

Инженерная графика

Щербинин В.В

23 декабря 2019 г.

Введение

ЕСКД – единая система конструкторской документации (устанавливает взаимосвязь правил по оформлению, конструированию, обращению конструкторской документации)

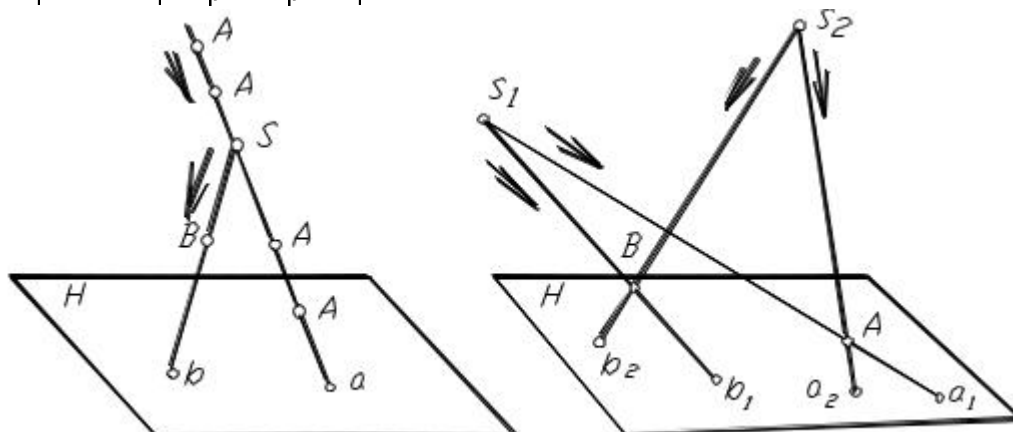
"+":

1. Возможность обмена конструкторской документации между предприятиями.
2. Стабилизация комплектности, исключая дублирование документов.
3. Возможность обеспечивать унификации при конструировании, разработке, проектировании коммерческих изделий
4. Упрощенная форма конструкторской документации.
5. Механизм и автоматизм обработки технической документации.

1 Методы проекции

1.1 Центральная проекция

Для получения центральных проекций необходимо задаться плоскостью проекций H и центром проекций S .



Центр проекций действует как точечный источник света, испуская проецирующие лучи. Точки пересечения проецирующих лучей с плоскостью проекций H называются проекциями. Проекций не получается, когда центр проецирования лежит в данной плоскости или проецирующие лучи параллельны плоскости проекций.

Свойства центрального проецирования:

1. Каждая точка пространства проецируется на данную плоскость проекций в единственную проекцию.
2. В то же время каждая точка на плоскости проекций может быть проекцией множества точек, если они находятся на одном проецирующем луче
3. Прямая, не проходящая через центр проецирования, проецируется прямой (проецирующая прямая – точкой).
4. Плоская (двумерная) фигура, не принадлежащая проецирующей плоскости, проецируется двумерной фигурой (фигуры, принадлежащие проецирующей плоскости, проецируются вместе с ней в виде прямой).
5. Трехмерная фигура отображается двумерной.

Глаз, фотоаппарат являются примерами этой системы изображения. Одна центральная проекция точки не дает возможность судить о положении самой Точки в пространстве, и поэтому в техническом черчении это проецирование почти не применяется. Для определения положения точки при данном способе необходимо иметь две ее центральные проекции, полученные из двух различных центров. Центральные проекции применяют для изоб-

ражения предметов в перспективе. Изображения в центральных проекциях наглядны, но для технического черчения неудобны.

1.2 Параллельная проекция и их свойства

Параллельное проецирование – частный случай центрального проецирования, когда центр проецирования перемещен в несобственную точку, т.е. в бесконечность. При таком положении центра проекций все проецирующие прямые будут параллельны между собой. В связи с параллельностью проецирующих прямых рассматриваемый способ называется параллельным, а полученные с его помощью проекции – параллельными проекциями. Аппарат параллельного проецирования полностью определяется положением плоскости проецирования (H) и направлением проецирования.

Свойства параллельного проецирования:

1. При параллельном проецировании сохраняются все свойства центрального проецирования, а также возникают новые:
2. Для определения положения точки в пространстве необходимо иметь две ее параллельные проекции, полученные при двух различных направлениях проецирования.
3. Параллельные проекции взаимно параллельных прямых параллельны, а отношение длин отрезков таких прямых равно отношению длин их проекций.
4. Если длина отрезка прямой делится точкой в каком-либо отношении, то и длина проекции отрезка делится проекцией этой точки в том же отношении.
5. Плоская фигура, параллельная плоскости проекций, проецируется при параллельном проецировании на эту плоскость в такую же фигуру.

Параллельное проецирование, как и центральное, при одном центре проецирования, также не обеспечивает обратимости чертежа.

Применяя приемы параллельного проецирования точки и линии, можно строить параллельные проекции поверхности и тела.

1.3 Прямоугольное (ортогональное) проецирование

Прямоугольное проецирование – это частный случай параллельного проецирования при котором проецирующие прямые перпендикулярны плоскости проекции и параллельны друг-другу.

Ортогональные проекции двух взаимно перпендикулярных прямых, одна из

которых параллельны плоскости проекций а другая не перпендикулярна ей взаимно перпендикулярны.

Преимущества:

1. простота
2. при ортогональном проецировании, при ряде условий удастся сохранить форму и размеры фигуры.

1.4 Проецирование на две взаимно перпендикулярные плоскости проекции

Обратимость чертежа может быть обеспечена проецированием на две плоскости проекции.

Состоит из фронтальной и горизонтальной плоскостей проекций, а линия пересечения называется осью проекции и называется x или v/h .

В некоторых случаях удобней использовать

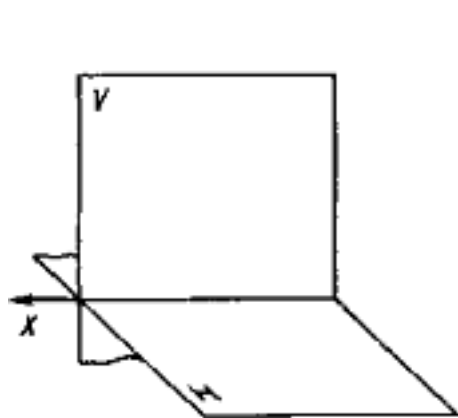


Рис. 1.11

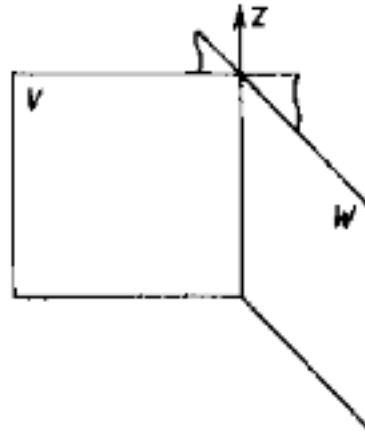


Рис. 1.12

состоит из фронтальной и профильной плоскостей проекций, ось пересечения называется v/w .

Горизонтальные проекции точки называют прямоугольную проекцию точки на горизонтальную плоскость проекции.

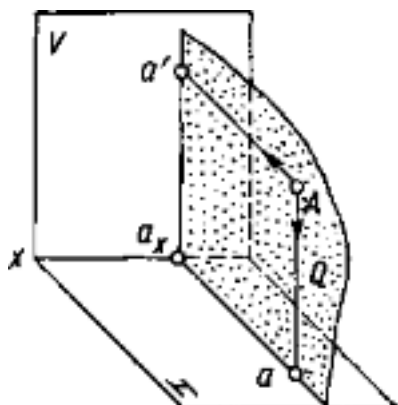


Рис. 1.13

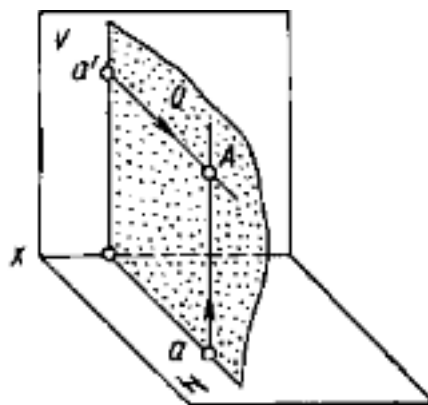


Рис. 1.14

обозначения: a на h , a' на v для точки A

плоскость Q перпендикулярна плоскостям проекции и пересекает ось проекции x

Для того чтобы восстановить положение A необходимо восстановить перпендикуляры к плоскостям проекций в a и a' , на пересечении перпендикуляров находится точка A

Две параллельные проекции точки на различные плоскости проекции вполне определяют ее положение в пространстве, а значит проецирование на две ортогональные плоскости проекции обеспечивает обратимость чертежа для точки.

Эпюры Моджа:

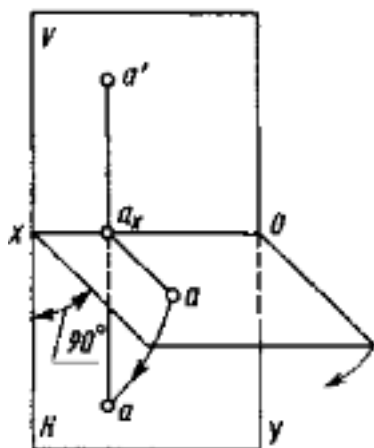


Рис. 1.15

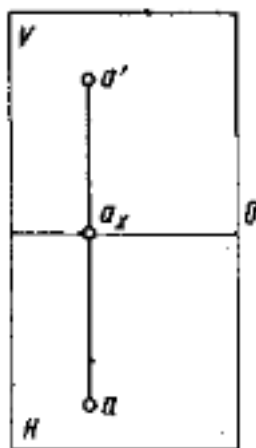


Рис. 1.16

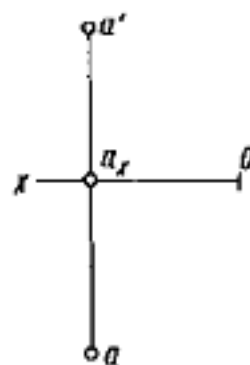


Рис. 1.17

Отрезок $a'a$ называется линией связи

1.5 Проецирование на три взаимно перпендикулярные плоскости проекции

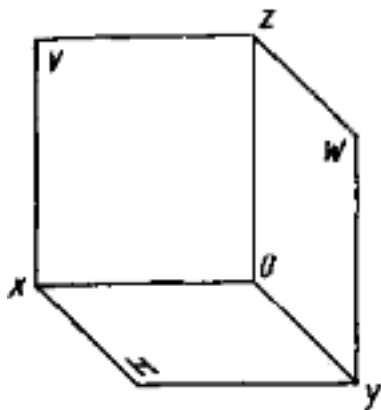


Рис. 1.18

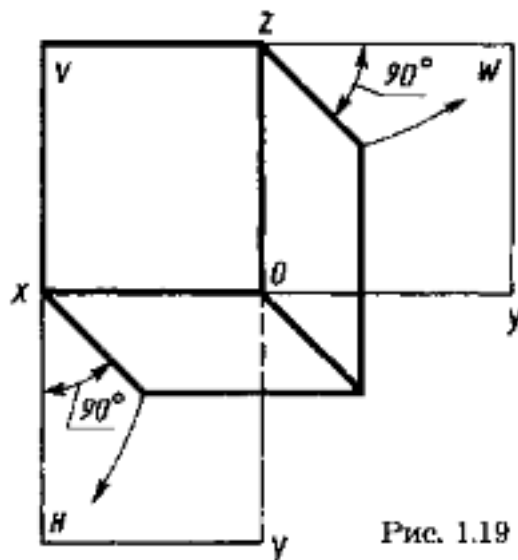


Рис. 1.19

называется V, H, W. Точка O - пересечение трех проекций.

Принято разрезать ось y

!!!Помнить про чертову прямую -45 градусов
При параллельных прямых все их проекции параллельны!!!

2 Глава. Проецирование отрезка прямой линии

2.1 Проецирование отрезка прямой линии и деление его в заданном отношении

Отрезки a_p b_p лежат в некоторой плоскости Q, эта плоскость перпендикулярна плоскости P, прямая, по которой плоскость Q пересекает плоскость P содержит точки AB

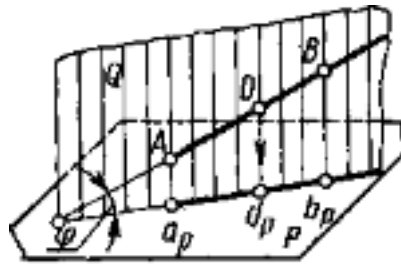


Рис. 2.1

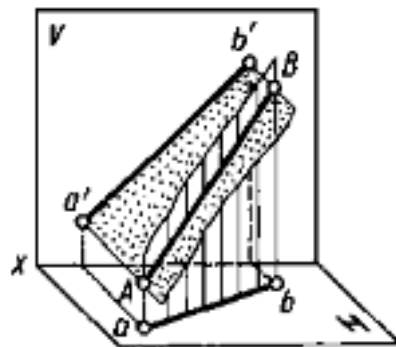


Рис. 2.2

если точка принадлежит никакому отношению то ее проекции принадлежат одноименным проекциям отрезка и делят их в одном и том же отношении.

