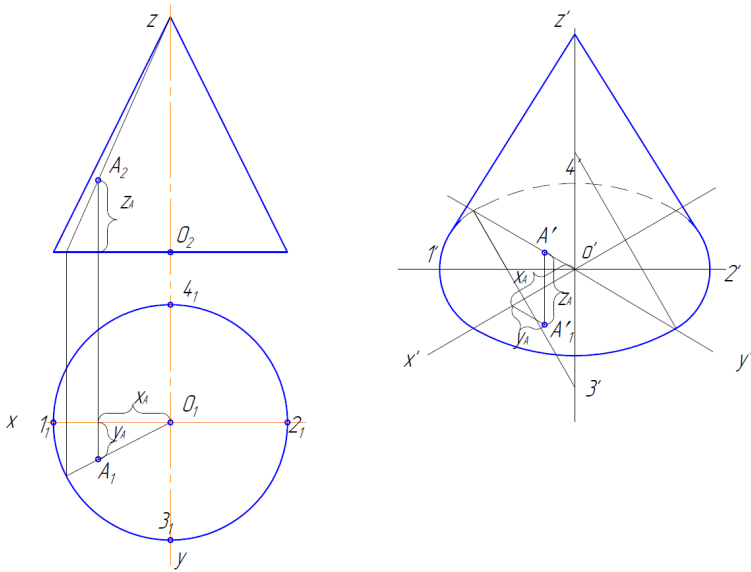


Рис. 2.12

Далее рассмотрим пример построения аксонометрии конуса вращения (рис. 2.12). Для простоты построения наглядного изображения поверхности ось z может совпадать с высотой поверхности, а оси x и y – с осями горизонтальной проекции.

Чтобы построить точку A , принадлежащую поверхности, необходимо отложить три ее координаты – x_A , y_A и z_A .

Точка на поверхности цилиндра и других поверхностях строится аналогично (рис. 2.13). Большая ось овала перпендикулярна оси y' .

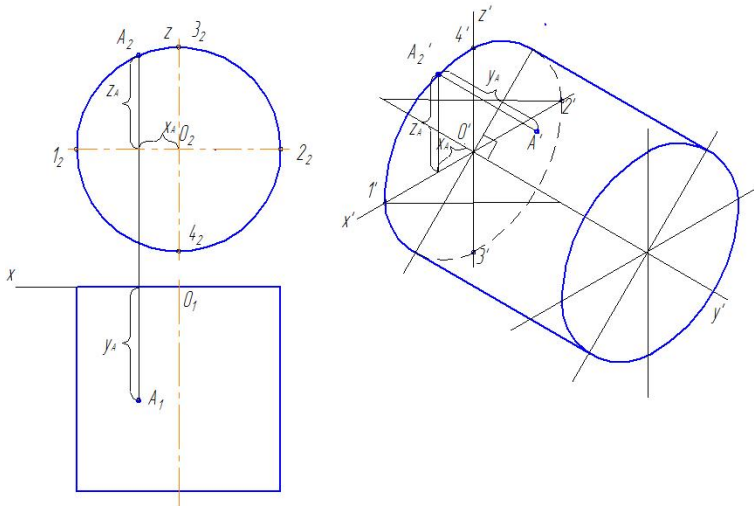


Рис. 2.13

При построении аксонометрии детали, ограниченной несколькими поверхностями, следует придерживаться следующей последовательности.

Вариант 1

1. Деталь мысленно разбивается на элементарные геометрические фигуры.
2. Вычерчивается аксонометрия каждой поверхности, линии построения сохраняются.
3. Строится вырез 1/4 детали, чтобы показать внутреннюю конфигурацию детали.
4. Наносится штриховка по ГОСТ 2.317–2011.

Вариант 2

1. Строится вторичная проекция детали на плоскости проекций Π_1' .
2. Откладываются высоты всех точек.
3. Строится вырез 1/4 части детали.
4. Наносится штриховка.

Рассмотрим пример построения аксонометрии детали, внешний контур которой состоит из нескольких призм, а внутри детали цилиндрические отверстия разных диаметров.

Для данной детали более удобным для построения будет вариант 1 (рис. 2.14).

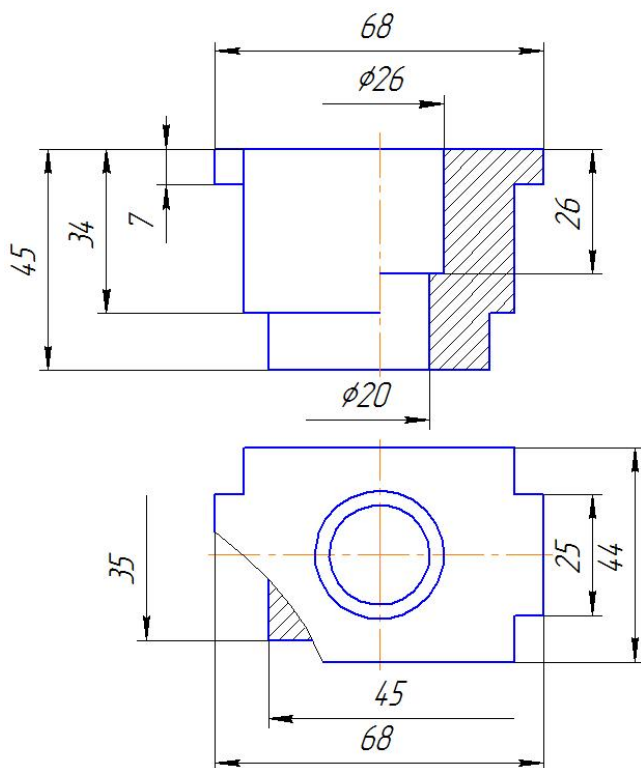


Рис. 2.14

Выполнение наглядного изображения в прямоугольной изометрии включает следующие этапы:

1. Деталь вписывается в поверхность четырехгранной призмы, размеры которой равны габаритным размерам детали. Эта поверхность называется обертывающей.

Выполняется изометрическое изображение этой поверхности. Обертывающая поверхность строится по габаритным размерам (рис. 2.15).

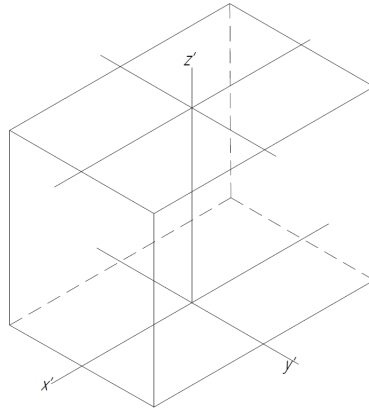


Рис. 2.15

2. Из этой поверхности вырезаются выступы, расположенные на верхней части детали по оси x , и строится призма высотой 34 мм, одним из оснований которой является верхняя плоскость обертывающей поверхности (рис. 2.16).

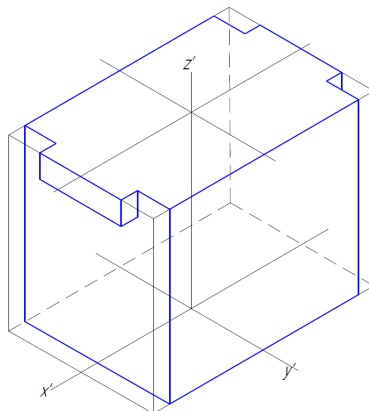


Рис. 2.16

3. Из оставшейся призмы вырезается нижняя призма с основаниями 45×35 и высотой 11 мм (рис. 2.17).

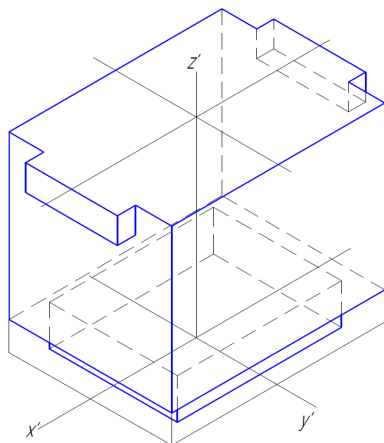


Рис. 2.17

4. Строятся два цилиндрических отверстия, оси которых лежат на оси z . Верхнее основание большого цилиндра лежит на верхнем основании детали, второе — ниже на 26 мм. Нижнее основание большого цилиндра и верхнее основание малого лежат в одной плоскости. Нижнее основание малого цилиндра строится на нижнем основании детали (рис. 2.18).

5. Выполняется вырез $1/4$ части детали, чтобы выявить ее внутреннюю форму. Он выполняется двумя взаимно перпендикулярными плоскостями (по осям x и y) (рис. 2.19).

6. Выполняется обводка сечений и всей оставшейся части детали, а вырезанная часть убирается. Невидимые линии стираются, а сечения заштриховываются (рис. 2.20, *a*). Плотность штриховки должна быть такой же, как на ортогональном чертеже. Направление штриховых линий показано на рис. 2.20, *б* в соответствии с ГОСТ 2.317–2011.

Линиями штриховки будут линии, параллельные диагоналям квадратов, лежащих в каждой координатной плоскости, стороны которых параллельны аксонометрическим осям.

7. Существует особенность штриховки ребра жесткости в аксонометрии. По правилам ГОСТ 2.305–2008 в продольном разрезе ребро жесткости на ортогональном чертеже не заштриховывается, а в аксонометрии заштриховывается. На рис. 2.21 показан пример штриховки ребра жесткости.

