

План лекций

Раздел «Инженерная графика»

1. [Лекция](#) Проецирование геометрических фигур. Способы проецирования. Метод Монжа. Проекции точки.
2. [Лекция](#) Проецирование геометрических фигур. Проекции прямой.
3. [Лекция](#) Проецирование геометрических фигур. Проекции плоскости.
4. [Лекция](#) Поверхности. Классификация поверхностей.
5. [Лекция](#) Изображение гранной поверхности. Точка и линия на гранной поверхности. Сечения многогранников
6. [Лекция](#) Поверхности вращения. Сечения поверхностей проецирующими плоскостями.
7. [Лекция](#) Взаимное пересечение поверхностей.
8. [Лекция](#) ГОСТ 2.305-2008 «Изображения на чертежах». Виды. Разрезы. Сечения. Выносные элементы.
9. [Лекция](#) ГОСТ 2.317-69 «Аксонметрические проекции».

Лекция № 1

Проецирование геометрических фигур

Геометрическая фигура – это любое множество точек, которое может состоять из нескольких точек или бесконечного числа точек.

В НГ фигуры отображаются на плоскость с помощью проецирования.

Способы проецирования1. *Центральное.*

Аппарат проецирования: т. S – центр проецирования, Π_1 – плоскость проекций.

Для получения проекции т. A на пл. Π_1 через т. S проводят проецирующую прямую (луч) SA до пересечения с Π_1 (рис.1). Точка A_1 – это центральная проекция точки A.

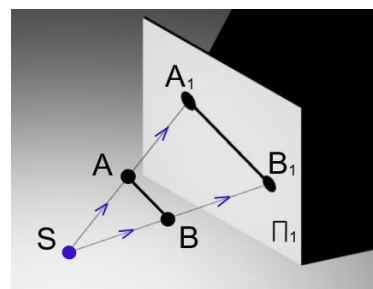


Рис.1

2. *Параллельное* – т. S удаляется в ∞ , поэтому проецирующие лучи параллельны (рис.2).

Аппарат проецирования: S – направление проецирования, Π_1 – плоскость проекций.

Виды параллельного проецирования (в зависимости от угла проецирования)

2.1. Прямоугольное (ортогональное) – угол $\varphi = 90^\circ$.

2.2. Косоугольное – $\varphi \neq 90^\circ$.

Свойства прямоугольного проецирования

1. Проекция параллельных прямых параллельны.
2. Проекция равных и параллельных отрезков равны и параллельны.
3. Проекция точки делит проекцию отрезка в таком же соотношении, в каком точка делит отрезок.

Т. A будет соответствовать единственная проекция A_1 , т.к. проецирующая прямая пересекает Π_1 только в одной точке. Однако восстановить точку A только по одной проекции нельзя, т.к. любая точка лежащая на проецирующей прямой является проекцией A_1 . Поэтому для получения обратимого чертежа геометрической фигуры необходимо иметь две проекции.

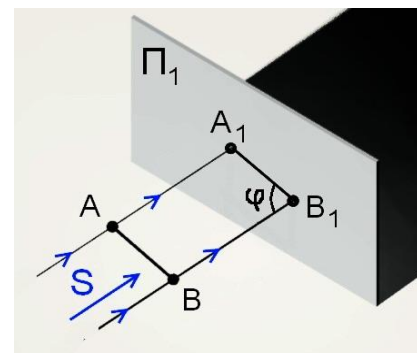


Рис.2

Метод Монжа

При разработке чертежей конструкторской документации применяется проекционная модель Монжа.

Сущность метода: ортогональное проецирование геометрических фигур на две или три взаимно перпендикулярные плоскости (рис.3):

- Π_1 – горизонтальная плоскость проекций;
- Π_2 – фронтальная плоскость проекций;
- Π_3 – профильная плоскость проекций.

Плоскости безграничны и делят пространство на 8 частей – октантов, отсчет которых ведется по часовой стрелке, если смотреть по положительному направлению оси X.

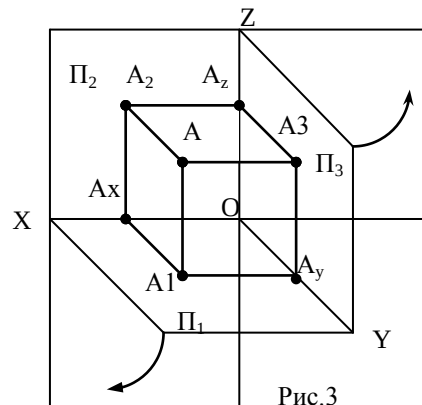


Рис.3

Проекция точки

Пусть в некоторой системе трех взаимно перпендикулярных плоскостей дана т. A. Для построения ортогональных проекций A_1 , A_2 , A_3 через т. A проводят прямые, перпендикулярные плоскостям проекций Π_1 , Π_2 , Π_3 , и определяются точки пересечения этих перпендикуляров с плоскостями проекций:

A_1 – горизонтальная проекция т. A ($A_1 = A \cap \Pi_1$);

A_2 – фронтальная проекция т. A ($A_2 = A \cap \Pi_2$);

A_3 – профильная проекция т. A ($A_3 = A \cap \Pi_3$);

От пространственного изображения т. A переходят к комплексному чертежу (эпюру).

Эпюр Монжа получается путем совмещения плоскостей проекций Π_1 и Π_3 с неподвижной фронтальной плоскостью Π_2 , а именно вращением Π_1 вокруг OX и Π_3 вокруг OZ (рис.4).

Прямая $A_1 A_x A_2$ – вертикальная линия связи, $A_2 A_z A_3$ – горизонтальная линия связи.

Для того, чтобы однозначно определить положение точки в пространстве достаточно две проекции, третью всегда можно достроить, т.к. $A_1 A_x = A_z A_3$.

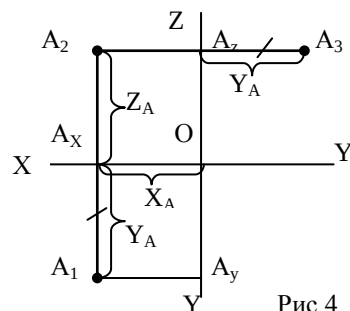


Рис.4

Координатами X, Y, Z точки называются числа выражающие её расстояния до плоскостей проекций: X – до профильной, Y – до фронтальной, Z – до горизонтальной. Зная координаты точки, можно построить ее проекции на комплексном чертеже.

Лекция № 2

Проецирование геометрических фигур. Проекция прямых

В зависимости от положения относительно плоскостей проекций прямые делятся на:

- 1) прямые общего положения – это прямая, наклоненная ко всем плоскостям проекций (рис.5а,5б,6);

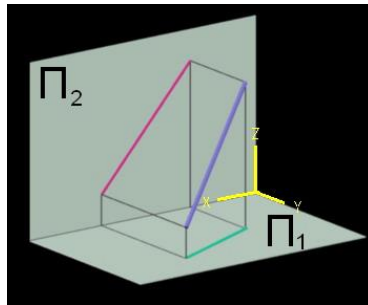


Рис.5а

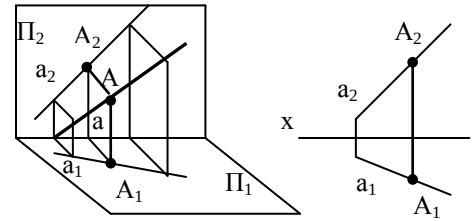


Рис.5б

Рис.6

Условие принадлежности точки прямой: если точка принадлежит прямой, то проекции точки принадлежат одноименным проекциям прямой ($A_1 \in a_1, A_2 \in a_2$).

- 2) прямые частного положения:

2.1) уровня – параллельные одной из плоскостей проекций;

- горизонталь - $\parallel \Pi_1$ ($h_2 \parallel OX$) (рис.7а,б);
- фронталь - $\parallel \Pi_2$ ($f_1 \parallel OX$) (рис.8а,б);
- профильная прямая - $\parallel \Pi_3$ ($p_1 \parallel OY, p_2 \parallel OZ$) (рис.9а,б).

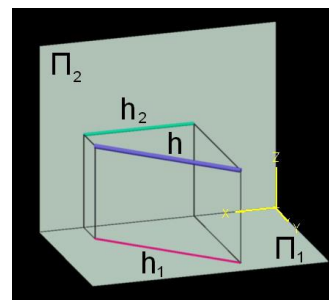


Рис.7а

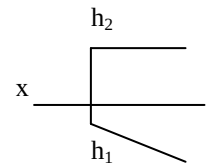


Рис.7б

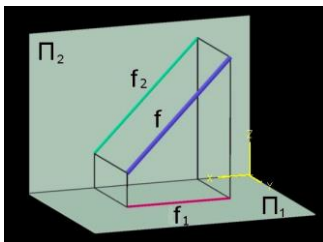


Рис.8а

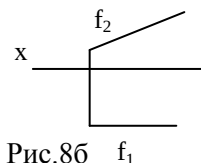


Рис.8б

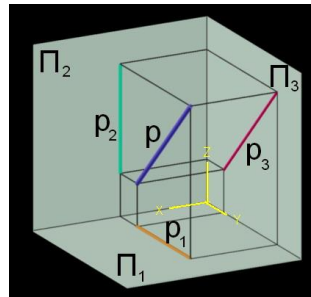


Рис.9а

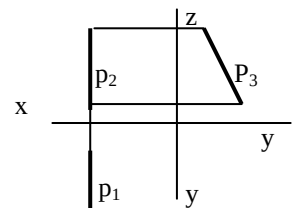


Рис.9б

2.2) проецирующие – перпендикулярные одной из плоскостей проекций:

- горизонтально-проецирующая прямая (рис.10а,б);
- фронтально-проецирующая прямая (рис.11а,б);
- профильно-проецирующая прямая (рис.12а,б);

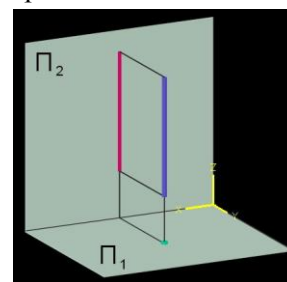


Рис.10а

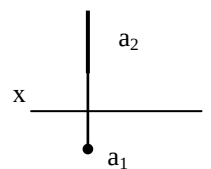


Рис.10б

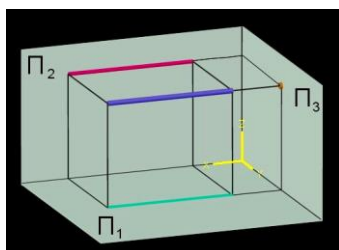


Рис.12а

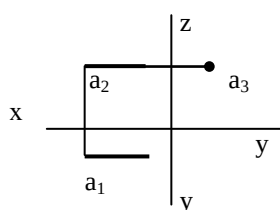


Рис.12б

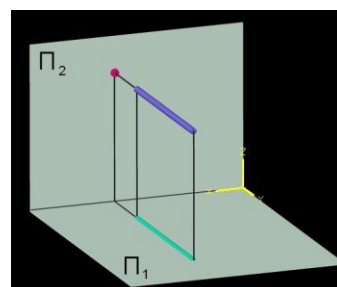


Рис.11а

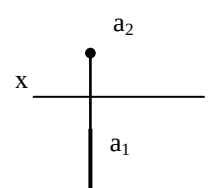


Рис.11б

В зависимости от положения в пространстве относительно друг друга прямые делятся на:

- 1) параллельные – одноименные проекции прямых взаимно параллельны: $a_1 \parallel b_1$, $a_2 \parallel b_2$ (рис.13а,б);
- 2) пересекающиеся – проекции прямых пересекаются в точках, лежащих на одной линии связи: $a_1 \cap b_1 = M_1$, $a_2 \cap b_2 = M_2$ (рис.14а,б);
- 3) скрещивающиеся – не параллельны и не пересекаются (рис.15а,б).

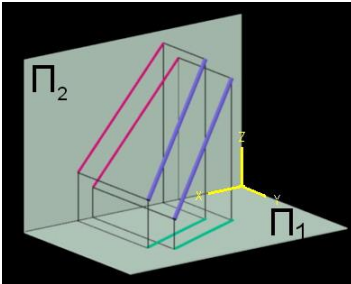


Рис.13а

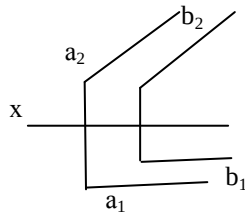


Рис.13б

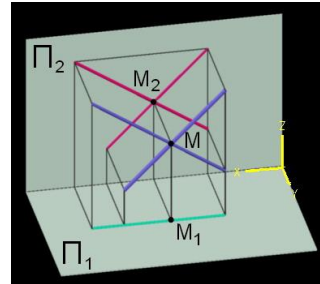


Рис.14а

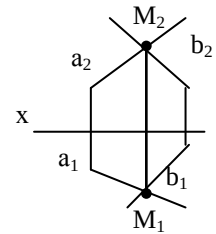


Рис.14б

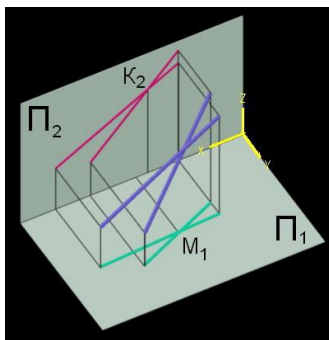


Рис.15а

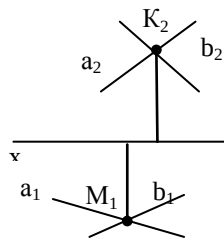


Рис.15б

Проецирование геометрических фигур. Проекция плоскости**Способы задания плоскости:**

1. Три точки, не лежащие на одной прямой.
2. Прямой и точкой, не принадлежащей этой прямой.
3. Двумя параллельными прямыми.
4. Двумя пересекающимися прямыми.
5. Плоской фигурой (треугольник, окружность и т.д.).