2.2 Положение прямой линии относительно плоскостей проекции. Особые случаи положения прямой

1. прямая не параллельна ни одной из плоскостей проекции (прямая общего положения)
2. прямая параллельна одной из плоскостей проекции или ей принадлежит (прямая частного положения)
3. параллельна двум плоскостям проекции и перпендикулярна третьей (прямая частного положения)

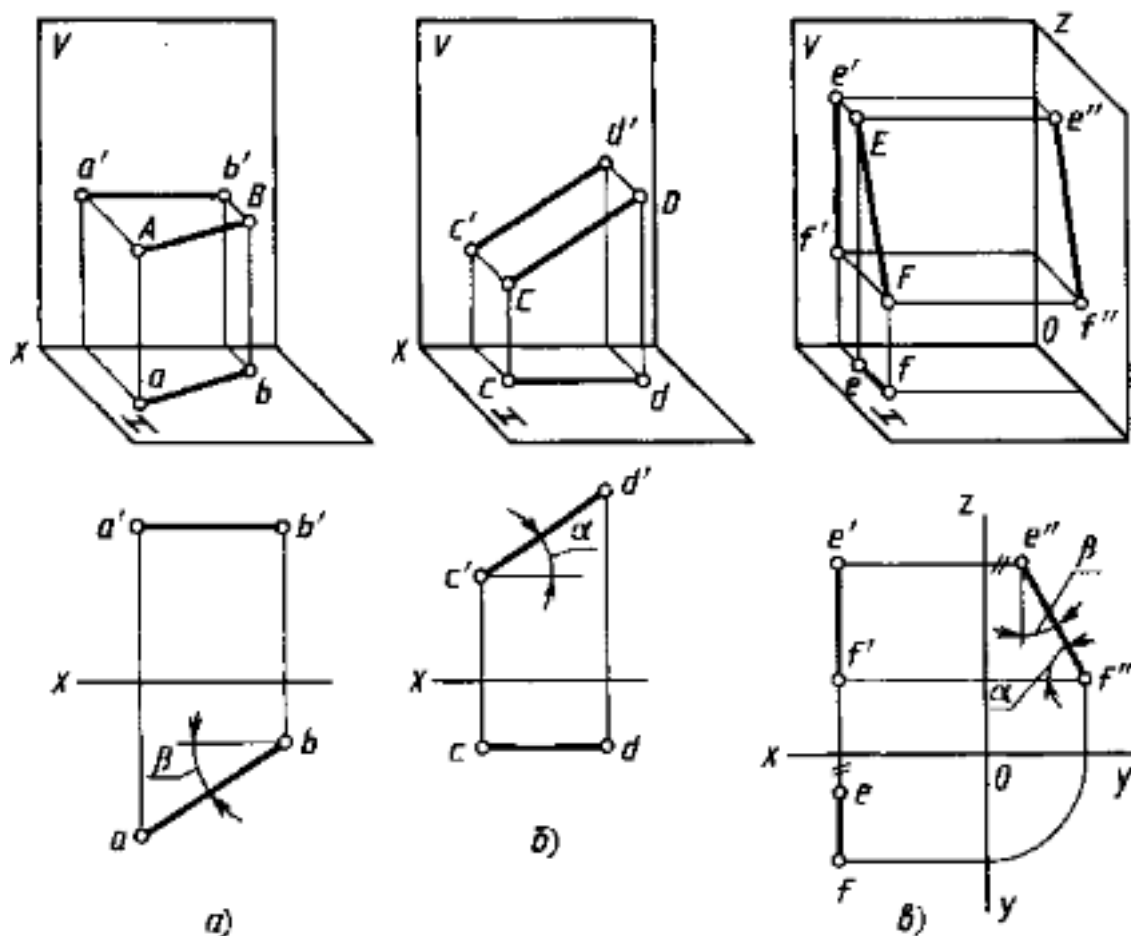


Рис. 2.5

Соответственно называется фронтальной или профильной прямой (в зависимости какой параллельна плоскости).

Если прямая перпендикулярна одной из плоскостей проекции то она называется проецирующей для этой плоскости (горизонтально, фронтально, профильно проецирующей)

Проецирующая прямая проецируется на соответствующую плоскость проекции в точку.

2.3 Определение натуральной величины прямой, общего положения и углов его наклона к плоскостям проекции

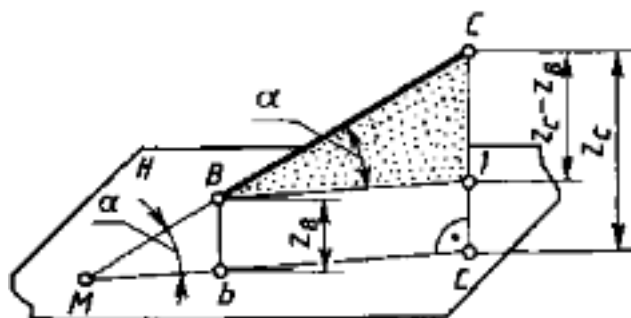


Рис. 2.8

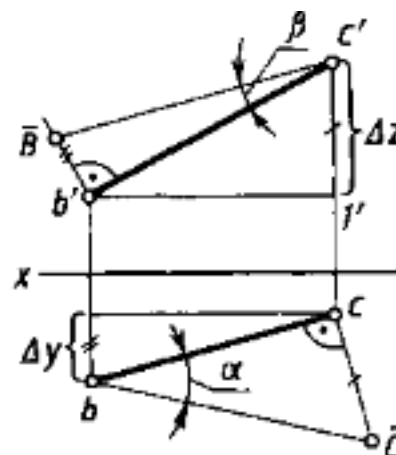


Рис. 2.9

Итак, натуральную величину отрезка определяют как гипотенузу прямоугольного треугольника, одним из катетов которого является горизонтальная (фронтальная) проекция отрезка, другим — разность координат концов отрезка до горизонтальной (фронтальной) плоскости проекций. Этот метод иногда называют способом прямоугольного треугольника.

Угол между прямой и плоскостью проекций определяется как угол между прямой и ее проекцией на эту плоскость

2.4 Взаимное положение прямой

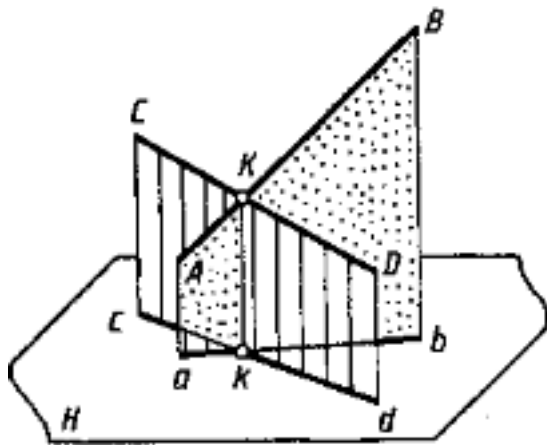


Рис. 2.10

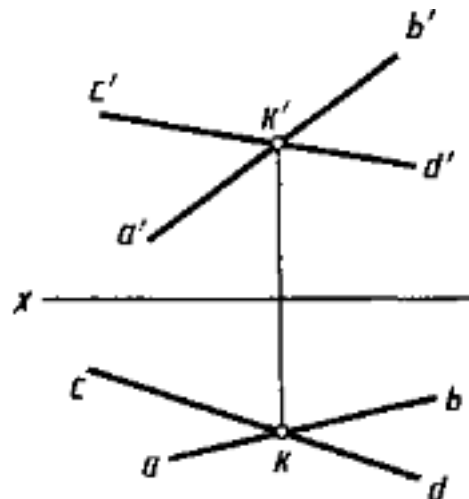


Рис. 2.11

Пересекающиеся прямые – если прямые пересекаются то их одноименные проекции пересекаются между собой а проекции точек пересечения лежат на одной линии связи. В системе VH справедливо для всех прямых кроме профильных и обратное утверждение, если точки пересечения одноименных проекций прямых лежат на одной линии связи то прямые пересекаются.

$$\frac{b'm'}{a'm'} = \frac{bm}{am}$$

$$\frac{c'm'}{a'm'} = \frac{cm}{am}$$

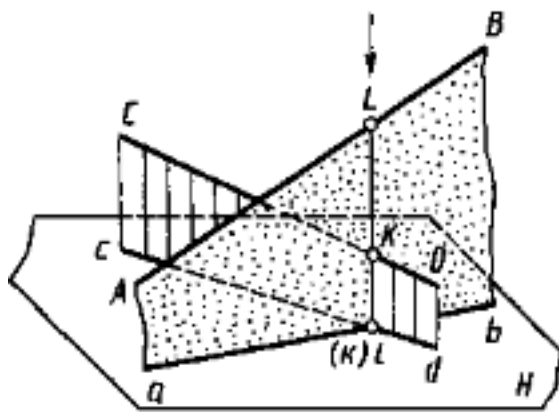


Рис. 2.22

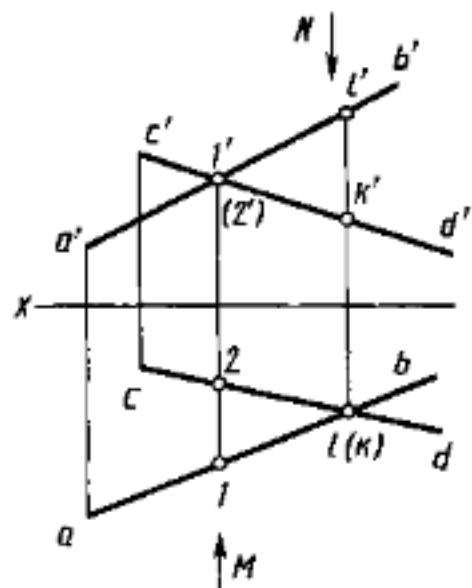


Рис. 2.23

Параллельные прямые – если прямые параллельны то их одноименные проекции параллельны между собой. Для прямых общего положения справедливо и обратное, если проекции прямых общего положения в системе двух плоскостей проекции параллельны то сами прямые также параллельны. Если одноименные проекции прямых параллельны одной из осей проекции то прямые параллельны при условии параллельности одноименных проекций на той плоскости проекций которой параллельны прямые.

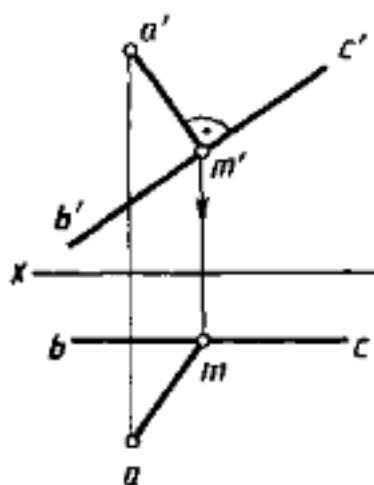


Рис. 2.17

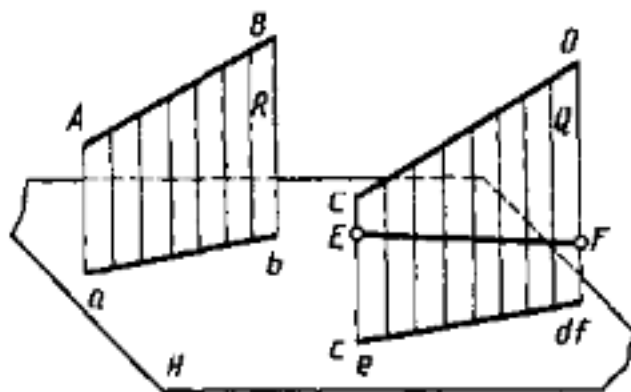


Рис. 2.18

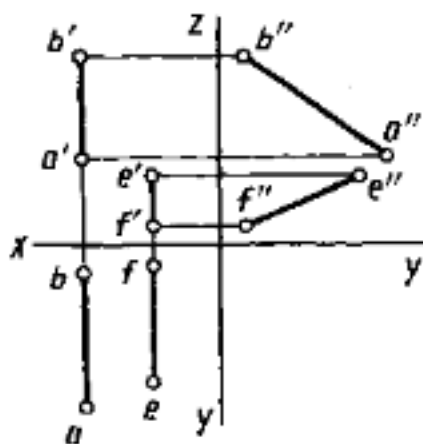


Рис. 2.19

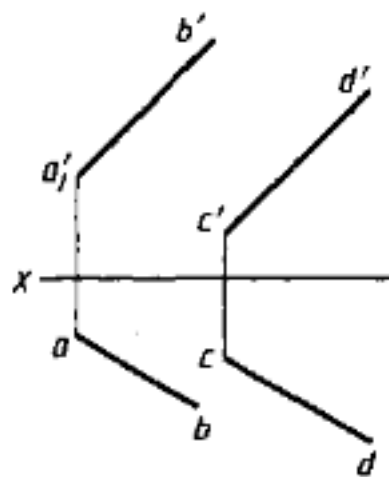


Рис. 2.20

Скрещивающиеся прямые не имеют общих точек. Проекции скрещивающихся прямых пересекаются но точки пересечения проекций не лежат на одной линии связи.