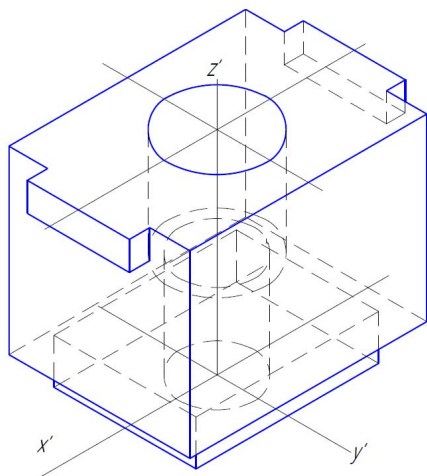


Рис. 2.18

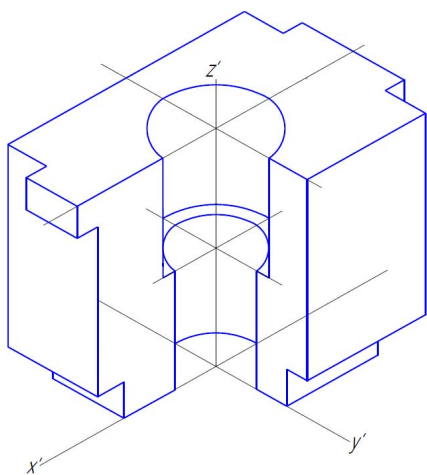


Рис. 2.19

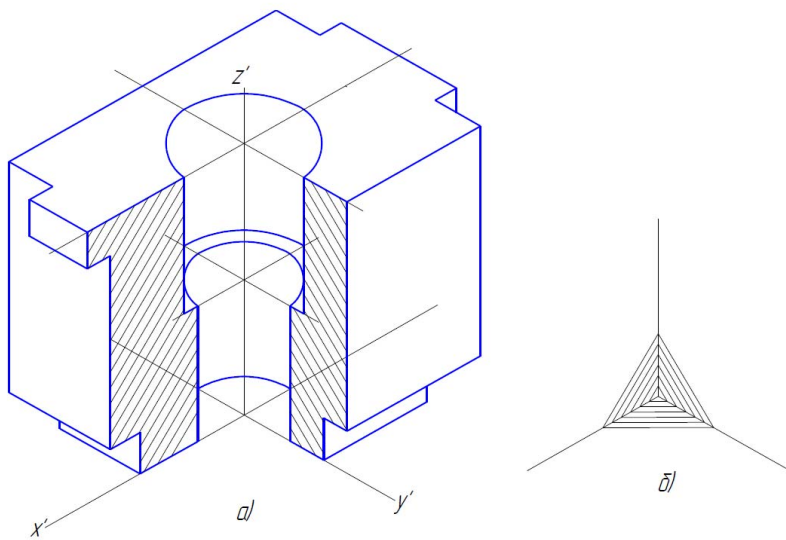


Рис. 2.20

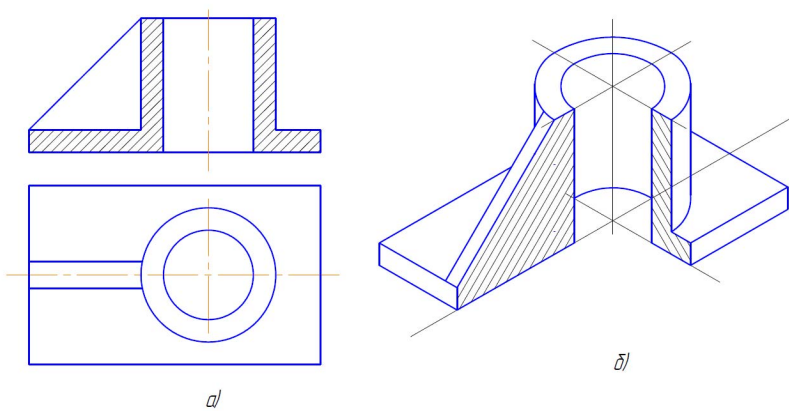


Рис. 2.21

2.2.2. Прямоугольная диметрия

Прямоугольную диметрическую проекцию можно получить путем поворота и наклона координатных осей относительно Π' так, чтобы показатели искажения по осям x' и z' приняли равное значение, а по оси y' – вдвое меньшее. Показатели искажения k_x и k_z будут равны 0,94, а $k_y = 0,47$.

На практике пользуются приведенными показателями, т. е. по осям x' и z' откладывают натуральные размеры, а по оси y' – в 2 раза меньше натуральных.

Ось z' располагают вертикально, ось x' – под углом $7^\circ 10'$ к горизонтальной линии, а ось y' – под углом $41^\circ 25'$ к этой же линии (рис. 2.22).

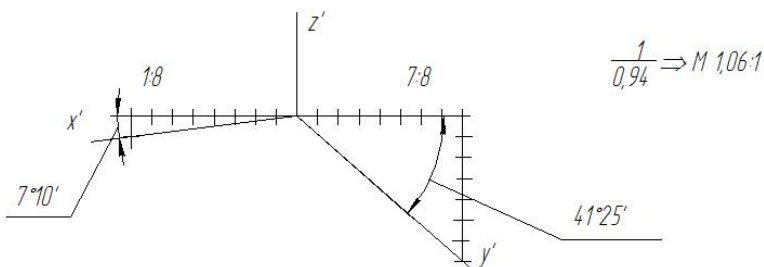


Рис. 2.22

Проще всего построить ось x' , отложив на горизонтальной линии 8 равных частей и вниз по вертикальной линии 1 такую же часть.

Чтобы построить ось y' под углом $41^\circ 25'$, необходимо на горизонтальной линии отложить 8 частей, а на вертикальной – 7 таких же частей (рис. 2.22).

На рис. 2.23 изображена усеченная четырехугольная пирамида. Чтобы построение ее в аксонометрии было проще, ось z должна совпадать с высотой, тогда вершины основания $ABCD$ будут лежать на осях x и y (A и $C \in x$, B и $D \in y$). Координаты x и z откладываются в натуральную величину. Полученные точки $1'$ и $3'$ соединяются с точками A' и C' .

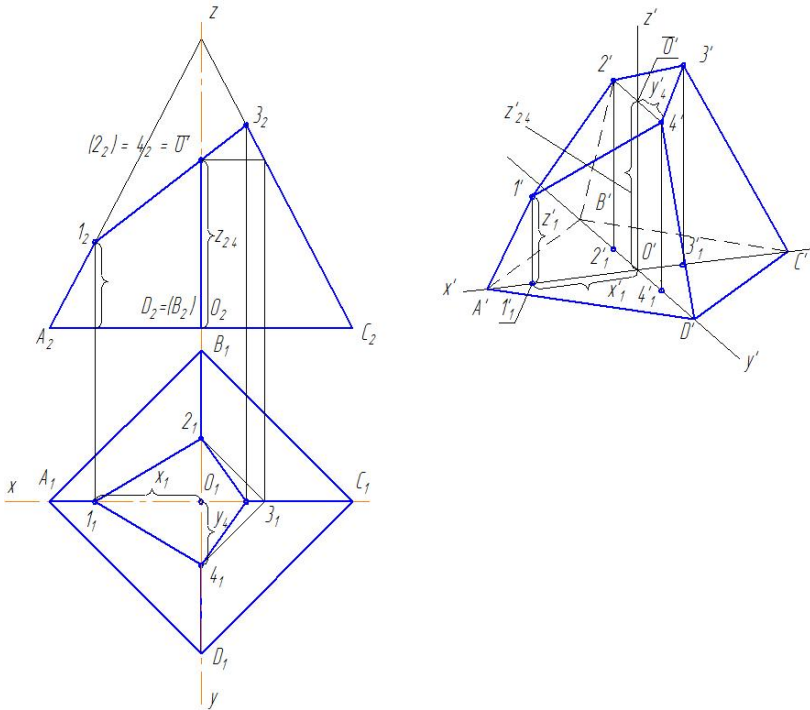


Рис. 2.23

Так как высота у точек 2 и 4 одинаковая, то координата z откладывается на оси z' . Через полученную точку $\overline{O'}$ проводится линия, параллельная оси y , на которой по обе стороны от точки $\overline{O'}$ откладывается расстояние O_1A_1 , уменьшенное в два раза. Полученные точки $2'$ и $4'$ соединяются с точками B' и D' .

Рассмотрим построение окружности в прямоугольной диметрии.

Окружности, лежащие на плоскостях координат в прямоугольной диметрии, так же как и в изометрии, будут изображаться в виде эллипсов. Эллипсы, расположенные на плоскостях между осями x' и y' , y' и z' , в приведенной диметрии будут иметь большую ось, равную $1,06d$, а малую — $0,35d$, а в плоскости между осями x' и z' — большую ось $1,06d$, а малую — $0,95d$ (рис. 2.24).

Эллипсы заменяются четырехцентровыми овалами, как в изометрии.

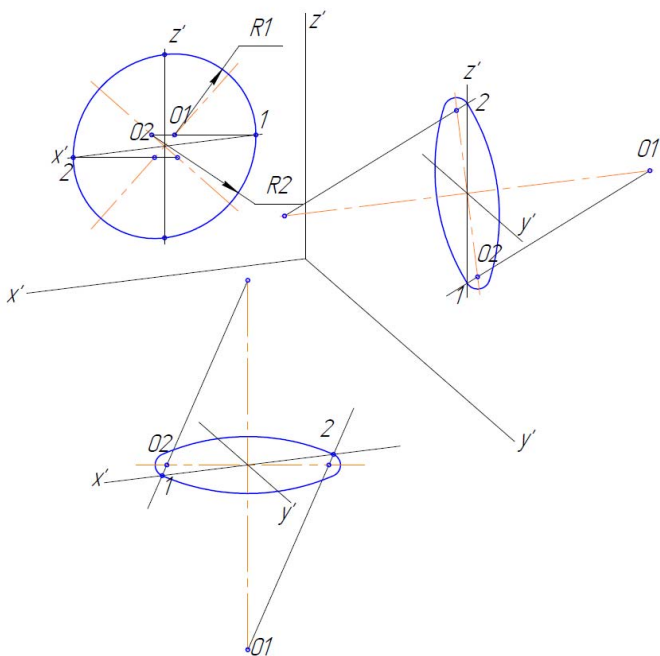


Рис. 2.24

2.2.3. Косоугольная фронтальная диметрия

Если расположить координатные оси x и z параллельно плоскости P' , то показатели искажения по этим осям станут равным единице ($k_x = k_z = 1$). Показатель искажения по оси y обычно принимают равным 0,5. Аксонометрические оси x' и z' составят прямой угол, ось y' обычно проводят как биссектрису этого угла. Ось x' может быть направлена как вправо от оси z' , так и влево (рис. 2.25).

Предпочтительно пользоваться правой системой как более удобной для изображения предметов в рассеченном виде. В этом виде аксонометрии хорошо изображать детали, имеющие форму цилиндра или конуса.

На рис. 2.26 изображена деталь, имеющая цилиндрическую форму. Для удобства изображения этой детали в аксонометрии ось y необходимо совместить с осью вращения поверхностей цилиндров. Тогда все окружности будут изображаться в натуральную величину, а длина каждой поверхности будет уменьшаться в два раза (рис. 2.27).

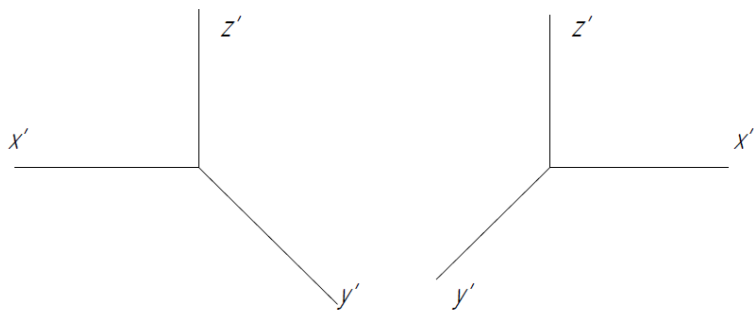


Рис. 2.25

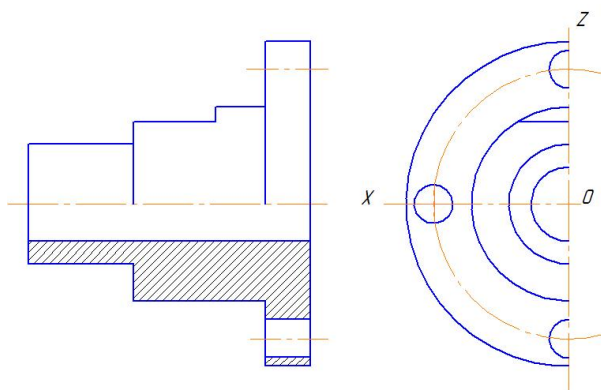
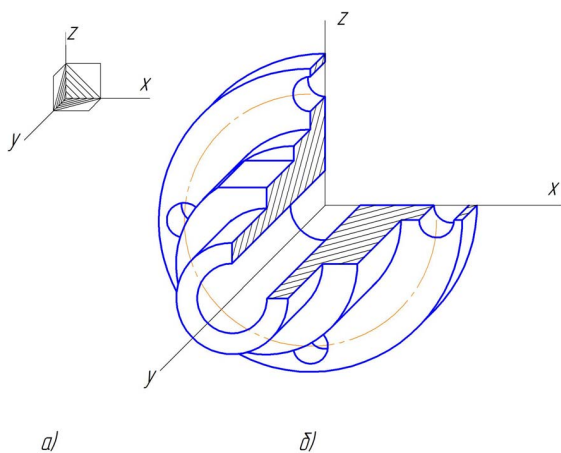


Рис. 2.26



a/

b/

Рис. 2.27

Выводы по главе 2

Для улучшения наглядности изображений предметов на плоскостях проекций применяется аксонометрическое проецирование. Сущность метода параллельного аксонометрического проецирования заключается в том, что предмет относят к некоторой системе координат и затем проецируют параллельными лучами на аксонометрическую (картинную) плоскость вместе с координатной системой. При этом отрезки осей проецируются с искажением. Коэффициентом искажения называется отношение длины проекции отрезка оси на картине к его истинной длине.

