

ВИДЫ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ

Проекционное черчение базируется на материалах начертательной геометрии, в которой изучаются способы изображения форм пространственных предметов на плоскости.

Проекционное черчение-основа машиностроительного черчения. В проекционном черчении изучаются практические приемы изображения геометрических тел и их сочетаний.

Какую бы сложную форму ни имели предметы или детали машин, всегда можно представить их как совокупность простейших геометрических тел или их частей. Поверхности деталей машин представляют собой плоскости и поверхности вращения (цилиндрическая, коническая, сферическая, торовая, винтовая), Пример детали, ограниченной такими простейшими геометрическими поверхностями, показан на рис. 1

Изображение на плоскости предмета, расположенного в пространстве, полученное при помощи прямых линий-лучей, проведенных через каждую характерную точку предмета до пересечения этих лучей с плоскостью, *называется проекцией* этого предмета на данную плоскость.

Точки пересечения лучей с плоскостью называются проекциями точек предмета, а плоскость, на которую проецируются точки, плоскостью проекций.

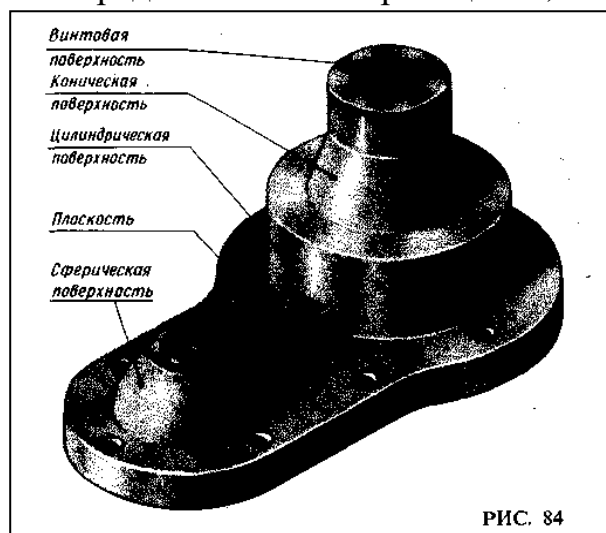
Если все лучи, называемые проецирующими прямыми, проводятся из одной точки (центра) O , то полученное на плоскости проекций изображение предмета называется его центральной проекцией. Например, центральная проекция предмета (заготовки молотка) получается таким образом: из точки схода лучей O (рис. 2,а), называемой центром проекций, проводят ряд лучей через все наиболее характерные точки предмета до пересечения с плоскостью проекций V .

В результате получим изображение предмета, называемое его проекцией. Это изображение получается увеличенным - размеры изображения не соответствуют действительным размерам предмета. Такое изображение дает представление только о форме предмета, а не о его размерах. Поэтому центральные проекции в машиностроительных чертежах почти не применяются.

Если точку схода лучей (центр проекций) мысленно перенести в бесконечность (отодвинуть от плоскости проекций бесконечно далеко), то получим аксонометрическую проекцию предмета. При построении аксонометрической проекции предмета последний также размещается перед плоскостью проекций V , но проецирующие лучи проводят параллельно друг другу (рис. 2,б).