3 Глава. Плоскость

3.1 Положение плоскости относительно плоскостей проекции

Плоскость можно задать разными способами:

- 3мя точками, нележащими на одной прямой
- прямой и точкой, взятой вне этой прямой
- двумя пересекающимися прямыми
- двумя параллельными прямыми
- какая-либо плоская фигура

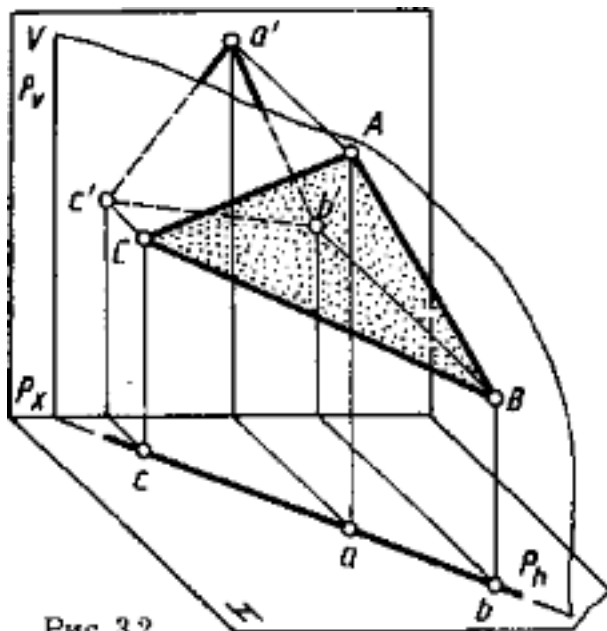


Рис. 3.2

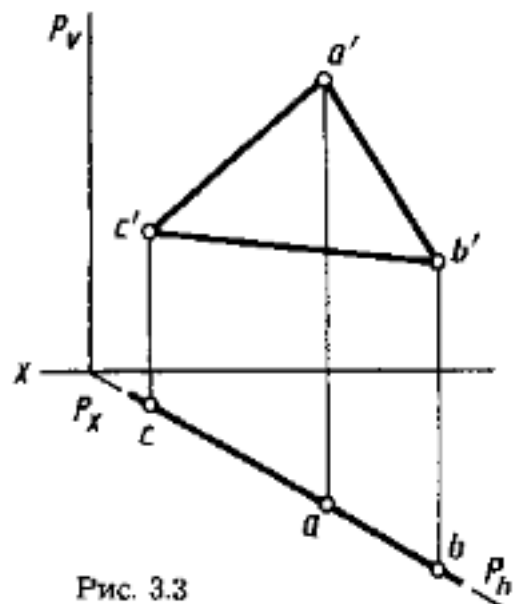


Рис. 3.3

Положение плоскости по отношению к плоскостям проекции:

- 1) Плоскость не перпендикулярна плоскостям проекции (плоскость общего положения)
- 2) плоскость может быть перпендикулярна одной плоскости проекции (плоскости частного положения, проецирующие плоскости)
- 3) плоскость может быть перпендикулярна двум плоскостям проекции (плоскости частного положения, проецирующие плоскости)

След плоскости – это линия пересечения плоскости с плоскостью проекции.

Для плоскости перпендикулярной плоскости H горизонтальный след PH

располагается под углом к оси проекции X соответствующе углу наклона этой плоскости к фронтальной плоскости проекции, а фронтальный след перпендикулярно оси X . Для плоскости перпендикулярной плоскости V фронтальный след располагается под углом к оси x соответствующим углу наклона этой плоскости к плоскости H а горизонтальный след перпендикулярен оси X . На чертежах след перпендикулярный оси проекции не изображают.

Любая геометрическая фигура, лежащая в проецирующей плоскости, проецируется на соответствующую плоскость проекции в прямую линию. Плоскость перпендикулярна двум плоскостям проекции и параллельна третьей.

3.2 Прямая и точка в плоскости

задачи:

- 1) Проведения прямой в плоскости
- 2) Построение в плоскости некоторой точки
- 3) Построение недостающей проекции точки
- 4) Проверка принадлежности точки плоскости

Если точка принадлежит плоскости то ее проекции лежат на проекции прямой принадлежащей плоскости.

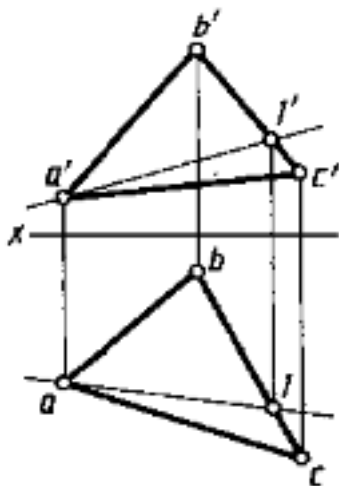


Рис. 3.10

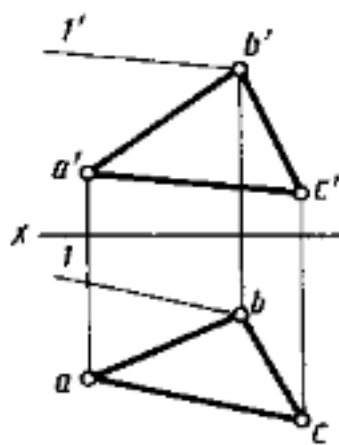


Рис. 3.11

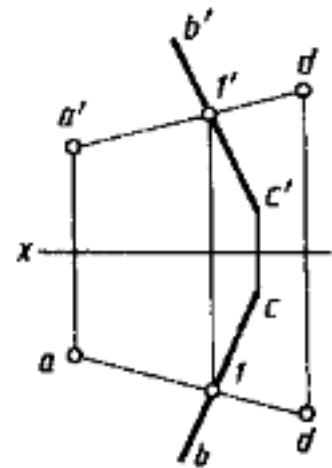


Рис. 3.12

3.3 Прямые особого положения плоскости— главные линии плоскости

Горизонтали (принадлежит плоскости и параллельна плоскости проекции H), фронтали (лежит в плоскости и параллельна фронтальной плоскости проекции), профильные (лежит в плоскости и параллельна профильной плоскости проекции) прямые и линии наибольшего наклона.

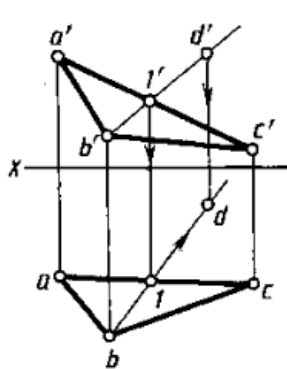


Рис. 3.13

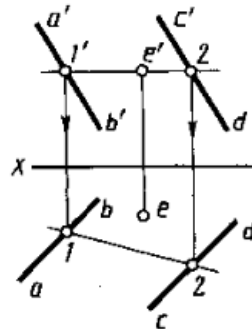


Рис. 3.14

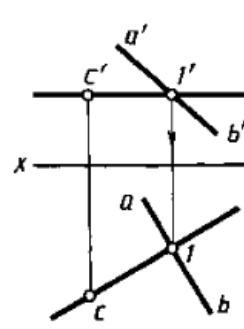


Рис. 3.15

Линии наибольшего наклона — называют прямые лежащие в этой плоскости и перпендикулярные или к горизонталям или к ее фронталям или к ее профильным прямым

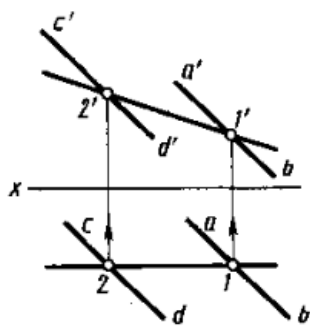


Рис. 3.16

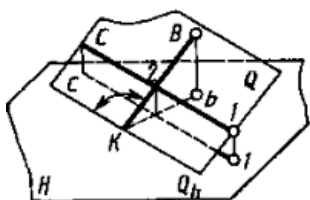


Рис. 3.17

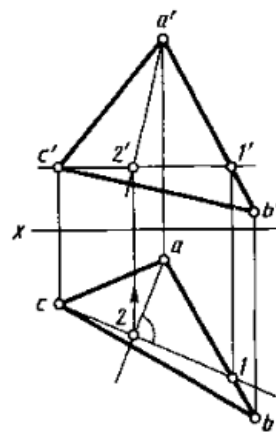


Рис. 3.18

Угол между линией ската и ее горизонтальной проекцией является линейным углом между плоскостью, которой принадлежит линия ската, и плоскостью проекций H

4 Глава. Взаимное положение прямой и линии в плоскости, двух плоскостей

4.1 Пересечение прямой линии с проецирующей плоскостью

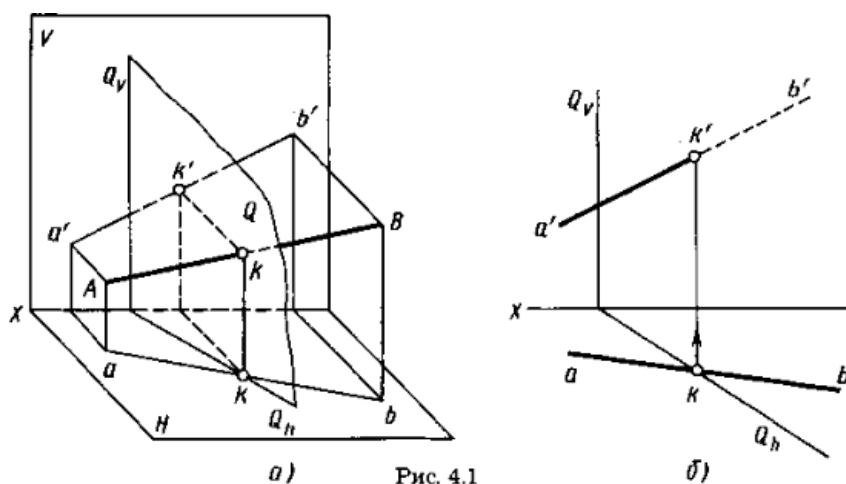


Рис. 4.1

для сложных чертежей анализ видимости мы не делаем

Правила:

- Условно считают, что данная плоскость непрозрачна. Поэтому точки, линии, участки другой плоскости, расположенные между плоскостью проекций и данной плоскостью, невидимы для наблюдателя, между которым и плоскостью проекций находятся изображаемые объекты. Если линии, точки, участки другой плоскости находятся между данной плоскостью и наблюдателем, то они видимы и закрывают точки, линии, участки данной плоскости, лежащие на одних проецирующих прямых.

- Анализ видимости линий обычно проводят путем анализа видимости точек, как это сделано при анализе видимости конкурирующих точек на скрещивающихся прямых

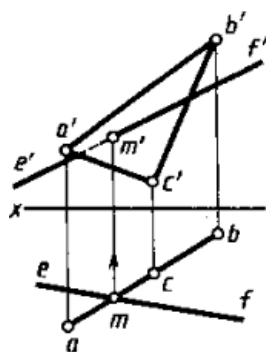


Рис. 4.2

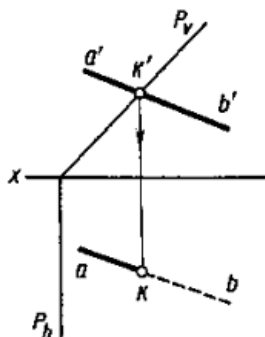


Рис. 4.3

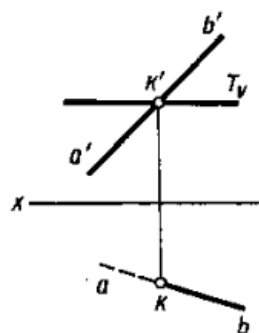


Рис. 4.4

4.2 Пересечение двух плоскостей

ДОСТАТОЧНО ПОСТРОИТЬ ОДНУ ТОЧКУ А ВТОРУЮ ТОЧКУ МОЖНО ПОЛУЧИТЬ ТАКИМ ЖЕ СПОСОБОМ

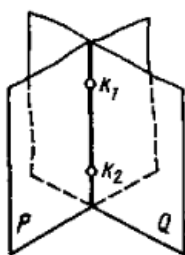


Рис. 4.5

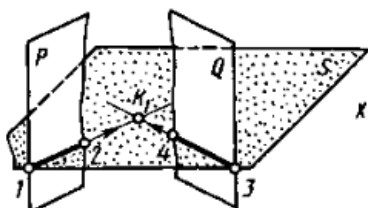


Рис. 4.6

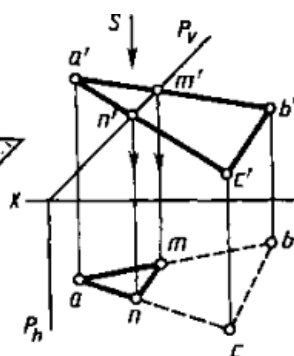


Рис. 4.7

Для того чтобы найти точку принадлежащую двум плоскостям вводим вспомогательную плоскость строят линии пересечения вспомогательной плоскости с двумя заданными плоскостями и в пересечении построенных линий находят общую точку двух плоскостей. Для нахождения второй общей точки построение повторяют с помощью еще одной вспомогательной плоскости.