В зависимости от положения относительно плоскостей проекций плоскости делятся на:

- 1) плоскости общего положения (рис.16 а,б);

Условие принадлежности точки плоскости: точка принадлежит плоскости, если она принадлежит какой-либо прямой этой плоскости.

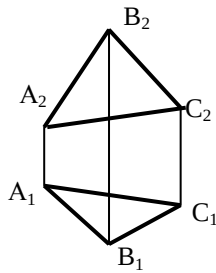


Рис.16 а

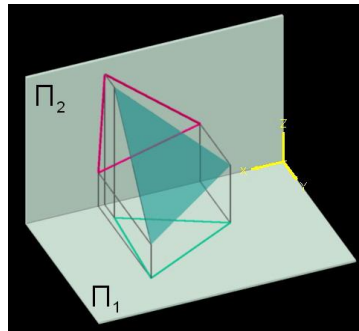


Рис.16 б

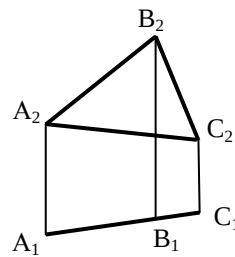


Рис.17-1 а

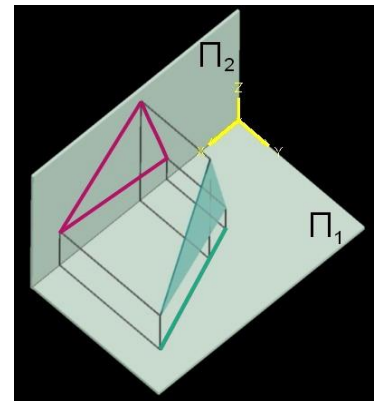


Рис.17-1 б

- 2) плоскости частного положения:

2.1) проецирующие

- горизонтально – проецирующая плоскость $\Delta ABC \perp \Pi_1$ (рис.17-1 а,б);
- фронтально - проецирующая плоскость $\Delta ABC \perp \Pi_2$ (рис.17-2 а,б);
- профильно- проецирующая плоскость $\Delta ABC \perp \Pi_3$ (рис.17-3 а,б).

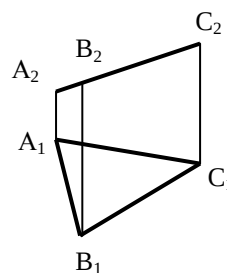


Рис.17-2 а

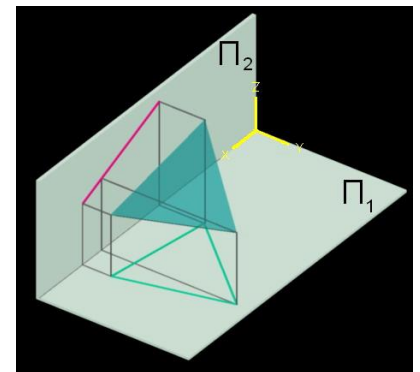


Рис.17-2 б

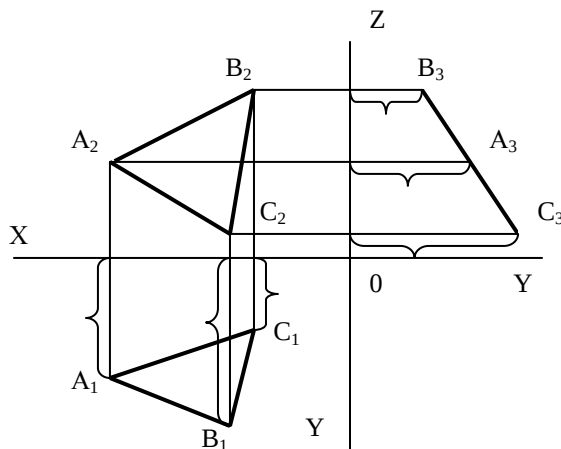


Рис.17-3 а

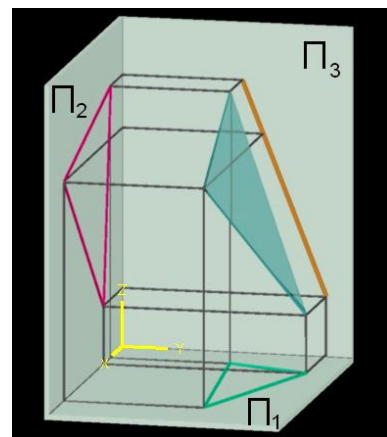


Рис.17-3 б

2.2) уровня (рис.18а,б);

- горизонтальная плоскость уровня $\alpha \parallel \Pi_1$
- фронтальная плоскость уровня $\beta \parallel \Pi_2$;
- профильная плоскость уровня $\gamma \parallel \Pi_3$.

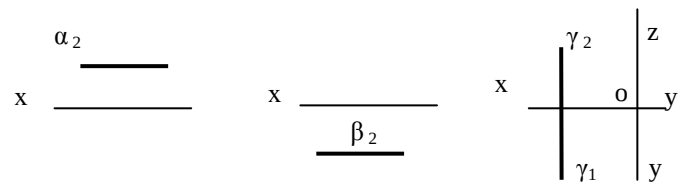


Рис.18 а

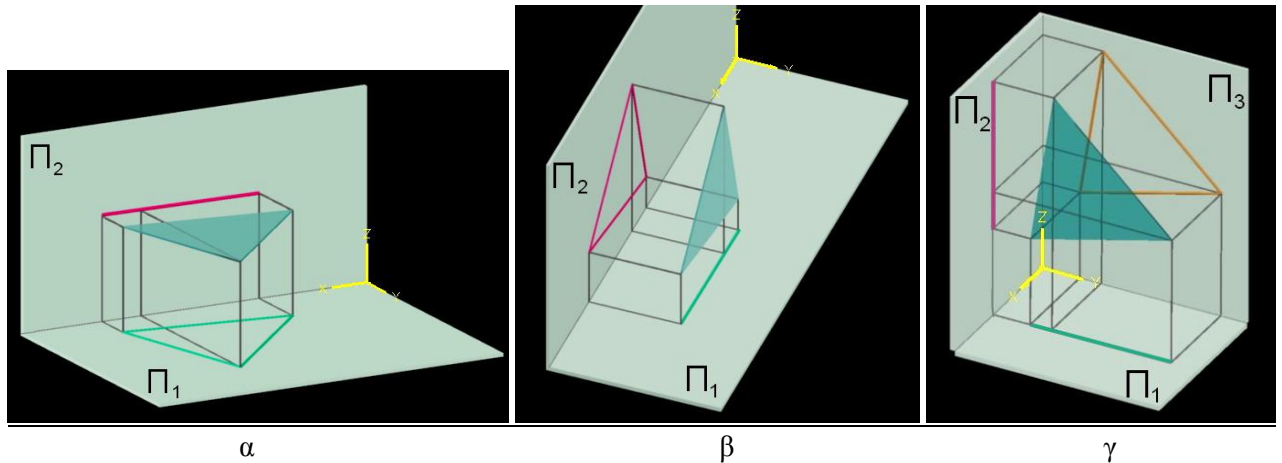


Рис.18 б

Условие принадлежности прямой плоскости: прямая принадлежит плоскости, если она проходит:

- а) через две точки, принадлежащие этой плоскости;
- б) через одну точку, принадлежащую плоскости, и параллельно прямой, принадлежащей плоскости.

Главные линии плоскости (рис.19) – горизонталь (рис.19-1 а, рис.19-2 а) – h ($h \in \Delta ABC$), фронталь (рис.19-1 б, рис.19-2 б) – f ($f \in \Delta ABC$), профильная прямая (рис.19-1 в) – p ($p \in \Delta ABC$), линия наибольшего ската (рис.19-1 г, рис.19-2 в) k ($k \in \Delta ABC$, $k_1 \perp h_1$).

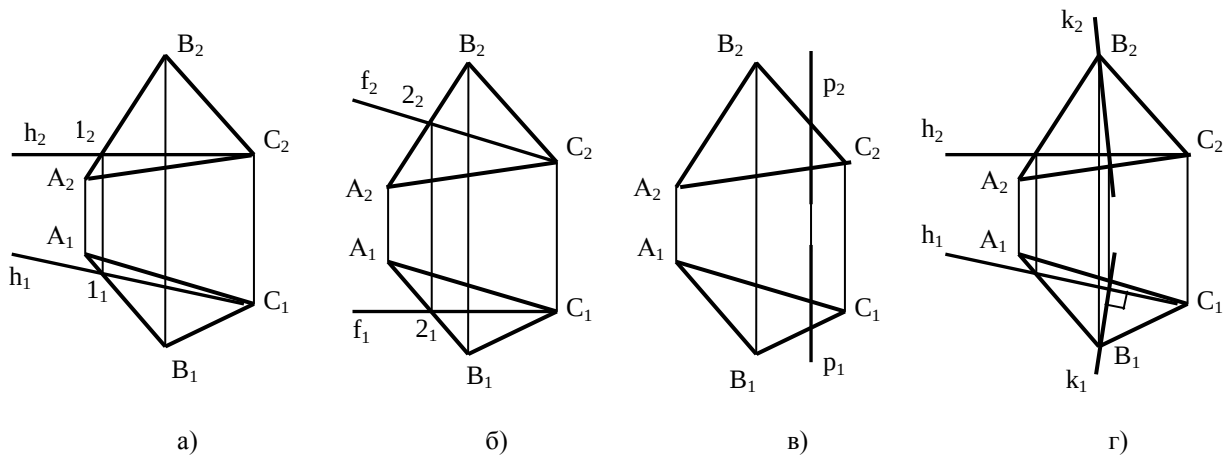
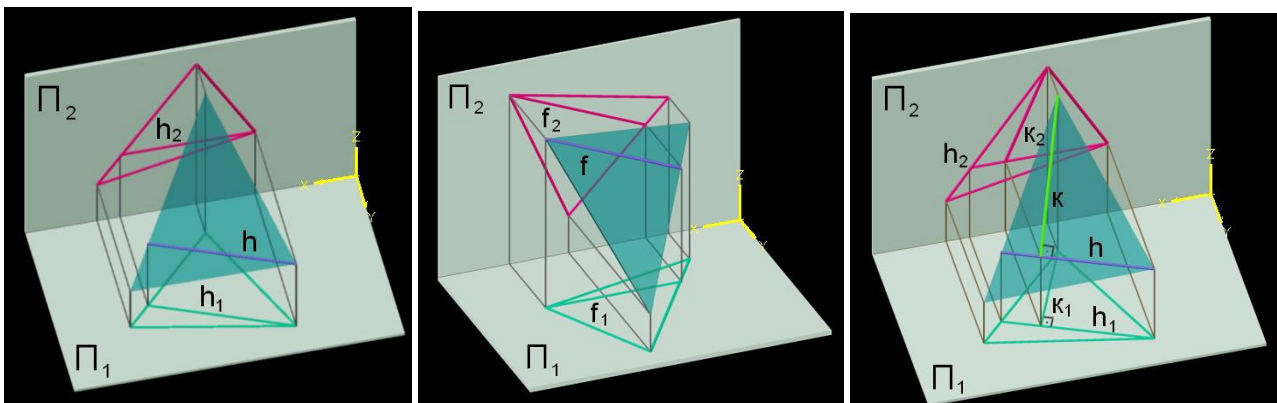


Рис.19



а)

б)

в)

Рис.19-2

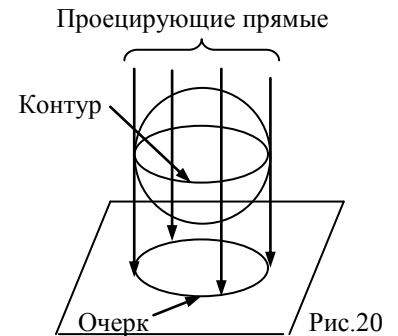
Лекция № 4

Проецирование геометрических фигур. Поверхности

В математике поверхность рассматривается как непрерывное множество точек пространства, координаты которых удовлетворяют уравнению: $F(x, y, z) = 0$.