В зависимости от отношения коэффициентов искажения аксонометрические проекции могут быть изометрическими (все коэффициенты равны), диметрическими (два коэффициента из трех равны), триметрическими (все коэффициенты разные).

Аксонометрические проекции различаются также и по тому углу φ , который образуется проецирующим лучом с плоскостью проекций. Если $\varphi \neq 90^\circ$, то аксонометрическая проекция называется косоугольной, а если $\varphi = 90^\circ$ – прямоугольной.

ГОСТ 2.317–2011 рекомендует к применению на чертежах 5 видов аксонометрии: две прямоугольных (изометрию и диметрию) и три косоугольных (фронтальную и горизонтальную изометрии и фронтальную диметрию). Подробно рассмотрены три стандартных проекции: прямоугольная изометрия, прямоугольная диметрия и косоугольная фронтальная диметрия.

Переход от ортогональных проекций предмета к аксонометрическому изображению рекомендуется осуществлять в следующей последовательности:

1. На ортогональном чертеже размечают оси прямоугольной системы координат, к которой и относят данный предмет. Оси ориентируют так, чтобы они допускали удобное измерение координат точек предмета.

2. Строят аксонометрические оси с таким расчетом, чтобы обеспечить наилучшую наглядность изображения и видимость тех или иных точек предмета.

3. По одной из ортогональных проекций предмета выполняют чертеж вторичной проекции.

4. Создают аксонометрическое изображение, для наглядности делают вырез четверти.

Вопросы для самоконтроля

1. Сформулируйте сущность аксонометрического проецирования.
2. Чем отличаются аксонометрические проекции от ортогональных?
3. Какие установлены виды аксонометрических проекций?
4. Назовите стандартные аксонометрии.
5. С какой целью вводят приведенные коэффициенты искажения?
6. Каковы особенности построения окружностей в прямоугольной изометрии?
7. Каковы правила нанесения штриховки в аксонометрических разрезах?
8. Назовите принцип образования аксонометрических проекций деталей.
9. Каковы особенности построения детали в прямоугольной изометрии?
10. Каковы особенности построения детали в прямоугольной диметрии?
11. Каковы особенности построения детали в косоугольной фронтальной диметрии?

Глава 3. ПОСТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ. НАКЛОННЫЕ СЕЧЕНИЯ

Для того чтобы построить линии пересечения поверхностей, необходимо уметь строить не только поверхности, но и точки, расположенные на них. В этой главе рассматриваются наиболее часто встречающиеся поверхности.

3.1. Призма

Задана трехгранная призма (рис. 3.1), усеченная фронтально-проецирующей плоскостью (2 ГПЗ, 1 алгоритм). $\Sigma \cap A = m(1-2-3-4)$.

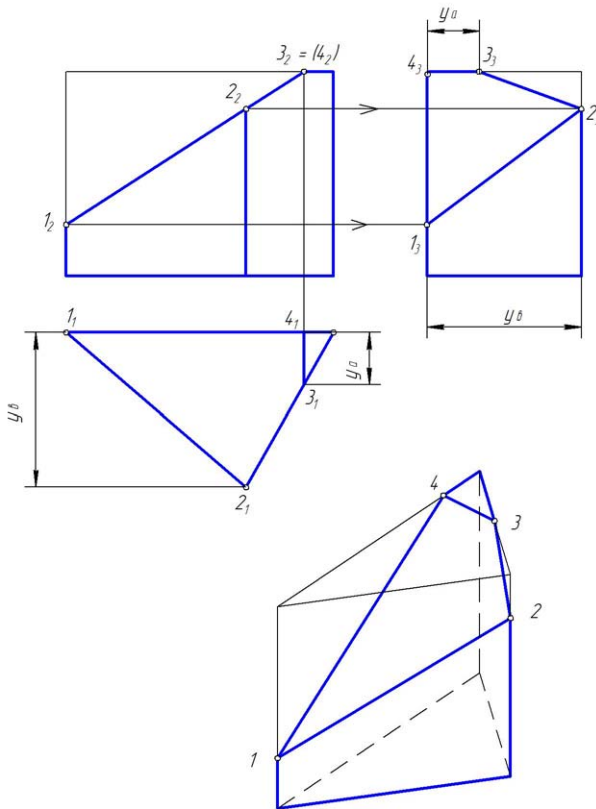


Рис. 3.1

Так как пирамида – проецирующая относительно Π_1 , то горизонтальная проекция линии пересечения уже присутствует на чертеже, она совпадает с главной проекцией заданной пирамиды.

Секущая плоскость – проецирующая относительно Π_2 , значит фронтальная проекция линии пересечения на чертеже совпадает с фронтальной проекцией этой плоскости.

Профильная проекция линии пересечения строится по двум заданным проекциям.

3.2. Пирамида

Задана усеченная трехгранная пирамида $\Phi(S, ABC)$ (рис. 3.2).

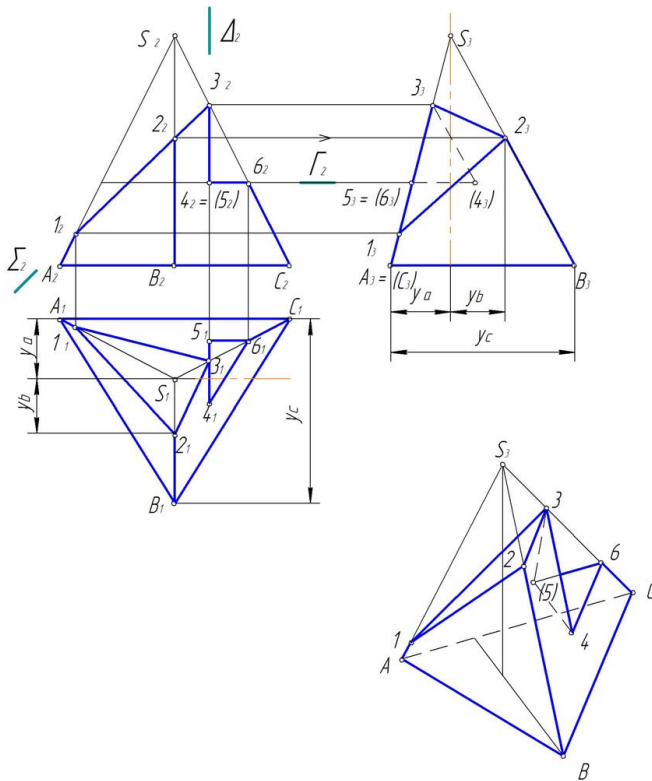


Рис. 3.2

Данная пирамида Φ пересекается плоскостями Σ , Δ и Γ .

2 ГПЗ, 2 алгоритм

$$\Phi \cap \Sigma = 1-2-3$$

$$\Sigma \perp \Pi_2 \Rightarrow \Sigma_2 = 1_2-2_2-3_2$$

$1_1-2_1-3_1$ и $1_3-2_3-3_3$ строятся по принадлежности к поверхности Φ .

$$\Phi \cap \Delta = 3-4-5$$

$$\Delta \perp \Pi_2 \Rightarrow \Delta_2 = 3_2-4_2-5_2$$

$3_1-4_1-5_1$ и $3_3-4_3-5_3$ строятся по принадлежности к поверхности Φ .

$$\Phi \cap \Gamma = 4-5-6$$

$$\Gamma \perp \Pi_2 \Rightarrow \Gamma_2 = 4_2-5_2-6_2$$

$4_1-5_1-6_1$ и $4_3-5_3-6_3$ строятся по принадлежности к поверхности Φ .

Телами вращения называют геометрические фигуры, ограниченные поверхностями вращения (шар, эллипсоид вращения, кольцо) или поверхностью вращения и одной или несколькими плоскостями (конус вращения, цилиндр вращения и т. д.). Изображения на плоскостях проекций, параллельных оси вращения, ограничены очерковыми линиями. Эти очерковые линии являются границей видимой и невидимой части геометрических тел. Поэтому при построении проекций линий, принадлежащих поверхностям вращения, необходимо строить точки, расположенные на очерках.

3.3. Цилиндр вращения

Если ось вращения перпендикулярна Π_1 , то на эту плоскость цилиндр будет проецироваться в виде окружности, а на две другие плоскости проекций – в виде прямоугольников, ширина которых равна диаметру этой окружности. Такой цилиндр является проецирующим на Π_1 .

Если ось вращения перпендикулярна Π_2 , то на Π_2 он будет проецироваться в виде окружности, а на Π_1 и Π_3 – в виде прямоугольников.

Аналогичное рассуждение при положении оси вращения, перпендикулярной Π_3 (рис. 3.3).

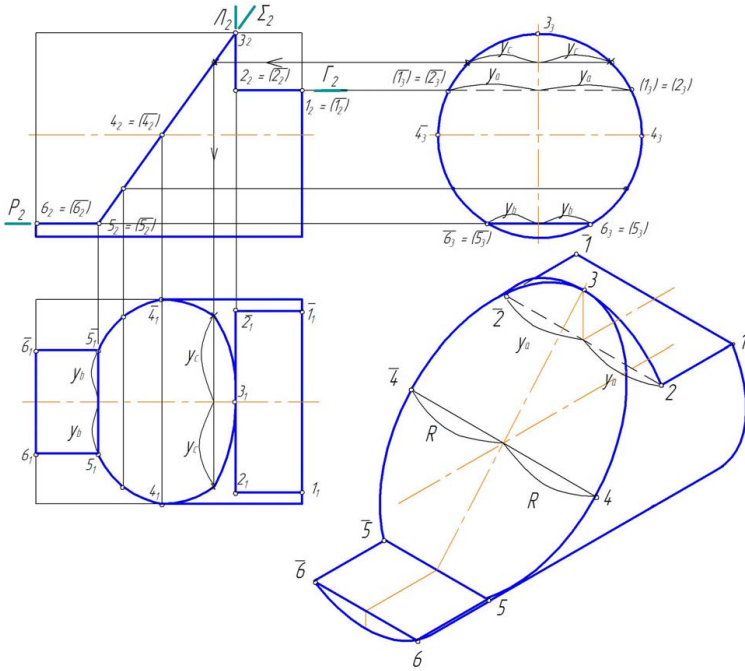


Рис. 3.3

Цилиндр Φ пересекается с плоскостями P , Σ , Λ и Γ (рис. 3.3).