Частный случай построения линии пересечения двух плоскостей, когда одна из них проецирующая. В этом случае построение линии пересечения упрощается тем, что одна ее проекция совпадает с проекцией проецирующей плоскости на ту плоскость проекций, к которой она перпендикулярна.

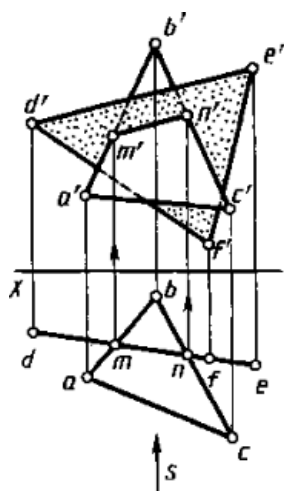


Рис. 4.8

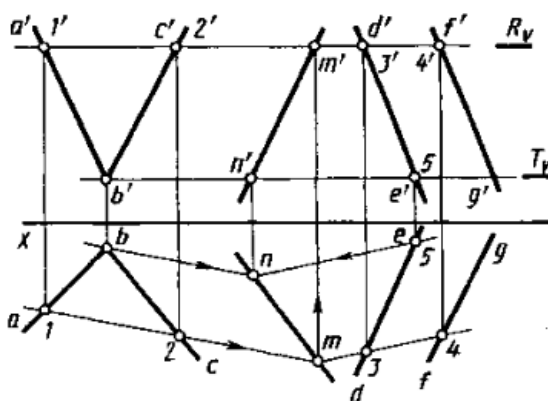


Рис. 4.9

Построение линии пересечения плоскостей общего положения. На рисунке 4.9 приведено построение проекций $t'p'$, tp линии пересечения двух плоскостей, одна из которых задана проекциями $a'b'$, $b'c'$, ab , bc двух пересекающихся прямых, другая — проекциями $d'e'$, $f'g'$, de , fg двух параллельных прямых.

Вспомогательные плоскости параллельны друг-другу.

4.3 Пересечение прямой линии общего положения с плоскостью общего положения

Точку пересечения прямой с плоскостью общего положения строят в следующем порядке:

- а) через заданную прямую АВ проводят вспомогательную плоскость Т;
- б) строят линию пересечения 1—2 вспомогательной плоскости Т и заданной плоскости Q;
- в) в пересечении построенной линии 1—2 с заданной прямой АВ отмечают искомую точку К.

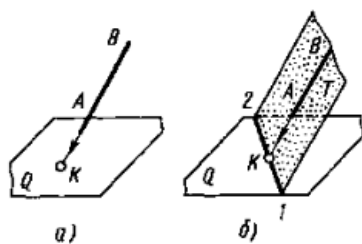


Рис. 4.10

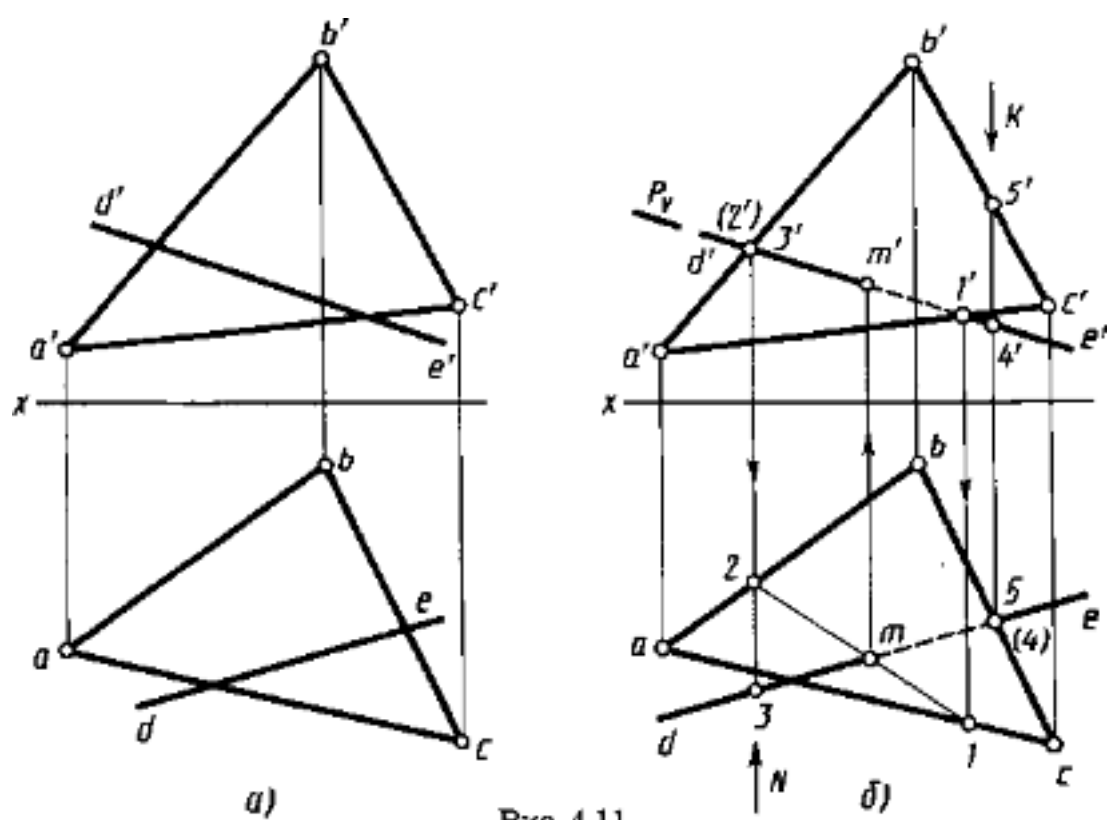


Рис. 4.11

4.4.2 Построение взаимно параллельных плоскостей

Если две пересекающиеся прямые, лежащие в одной плоскости, взаимно параллельны двум пересекающимся прямым лежащим в другой плоскости то плоскости параллельны.

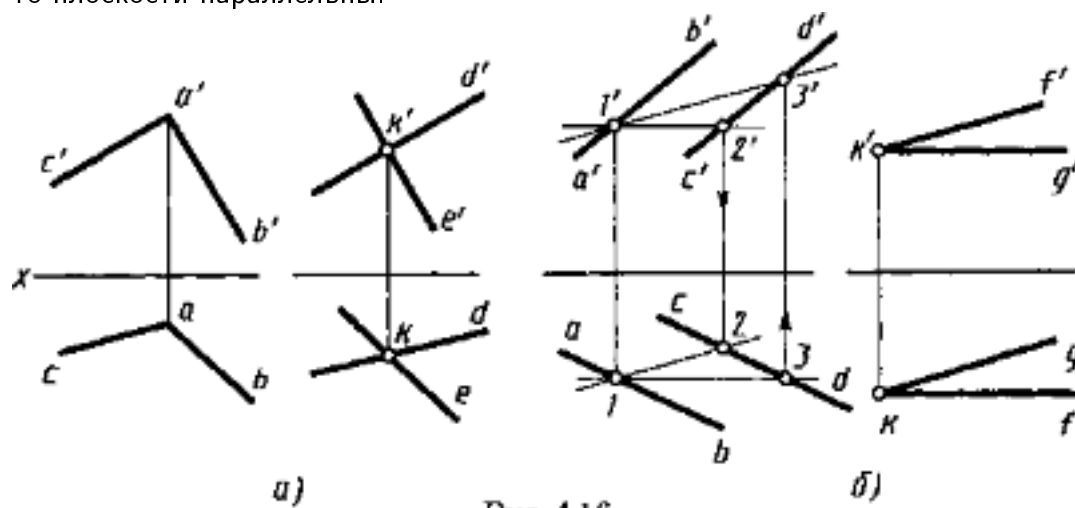


Рис. 4.16

4.5 Построение взаимно перпендикулярных прямой и плоскости

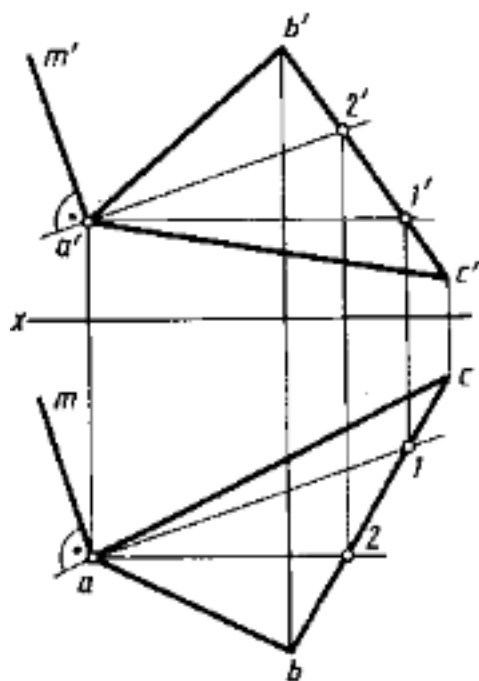


Рис. 4.18

Если прямая перпендикулярна двум пересекающимся прямым, принадлежащим плоскости, то она перпендикулярна этой плоскости.

Чтобы построить две взаимно перпендикулярных плоскости необходимо построить перпендикуляр к одной из плоскостей а затем провести через одну из точек данного перпендикуляра прямую, не принадлежащую исходной плоскости.

4.6 Угол между прямой и плоскостью

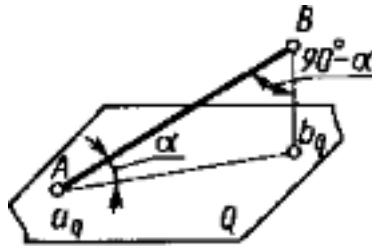


Рис. 4.23

Угол между прямой и плоскостью определяется углом между этой прямой и ее проекцией на плоскости. Для решения этой задачи требуется:

- 1) найти точку пересечения прямой с плоскостью
- 2) провести из некоторой точки прямой перпендикуляр на плоскость.
- 3) определить точку пересечения перпендикуляра с плоскостью.
- 4) соединить эти точки линией
- 5) определить угол между прямой и плоскостью

Обычно достаточно построить только перпендикуляр. Задача определения угла между двумя прямыми рассматривалась нами когда мы решали задачу определения угла наклона прямой к плоскости.

5 Глава. Способы преобразования чертежа

5.1 Общая характеристика способов преобразования чертежа

Многие задачи рашаются легко если линии и плоские фигуры, образующие объект находятся в частном положении. Такого добится позволяет преобразование чертежа, добится которого позволяют пару способов:

- 1) Переменной плоскостей проекции(в этом случае заданную систему плоскостей и проекций заменяют на новую так, чтобы исходные объекты не меняя своего положения в пространстве оказались в частном положении).
- 2) Способ вращения(в этом случае не изменяя плоскостей проекции исходные объекты поворачивают таким образом, чтобы они приняли частное положение).

5.2 Способ перемены плоскостей проекции

– при этом способе преобразовании чертежа положение точек, линий, плоских фигур, поверхностей в пространстве не изменяется, а система VH дополняется плоскостями, образующими с V или H или между собой систему двух взаимно перпендикулярных плоскостей, принимаемых за плоскости проекции.

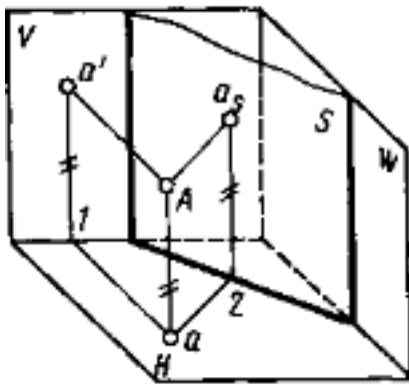


Рис. 5.1

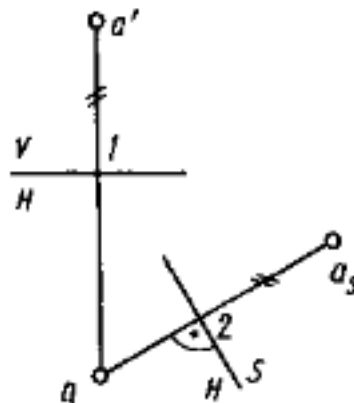


Рис. 5.2

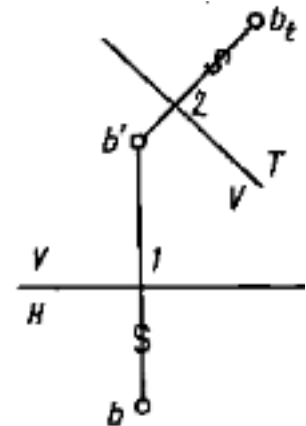


Рис. 5.3

Можно проводить несколько раз.

4 основные задачи преобразования:

- 1) определение величины отрезка общего положения.
- 2) приведение плоской фигуры общего положения в проецирующее положение.
- 3) Определение натурального вида плоской фигуры, расположенной в проецирующем положении.
- 4) Приведение отрезка прямой общего положения в проецирующее положение.