Так как в НГ геометрические фигуры задаются графически, поэтому способ образования поверхностей в НГ – кинематический: поверхность представляется как совокупность всех последовательных положений некоторой линии, перемещающейся в пространстве по определенному закону.

Линию, производящую поверхность, называют *образующей*. При своем движении образующая может пересекать одну или несколько неподвижных линий – *направляющих*.

Способы задания поверхности на чертеже

1. Определителем – совокупность независимых условий, однозначно определяющих поверхность (геометрические фигуры с помощью которых может быть задана поверхность, закон образования).
2. Очерком – проекцией видимого контура поверхности на плоскость проекций (рис.20).

В зависимости от вида образующей поверхности делятся на:

- 1) линейчатые (образующая – прямая);
 - 1.1) развертывающиеся – можно без складок и разрывов совместить с плоскостью, основной признак – наличие ребра

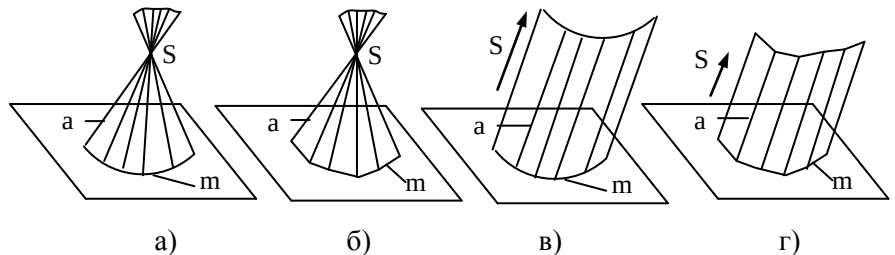


Рис.21

возврата S , т.е. пространственной кривой, касательно к которой располагается образующая a во всех положениях своего перемещения по направляющей m .

Примеры (рис.21):

- а) коническая (ребро возврата – собственная точка S) – рис.21а,
 - б) пирамида (направляющая m – ломаная линия) – рис.21б;
 - в) цилиндрическая (точка S удалена в бесконечность) – рис.21в;
 - г) призма (направляющая m – ломаная линия) – рис.21г;
- 1.2) неразвертывающиеся (рис.22 -1)
 - а) цилиндроида (2 направляющие – кривые) – рис.22-1а;
 - б) коноида (1 направляющая – кривые, 2-я – прямая) – рис.22-1б.

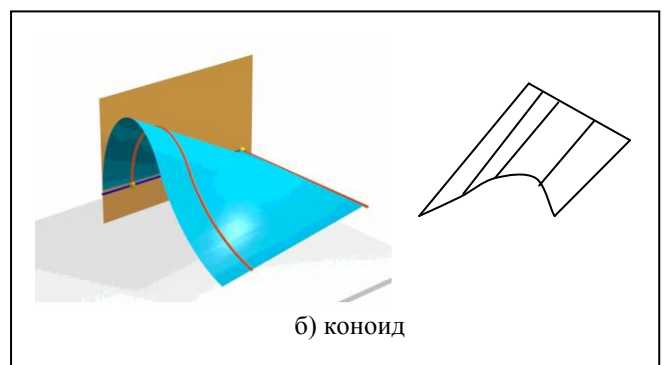
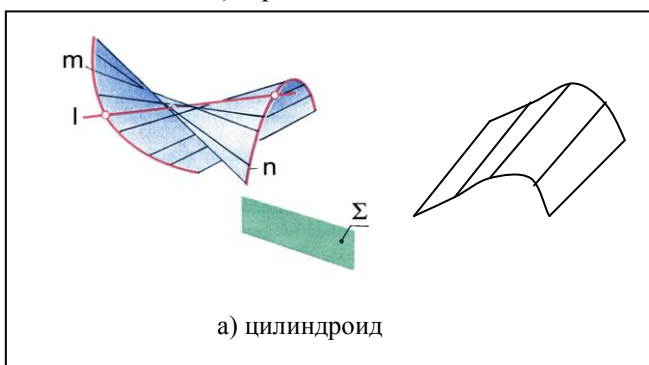
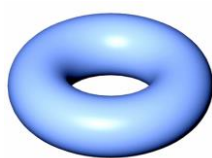
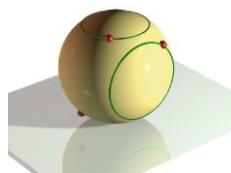


Рис.22-1

- 2) нелинейчатые (образующая – кривая) – тор (рис.22-2а), сфера (рис.22-2б)



а)



б)

Рис.22-2

Свойство принадлежности точки поверхности:

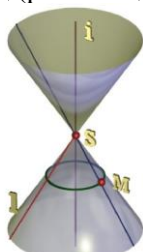
точка принадлежит поверхности если она лежит на линии, принадлежащей этой поверхности, в качестве вспомогательных линий следует выбирать прямые, окружности (напр. для линейчатых поверхностей целесообразно выбирать прямолинейные образующие).

В зависимости от закона движения образующей поверхности делятся на:

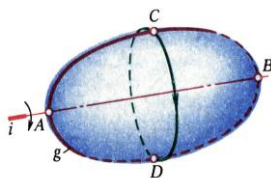
- 1) вращения (поверхность образована вращением образующей) – тор, сфера, цилиндр (рис..22-3а), конус (рис..22-3б), поверхности второго порядка – эллипсоид (рис..22-3в), параболоид (рис..22-3г), гиперboloид (рис..22-3д);



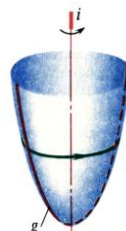
а)



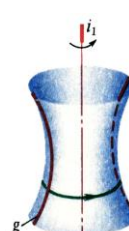
б)



в)



г)



д)

Рис.22-3

- 2) параллельного переноса (поступательное движение образующей) - цилиндроид, коноид ;
- 3) винтовые (винтовое движение образующей) – прямой и наклонный геликоид (рис.22-4 а,б).



а)

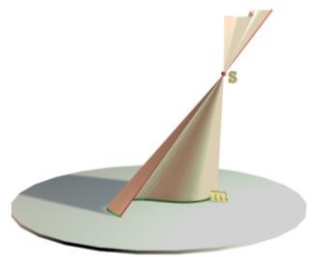


б)

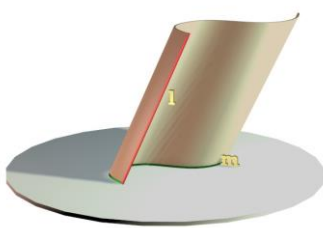
Рис.22-4

В зависимости от вида направляющей поверхности делятся на:

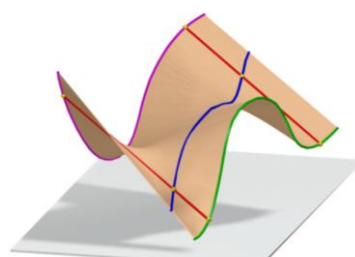
- 1) кривыми (направляющая – кривая линия) – конус (рис. 22-5 а) , цилиндр (рис. 22-5 б), косой цилиндр с тремя направляющими (рис. 22-5 в);



а)



б)



в)

Рис.22-5

- 2) гранными (направляющая – ломаная линия) – пирамида (рис.22-6 а,б) , призма (рис.22-6 в,г).

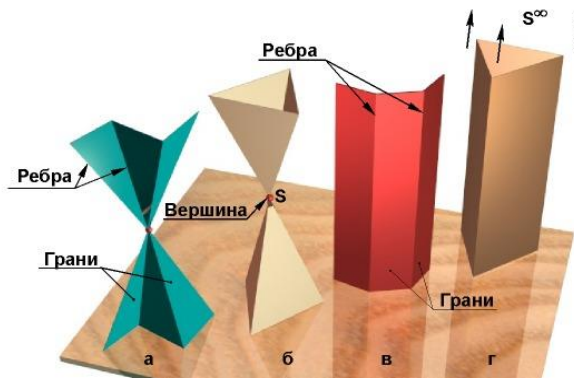


Рис.22-6

Одну и ту же поверхность можно образовать различными способами, выбирать следует наиболее простой в исполнении и удобный для решения задач (пример - конус).

Лекция № 5

Изображение гранной поверхности. Точка и линия на гранной поверхности. Сечения многогранников

Плоское сечение многогранника имеет вид многоугольника, который можно построить двумя способами:

Способом ребер, определяя точки пересечения ребер многогранника с секущей плоскостью, то есть многократно решая задачу на пересечение прямой с плоскостью, или

Способом граней, строя линии пересечения граней многогранника с плоскостью, то есть многократно решая задачу на пересечение двух плоскостей.

Выбор способа должен обеспечить рациональное решение задачи. На рис. показано построение сечения пирамиды фронтально - проецирующей плоскостью (рис.28).

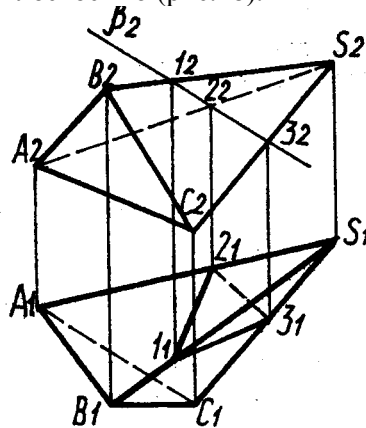


Рис.28 а

Так как секущая плоскость проецирующая, то сначала определяется фронтальная проекция $1_2 2_2 3_2$ сечения. Она совпадает с фронтальной проекцией β_2 плоскости β (в силу собирательного свойства этой проекции плоскости).

Горизонтальная проекция строится по точкам, исходя из условия принадлежности точек сечения ребрам пирамиды (способ ребер): $1 \in SB$, $2 \in SA$, $3 \in SC$.

Горизонтальная проекция линии сечения 1,2,3, проводится с учетом видимости граней пирамиды.

Пример построения выреза гранной поверхности приведен на рис. 28 б.

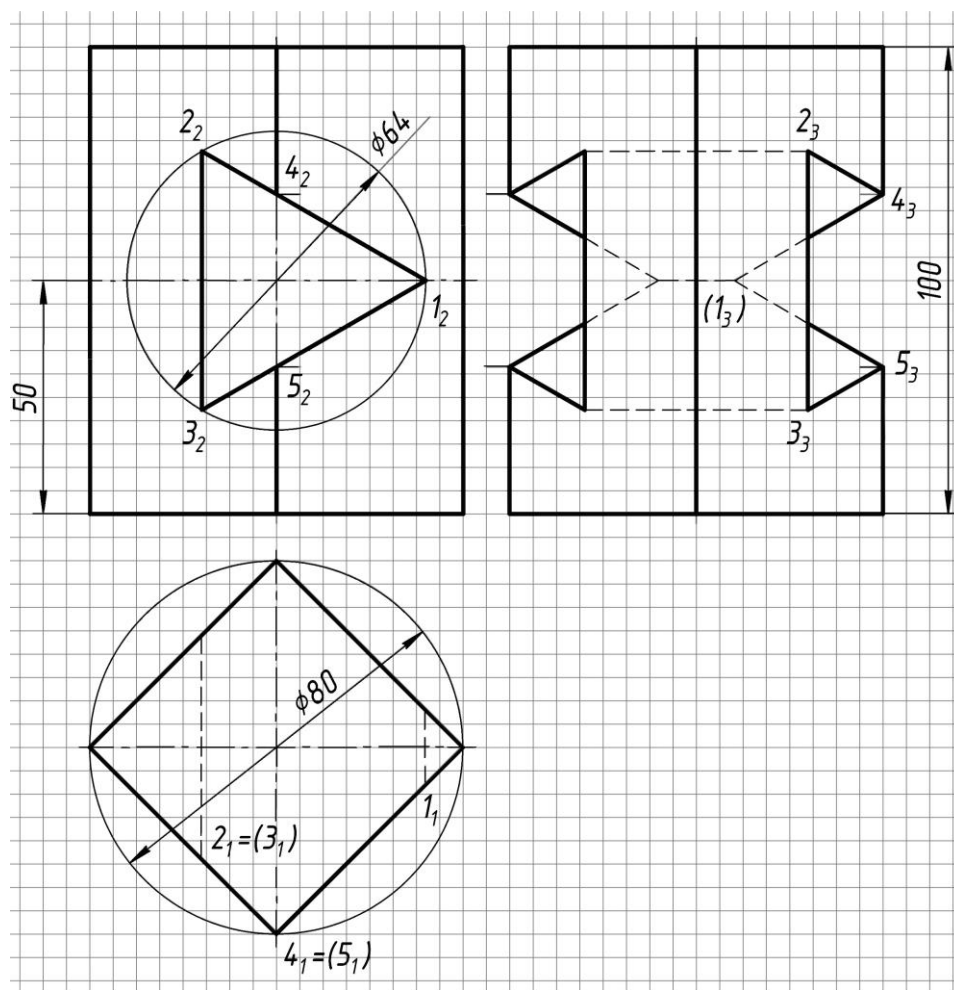


Рис. 286

Поверхности вращения

Поверхностью вращения называется поверхность, образованная вращением криволинейной или прямолинейной образующей вокруг неподвижной прямой - оси поверхности (рис.23).