2 ГПЗ, 1 алгоритм

$$\Phi \perp \Pi_3$$

$$P, \Sigma, \Lambda, \Gamma \perp \Pi_2$$

$$\Phi \cap P = a(6-5 \text{ и } \bar{5}-\bar{6}) \bar{5}_3 = \bar{6}_3$$

$$\Phi \perp \Pi_3 \Rightarrow \Phi_3 = a_3(6_3 = 5_3 \text{ и } \bar{5}_3 = \bar{6}_3)$$

a_2 и a_1 строятся по принадлежности к поверхности Φ .

$$\Phi \cap \Sigma = b(5-4-3-\bar{4}-\bar{5})$$

$$\Phi \cap \Sigma = c(2-3-\bar{2})$$

$$\Phi \cap \Gamma = d(1-2 \text{ и } \bar{2}-\bar{1}).$$

Рассуждения аналогичны предыдущему.

Задачи на рис. 3.4–3.6 решаются аналогично задаче на рис. 3.3, так как цилиндр – профильно-проецирующий, а отверстия – поверхности, проецирующие относительно Π_1 , – 2 ГПЗ, 1 алгоритм.

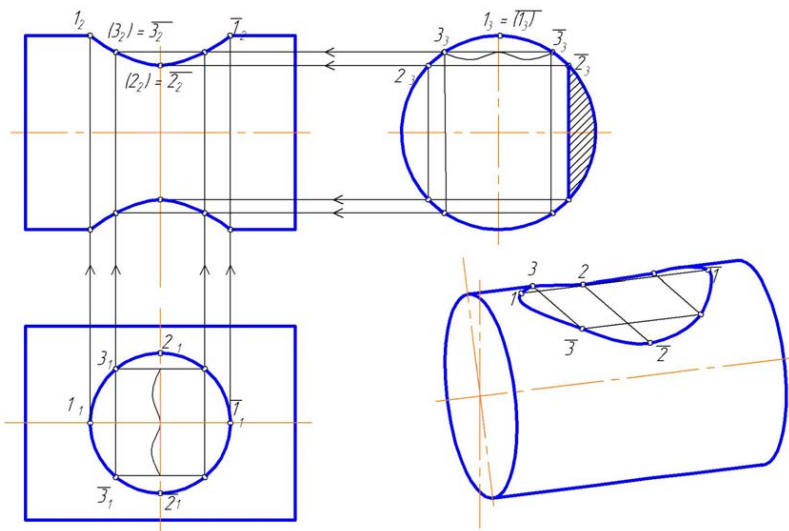


Рис. 3.4

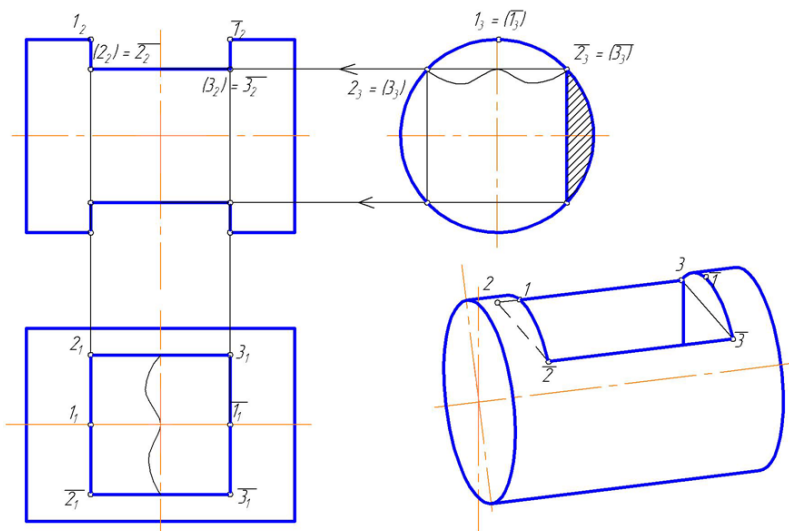


Рис. 3.5

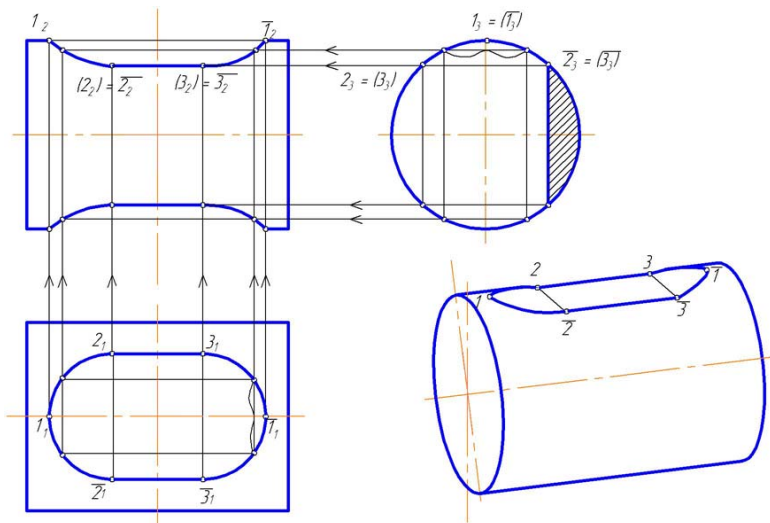


Рис. 3.6

Если оба цилиндра имеют одинаковые диаметры (рис. 3.7), то линиями пересечения их будут два эллипса (по теореме Монжа). Если оси вращения этих цилиндров лежат в плоскости, параллельной одной из плоскостей проекций, то на эту плоскость эллипсы будут проецироваться в виде пересекающихся отрезков прямых.

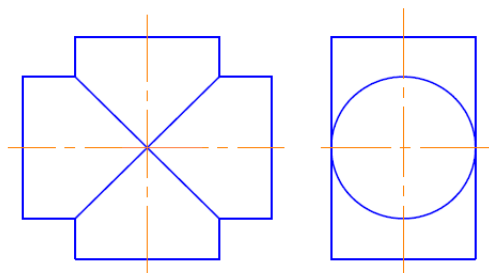


Рис. 3.7

3.4. Конус вращения

Задачи на рис. 3.8–3.12 (2 ГПЗ) решаются по 2 алгоритму, так как поверхность конуса не может быть проецирующей, а секущие плоскости по условию задач – фронтально-проецирующие.

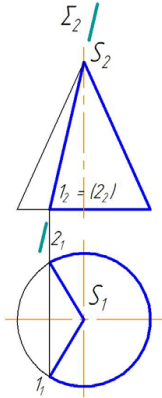


Рис. 3.8

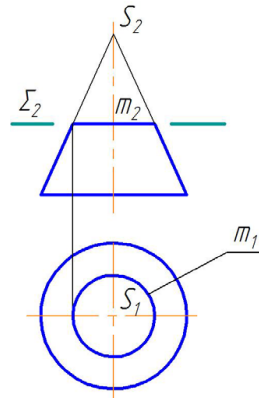
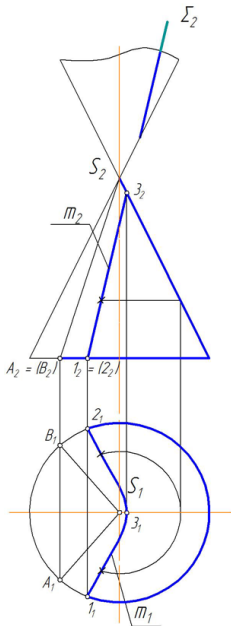
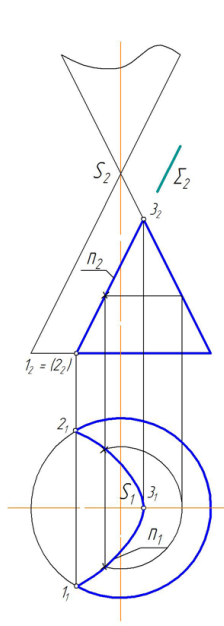


Рис. 3.9



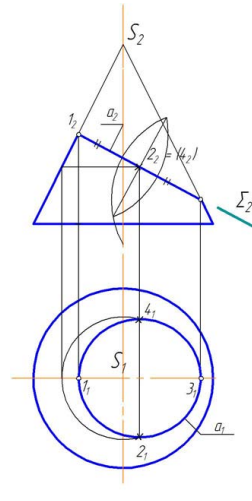
m – гипербола

Рис. 3.10



n – парабола

Рис. 3.11



a – эллипс

Рис. 3.12

На рис. 3.13 изображен конус вращения (тело), пересеченный двумя фронтально-проецирующими плоскостями Γ и Λ . Линии пересечения строят по 2 алгоритму.

На рис. 3.14 поверхность конуса вращения пересекается с поверхностью профильно-проецирующего цилиндра. 2 ГПЗ, 2 алгоритм решения, то есть профильная проекция линии пересечения присутствует на чертеже, она совпадает с профильной проекцией цилиндра. Две другие проекции линии пересечения строят по принадлежности конусу вращения.