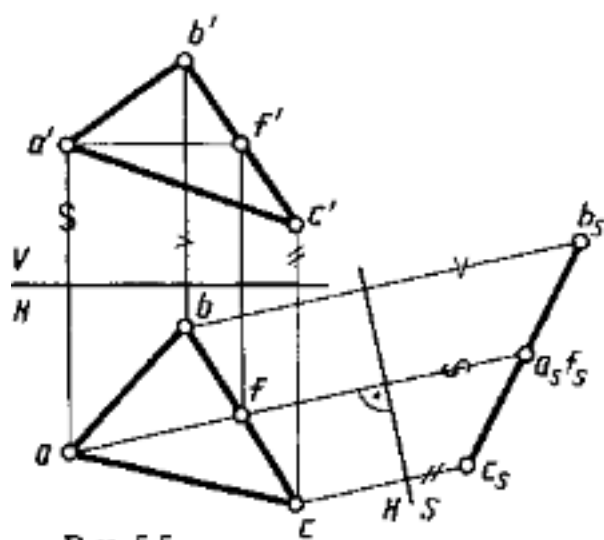


Рис. 5.5

ние.

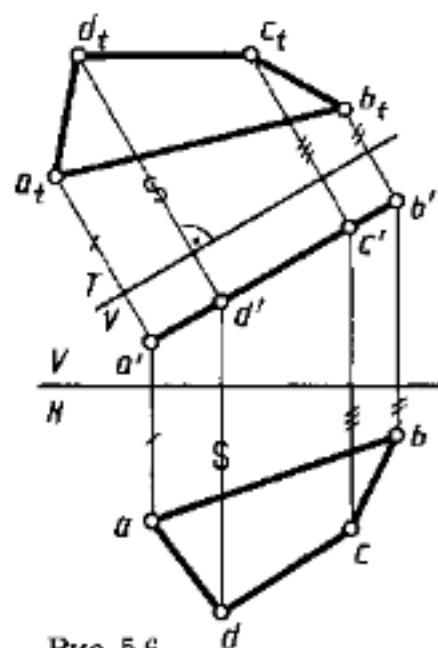


Рис. 5.6

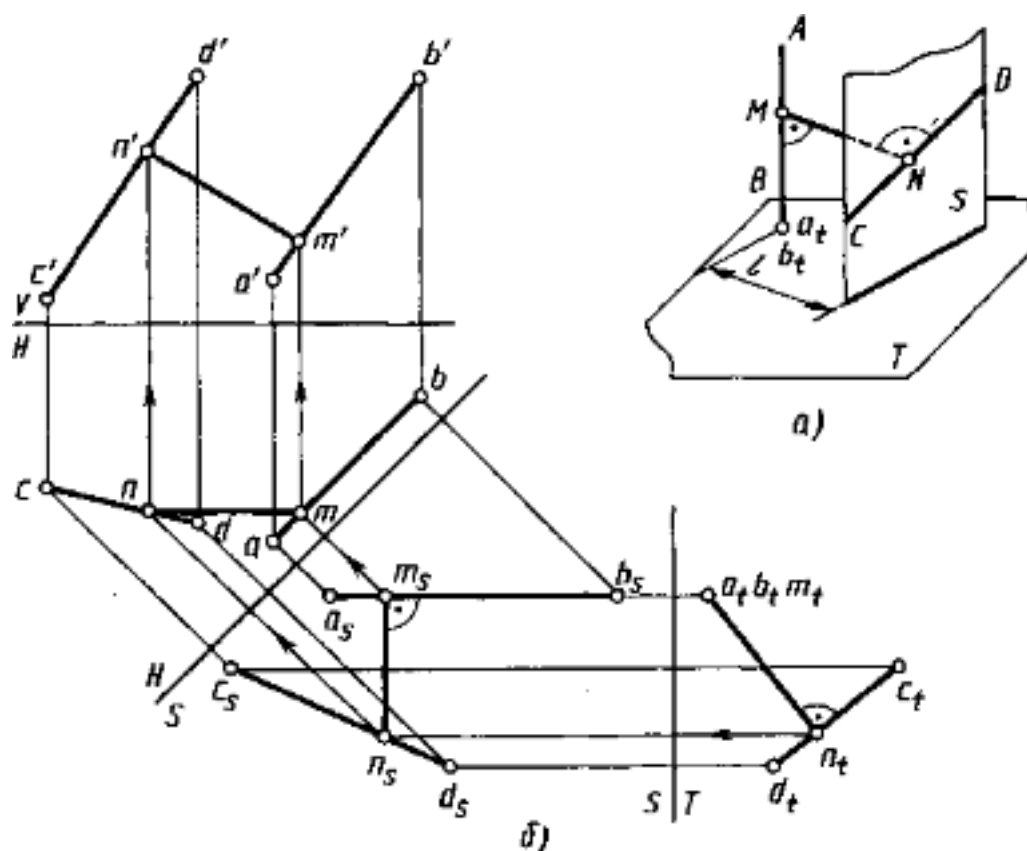


Рис. 5.7

с помощью переменной плоскостей проекции можно определять расстояние, это расстояние представляет собой длину общего перпендикуляра, его длину удобно определять когда одна из скрещивающихся прямых находится в проецирующем положении, таким образом мы вводим новую плоскость проекций такую, в которой одна из прямых находится в проецирующем положении, строим перпендикуляр ко второй прямой и определяем его длину.

5.3 Способ вращения

чтобы применить преобразование чертежа необходимо задать несколько элементов:

1. ось вращения
2. плоскость вращения точки
3. центр вращения
4. радиус вращения (расстояние от центра вращения до точки)

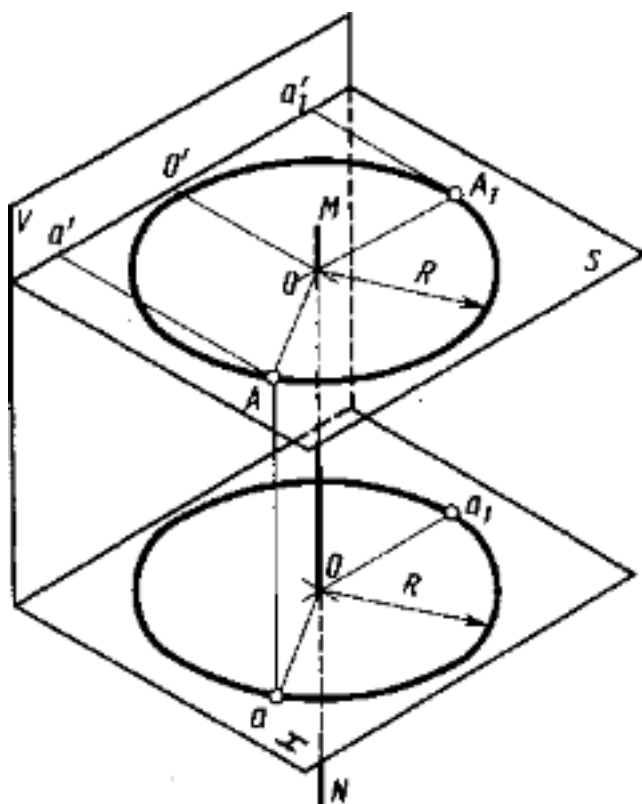


Рис. 5.8

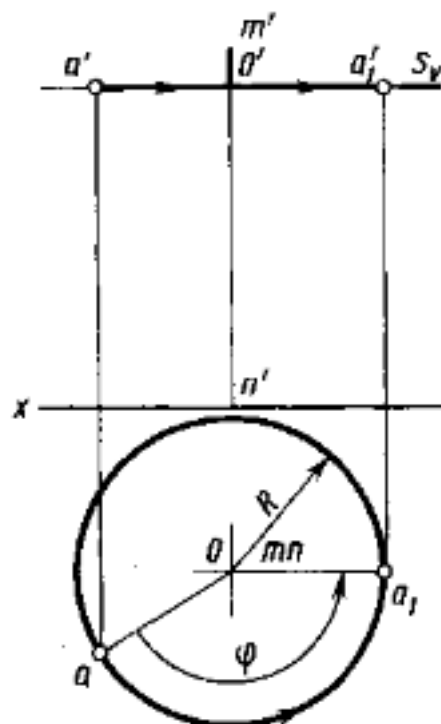


Рис. 5.9

В качестве оси вращения обычно используют прямые, перпендикулярные или параллельные плоскостям проекций. Она может быть прямой общего положения но на практике не применяется.

Вращение точки A относительно MN, перпендикулярной относительно плоскости проекции.

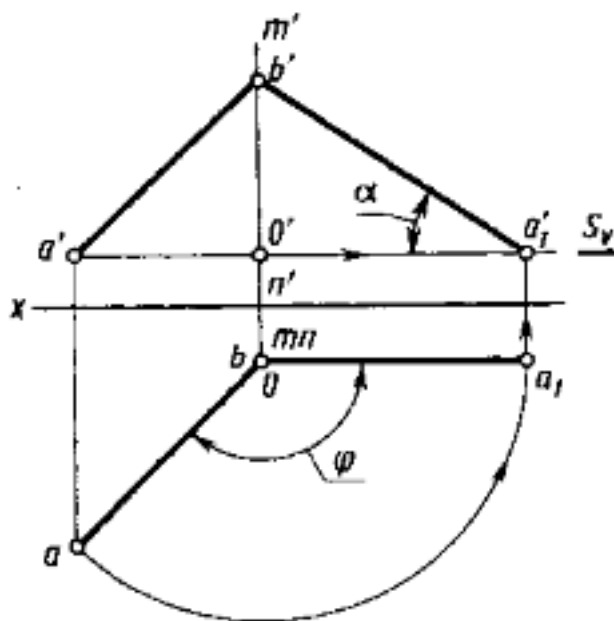


Рис. 5.10

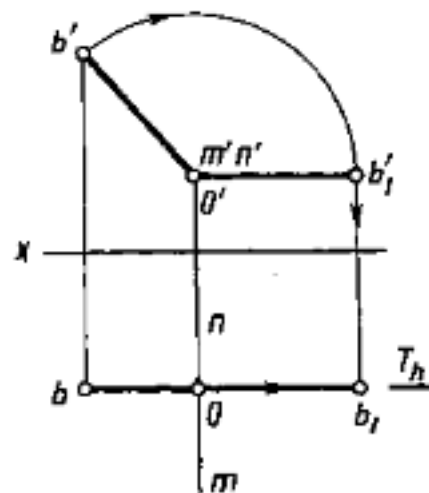


Рис. 5.11

Вращение вокруг прямых параллельных плоскостям проекции
 – Натуральную величину фигуры можно определить вращением вокруг оси параллельной плоскости проекции. В этом случае одним поворотом фигура приводится в плоскость параллельную плоскости проекции.

6 Изображение многогранников

6.1 Применение многогранников в технике

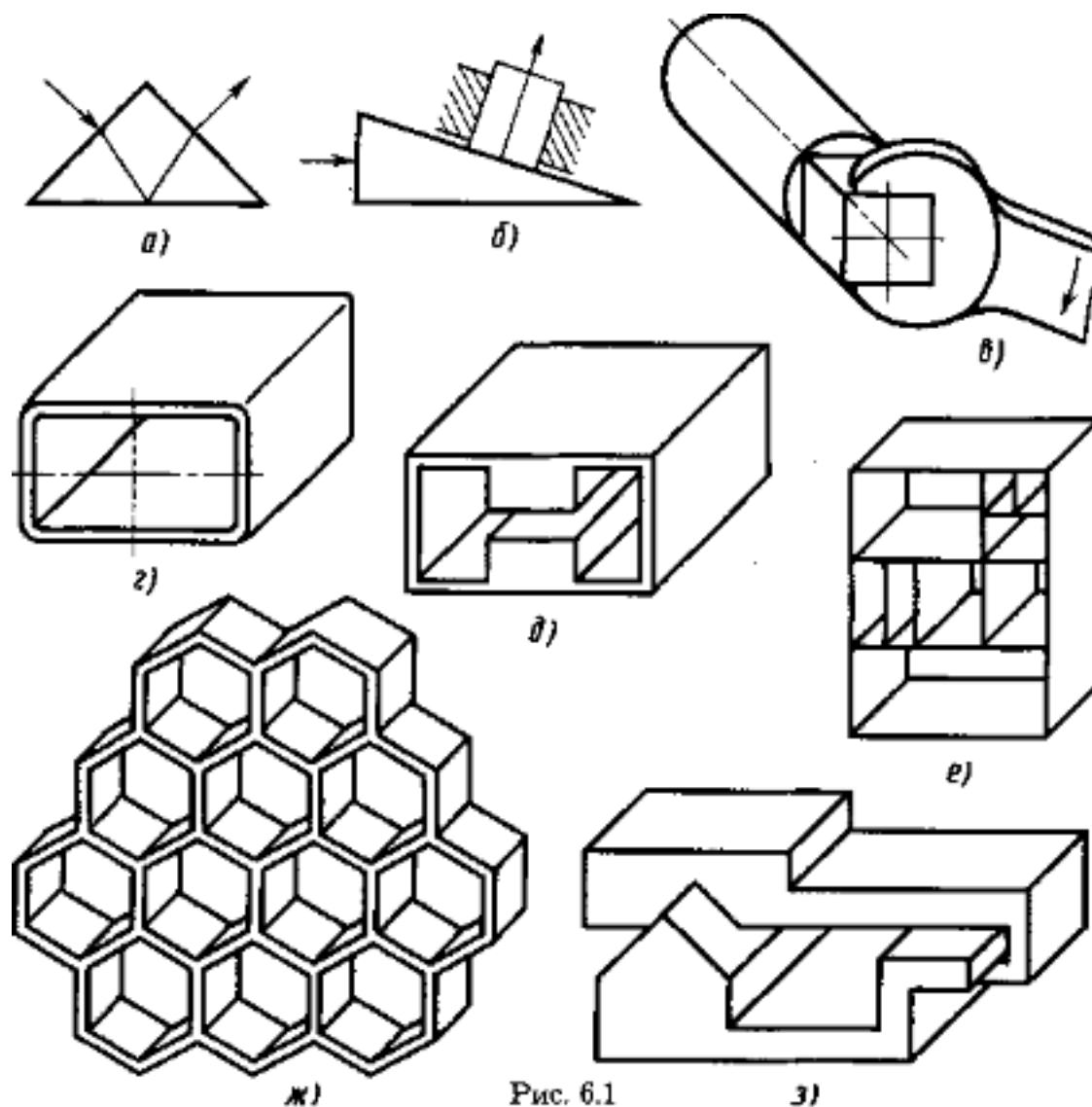


Рис. 6.1

6.2 Чертежи призмы и пирамиды

Грани призмы и пирамид ограничиваются ребрами, а ребра представляют собой прямолинейные отрезки, которые пересекаются между собой, поэтому построение чертежей призмы пирамид сводится к построению точек (вершин)