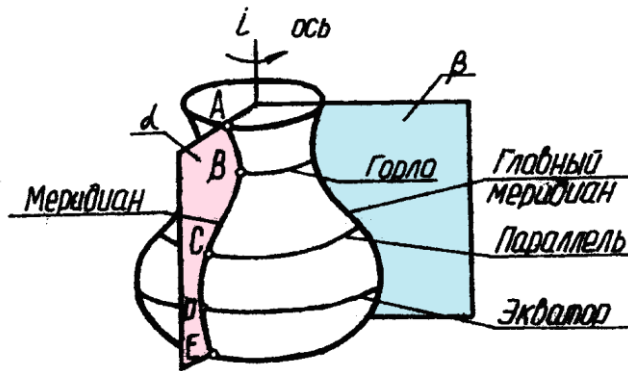


Рис.23

Каждая точка при своем движении образующей при своем движении вокруг оси описывает окружность, которая называется *параллелью*. Плоскости этих окружностей расположены перпендикулярно оси. Параллель наибольшего радиуса называется *ЭКВАТОРОМ*, наименьшего радиуса - *ГОРЛОМ* поверхности.

Плоскости проходящие через ось вращения. Называются меридиальными плоскостями (плоскости α и β на рис. 23). Линии поверхности, принадлежащие этим плоскостям, называются меридианами.

Меридиан, расположенный параллельно плоскости проекций, называется *главным меридианом*. Он проецируется без искажения на эту плоскость проекций.

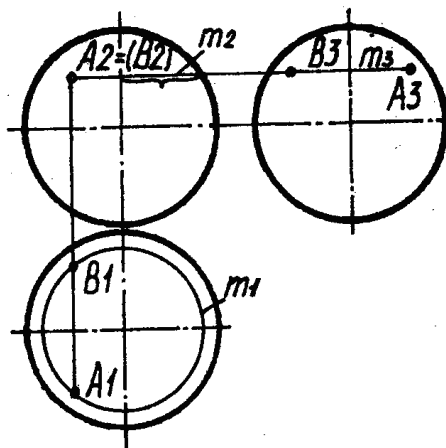


Рис.24

Для построения недостающих проекций точек, принадлежащих поверхностям вращения, в качестве вспомогательных линий целесообразно использовать окружности - параллели поверхностей. На рис. 24 показано построение проекций точек А и В с помощью параллелей поверхности сферы. Проекции невидимых точек заключены в круглые скобки.

Частные виды поверхностей вращения

СФЕРА образуется вращением окружности вокруг своего диаметра (рис.25).

ЦИЛИНДР образуется вращением прямолинейной образующей a вокруг оси 1 (рис. 26).

КОНУС образуется вращением прямолинейной образующей a , пересекающей ось 1, вокруг оси 1 (рис.26).

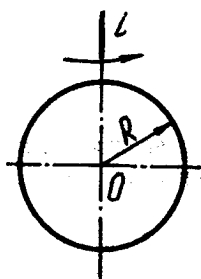


Рис. 25

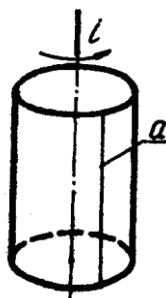


Рис.26



Рис.27

При вращении кривых второго порядка: эллипса, параболы, гиперболы образующая поверхности вращения второго порядка: эллипсоид, параболоид, гиперболоид.

Сечения поверхностей проецирующими плоскостями.

П О З И Ц И О Н Н Ы Е З А Д А Ч И

Рассмотрим 2 типа позиционных задач:

- задачи на принадлежность (рассмотрены выше)
- задачи на пересечение геометрических фигур.

Рассмотрим решение задач на пересечение поверхностей проецирующей плоскостью и взаимное пересечение поверхностей, одна из которых занимает проецирующее положение.

С Е Ч Е Н И Я П О В Е Р Х Н О С Т Е Й

При пересечении поверхности плоскостью получается плоская фигура, которая называется сечением.

Плоское сечение кривой поверхности в общем случае представляет собой плоскую кривую, которая в частном случае может вырождаться в одну или две прямые.

Построение плоского сечения следует начинать с анализа заданных геометрических образов (поверхности и плоскости) и определения вида искомой плоской кривой (окружность, гипербола, эллипс и т. д.).

Кривая линия может быть построена или по принадлежащим ей точкам, или по известным параметрам, например, радиус окружности, большая и малая оси эллипса и т.д.

Построение проекций линии сечения следует начинать с определения опорных точек, то есть точек, определяющих границы, характер и видимость кривой по отношению к плоскостям проекций.

К числу опорных точек относятся:

- 1) высшая и низшая - точки наиболее и наименее удаленные от той или иной плоскости проекций;
- 2) видимости - точки, разделяющие кривую на видимый и невидимый участки (они расположены на очерковых линиях поверхности);
- 3) наибольшей и наименьшей ширины кривой;
- 4) характерные. точки кривой. К ним относятся точки перегиба, излома и другие точки.

После определения опорных точек находят промежуточные точки. Число их должно быть достаточным для построения проекций сечения.

ЧАСТНЫЕ ВИДЫ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ (цилиндрические; конические, сферические)

При пересечении частных видов поверхностей вращения плоскостью получают заранее известные кривые (окружность, парабола, гипербола и др.), которые могут быть построены по основным параметрам, определяющим эту кривую (например, радиус окружности, большая и малая оси эллипса и др.).

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ СЕЧЕНИЯ

При пересечении цилиндра вращения плоскостью могут быть получены линии, наглядные изображения которых даны на рис. - .

Изображения проекций линий плоских сечений цилиндра приведены на рис. 32.

Окружность получается, если секущая плоскость α перпендикулярна оси цилиндра (рис.29). Диаметр окружности d равен диаметру цилиндра (рис.32).

Эллипс - если секущая плоскость β не параллельна ни одной образующей цилиндра (рис.30). Большая ось AB эллипса равна отрезку A_2B_2 , малая ось CD равна диаметру d цилиндра (рис.32).

Две прямые (образующие) - если секущая плоскость параллельна оси цилиндра (рис.31). На рис.32 это образующие, проходящие через точки 1 и 2.

Так как цилиндр является горизонтально - проецирующим и каждая из секущих плоскостей тоже занимает проецирующее положение, то построение проекций линий пересечения не требуется: они находятся на чертеже без дополнительных построений: либо совпадают с проекциями плоскости ($\alpha_2 \beta_2$), либо цилиндра (с окружностью горизонтального очерка цилиндра).

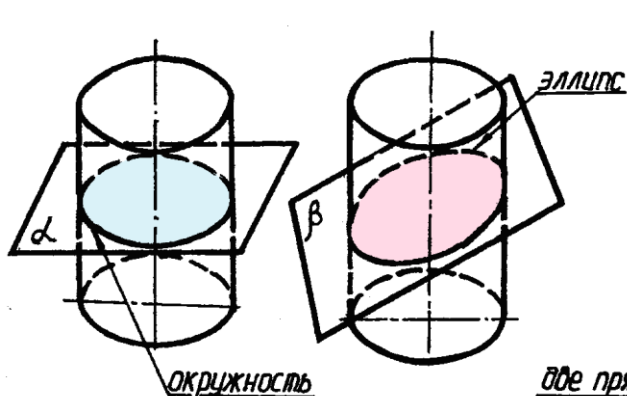


Рис.29

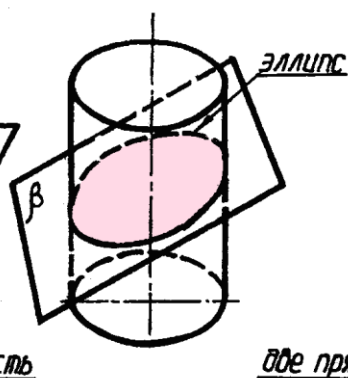


Рис.30

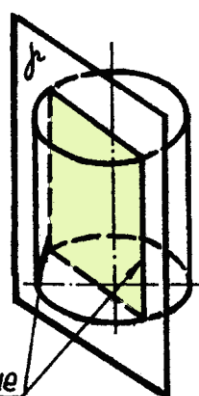


Рис.31

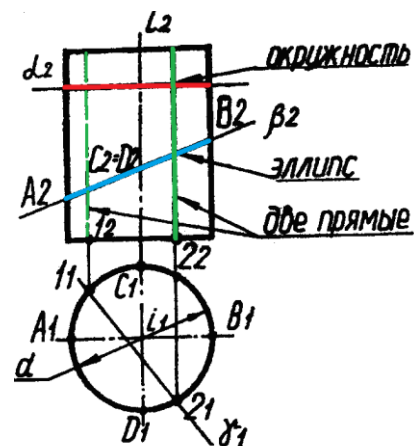


Рис.32

КОНИЧЕСКИЕ СЕЧЕНИЯ

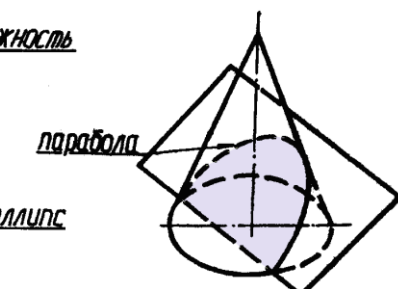
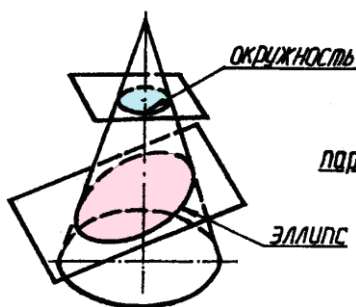


Рис. 33

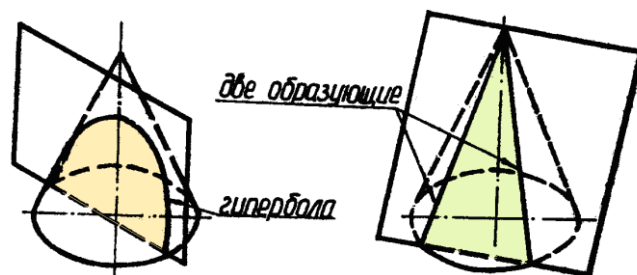
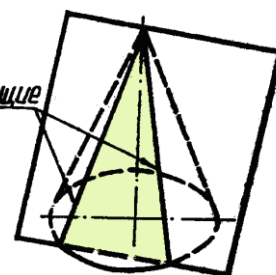


Рис. 34



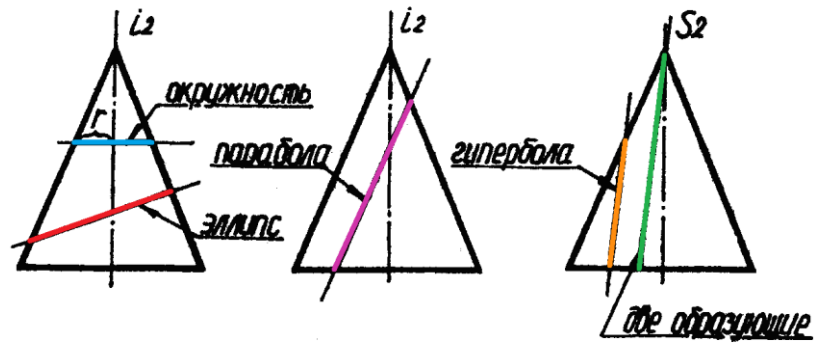


Рис.35

Рис. 36

Рис.37

При пересечении конуса вращения плоскостью могут быть получены кривые второго порядка: окружность, эллипс, парабола и гипербола или в частном случае две прямые - образующие конуса. Наглядные изображения конических сечений приведены на рис. 33 - 37.

Окружность получается, если секущая плоскость перпендикулярна оси конуса (рис. 33). Радиус окружности r равен расстоянию от оси конуса до его очерковой образующей (рис.35).

Эллипс - если секущая плоскость не параллельна ни одной из образующих конуса (рис. 33 и 35).

Парабола - секущая плоскость параллельна одной образующей конуса (рис. 33 и 36).

Две образующих - секущая плоскость проходит через вершину конуса (рис.34 и рис. 37).

Гипербола - секущая плоскость параллельна двум образующим конуса (в частном случае параллельна его оси) (рис. 34 и 37).

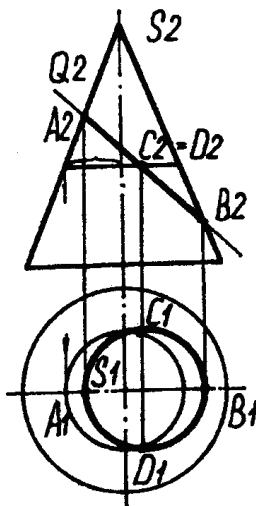


Рис. 38

На рис. 38 дано построение проекций сечения конуса плоскостью a , заданная плоскость - фронтально - проецирующая. Она не параллельна ни одной из образующих конуса, поэтому в сечении получается эллипс. Построение эллипса возможно, если известны размеры его осей.