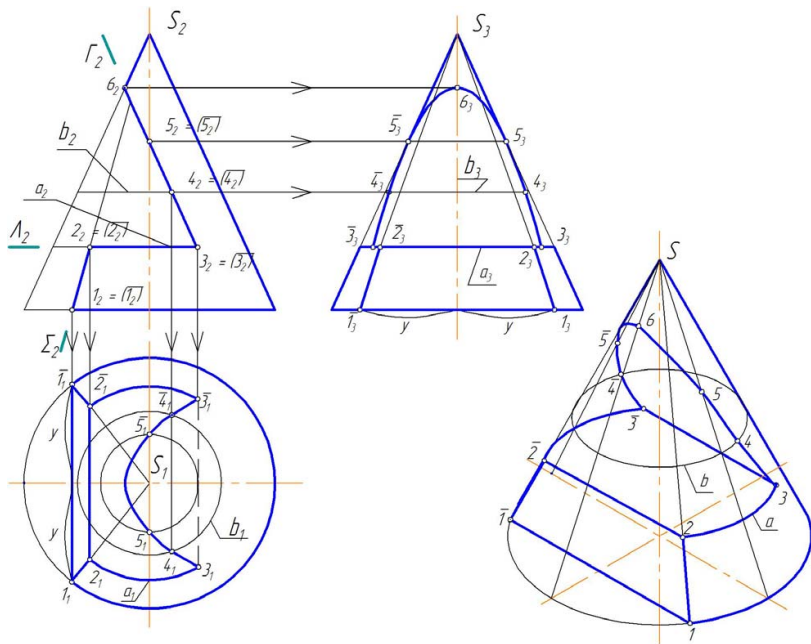


Рис. 3.13

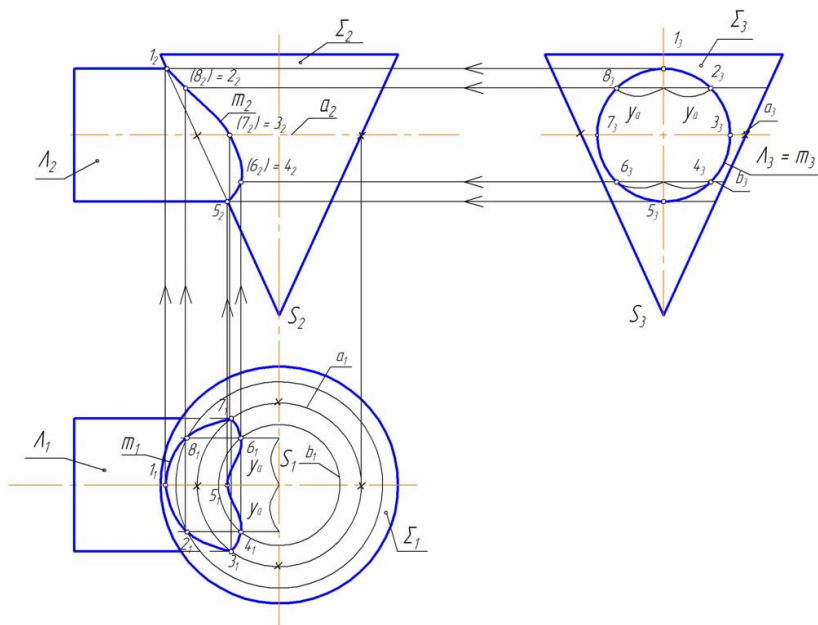


Рис. 3.14

3.5. Сфера

Поверхность сферы пересекается с плоскостью и с поверхностями вращения по окружностям. Если эти окружности параллельны плоскостям проекций, то они проецируются на них в окружности натуральной величины, а если не параллельны, то в виде эллипсов.

Если оси вращения поверхностей пересекаются и параллельны одной из плоскостей проекций, то на эту плоскость все линии пересечения (окружности) проецируются в виде отрезков прямых.

На рис. 3.15 Σ – сфера, Γ – плоскость, Λ – цилиндр, Φ – усеченный конус.

Рассмотрим алгоритм построения линий пересечения:

$\Sigma \cap \Gamma = a$ – окружность;

$\Sigma \cap \Lambda = b$ – окружность;

$\Sigma \cap \Phi = c$ – окружность.

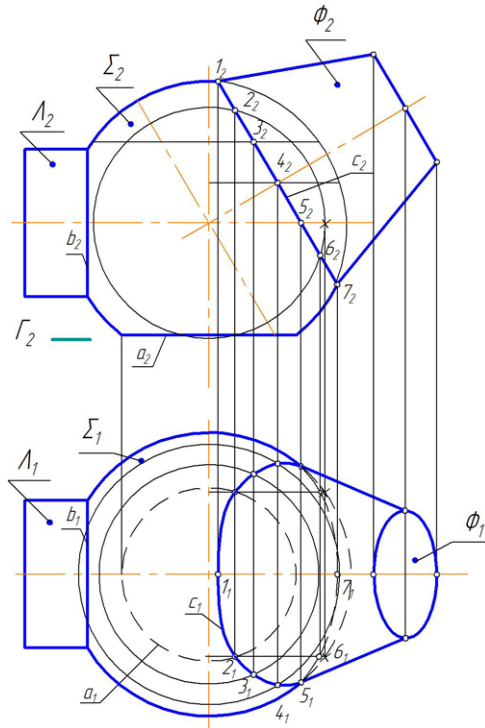


Рис. 3.15

Так как оси вращения всех пересекающихся поверхностей параллельны Π_2 , то все линии пересечения — окружности на Π_2 проецируются в отрезки прямых.

На Π_1 : окружность a проецируется в истинную величину, так как параллельна Π_1 ; окружность b проецируется в отрезок прямой, так как параллельна Π_3 ; окружность c проецируется в виде эллипса, который строится по принадлежности сфере.

Сначала строят точки 1 , 7 и 4 , которые определяют малую и большую оси эллипса. Затем строят точку 5 , расположенную на экваторе сферы.

Для остальных точек (произвольных) проводят окружности-параллели на поверхности сферы, по принадлежности им определяются горизонтальные проекции точек, лежащих на них.

3.6. Примеры выполнения заданий

Рассмотрим примеры построения чертежей деталей.

Пример 1. Построить три вида детали с необходимыми разрезами и нанести размеры.

Условие задачи показано на рис. 3.16. Решение представлено на рис. 3.17–3.19.

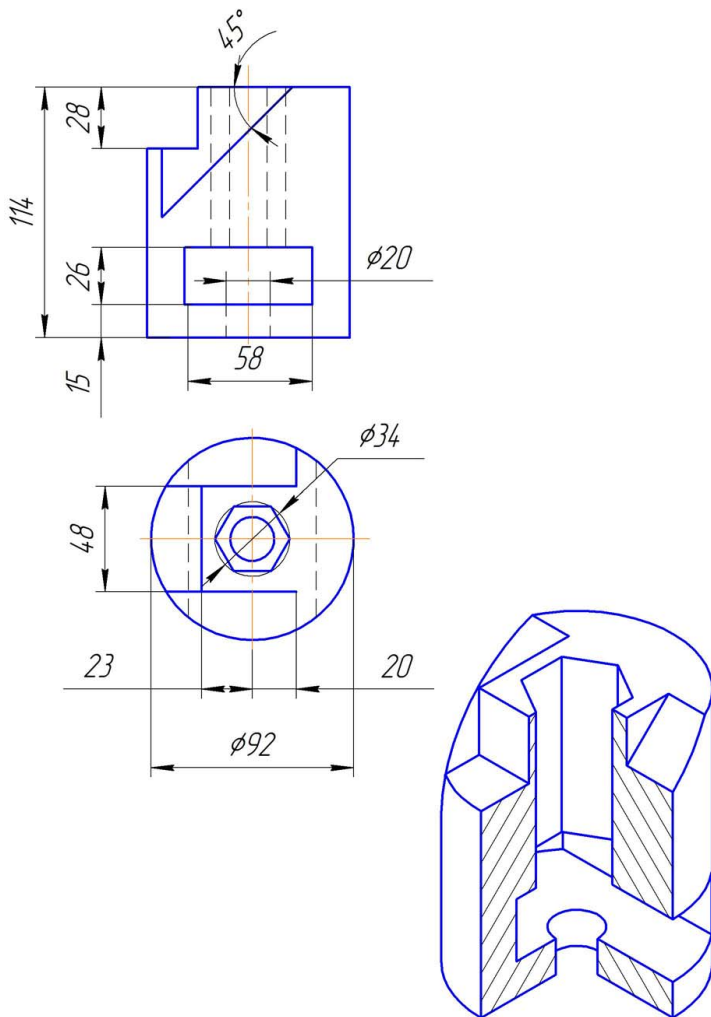


Рис. 3.16

Задания 4, 1 этап

1 этап

1 По размерам выполнить главный вид и вид сверху. По двум видам
построить вид слева.

2 Построить линии пересечения *a* и *b*.

Имя	№ инст.	№ вкл.	Подв.	Дата	Дата						Масштаб	1:1			Лист	Листов
Фамилия					Лист										Лист	Листов
Курс					Лист										Лист	Листов
Семестр					Лист										Лист	Листов
№					Лист										Лист	Листов