и отрезков прямых(ребер).

Призматическая поверхность может быть представлена на чертеже проекциями ребер или проекцией фигуры, которая получается при пересечении боковых граней плоскостью. Пересекая призматическую поверхность двумя параллельными плоскостями получают основание призмы. На чертеже основания призм удобно располагать параллельно плоскостям проекции.

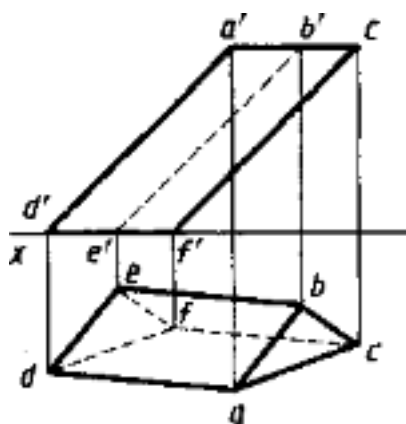


Рис. 6.2

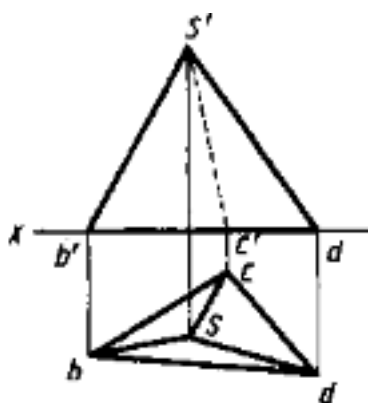


Рис. 6.3

Одноименные проекции ребер призмы параллельны между собой. Пирамиду создает основание ребер и её вершин.

Призмы и пирамиды в трех проекциях. Точки на поверхности

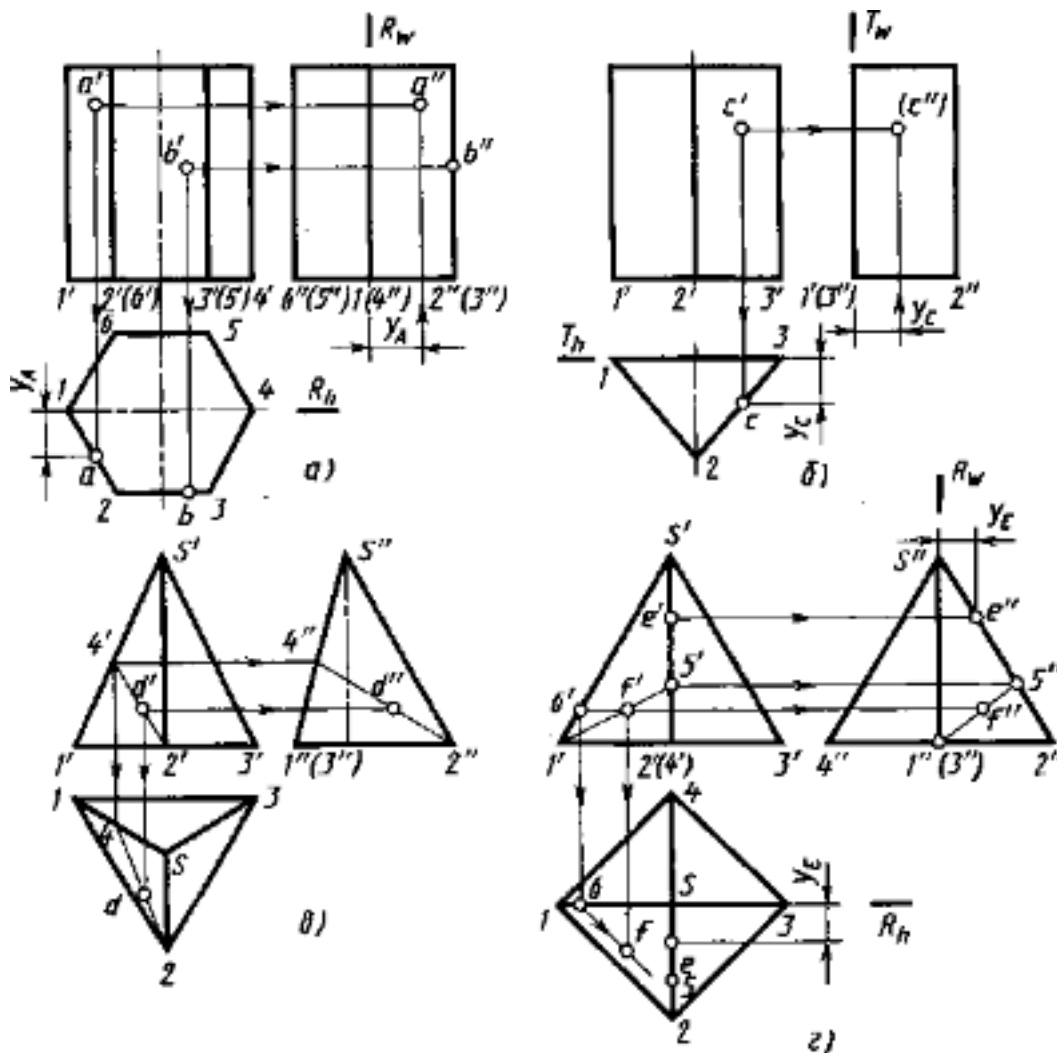


Рис. 6.4

6.3 Определение высоты пирамиды

Высота пирамиды – расстояние от вершины до плоскости основания.

Если пирамида состоит из участков плоскостей общего положения, то определение её высоты проводится с помощью способа перемены плоскостей проекции. Новая плоскость проекций выбирается перпендикулярной прямой частного положения проходящей через точку пересечения перпендикуляра к плоскости основания пирамиды опущенного из её вершин, т.е:

1) строим перпендикуляр из вершины пирамиды к плоскости её основания.

- 2) проводим через эту точку линию частного положения лежащего в плоскости основания пирамиды.
- 3) перпендикулярно этой линии вводим новую плоскость проекции.
- 4) искомая высота пирамиды будет найдена как длина проекции на эту плоскость перпендикуляра, построенного на первом шаге.

6.4 Пересечение многогранников плоскостью

При пересечении призмы или пирамиды плоскостью, в сечении получается плоская фигура, ограниченная линиями пересечения секущей и плоскостью с гранями призмы или пирамиды.



Рис. 6.8

Определение натурального вида сечения пирамиды плоскостью

Для определения натурального вида сечения плоскостью можно использовать метод переменных плоскостей.