Большая ось AB эллипса проецируется на фронтальную плоскость без искажения и равна отрезку A_2B_2 . Малая ось CD эллипса проецируется на фронтальную плоскость проекций в точку $C_2 = P_2$, расположенную в середине отрезка A_2B_2 . Величина малой оси CD определяется на горизонтальной проекции из условия принадлежности точек C и D поверхности конуса и равна отрезку C_1D_1 . Для построения точек C_1 и D_1 через точки C и D на поверхности конуса проводится вспомогательная окружность, на горизонтальной проекции которой находятся точки C_1 и D_1 .

СФЕРИЧЕСКИЕ СЕЧЕНИЯ

Сечение сферы любой плоскостью представляет собой окружность. Проекция линий сечения сферы показаны на рис. 24 и 39.

Окружность сечения может проецироваться в виде:

- отрезка прямой, если секущая плоскость перпендикулярна плоскости проекций (отрезок A_2B_2);
- окружности, если секущая плоскость параллельна плоскости проекций (проекция m_1 на рис. 72). Величина диаметра d окружности сечения определяется отрезком A_2B_2 проекции секущей плоскости, расположенным внутри очерка сферы. Проекция центра окружности O_2 находится на середине этого отрезка.
- эллипса, если секущая плоскость наклонна к плоскости проекций

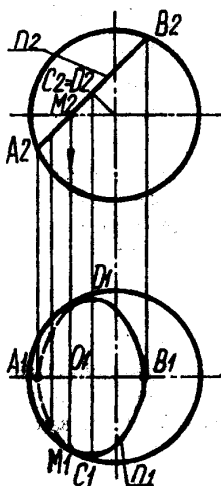


Рис. 39

Лекция № 7

Взаимное пересечение поверхностей

Решая задачу на построение линии пересечения поверхностей, необходимо установить, какое положение относительно плоскостей проекций занимает каждая поверхность и к какой задаче сводится данная задача.

1. Обе поверхности проецирующие.

Из всех рассмотренных ранее поверхностей, только цилиндр вращения и прямая призма могут быть проецирующими, так как все образующие цилиндра (и призмы) параллельны между собой и могут занимать проецирующее положение по отношению к плоскостям проекций.

На рис. 40 показано построение трех проекций линии пересечения цилиндра вращения и 4-х гранной призмы.

Анализируя заданные геометрические Фигуры, устанавливаем, что поверхность цилиндра - фронтально - проецирующая, то есть фронтальный очерк $\Phi_{ц2}$ цилиндра - окружность. Она обладает собирательным свойством: все точки и линии, расположенные на поверхности цилиндра, проецируются на эту окружность. Поверхность 4-х гранной призмы -- горизонтально - проецирующая, то есть горизонтальная проекция призмы - прямоугольник, который обладает собирательным свойством. Таким образом, устанавливаем, что линия пересечения цилиндра и призмы на фронтальной и горизонтальной проекциях находится без дополнительных построений: горизонтальная проекция $m_1 = A_1B_1C_1$ линии совпадает с частью очерка $\Phi_{п1}$ призмы в пределах очерка цилиндра; фронтальная проекция $m_2 = A_2B_2C_2$ линии совпадает с фронтальным очерком $\Phi_{ц2}$ цилиндра. Профильная проекция $m_3 = A_3B_3C_3$ линии пересечения строится из условия принадлежности точек этой линии заданным поверхностям.

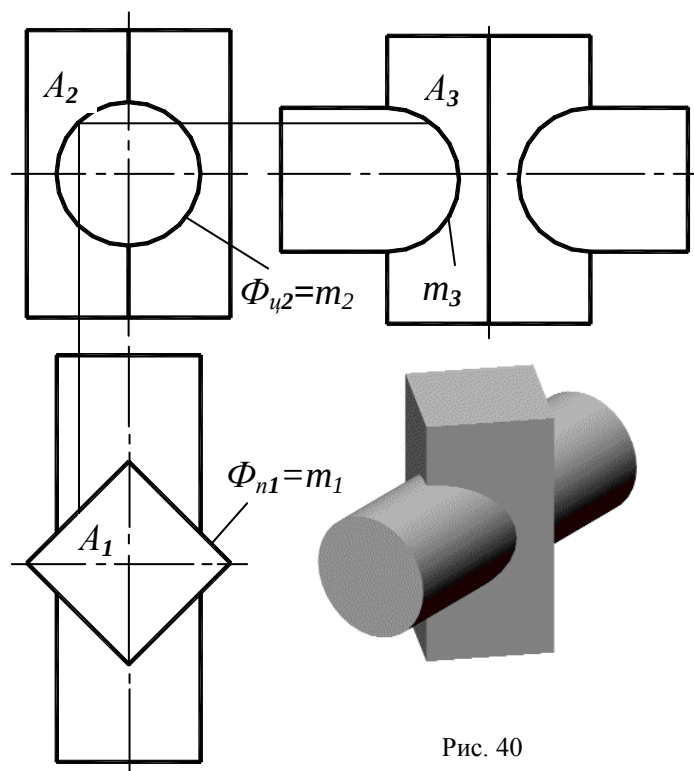
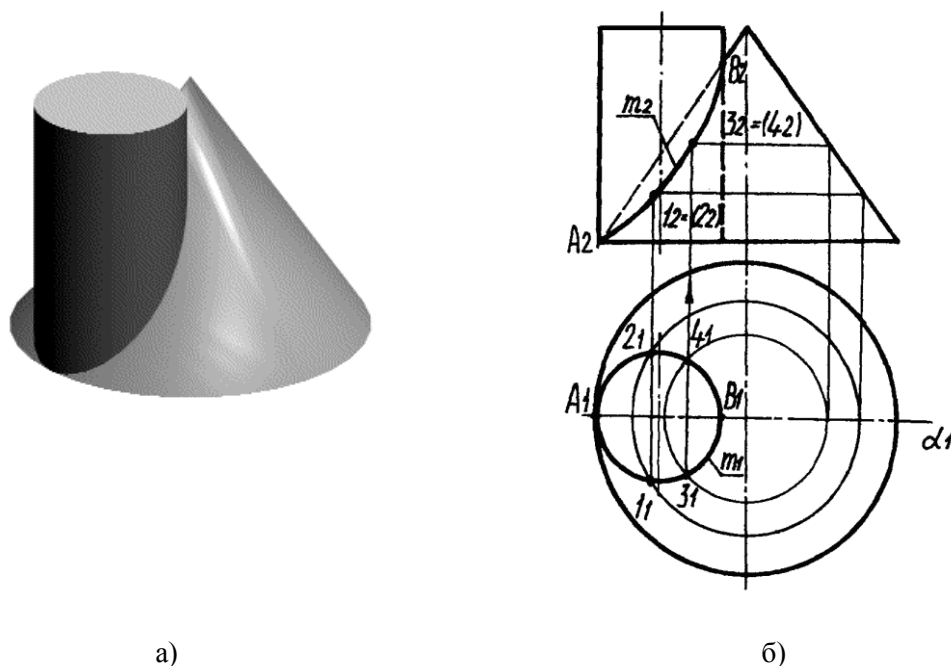


Рис. 40

2. Одна поверхность проецирующая, вторая - общего положения

На рис. 41а,б показано построение линии пересечения поверхностей цилиндра и конуса.



а)

б)

Рис. 41

Анализируя условие задачи, устанавливаем: конус - поверхность общего вида; поверхность цилиндра - горизонтально-проецирующая, поэтому горизонтальная проекция цилиндра - окружность, обладающая собирательным свойством: на эту окружность проецируются все точки и линии, принадлежащие поверхности цилиндра, в том числе и линия пересечения.

Таким образом, горизонтальная проекция m_1 линии пересечения известна, она совпадает с окружностью - горизонтальной проекцией цилиндра.

Фронтальная проекция m_2 , строится по точкам из условия принадлежности линии пересечения к поверхности конуса (с помощью вспомогательных окружностей конуса). Высшая точка В и низшая А лежат в плоскости общей симметрии $\alpha \parallel \Pi_1$. Эти же точки будут являться точками видимости линии пересечения на фронтальной плоскости.

ЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ (пересечение соосных поверхностей вращения, теорема Монжа)

Пересечение соосных поверхностей вращения

Соосными называются поверхности вращения, имеющие общую ось.

Свойство соосных поверхностей вращения: две любые соосные поверхности вращения пересекаются по окружностям, проходящим через точки пересечения меридианов поверхностей.

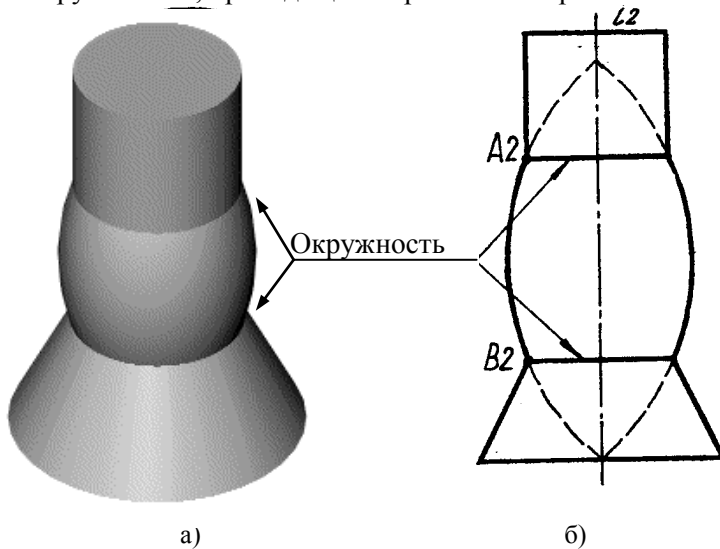


Рис. 42

На рис. 42 (а,б) видно, что общие точки А и В меридианов соосных поверхностей цилиндра и тора, тора и конуса при вращении вокруг оси i описывают окружности, общие для данных поверхностей. Эти окружности представляют собой линии пересечения этих поверхностей.

В том случае, если одна из поверхностей вращения - сфера, то рассмотренное свойство формулируется так: если центр сферы находится на оси какой-нибудь поверхности вращения, то сфера соосна этой поверхности и пересекает ее по окружностям, число которых равно числу точек пересечения (касания) главных меридианов этих поверхностей.

На рис. 43 изображены соосные поверхности - сфера и конус, главные меридианы которых пересекаются в двух точках А и В. Линиями пересечения этих поверхностей будут две окружности, проходящие через точки А и В.

На рис. 44 изображены две соосные сферы, пересекающиеся по окружности, проходящей через точку С, и соосные сфера и цилиндр, линией касания которых будет окружность, проходящая через точку D.

ТЕОРЕМА МОНЖА

Если две поверхности второго порядка описаны около третьей или вписаны в нее, то линия их пересечения распадается на две плоские кривые второго порядка. Плоскости этих кривых проходят через прямую, соединяющую точки пересечения линий касания.

Практическое использование теоремы возможно в том случае, когда две поверхности вращения второго порядка могут быть описаны около сферы или вписаны в нее (рис.43-45).

На рис.44 показано построение фронтальных проекций линий пересечения поверхностей второго порядка, описанных около сферы. Линии пересечения представляют собой эллипсы, проходящие через опорные точки А и В, С и D. Плоскости этих эллипсов пересекаются по прямой, соединяющей М и N -

точки касания поверхностей. Фронтальные проекции линий пересечения двух цилиндров по эллипсам проходят через точки А и В, С и D. Для построения точки D продолжены очерковые образующие цилиндров до их взаимного пересечения.

Теорема Монжа широко применяется при построении линий пересечения различных конструкций, выполняемых из листового материала.