Аспирант

Формат А3

Рис. 3.17

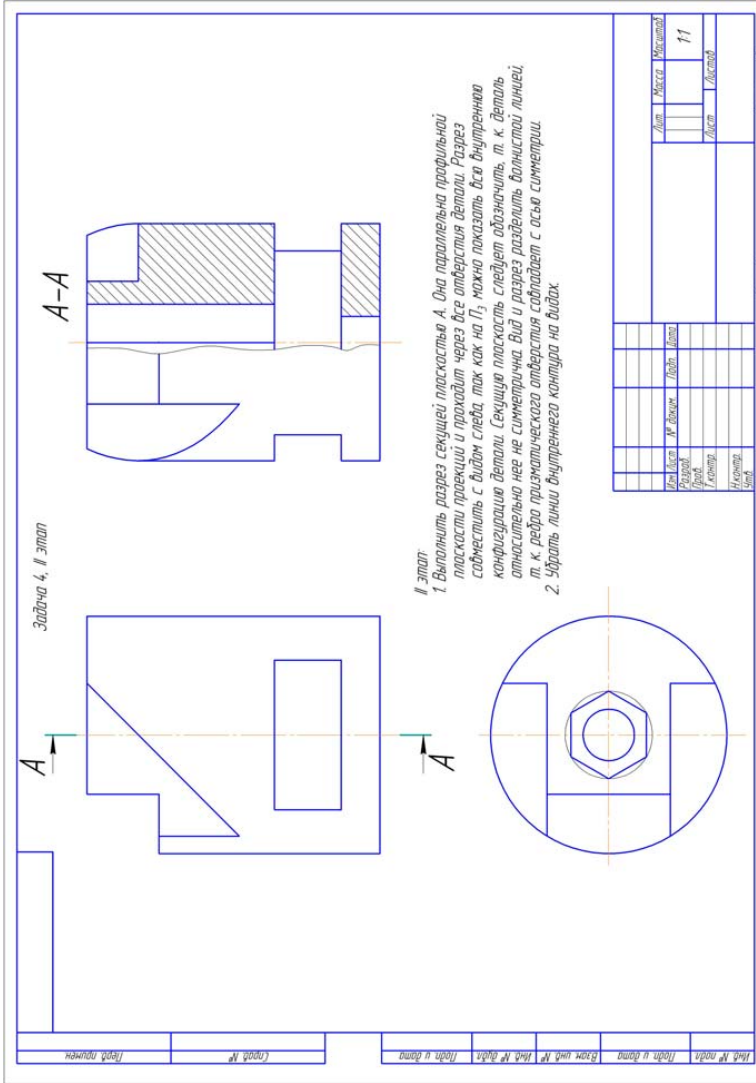


Рис. 3.18

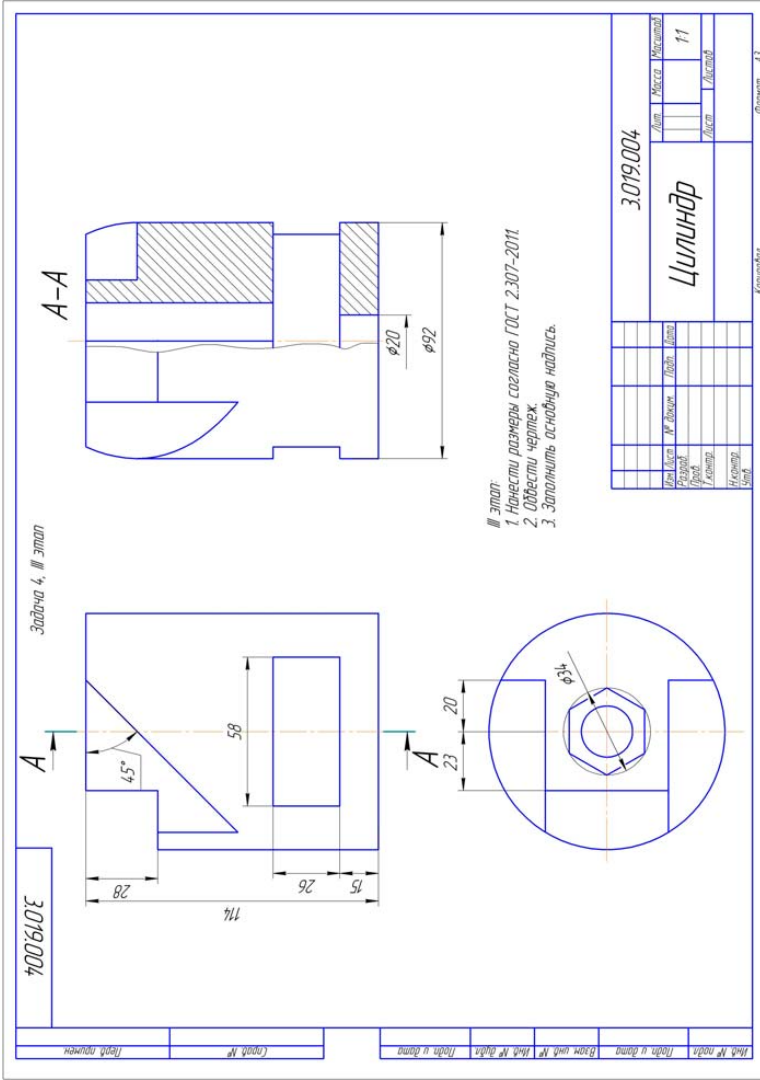


Рис. 3.19

Пример 2. Построить три вида детали и выполнить необходимые разрезы.

Условие задачи показано на рис. 3.20. Решение представлено на рис. 3.21–3.23.

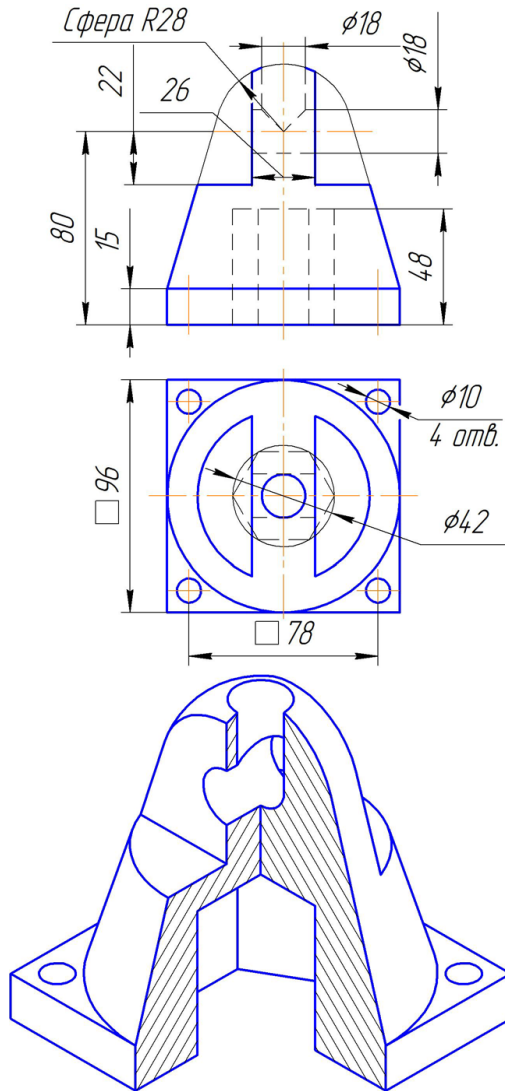


Рис. 3.20

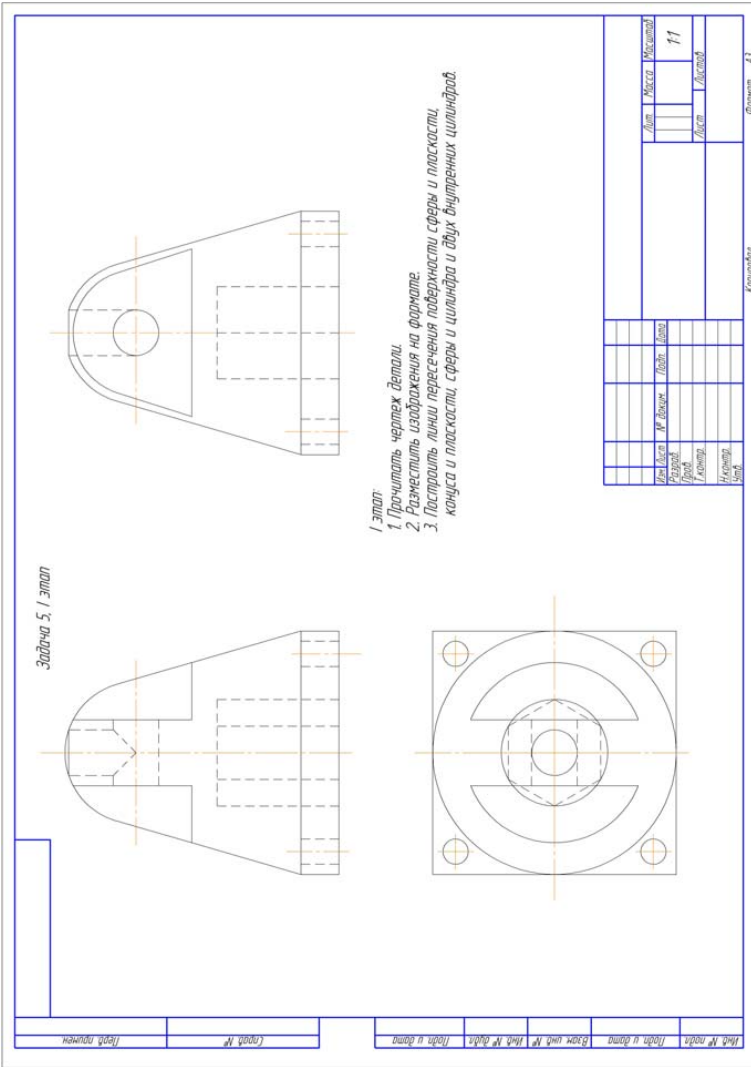


Рис. 3.21

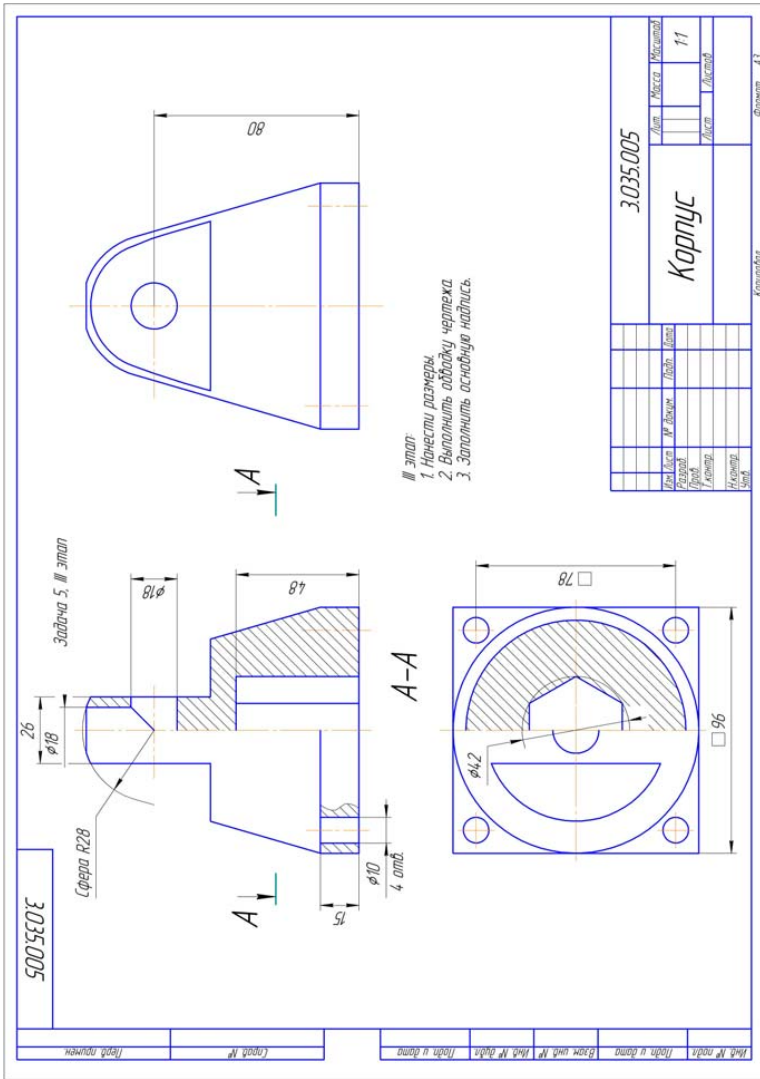


Рис. 3.23

3.7. Построение наклонных сечений

При выполнении чертежей деталей машин часто применяют наклонные сечения.

При решении таких задач необходимо установить, как должна быть расположена секущая плоскость и какие поверхности участвуют в сечении. Рассмотрим примеры.

Дана четырехгранная пирамида, которая рассекается наклонной фронтально-проецирующей плоскостью $A-A$ (рис. 3.24). Сечением будет четырехугольник.

Сначала строим проекции сечения на Π_1 и на Π_2 . Фронтальная проекция совпадает с проекцией плоскости, а горизонтальную проекцию четырехугольника строим по принадлежности пирамиде.