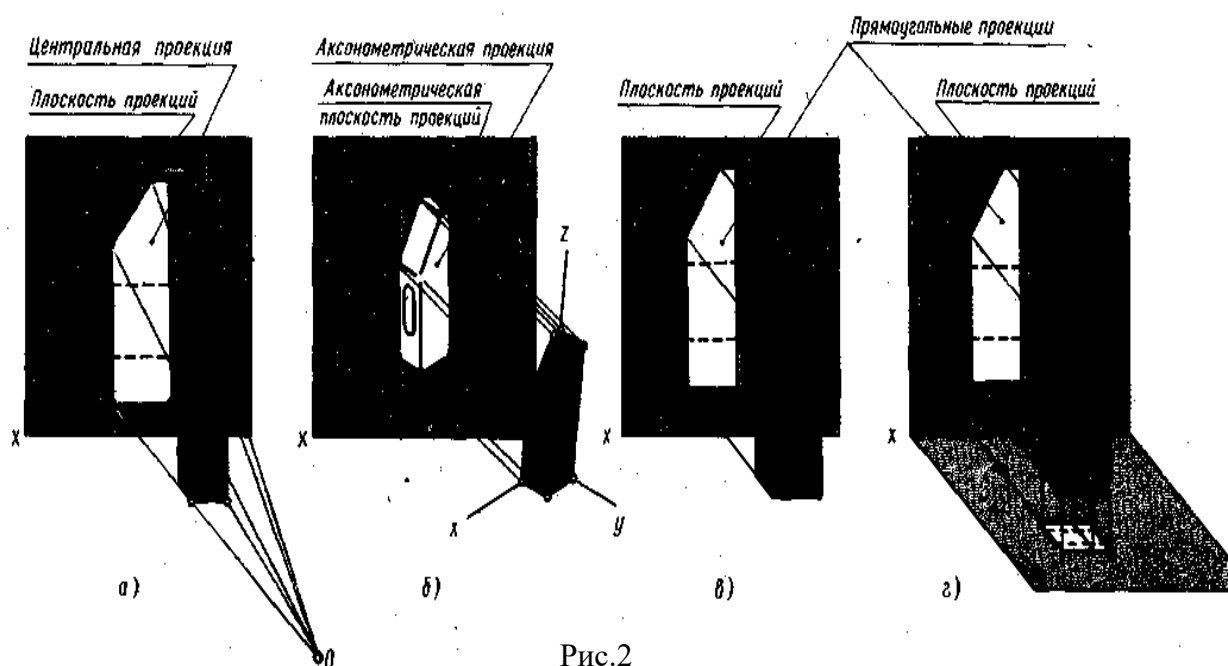
Аксонометрические проекции дают наглядное, но искаженное изображение предмета: прямые углы преобразуются в острые и тупые, окружности в эллипсы и т. д. В технике аксонометрические проекции применяются только в тех случаях, когда требуется выполнить наглядное изображение сложного предмета.

Наиболее распространены в машиностроительных чертежах



прямоугольные (ортогональные) проекции. Здесь центр проекций также удален от плоскости проекций бесконечно далеко, Проецирующие лучи параллельны и составляют с плоскостью проекций прямой угол (отсюда и название прямоугольные проекции). Все производственные чертежи выполняют в прямоугольных проекциях. Предмет располагают перед плоскостью проекций так, чтобы большинство его линий и плоских поверхностей (например, ребра и грани молотка) были параллельны этой плоскости (рис. 2-в). Тогда эти линии и поверхности будут изображаться на плоскости проекций в действительном виде. Изображение на рис. 2-в не дает представления о толщине молотка, поэтому прямоугольные проекции выполняют не на одной плоскости проекций, а на двух или трех взаимно перпендикулярных плоскостях (рис. 2-г). По такому чертежу можно представить себе форму предмета и найти размеры всех его элементов.

В некоторых случаях применяют проекции с числовыми отметками, которые представляют собой прямоугольную (ортогональную) проекцию предмета на горизонтальную плоскость проекций, называемую плоскостью уровня. Высота каждой точки изображаемого объекта от плоскости уровня указывается числовой отметкой в определенном масштабе. Таким образом, точка здесь изображается одной проекцией и числом.



ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ

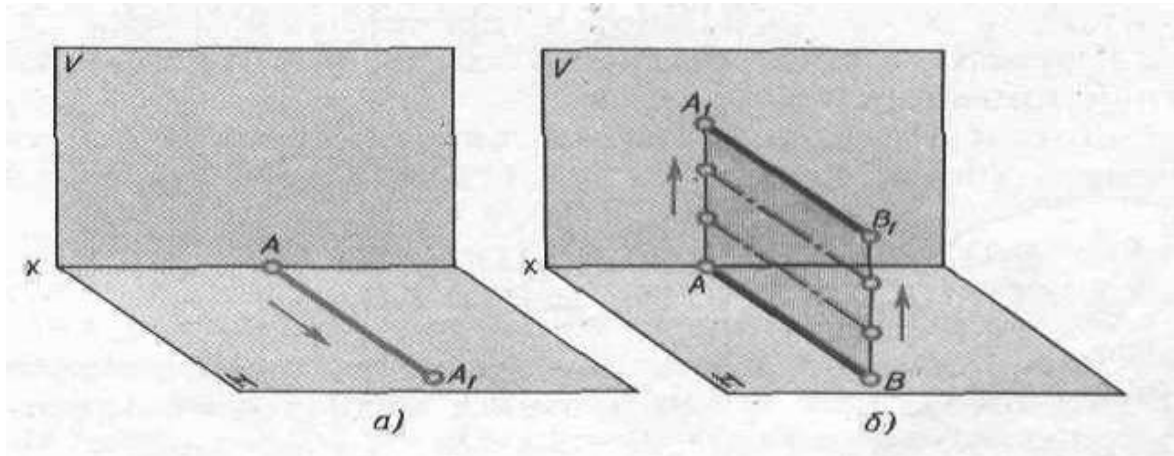
ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ НА ДВЕ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

Предмет любой формы можно мысленно разделить на части, ограниченные различными геометрическими поверхностями.