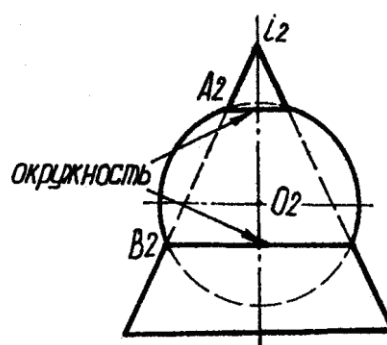


Рис.43

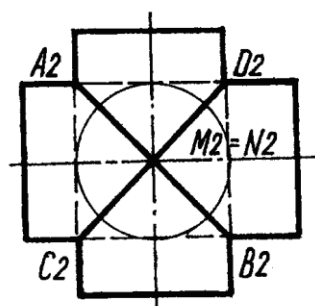
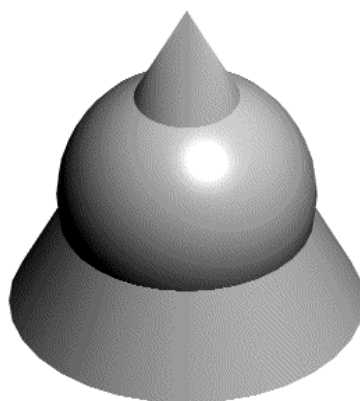


Рис.44

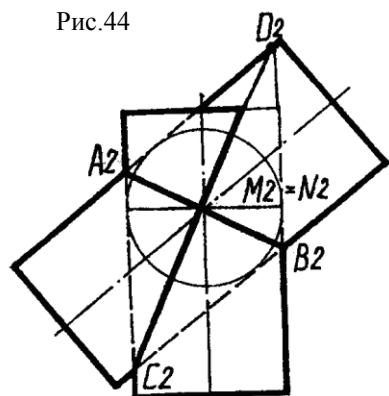
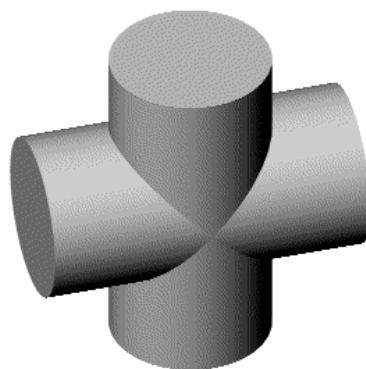
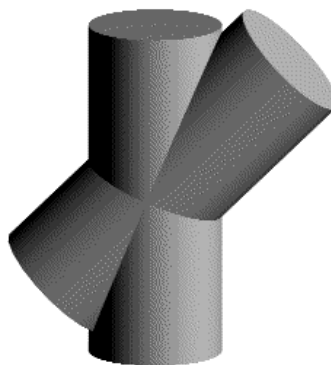


Рис.45



Лекция № 8

ГОСТ 2.305-2008 «Изображения на чертежах». Виды. Разрезы.

В основу построения проекционных чертежей положен метод Монжа: ортогональное проецирование на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций: горизонтальную, фронтальную и профильную.

ГОСТ 2.305-2008 определяет виды изображений, получаемых этим методом. Изображения на чертеже, в зависимости от содержания, подразделяются на виды, разрезы, сечения, выносные элементы.

ВИДЫ

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю части поверхности предмета.

При необходимости допускается изображать невидимые части предмета штриховыми линиями.

Виды подразделяются на основные, дополнительные и местные.

Основные виды

Основных видов шесть, они получаются проецированием предмета на 6 граней куба, грани которого располагаются параллельно плоскостям проекций. Предполагается, что предмет находится между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Изображение, содержащее наиболее полную информацию о форме и размерах предмета, принимают в качестве главного и строят на фронтальной плоскости. Этот вид называют *видом спереди*. Остальные виды располагают так, как показано на схеме (рис. 49).

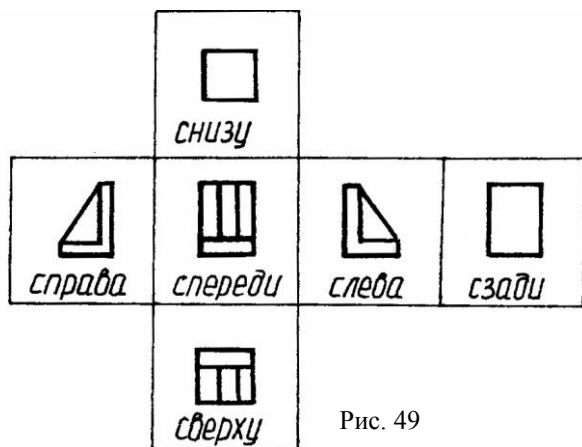


Рис. 49

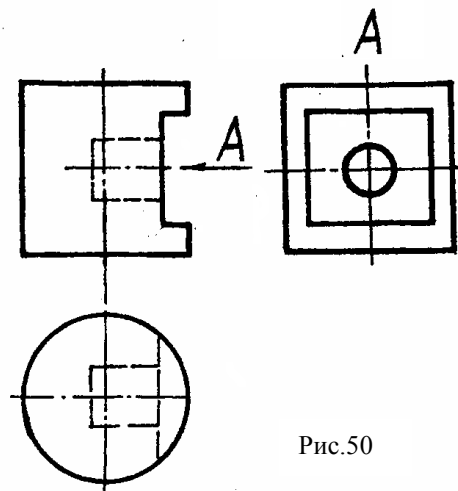


Рис. 50

При таком расположении основных видов их не обозначают. Если какой-либо из основных видов смещен относительно главного, направление проецирования должно быть показано стрелкой, а вид обозначен прописной буквой русского алфавита (размер шрифта в 2 раза больше размерных чисел) (рис. 50).

Дополнительные виды

Виды, полученные на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций, называют дополнительными (рис. 51...54).

Дополнительный вид не обозначается, если он расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением (рис. 51) и обозначается, если смещен относительно соответствующего изображения (рис. 52).

Дополнительный вид допускается поворачивать, выполняя над ним надпись типа «А Q» (рис. 53).

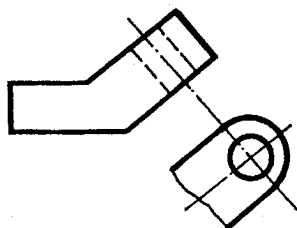


Рис. 51

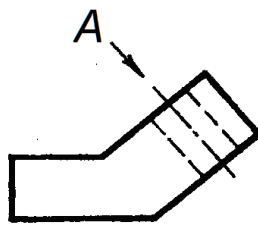


Рис. 52

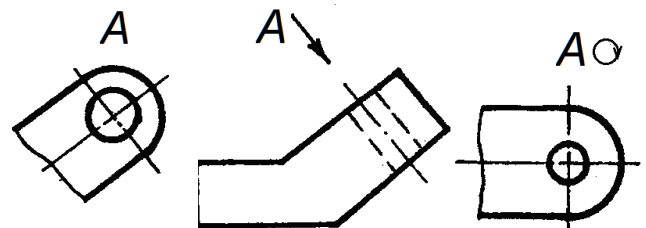


Рис. 53

Местный вид

Изображение отдельного ограниченного места предмета на плоскостях проекций называется местным видом.

Местный вид обозначается подобно дополнительному виду и ограничивается либо линией контура, либо линией обрыва (местные виды на рис. 54).

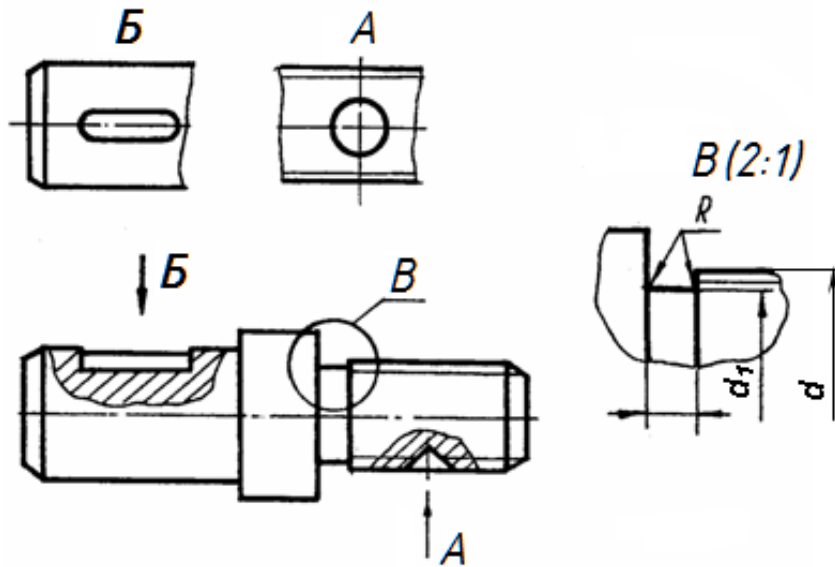


Рис.54

Разрезы

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими секущими плоскостями. В разрезе изображается то, что попадает в секущую плоскость, и то, что видно за ней. Разрезы выполняют для выявления внутреннего строения предмета.

Разрезы делятся:

1. По числу секущих плоскостей:

- 1) простые - секущая плоскость одна;
- 2) сложные - две или более секущих плоскостей.

2. По положению секущих плоскостей относительно плоскостей проекций:

- 1) горизонтальные - секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (разрез А-А на рис.55);
- 2) вертикальные - секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (фронтальный Б-Б и профильный разрезы на рис. 55);

3) наклонные - секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью угол, отличный от прямого.

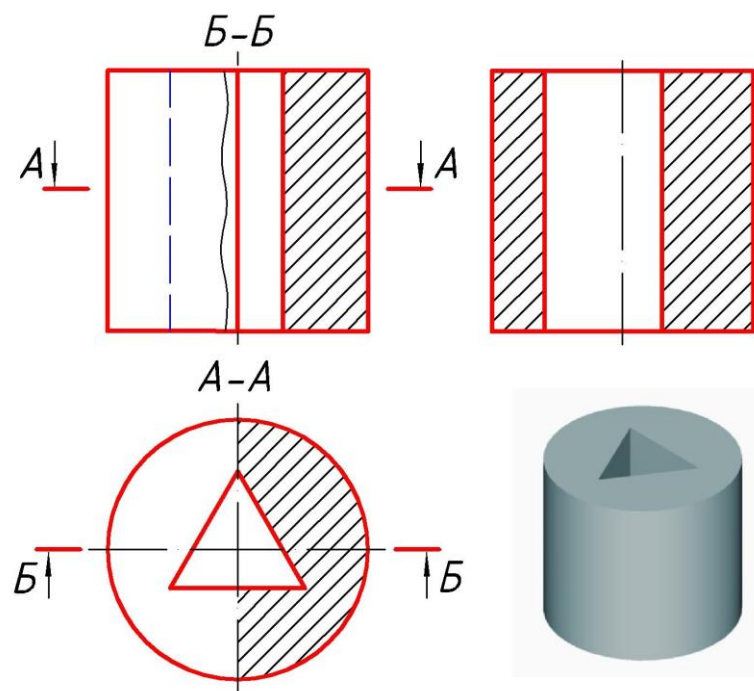


Рис. 55

Рекомендуется разрез выполнять на месте соответствующего вида, например: фронтальный разрез - на месте вида спереди; горизонтальный - на месте вида сверху; профильный - на месте вида слева.

1) Если при этом изображение получается симметричным, то следует соединять половину вида с половиной соответствующего разреза (А-А на рис.55), линией соединения вида и разреза будет штрих-пунктирная линия.

2) Если ребро предмета со штрих-пунктирной линией соединения вида и разреза, то вид и разрез разделяют сплошной волнистой линией так, чтобы ребро предмета было видимым (Б-Б на рис. 55).

Положение секущей плоскости на чертеже указывают разомкнутой линией, начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур изображения. Направление взгляда указывают стрелками, которые наносятся на расстоянии 2...3мм от конца штриха. С наружной стороны от стрелок ставят обозначение секущей плоскости - буквы русского алфавита, размер шрифта которых № 7 или 10. Разрез обозначается по типу "А-А".

Простые разрезы не обозначаются, когда:

- секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом;
- соответствующие изображения расположены в непосредственной проекционной связи, -
- не разделены какими-либо другими изображениями (например. профильный разрез на рис. 55).

Сложные разрезы

В зависимости от взаимного расположения секущих плоскостей сложные разрезы делятся на :

- ступенчатые, если секущие плоскости параллельны (разрез А-А на рис. 56);

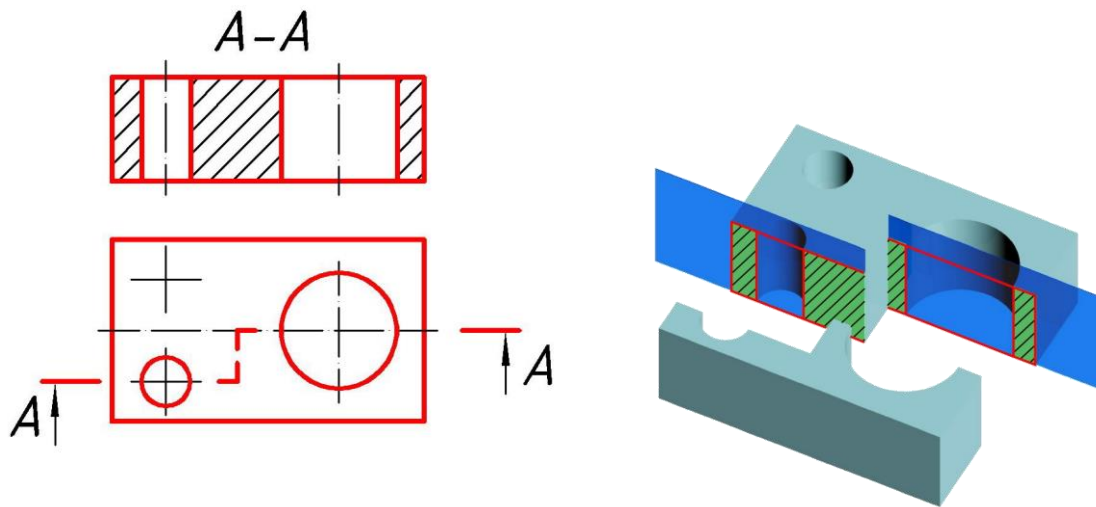


Рис.56

- ломанные, если секущие плоскости пересекаются (рис. 57). Все секущие плоскости сложного разреза обозначаются одинаковыми буквами, которые при необходимости ставятся в месте перегиба линии сечения.