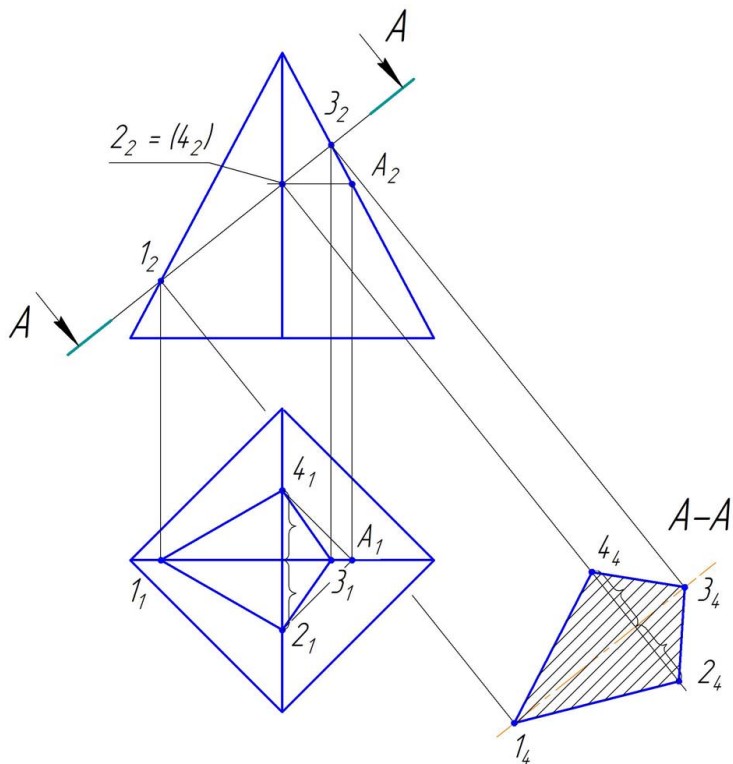


Рис. 3.24

Затем строим натуральную величину сечения. Для этого вводится дополнительная плоскость проекций Π_4 , параллельная заданной секущей плоскости $A-A$, на нее проецируем четырехугольник, а затем совмещаем его с плоскостью чертежа. Это четвертая основная задача преобразования комплексного чертежа.

Построение истинной величины сечения выполняется в следующей последовательности:

1. На свободном месте чертежа проводим осевую линию, параллельную плоскости $A-A$.
2. Из точек пересечения ребер пирамиды с плоскостью проводим проецирующие лучи перпендикулярно секущей плоскости. Точки 1 и 3 будут лежать на линии, расположенной перпендикулярно осевой.
3. Расстояние между точками 2 и 4 переносим с горизонтальной проекции.
4. Соединяем полученные точки сечения.

Аналогично строится истинная величина сечения поверхности конуса плоскостью – эллипс (рис. 3.25).

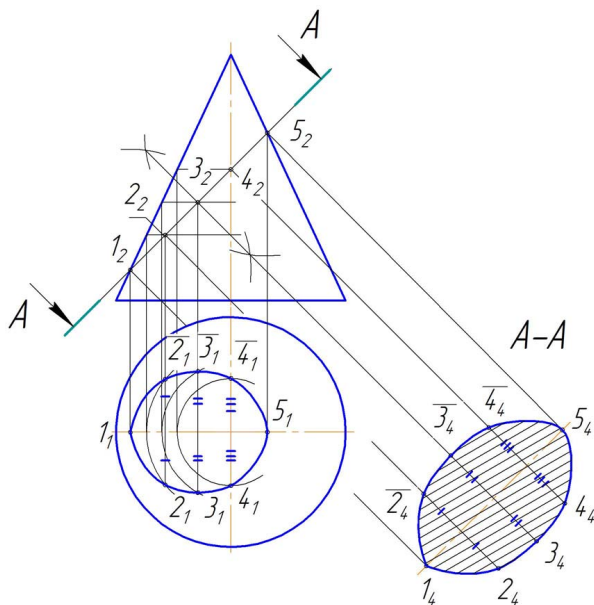


Рис. 3.25

Расстояние между точками 1 и 5 – большая ось эллипса. Малую ось эллипса необходимо строить путем деления большой оси пополам (3–3). Расстояние между точками 2–2, 3–3, 4–4 переносится с горизонтальной проекции.

Рассмотрим пример, включающий многогранные поверхности и поверхности вращения (рис. 3.26).

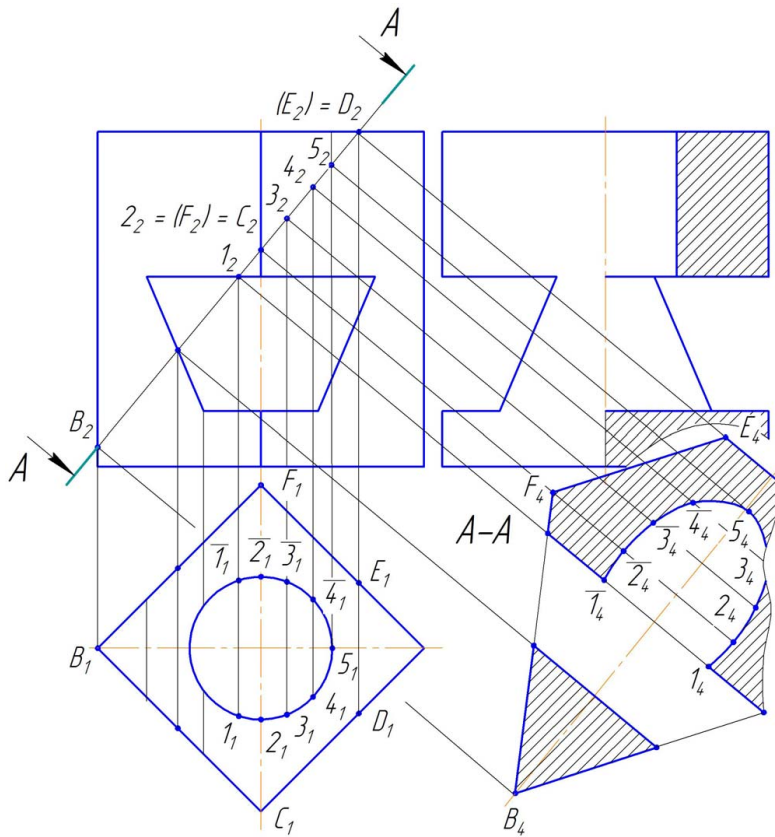


Рис. 3.26

Задана четырехгранная призма. В ней расположены два отверстия: призматическое, расположенное горизонтально, и цилиндрическое, ось которого совпадает с высотой призмы.

Секущая плоскость фронтально-проецирующая, поэтому фронтальная проекция сечения совпадает с проекцией этой плоскости.

Четырехгранная призма – проецирующая на горизонтальную плоскость проекций, следовательно, горизонтальная проекция сечения совпадает с горизонтальной проекцией призмы.

Натуральную величину сечения строим на плоскости, параллельной секущей плоскости $A-A$ (рис. 3.26).

Последовательность выполнения наклонного сечения:

1. Проводится ось сечения, параллельно секущей плоскости, на свободном поле чертежа.
2. Строится сечение наружной призмы: длина его переносится с фронтальной проекции, а расстояние между точками – с горизонтальной.
3. Строится сечение цилиндра – часть эллипса. Сначала строятся характерные точки, определяющие длину малой и большой осей ($5_4, 2_4-2_4$), и точки, ограничивающие эллипс (1_4-1_4), затем дополнительные точки (4_4-4_4 и 3_4-3_4).
4. Строится сечение призматического отверстия.
5. Наносится штриховка под углом 45° к основной надписи, если она не совпадает с линиями контура, а если совпадает, то угол штриховки может быть 30° или 60° . Плотность штриховки на сечении такая же, как на ортогональном чертеже.

Наклонное сечение можно поворачивать. При этом обозначение сопровождается знаком \odot . Также разрешается показать половину фигуры наклонного сечения, если она симметрична. Подобное расположение наклонного сечения показано на рис. 3.27. Обозначения точек при построении наклонного сечения можно не ставить.

На рис. 3.28 дано наглядное изображение заданной фигуры с сечением плоскостью $A-A$.

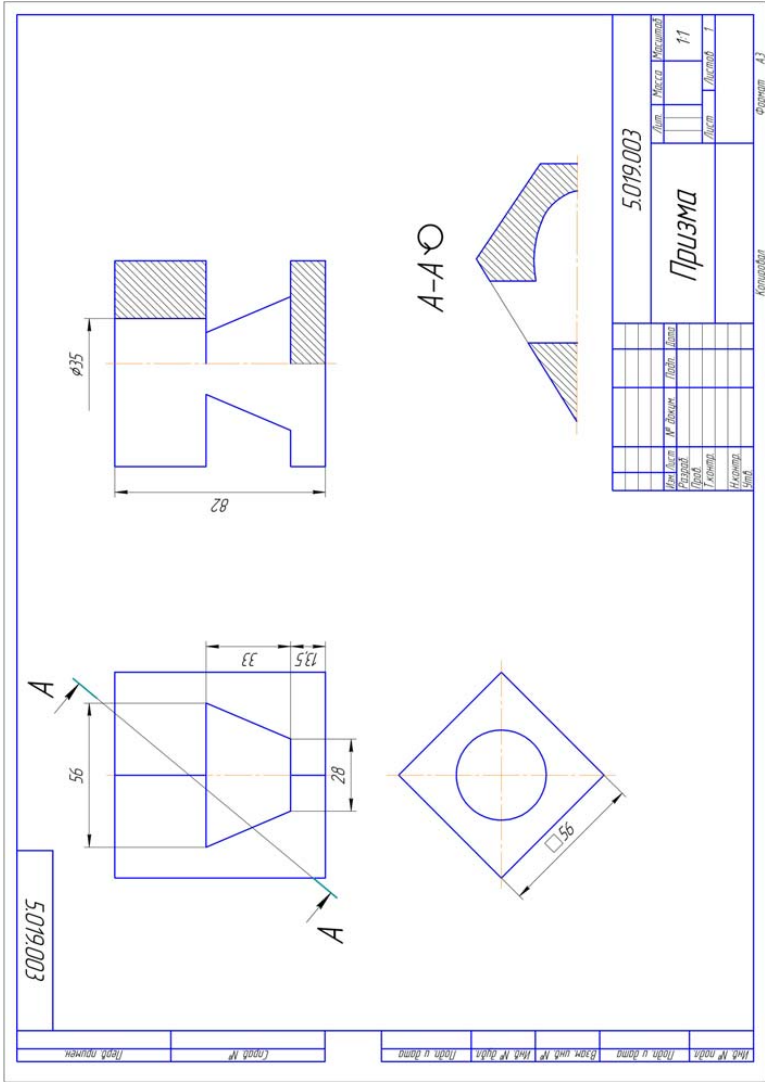


Рис. 3.27

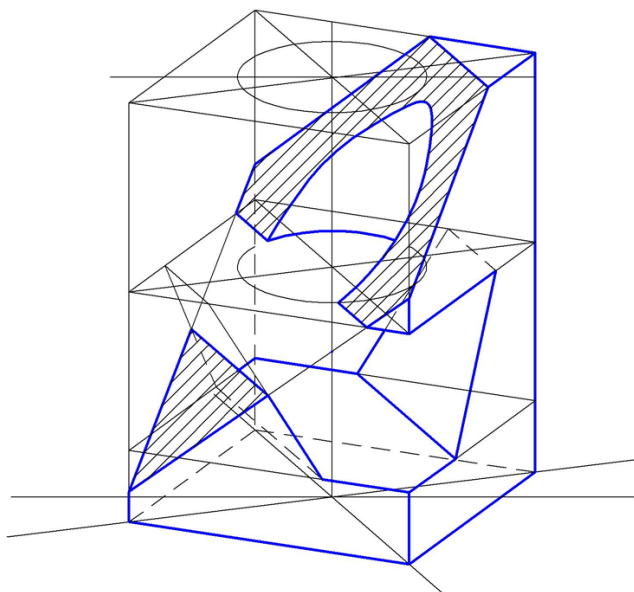


Рис. 3.28

Выводы по главе 3

Чтобы построить проекции сложного геометрического тела, необходимо понимать, из каких геометрических фигур состоит тело и как они пересекаются. Для построения линий пересечения поверхностей требуется умение строить точки на поверхности фигуры. В данной главе рассматриваются особенности построения наиболее часто встречающихся поверхностей (призмы, пирамиды, цилиндра вращения, конуса вращения, сферы), их сечений плоскостью и другими поверхностями и оформления наклонного сечения.