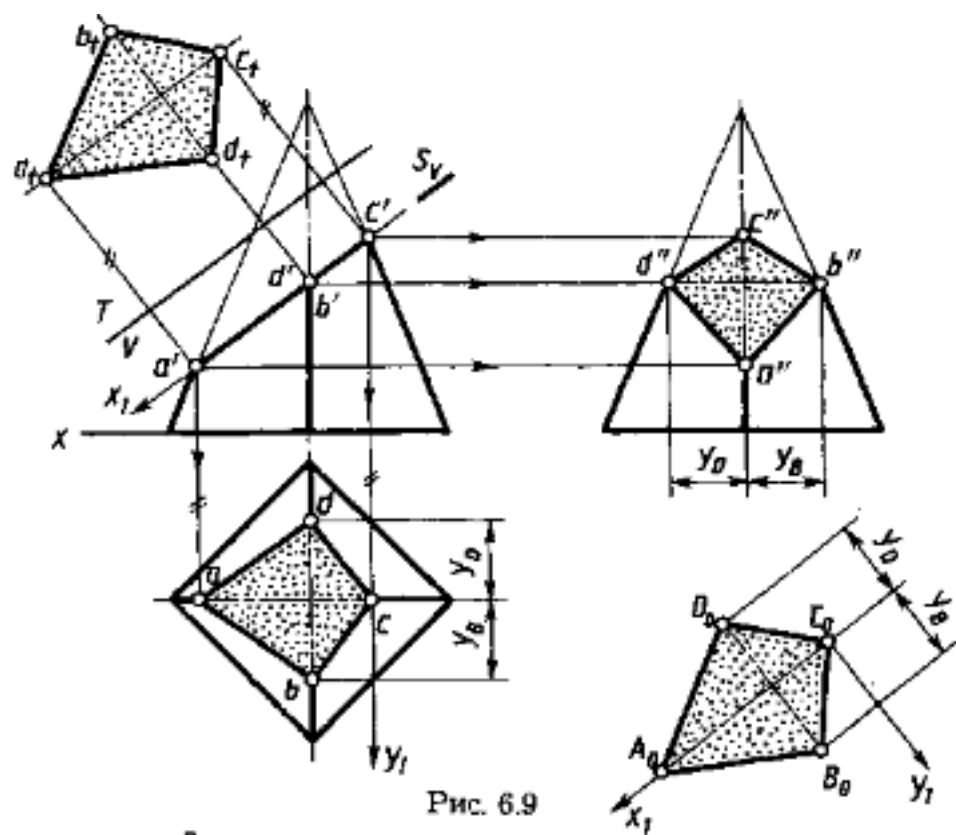


Рис. 6.9

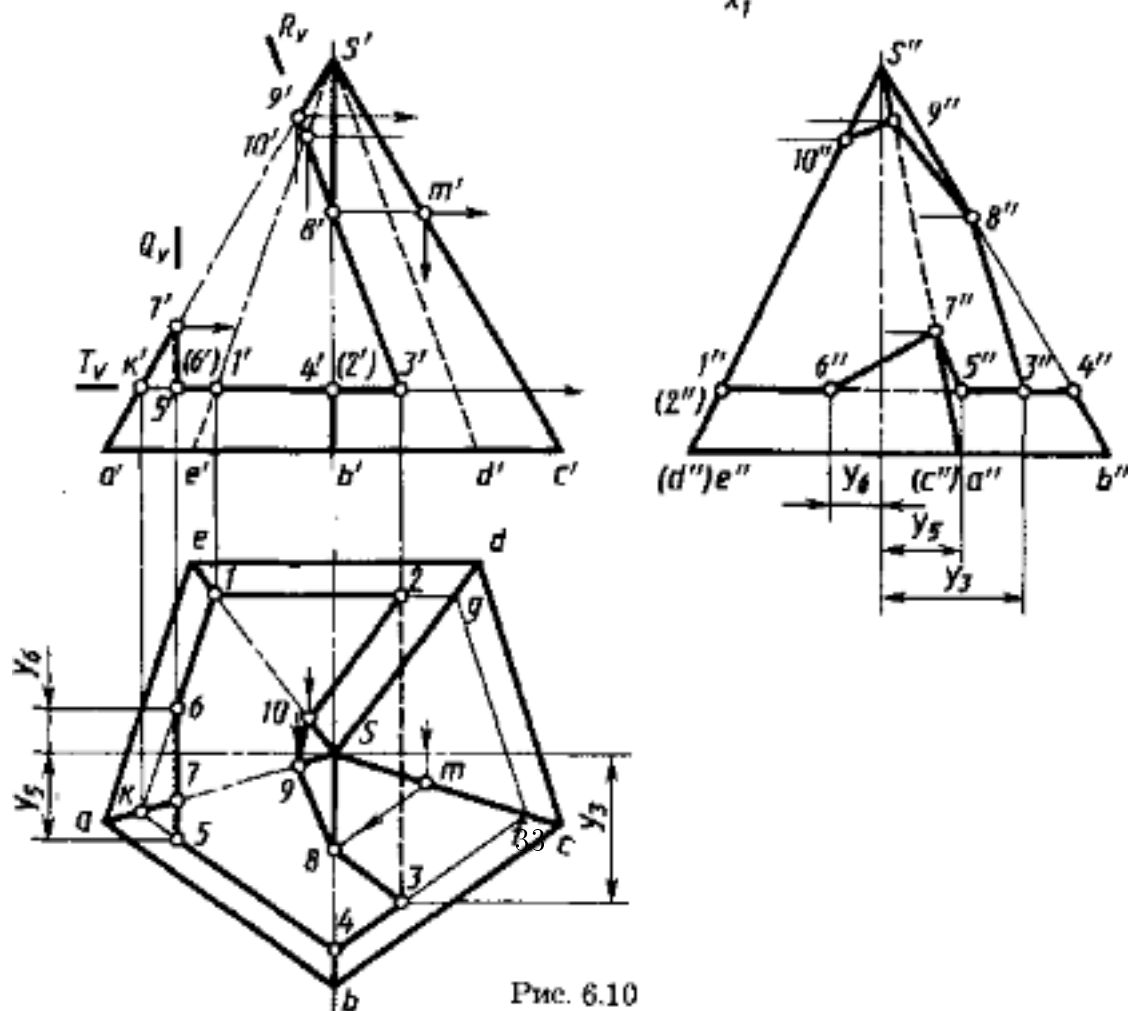
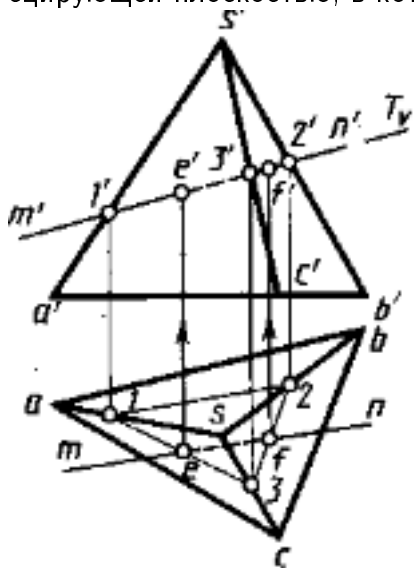


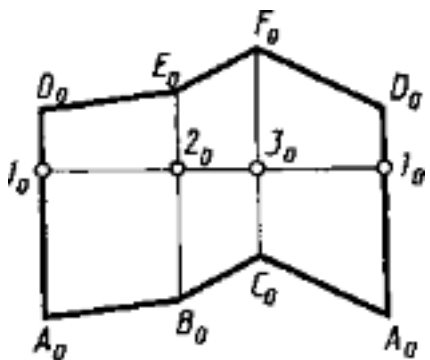
Рис. 6.10

6.5 Построение точек пересечения прямой с поверхностью многогранника

Чтобы построить точки пересечения поверхности многогранника какой-либо прямой сначала необходимо найти пересечение этого многогранника проецирующей плоскостью, в которой лежит эта прямая.



6.6 Развертка гранных поверхностей



Разверткой поверхности многогранника называют плоскую фигуру полученную при совмещении с плоскостью всех его граней. Развертывание гранных поверхностей выполняют для проведения раскроя листового материала

при изготовлении детали или для определения площади поверхности детали покрываемых различными покрытиями (не только декоративные, но и защитные или придающие поверхности материала заданные свойства). Для построения развертки необходимо определить размеры граней многогранника. Универсальный способ, пригодный для любого многогранника – грань разбивается на треугольники, а натуральный вид треугольников определяется любым из ранее рассмотренных методов.

7 Глава. Аксонометрические поверхности

7.1 Аксонометрические поверхности как способ представления детали

Способ аксонометрического проецирования состоит в том, что данная фигура вместе с осями прямоугольных координат, к которым она отнесена в пространстве, проецируется параллельно на некоторую плоскость принятую за плоскость аксонометрических проекций, эту плоскость также называют картинной плоскостью.

Прямоугольные аксонометрические проекции оси присоединенных прямоугольных координат к детали располагают не параллельно к плоскости аксонометрических проекций.

Аксонометрических проекций существует бесконечное множество. Они будут отличаться направлением осей.

Коэффициент искажения

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 2$$

7.2 Изометрическая проекция

На практике применяют коэффициент искажения = 1, его называют приведенным коэффициентом искажения

7.3 Демитрическая проекция

8 Глава. Изображение предметов. Виды, разрезы, сечения

8.1 Основные положения

При ортогональном проецировании внешний вид объекта проецируется на три плоскости проекции. Таким образом мы получаем три плоских изображения для объемного предмета. Во многих случаях их достаточно для получения общего представления об объекте.

Для сложных деталей могут потребоваться дополнительные изображения. Правило изображения на чертежах изложено в стандартах, входящих в систему конструкторской документации.

Предметы на чертежах изображаются методом прямоугольной проекции и не как по другому при этом предполагается что изображаемый предмет расположен между наблюдателем и плоскостью проекции. Такой метод называется методом первого угла или методом 'Е'. За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба.

Изображением является любой чертеж который может быть видом, разрезом или сечением. Изображение выполняется установленным образом проецирования в определенном масштабе.

Главное изображение - это главное изображение на плоскости проекции. Объект располагают на фронтальной плоскости поверхности так чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Предметы следует изображать в функциональном положении или в положении удобном для изготовления. Предметы состоящие из нескольких частей всегда изображают в функциональном положении.

Предметы используемые в любом положении изображают в любом положении удобном для изготовления. А предметы функциональное положение которого наклонное изображают в вертикальном или горизонтальном положении.

Длинные или высокие предметы функциональное положение которых вертикальное можно изображать в горизонтальном положении но нижнюю

часть предмета следует помещать справа.

Вид – это изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Разрез – изображение предмета мысленно расеченного одной или несколькими плоскостями. При этом рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменений других изображений того же предмета. На разрезе показывают то что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Секущую плоскость выбирают так чтобы получить наиболее полное представление о предмете. Та часть разреза обозначающая разрез обозначается штриховкой.

Сечения отличаются тем что на них изображена фигура получающаяся при рассечении предмета секущей плоскостью в отличии от разреза на сечении не изображают то что находится за секущей плоскостью.

8.2

Для видов установленны названия:

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

Если расположение видов соответствует рассмотренному в предыдущем параграфе то подписывать виды ненужно. Если есть необходимость сместить какой-то из видов. Если нет изображения на котором. Для уменьшения кол-ва видов допускается невидимые контура изображать штриховой линией.

Если какую либо часть предмета невозможно нарисовать на основных видах юбх искажени формы и размеров то применяют дополнительные виды которые строят на плоскостях не параллельных плоскостям проекции. Дополнительный вид указывается стрелкой в раплавлении взгляда и подписывается заглавной буквой русского алфавита.

Местный вид – изображения местной поверхности предмета. Отмечают его также как дополнительный вид.

Сложные разрезы бывают ступенчатые и ломанные. Ступенчатыми называют разрезы у которых секущие плоскости параллельны. Ломаным называется разрез когда секущие плоскости пересекаются.

Местный разрез – это разрез который служит для выявления формы предмета в отдельном месте. Местный отделяют от вила сплошной волнистой линией. Она не должна совпадать с какими либо любыми видами изображения.

8.3 Сечения

Сечения не входящие в состав разреза бывают двух видов: вынесенные и наложенные. При этом вынесенное сечение является предпочтительней. Их допускается располагать в разрыве предмета.

Контур вынесенного сечения изображают сплошной основной линией а контур наложенного сечения тонкой линией. Для наложенных сечений и наложенных в разрезе указывают направление взгляда но не подписывают.

9 Глава. Некоторые положения конструкторской документации

9.1 Нормативно технический документ

Создание промышленных изделий начинается с конструкторской документации. Она всегда выполняется с соответствии с требованиями стандартов.

Стандарты:

Гост 1. - ГСС

Гост 2. - ЕСКД

Гост 3. - ЕСТД

Структура: ГОСТ Р(если распада после СССР) 2.xxx-xx

ОСТ

ТУ

9.2 Виды изделий

Изделие - это любой предмет или набор предметов подлежащий изготовлению. Виды изделий установлены ГОСТ 2.101-68. Согласно стандарту существуют виды изделий: деталь (изделие изготовленное из однородного по наименованию и марки материала без применения сборочных операций), сборочная единица (изделие составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии изготовителя сборочными операциями), комплекс (два и более изделий состоящих в свою очередь каждая из двух и более частей не соединенных сборочными операциями на предприятии изготовителя но предназначенных для управления взаимосвязанных эксплуатационных функций), комплект (два и более изделий не соединенных сборочными операциями но имеющих общее эксплуатационное назначение).

9.3 Стадии разработки конст. документации и виды конст. документов

Разработка КД детали начинается с определения технического предложения. Оно разрабатывается в соответствии с технич заданием заказчика. Иногда по итогам подготовки технич предложения техн задание приходится корректировать.

Эскизный проект выполняют для установления принципиальных решений дающих общее представление о работе и устройстве изделия. По исходной документации изготавливают и испытывают макет.

Техническом проекте принимают окончательное решение с подробной подготовкой общих видов чертежей и деталей и схем изделия позволяющих оценить соответствие изделия требованиям технического задания технологичность и т.п. На этапе техн проекта используются все наработки полученные ранее.

Рабочая конструкторская документация используется для разработки и изготовления опытного образца установочной серии и массовой серии изделия. Стадии разработки обозначаются с помощью литер (П, Э, Т, О, А, Б).

К конст док относятся графические и текстовые документы которые определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки изготовления приема контроля приемки эксплуатации и ремонта. Также подразделяются на проектные и рабочие (чертеж детали

или сборочный чертеж(литеры - СБ)). Спецификация - документ определяющий состав сборочной единицы или документа(АААА.ХХХХХХ.УУУ.ЗЗ).

Графические документы: габаритный чертеж(ГЧ), электромонтажный чертеж(МЭ), монтажный чертеж(МЧ), упоковочный чертеж(УЧ), схемы - документы на которых составные части изделий показаны в виде условных изображений(ГОСТ 2.701-84): виды обозначаются буквой(э - электрические,г-гидравлические,п-пневматические,к-кинематические и т.д) и типы схем: .

Текстовые документы: технические условия(ТУ), патентный формуляр(ПФ), инструкция(И), ведомость(ПЭЗ,ВП).

9.4 Содержание чертежа или эскиза детали

Под чертежом детали понимают основной конструкторский документ содержащий изображение детали и другие данные необходимые для ее изготовления и контроля. Помимо формы и размеров детали рабочий чертеж в общем случае содержит еще ряд сведений:

- предельное отклонение размеров, формы и поверхности;
- обозначение шероховатости поверхности;
- обозначение покрытий и видов обработки детали;
- текстовую часть состоящую из технических требований и характеристик детали.

Рабочие чертежи изготавливают на каждую деталь. Стандартом допускается не изготавливать рабочие чертежи на некоторые виды деталей(детали изготавливаемые из фасонного материала отрезкой под прямым углом и из листового материала резкой по окружности).

Если для детали по условиям сборки изделия или условиям расположения деталей в изделии важны размеры в напряженном состоянии, то на чертеже изображают деталь в двух состояниях(в свободном сплошными линиями, в напряженном штрих-пунктирными линиями). Соответственно размеры наносятся для того и другого случая. Если деталь в свободном состоянии приобретает произвольную форму которую на чертеже не указывают, то такую деталь указывают только в напряженном положении.

9.5 Выбор изображений и планировка эскиза или чертежа

Если деталь представляет собой тело вращения то для нее достаточно одного изображения на плоскости проекций параллельной оси тела. Также

достаточно для валов, втулок и т.д. . Если деталь представляет собой тело вращения но имеет конструктивные элементы, то главное изображение дополняют одним или несколькими методами, которые позволяют выявить их. Для тонких плоских деталей также достаточно одного изображения.

Главное изображения выбирают с учетом изготовления детали. Если в процессе изготовления одно из ее положений является преобладающим то на главном изображении деталь нужно показывать в этом положении. При этом планки располагают горизонтали, а корпуса основанием вниз. Если деталь сложной конструкции не имеет преобладающего изображения, то за главное изображение принимают деталь в готовом изделии. Для деталей типа шкива и колес главным изображением является фронтальный разрез(он выявляет внешние очертания детали, поэтому вида спереди не требуется). В этом случае разрез выполняют полностью. Крепежные элементы изготавливаются на токарных станках или автоматах. Ось этих деталей почти всегда горизонтальна.

Формат чертежа или эскиза выбирают в зависимости от сложности и размеров детали, при этом необходимо учитывать возможные изменения масштаба. Мелкие сложные детали дают с увеличением, а простые крупные детали чертят в уменьшенном размере. Для мелких элементов детали используют выносные элементы. Прежде чем выбрать формат чертежа необходимо осмотреть деталь и определить необходимое кол-во видов. На предварительно выбранном формате выполняют черновик планировки чертежа, на котором чертят осевые линии и их габаритные контуры, а также отмечают зоны изображения размеров. А затем оценивают можно ли уменьшить формат листа.