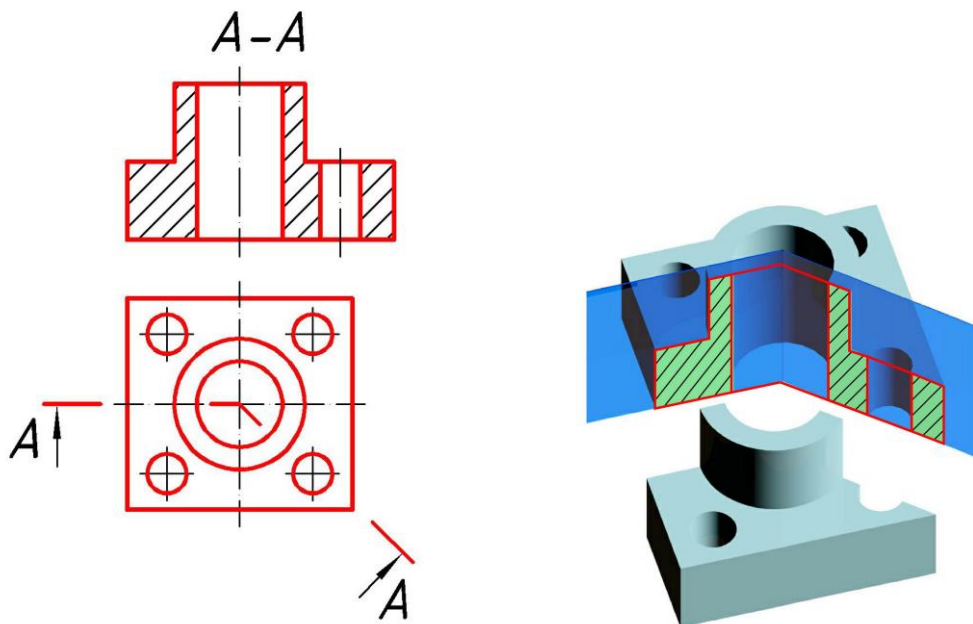


Рис.57

Местные разрезы

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета в отдельном, ограниченном месте, называется местным.

Его отделяют от вида тонкой волнистой линией, не совпадающей с другими линиями чертежа. Местный разрез не обозначается (рис. 58).

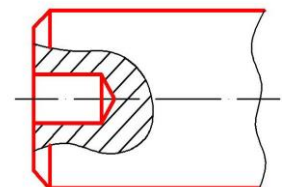


Рис.58

Сечения

Сечением называется изображение предмета, мысленно рассеченного плоскостью. В сечении изображается только то, что находится в секущей плоскости.

В зависимости от расположения сечения делятся на:

- вынесенные (расположены вне изображения предмета) (рис. 59, 60),
- наложенные (совмещаются с соответствующим видом предмета) (рис. 61-а) .

Вынесенные сечения обводятся толстыми сплошными основными линиями, наложенные - тонкими сплошными линиями. Вынесенные сечения предпочтительнее. Их можно располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 61-б, [62](#)); на продолжении линии сечения (рис. 59) или в любом месте поля чертежа (рис. 60).

Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения. Если секущая плоскость проходит через ось вращения отверстия или углубления, то контуры отверстия показывают полностью (рис. 60).

Вынесенные сечения не обозначают, если линия сечения совпадает с осью симметрии сечения. а само сечение расположено либо на продолжении линии сечения (рис. 59), либо в разрыве между частями вида (рис. 61-б).

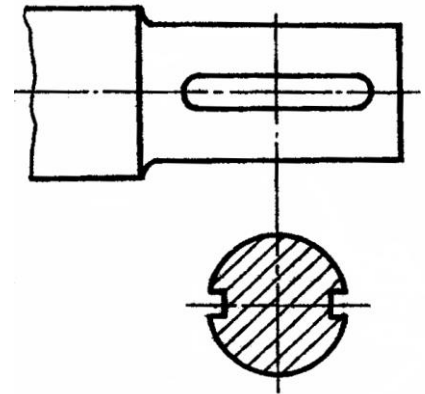


Рис.59

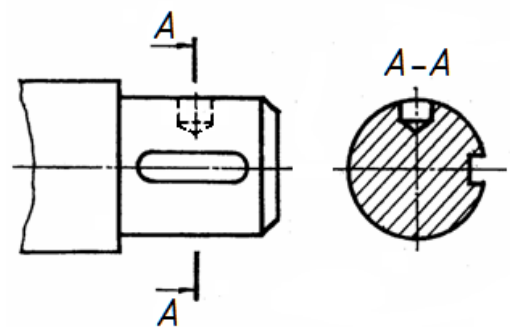


Рис.60

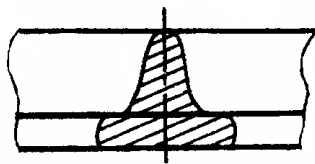


Рис.61-а

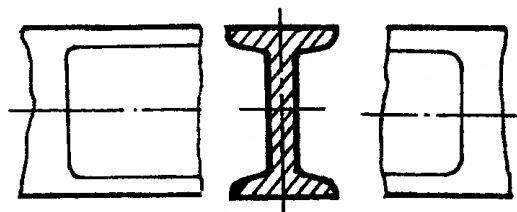


Рис.61-б

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, секущие плоскости обозначают одной и той же буквой и вычерчивают одно сечение (рис. [63](#)).

Сечение допускается выполнять с поворотом, обозначая его по типу "А-АQ" (рис. [64](#)).

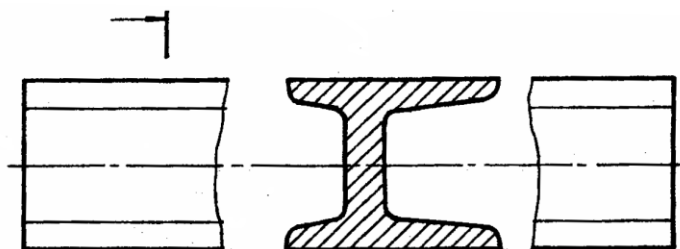


Рис.62

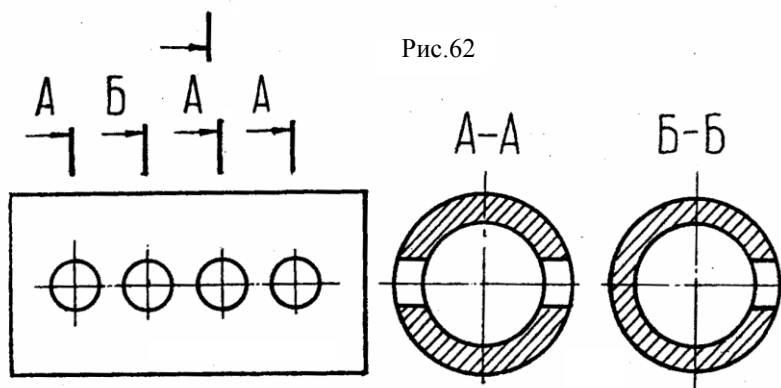


Рис.63

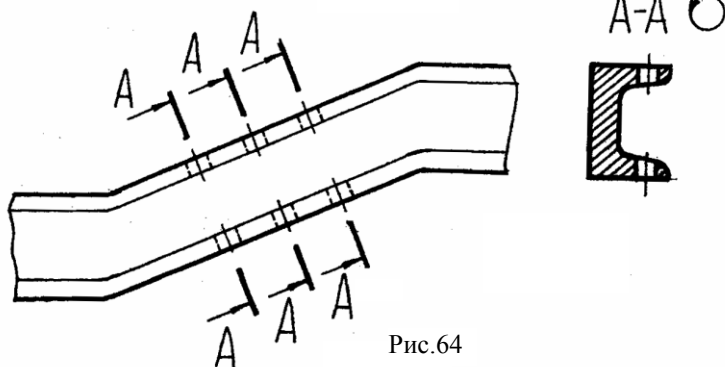


Рис.64

Выносные элементы

Выносные элементы - дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, который часто содержит подробности, не указанные на соответствующем изображении, и может отличаться от него по содержанию. Например, основное изображение- вид, а выносной элемент - разрез. Выносной элемент следует располагать в непосредственной близости от основного изображения. Обозначение выносного элемента показано на рис. 54

4. Аксонометрические проекции

Метод прямоугольного проецирования на несколько плоскостей проекций, обладая многими достоинствами, вместе с тем имеет существенный недостаток: изображения не обладают наглядностью.

Чтобы исправить этот недостаток, применяют *способ аксонометрического проецирования*. Он заключается в том, что данный предмет вместе с системой трех взаимно перпендикулярных осей координат, к которой он отнесен в пространстве, проецируется на картинную плоскость. Проекция на этой плоскости называется **аксонометрической**, или **аксонометрией**.

Основная формула аксонометрии

$$m_x^2 + n_y^2 + p_z^2 = 2 + \operatorname{ctg}^2 \varphi ,$$

где m_x – коэффициент искажения по оси x ;

n_y – коэффициент искажения по оси y ;

p_z – коэффициент искажения по оси z ;

φ – угол проецирования.

4.1. Виды аксонометрических проекций

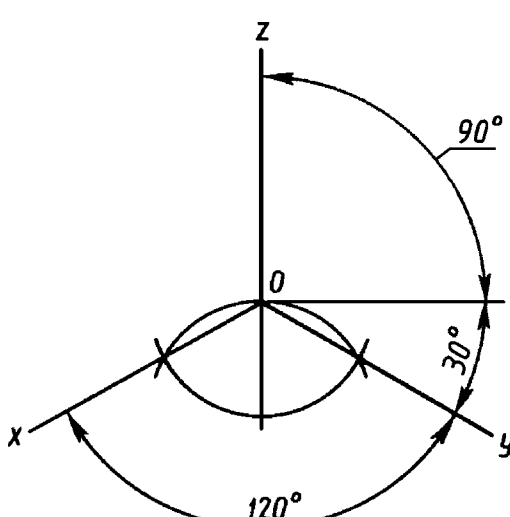
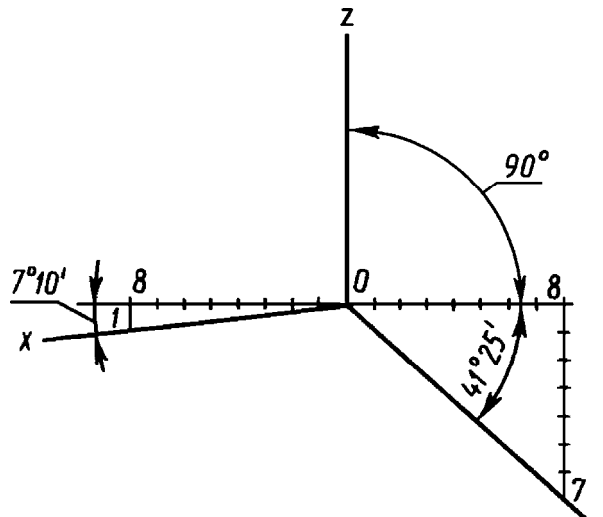
В зависимости от соотношения коэффициентов искажения различают следующие виды аксонометрических проекций:

- **изометрия** ($m_x = n_y = p_z$);
- **диметрия** ($m_x = p_z \neq n_y$);
- **триметрия** ($m_x \neq n_y \neq p_z$).

Если $\varphi = 90^\circ$, то аксонометрическая проекция называется *прямоугольной*. Если $\varphi \neq 90^\circ$, то *косоугольной*.

Из всех видов аксонометрических проекций рекомендуется применять те, которые меньше искажают натуральный вид предмета и наиболее удобны для построения.

На практике наибольшее распространение получили прямоугольные изометрическая и диметрическая проекции, установленные ГОСТ 2.317-69 (табл. 2).

Прямоугольная изометрия	Прямоугольная диметрия
$m_x = n_y = p_z$ $\varphi = 90^\circ, \text{ctg } \varphi = 0$ $3m_x^2 = 2 \Rightarrow m_x = 0,82$ $m_x = n_y = p_z = 0,82$ – натуральные коэффициенты искажения по осям (масштаб 1:1). На практике: $m_x = n_y = p_z = 1$ – приведенные коэффициенты искажения по осям (аксонометрический масштаб 1,22:1)	$m_x = p_z, n_y = 0,5m_x$ $\varphi = 90^\circ, \text{ctg } \varphi = 0$ $2m_x^2 + (0,5m_x)^2 = 2 \Rightarrow m_x = 0,94$ $m_x = p_z = 0,94; n_y = 0,47$ – натуральные коэффициенты искажения по осям (масштаб 1:1). На практике: $m_x = p_z = 1; n_y = 0,5$ – приведенные коэффициенты искажения по осям (аксонометрический масштаб 1,06:1)
	
Все отрезки, расположенные по осям или параллельно осям, откладываются в натуральную величину	Отрезки, расположенные по осям x и z или параллельно им откладываются в натуральную величину, а отрезки по оси y или ей параллельные, делятся пополам

4.2. Аксонометрические проекции плоских фигур

4.2.1. Построение аксонометрии плоских многоугольников

Построение изображений плоских многоугольников в аксонометрии сводится к построению аксонометрических проекций их вершин, которые затем соединяют прямыми линиями.