Наклонные сечения часто применяются при выполнении чертежей деталей машин. Для решения задачи построения наклонного сечения необходимо определить положение секущей плоскости и те поверхности, которые участвуют в сечении. Наклонное сечение можно поворачивать, разрешается показывать половину фигуры наклонного сечения, если она симметрична.

Построение чертежей фигур сложной геометрии способствует лучшему пониманию проекционных чертежей.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности построения гранных поверхностей?
2. Что называют телами вращения?
3. Перечислите сечения цилиндра плоскостями.
4. Перечислите сечения конуса плоскостями.
5. Каковы особенности построения сферических сечений?
6. Как образуется наклонное сечение?
7. Укажите область применения наклонных сечений.
8. Каковы основные этапы построения наклонных сечений фигур?
9. Укажите особенности построения наклонных сечений конуса и призмы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Чертеж имеет исключительно большое значение в практической деятельности человека. Единство правил выполнения и оформления чертежей обеспечивает ЕСКД – Единая система конструкторской документации.

ГОСТ 2.305–2008 раскрывает информацию об изображениях детали на чертеже. К изображениям относятся виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Для различных деталей требуется различное количество изображений. Главное, чтобы они были полезными, т. е. минимально необходимыми и достаточными для понимания формы и размеров предмета. Для упрощения стандарты ЕСКД вводят ряд условностей при изображении деталей на чертежах.

В техническом черчении и рисовании широко используются аксонометрические проекции предметов. Они дают наглядность полученным изображениям, обеспечивают хорошее зрительное восприятие предметов. Основные положения получения аксонометрических проекций изложены в ГОСТ 2.317–2011.

Получение чертежей сложных геометрических объектов требует знаний построения пересекающихся фигур и различных сечений. Рассмотренные примеры построения усеченных фигур (призмы, пирамиды, цилиндра вращения, конуса вращения, сферы) и оформления наклонного сечения способствуют пониманию процесса конструирования объектов сложной геометрии.

Изучение правил проекционного черчения, аксонометрического проецирования и построения сечений геометрических тел позволит грамотно составлять и читать чертежи объектов в будущей профессиональной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борисенко, И.Г. Инженерная графика : геометрическое и проекционное черчение : учеб. пособие / И.Г. Борисенко. – 5-е изд., перераб. и доп. – Красноярск : СФУ, 2014. – 200 с. // Электронно-библиотечная система Znanium.com : [сайт]. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=505726#> (дата обращения 23.07.2019).
2. Бурова, Н.М. Начертательная геометрия : курс лекций / Н.М. Бурова. – Москва : МГСУ : ЭБС АСВ, 2014. – 77 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/25721.html> (дата обращения: 23.07.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. ГОСТ 2.305–2008. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изображения – виды, разрезы, сечения : межгосударственный стандарт : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 декабря 2008 г. № 703-ст : дата введения 2009-07-01 / разработан ВНИИНМАШ, АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». – Москва : Стандартинформ, 2009. – 24 с.
4. ГОСТ 2.306–68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 28 мая 1968 г. № 758 : дата введения 1971-01-01 / разработан и введен Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 6 с.
5. ГОСТ 2.307–2011. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Нанесение размеров и предельных отклонений : межгосударственный стандарт : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 августа 2011 г. № 211-ст : дата введения 2012-01-01 / разработан ВНИИНМАШ, АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». – Москва : Стандартинформ, 2012. – 31 с.

6. ГОСТ 2.317–2011. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Аксонометрические проекции : межгосударственный стандарт : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 августа 2011 г. № 211-ст : дата введения 2012-01-01 01 / разработан ВНИИ-ИНМАШ, АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». – Москва : Стандартинформ, 2011. – 10 с.
7. Грачева, С.В. Увлекательная начертательная геометрия : электрон. учебное пособие / С.В. Грачева, И.А. Живоглядова. – Тольятти : ТГУ, 2015. – 260 с.
8. Дергач, В.В. Начертательная геометрия : учебник / В.В. Дергач, И.Г. Борисенко, А.К. Толстихин. – 7-е изд., перераб. и доп. – Красноярск : СФУ, 2014. – 260 с. // Электронно-библиотечная система Znanium.com : [сайт]. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=507398> (дата обращения 23.07.2019).
9. Инженерная графика : учебник / Н.П. Сорокин, Е.Д. Ольшевский, А.Н. Заикина, Е.И. Шибанова. – Изд. 6-е, стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 392 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/74681> (дата обращения: 23.07.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Королев, Ю.И. Инженерная графика : для магистров и бакалавров : учебник для студентов вузов инженерно-техн. специальностей / Ю.И. Королев, С.Ю. Устюжанина. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2015. – 492 с. – (Учебник для вузов) (Стандарт третьего поколения).
11. Леонова, О.Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учеб. пособие / О.Н. Леонова, Л.Н. Королева. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2017. – 73 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/74366.html> (дата обращения: 23.07.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
12. Начертательная геометрия : учеб. пособие / В.В. Корниенко, В.В. Дергач, А.К. Толстихин, И.Г. Борисенко. – Изд. 4-е, испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 192 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) // Электронно-библиотечная

- система «Лань» : [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/12960> (дата обращения: 23.07.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
13. Савенков, М.В. Начертательная геометрия и инженерная графика : учебное пособие. Ч. 2 / М.В. Савенков, С.А. Гришин, Н.Н. Зеленова. – Ростов-на-Дону : Гос. морской ун-т им. Ф.Ф. Ушакова : ИВТ им. Г.Я. Седова, 2016. – 105 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/57351.html> (дата обращения: 23.07.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
 14. Семенова, Н.В. Инженерная графика : учеб. пособие / Н.В. Семенова, Л.В. Баранова. – Екатеринбург : Урал. ун-т, 2014. – 88 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/68241.html> (дата обращения: 23.07.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
 15. Чекмарев, А.А. Инженерная графика : машиностроительное черчение : учебник / А.А. Чекмарев. – Москва : ИНФРА-М, 2018. – 396 с. – (Высшее образование. Бакалавриат) // Электронно-библиотечная система Znanium.com : [сайт]. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=912839> (дата обращения 23.07.2019).
 16. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – 11-е изд., стер. – Москва : ИНФРА-М, 2018. – 494 с. – (Справочники «ИНФРА-М») // Электронно-библиотечная система Znanium.com : [сайт]. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=959243#> (дата обращения 23.07.2019).

ГЛОССАРИЙ

АксонOMETрическая (картинная) плоскость проекций – плоскость, на которой располагается аксонOMETрическое изображение предмета.

АксонOMETрический масштабный отрезок – проекция натурального масштабного отрезка на аксонOMETрическую (картинную) плоскость проекций.

АксонOMETрия – параллельная проекция предмета на картинной плоскости, построенная вместе с проекцией прямоугольных координатных осей, к которым отнесен изображаемый предмет.

Вертикальный разрез – разрез, образованный секущей плоскостью, перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций.

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета, полученное методом ортогонального проецирования.

Вынесенные сечения – сечения, которые располагаются вне контуров изображений, приведенных на чертеже.

Выносной элемент – дополнительное отдельное увеличенное изображение какой-либо части предмета, требующей пояснений в отношении формы и размеров.

Габаритные размеры – наибольшие размеры изделия (высота, ширина, длина).

Главный вид – изображение видимой части поверхности предмета на фронтальной плоскости проекций.

Горизонтальный разрез – разрез, образованный секущей плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекций.

ГОСТ – государственный стандарт; устанавливает единые правила и нормы, в том числе по разработке, оформлению чертежей, схем, текстовых документов.

Диметрия – вид аксонOMETрической проекции, в которой взаимно равны только два показателя (коэффициента) искажения по осям.

Дополнительный вид – изображение видимой части поверхности предмета, получаемое на плоскости, не параллельной ни одной из основных плоскостей проекций.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) – комплекс государственных стандартов, устанавливающий правила и положения о порядке разработки, оформления и обращения конструкторской документации.

Изометрия – вид аксонометрической проекции, в которой все показатели (коэффициенты) искажения по осям равны между собой.

Косоугольная аксонометрия – аксонометрическая проекция, полученная при параллельном проецировании, не перпендикулярном аксонометрической (картинной) плоскости проекций.

Ломаный сложный разрез – разрез, образованный несколькими секущими плоскостями, которые пересекаются между собой.

Масштаб – отношение линейных размеров изображения изделия на чертеже к действительным размерам изделия. Стандартные масштабы установлены ГОСТ 2.302–68.

Местный вид – изображение отдельного ограниченного места наружной поверхности предмета.

Местный разрез – разрез, служащий для выяснения внутреннего устройства предмета лишь в отдельном ограниченном месте.

Наложённые сечения – сечения, которые располагаются непосредственно на видах.

Основная надпись – обязательная таблица на листе чертежа, в графы которой заносятся основные данные как об изделии, отображенном на чертеже, так и о самом чертеже.

Основные виды – виды, получаемые на основных плоскостях проекций: вид спереди (главный), вид сверху, вид слева, вид справа, вид снизу, вид сзади.

Показатель (коэффициент) искажения по осям в аксонометрии – отношение длины аксонометрических масштабных отрезков к длине соответствующих натуральных масштабных отрезков.

Полезные разрезы – разрезы, выбранные по соображениям необходимости и достаточности.

Простые разрезы – разрезы, выполненные одной секущей плоскостью.

Прочитать чертеж – ответить на вопросы о назначении, устройстве, принципе действия изображенного изделия, а также получить представление о взаимном расположении, способе соединения, взаимодействии и форме его деталей.

Прямоугольная аксонометрия – аксонометрическая проекция, полученная при параллельном проецировании, перпендикулярном аксонометрической (картинной) плоскости проекций.

Размер шрифта – номер шрифта, определяется высотой прописных (заглавных) букв.

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывается то, что лежит в секущей плоскости и что расположено за ней.

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета плоскостью. В сечении показывается только то, что лежит в секущей плоскости.

Сложный разрез – разрез, получаемый при помощи нескольких секущих плоскостей.

Сплошная толстая основная линия – предназначена для изображения линий видимого контура, видимых линий перехода.

Ступенчатый сложный разрез – разрез, образованный несколькими секущими параллельными друг другу плоскостями.

Триметрия – вид аксонометрической проекции, в которой все показатели (коэффициенты) искажения по осям не равны между собой.

Формат – размер листа бумаги конструкторского документа, определяется размерами внешней рамки. Форматы устанавливает ГОСТ 2.301–68.

Шрифты чертежные – правила написания букв и цифр на конструкторских документах. Шрифты установлены ГОСТ 2.304–81.