9.6 Нанесение размеров на эскизах и чертежах деталей

1) Общее положение

Величину изображаемого предмета и его элементов определяют размерные числа нанесенные на чертеже. Нужно учитывать форму детали, взаимодействие детали с другими деталями, особенности изготовления детали, обеспечение ясности и выразительности чертежа.

2) Обеспечение ясности и выразительности чертежа.

Размеры на чертеже указывают размерными линиями и числами. Линии выполняют в виде прямолинейного отрезка или в виде дуги окружности с одной или двумя стрелками. Числа без обозначения единиц измерения указывают размер в миллиметрах. Другие единицы измерения необходимо

указывать. Угловые размеры в градусах, минутах и секундах. Кол-во изображений должно быть минимальным но достаточным. Повторение размеров не допускается на разных изображениях. Размеры предпочтительно наносить вне контура изображения. При нанесении выносных и размерных линий необходимо избегать их пересечений. Чертижи симметричных предметов иногда чертят только до оси симметрии. В этом случае выносные линии проводят с обрывом и этот обрыв делают дальше оси симметрии. Размеры относящиеся к одному материалу рекомендуется компоновать в одном месте, располагая на том изображении, на котором показано наиболее полно. Размеры внутренних в внешних очертаний детали лучше делать отдельно. Стрелки равны. Если длины размерной линии для стрелки недостаточно, то стрелки размещают снаружи. Если размеры следуют цепочкой, при нехватки места разрешается заменять стрелки засечками под углом 45 градусов. Размерные числа наносят над размерной линией ближе к ее середине (искл. – рисование диаметра внутри окружности). Если раз. линии идут параллельно друг-другу то рекомендуется располагать числа в шахматном порядке (и угловые размеры).

Правила:

- 1) размерные числа недопускается пересекать. В местах нанесения линии прирывают
- 2) недопускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа
- 3) не наносят разм. числа в местах пересечения размерных осевых или центровых линий

9.7 Надписи и обозначения на чертежах

На поле рабочего чертежа наряду с уже расм изобр изделия его размерами и обозначениями приводят обозначения допускаемых отклонений, размеров формы и расположения поверхностей, их широкроватости, а также различные надписи, тех требования и таблицы.

1) Надписи на чертежах

Их выполняют в том случае если в тексте данные указания невозможны или нецелесообразно выразить графически. Содержание должно быть кратким и точным. Надписи выполняют без сокращений (кроме обще принятых – ГОСТ 2316-68). Текста на поле чертежа располагают параллельно основной надписи. Около изображений на полках линий выносок наносят только краткие надписи относящиеся к изображению предмета. Линию выноску пересекающую контур изображения заканчивают точкой. Линию выноску отводимую от линии видимого и невид контура заканчивают стрелкой.

На конце линии выноски от всех других линий не должно быть ни стрелки ни точки. Их проводят так чтобы они не пересекались между собой. Если она проходит по заштрихованному полю следует проводить не параллельно штриховки. Она не должна пересекать размерные линии и элементы изображения, к которым она не относится.

Надписи которые относятся непосредственно к изображению не могут содержать не более двух строк. Если требуется поместить более объемный текст его помещают над основной надписью. Между текстовой надписью не допускается помещать текст или таблицу. Текст часть содержит описание технических требования. По возможности привести эти требования следует в таком порядке:

- 1) требования предъяв к материалу заготовки терм обработки и свойствам материала готовой детали
- 2) размеры предельные отклонения размеров формы взаимного расположения поверх массы и т.д
- 3) требования к качеству поверхности указания об их отделки и покрытии
- 4) зазоры и расположения отдельных элементов конструкции
- 5) другие требования к качеству изделий
- 6) требования предъявляемые к настройке и регулировке изделия
- 7) условия и методы испытаний
- 8) указания маркировки и клеймения
- 9) правила транспортирования и хранения

Пункты должны иметь сквозную нумерацию и с новой строки. Заголовок не пишут.

Технические требования ко многим изделиям сформулированы к отраслевым стандартам(приним отраслевым министерством и явл обяз для подконтрольных предприятий) или стандартам предприятия(приним предприятием и соблюдается им же).

Если для изделия таблица параметров установлена стандартом, то ее помещают по правилам стандарта. Все другие таблицы размещают на свободном месте справа от изображения или ниже.

2) Нанесения предельных отклонений

Рассмотренные выше размеры называют номинальные. Они находятся в ходе расчетов прочности и жесткости. Также руководствуются конструктивными или технологическими соображениями. Однако действительные значения размеров могут отличаться от номинальных по многим причинам. Во первых оборудование работает неточно. Во вторых все инструменты и приспособления характеризуются погрешностью всегда а вдобавок часто имеют износ. В третьих в процессе изготовления детали производятся силовые и температурные деформации. При конструировании при расчете номиналь-

ных размеров необходимо установить и предельные значения размеров которые должны быть у данной детали или изделия. При этом как наибольший так и наименьший предельные размеры могут быть больше номинального размера. Либо который из них может быть равен номинальному.

На машиностроительных чертежах проставляют в миллиметрах. Верхние отклонения указывают немного выше а нижние немного ниже номинального размера и дают более мелким шрифтом.

9.8 Спецификация

– Это конструкторский документ который содержит перечень всех составных частей входящих в данное изделие а также конструкторских документов к нему относящихся. Форма и порядок осуществляется в соответствии с ГОСТом. Ее выполняют на отдельных листах, причем основная надпись первых и последующих листов отличаются. Она представляет собой таблицу которая разделена на несколько разделов:

- 1 раздел – Документация(все документы относящиеся к изделию)
- 2 раздел – Сборочные единицы(обозначения и наименования входящих в изделие сборочных единиц)
- 3 раздел – Детали(обозначения и наименования деталей которые входят в изделие непосредственно)
- 4 раздел – Стандартные изделия(Указываются в алфавитном порядке; сначала крепежные а затем электрич и радиодетали)
- 5 раздел – Прочие изделия(в алфавитном порядке)
- 6 раздел – Материалы(если используются; Металлы черные - магнитные - цветные металлы - благородные металлы - кабели провода и шнуры - пластмассы и пресованные материалы - бумага и текстиль - резина и кожевенные изделия - керамика и стекло - лаки и краски - т.д.; сорт в алф порядке)

Документы приводятся с указанием формата. Для сбор единиц и деталей указывается кол-во использованных элементов. Для этих объектов в примечании указывается буквенно-цифровые обозначения соответствующие месту использования на принципиальной схеме. Для материалов указывается кол-во масса или длина. Допустимо в качестве кол-во деталей указывать дробные числа.

9.9 Общие понятия об оформлении схемы

– это документ в котором показаны в виде условных обозначений части изделия и связи между ними. Наиболее часто в практике разработки радио-

электронных устройств используется электрическая принципиальная схема(ЭЗ)(Гост 2701-84). Они выполняются без соблюдения масштабов. На схемах применяются три способа графического оформления:

- 1) элементы схемы изображаются условными графическими обозначениями(Стандартизованны). Для каждого вида схем они свои.
- 2) отдельные элементы схемы изображаются геометрическими фигурами (как правило квадратами) и отображаются связи между ними(стандартизованны).
- 3) элементы схем изображаются упрощенными внешними очертаниями.

Правила:

- Условные граф обозначения указ в размерах установленных в стандартах. Если нет стандартных обозначений, то примененные обозначения выполняются в размерах приблизительно равном стандартным.
- Услов граф обознач допускается поворач на угол кратный 45 градусов или отражать зеркально. Размеры и толщину линий делают одинаковой на всех изображениях изделий. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков. Кол-во изломов должно быть минимально возможных.

9.10 Оформление электрической принципиальной схемы

– это документ определяющий полный состав электрических элементов изделия. Схема дает представление о принципах работы изделия. Служит основой для разработки конструкции и используется при изготовлении и эксплуатации изделия. Схема в обязательном порядке содержит перечень элементов.

Элементы изображают совмещенным(сост части показ на схеме в непосредственной близости) и разнесенным(в разных местах) способами. Второй способ затрудняет чтение схемы но облегчает понимание принципов ее работы. Для упрощения схемы иногда несвязанные линии группируют в одну общую. Обычно это используется для отображения шин(в особенности параллельных). Для однозначного определения элементов им присваивают буквенно-цифровые обозначения(гост 2710-81). Оно состоит из трех частей(вид, порядковый номер предела данного вида, функциональное назначение)

9.11 Печатные платы

В приборах и других радиотехнических устройствах часто используют печатные узлы (это печатная плата с установленными на ней радиоэлементами). При конструировании желательно использовать модульный принцип. Печатная плата в сборе может состоять из обязательной (печатная плата и деталь с нависными радиоизделиями), передней или задней панели, ручка, соединители (разъемы).

Печатная плата деталь - изоляционное основание, пластина из какого-либо диэлектрического материала с нанесенными на нее проводниками и контактными площадками. В зависимости от расположения от контактных площадок различают односторонние (с одной стороны) и двухсторонние платы (с двух сторон). В настоящее время распространены многослойные платы. Для перехода между слоями платы используются либо металлизированные отверстия либо пустотелые заклепки. Навесные радио изделия припаивают к плате на стороне противоположной расположению дорожек. На двухсторонней плате из расплавают где дорожек меньше. При проектировании изделий для крупносерийного производства желательно любые детали как выводные так и для поверхностного монтажа размещать таким образом чтобы пайка осуществлялась с одной стороны. Также на печатной плате детали предусматриваются не металлизированные отверстия которые предназначены для размещения панелей ручек соединителей крепежных изделий и крупных деталей. Разработку печатного узла ведут после разработки электрической принципиальной схемы и в соответствии с ней.

Чертеж печатной платы детали:

Основные правила установлены стандартом (Гост 2.417-78). На чертеже изображают одну или две стороны платы с отверстиями, дорожками и контактными площадками. Стандарт требует чтобы тонкими линиями была нанесена координатная сетка, шаг сетки 2.5 мм а также половина и четверть этого шага. Проводники располагают по линиям координатной сетки. Проводники малой ширины обозначают одной линией ($< 2.5\text{мм}$) при этом ширину надо указать в тех. требованиях. Монтажные отверстия желательно располагать в узлах координатной сетки если это не противоречит документации на устанавливаемый компонент. Сетка необходима для указания размеров. Все монтажные отверстия изображаются упрощенно, только одной окружностью. Если на плате есть места в которых нельзя располагать проводники то такие места обводят штрихпунктирной линией и сделать соответствующую запись в Тех.Треб. Линии координатной сетки нумеруют либо все либо через определенный интервал. Нулем при этом является левый

нижний угол платы либо центр левого нижнего сквозного отверстия. Чертеж должен содержать габаритные и установочные размеры. На печ. плату наносят маркировки (обозначения печатной платы, позиционное обозначение выносных элементов, буквенные обозначения выводов транзисторов).

Обозначения положительного вывода полярного изделия:
Также цифровое обозначение первого вывода ключа микросхемы. Обозначения на плате наносятся прямым шрифтом. Чертеж платы содержит тех. требования оформленные также как и на чертежах других деталей. При изготовлении мелкосерийных изделий или на этапе подготовки предсерийных допускается представлять вместо чертежа печатной платы ее электронную модель. Если представляется электронная модель платы детали на чертеже допускается указывать только габаритные установочные размеры. В этом случае в тех. треб необходимо сослаться на электронную модель.

Чертеж печатного узла:
Печатный узел – плата с навесными радио изделиями. Допускается упрощенное изображение радиоизделий с сохранением габаритных размеров если это не мешает пониманию. Расстояния между элементами и между элементами и платой 2-3 мм. Если расстояние между выводами элемента меньше 2.5 мм то для элементов с гибкими выводами допускается увеличения этого расстояния до 2.5мм. Что при отработке опытных образцов в настоящее время вместо сборочного чертежа часто применяют электронную модель изделия в сочетании с габаритным чертежем.

10 Глава. САПР и способы машинного представления детали

10.1 Общие сведения о машинной графике

Основной способ проектирования изделия, подготовки, обработки и хранения конструкторской документации.

Машинная графика - совокупность методов и средств для преобразования графиков в графическую форму и из графической формы при помощи ЭВМ.

10.2 Форматы обмена графическими данными

Впервые проблема обмена данными между системами проектирования возникла в 1970-е годы.

STEP (стандарт обмена данными модели изделия)

ISO 10303 (ГОСТ Р ИСО 10303)

ISO 15926

Прикладные протоколы STEP:

1) AP203

2) AP214

3) AP209

4) AP210

5) AP238

...

10.3 Gerber формат

появился в начале 80-х годов и досих пор является универсальным стандартом для станков с ЧПУ для изготовления печатных плат. Также он применяется в станках для обработки детали резанием и для 3d печати.

В Gerber не используются знаки отделяющие дробную часть от целого.

Этот формат широко применяется досихпор