Пример построения в аксонометрии плоского пятиугольника, расположенного в горизонтальной плоскости, приведен на рис. 45.

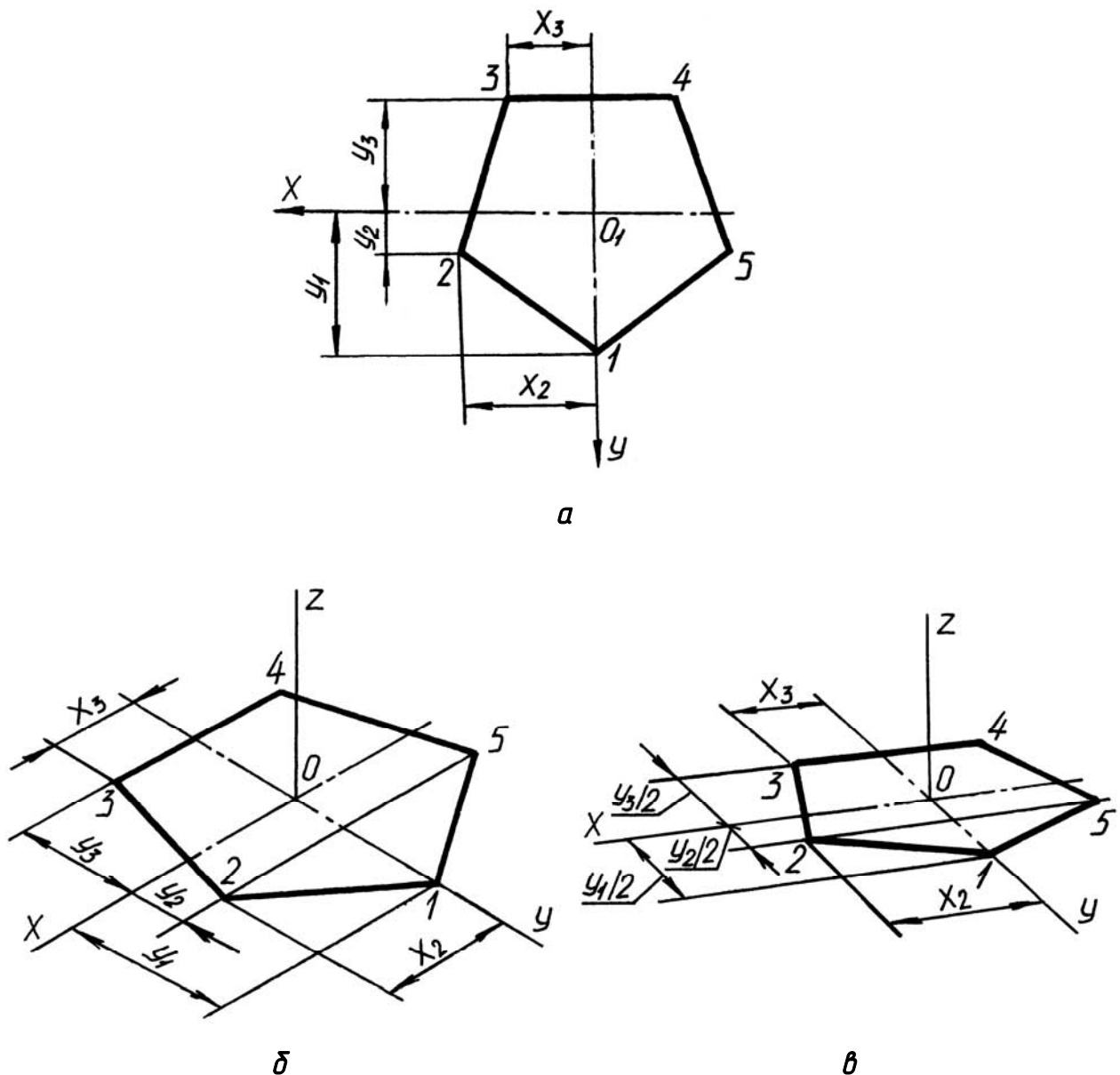
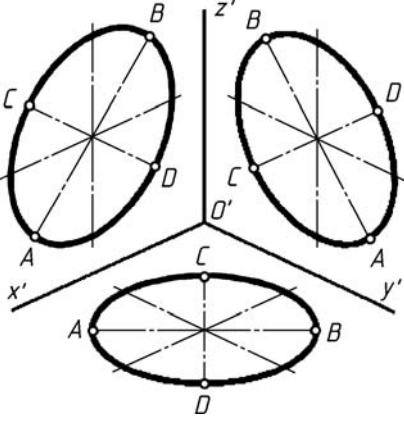
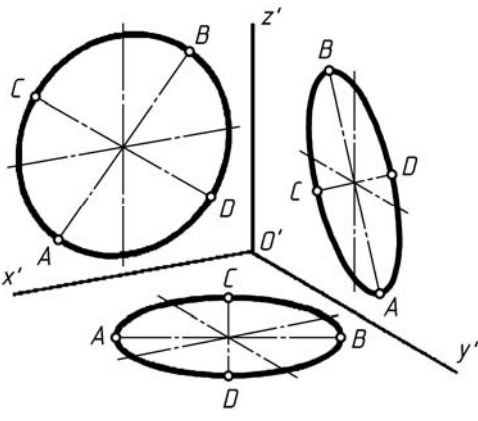
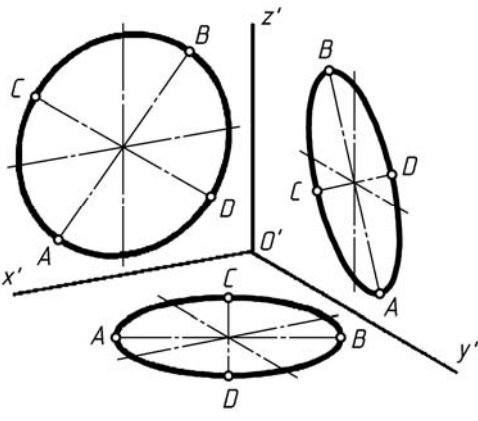
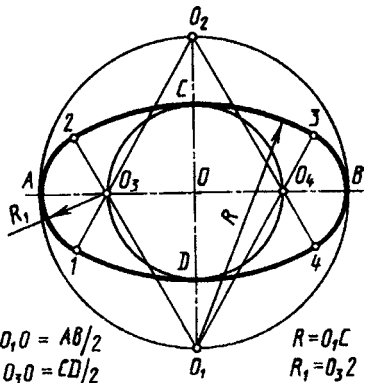
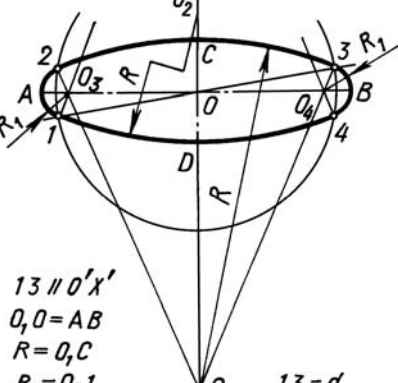


Рис. 45. Комплексный чертёж (*a*), прямоугольные изометрия (*б*) и диметрия (*в*) плоского пятиугольника

4.2.2. Построение аксонометрии окружности

Аксонометрической проекцией окружности является эллипс. Эллипс – лекальная кривая, которую строят по точкам, что достаточно трудоемко. Поэтому при изображении окружностей, расположенных в координатных плоскостях, эллипсы заменяют четырехцентровыми овалами (циркульными кривыми). Расположение осей эллипсов и примеры построения овалов показаны в табл. 3.

Таблица 3

Прямоугольная изометрия	Прямоугольная диметрия	
		
AB – большая ось эллипса CD – малая ось эллипса Малая ось $\perp$ большой оси xoy: большая ось $\perp z$ xoz: большая ось $\perp y$ yoz: большая ось $\perp x$ $AB = 1,22d$ $CD = 0,71d$	AB – большая ось эллипса CD – малая ось эллипса Малая ось $\perp$ большой оси xoy: большая ось $\perp z$ $AB = 1,06d$ $CD = 0,35d$ yoz: большая ось $\perp x$ $AB = 1,06d$ $CD = 0,35d$	xoz: большая ось $\perp y$ $AB = 1,06d$ $CD = 0,95d$
Построение овала  $O_1O = AB/2$ $O_3O = CD/2$ $R = O_1C$ $R_1 = O_3D$	Построение овала  $13 \parallel O_1'x'$ $O_1O = AB$ $R = O_1C$ $R_1 = O_3D$ $13 = d$	Построение овала  $MN \parallel O_1'x'$ $EF \parallel O_2'z'$ $R = O_1N$ $R_1 = O_2M$ $MN = EF = d$

4.3. Аксонометрические проекции геометрических тел

Построение изображений геометрических тел в аксонометрии заключается в построении аксонометрических проекций геометрических элементов, их составляющих. Например, построение аксонометрии шестигранной призмы заключается в построении нижнего основания – плоского шестиугольника, а затем параллельных оси z ребер, вершины которых соединяют прямыми (рис. 46).

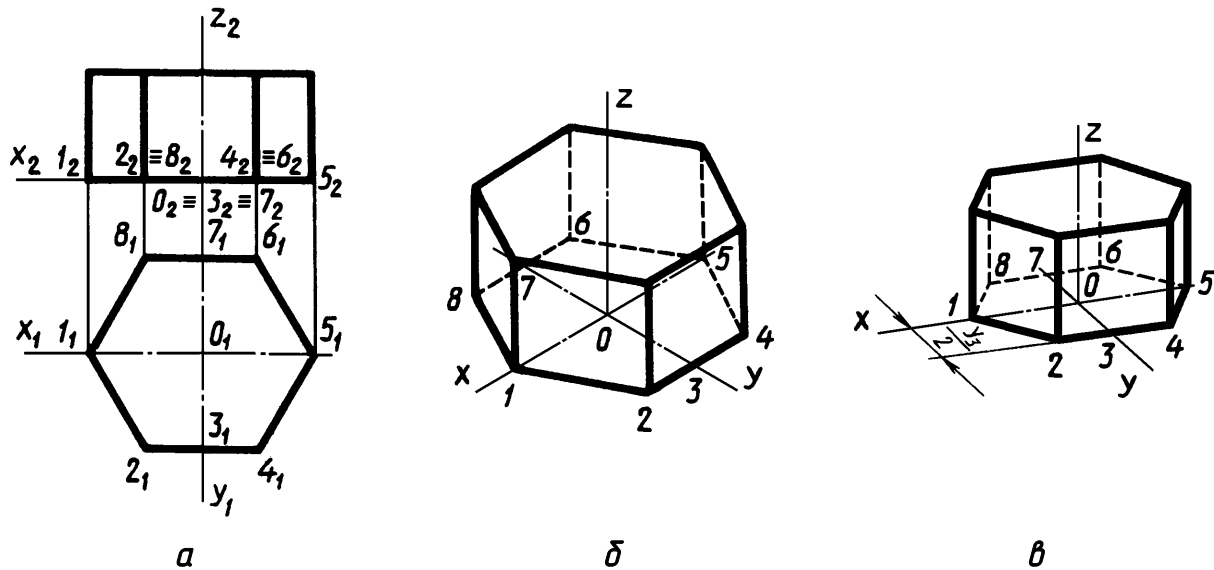


Рис. 46. Комплексный чертёж (а), прямоугольные изометрия (б) и диметрия (в) шестигранной призмы

Прямоугольной изометрией шара является окружность с диаметром, равным 1,22 диаметра шара (при построении с применением приведенных коэффициентов искажения). На рис. 47 приведена изометрическая проекция шара с вырезом одной восьмой части тремя координатными плоскостями, проходящими через центр шара.

При рассечении поверхности шара плоскостями получают окружности, которые изображаются в виде эллипсов, для простоты заменяемыми овалами. Точки пересечения овалов между собой определяют границы выреза.

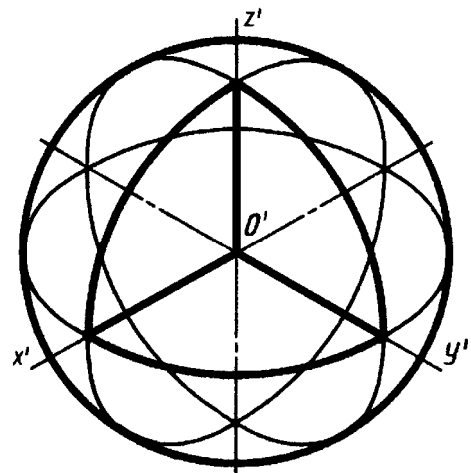


Рис. 47. Шар с вырезом $\frac{1}{8}$ части в изометрии