Очень многие предметы полностью или частично ограничены простейшими геометрическими поверхностями, а часто плоскостями. Образование отрезка прямой линии AA_1 можно представить как результат перемещения точки A в какой-либо плоскости H (рис. 3,а), а образование плоскости как перемещение отрезка прямой линии AB (рис. 3,б).

Точка - основной геометрический элемент линии и поверхности, поэтому изучение прямоугольного проецирования предмета начинается с построения прямоугольных проекций точки. В пространство двугранного угла, образованного двумя перпендикулярными плоскостями - фронтальной (вертикальной) V и горизонтальной H , поместим точку A (рис. 4, а).

Плоскость V здесь изображена в виде прямоугольника, а плоскость H - в виде параллелограмма. Наклонную сторону этого параллелограмма обычно проводят под углом 45° к его горизонтальной стороне. Длина наклонной стороны берется равной $0,5$ ее действительной длины.



Из точки A опускают перпендикуляры на плоскость V и H . Точки a' и a пересечения перпендикуляров с плоскостями проекций V и H являются прямоугольными проекциями точки A . Фигура $Aaaxa'$ в пространстве - прямоугольник. Сторона $aa'x$ этого прямоугольника на наглядном изображении уменьшается в 2 раза.

Совместим плоскость H с плоскостью V , вращая H вокруг линии пересечения плоскостей x . В результате получается комплексный чертеж (эпюр) точки A .

Для упрощения комплексного чертежа границы плоскостей проекций V и H не указывают (рис. 4, в).

Линия пересечения плоскостей проекций V и H называется осью проекций и обозначается буквой x . Перпендикуляры, проведенные из точки A к плоскостям проекций, называются проецирующими линиями, а основания этих проецирующих линий — точки a и a' называются проекциями точки A :

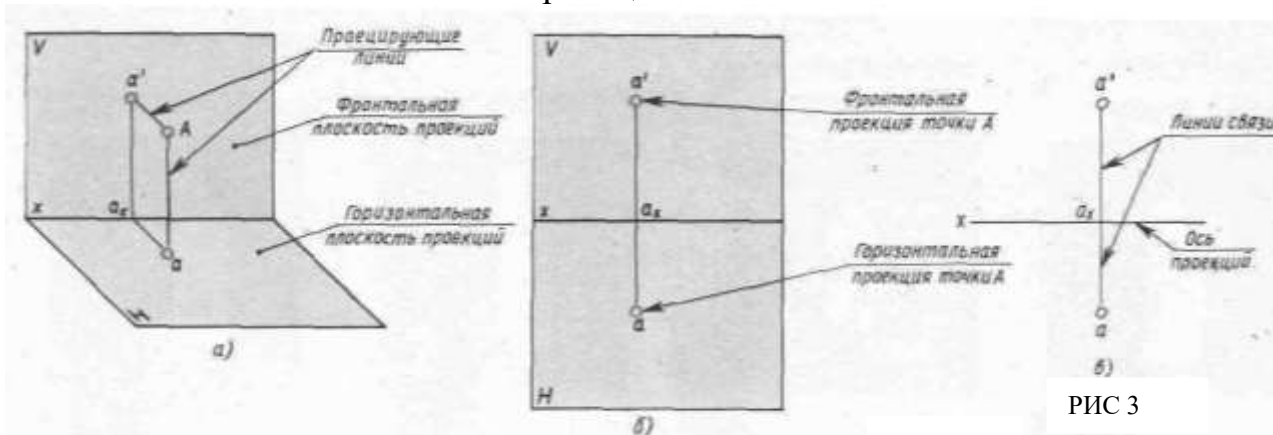


РИС 3

Рис. 4

Перпендикуляры, проведенные из точки A к плоскостям проекций, называются проецирующими линиями, а основания этих проецирующих линий —

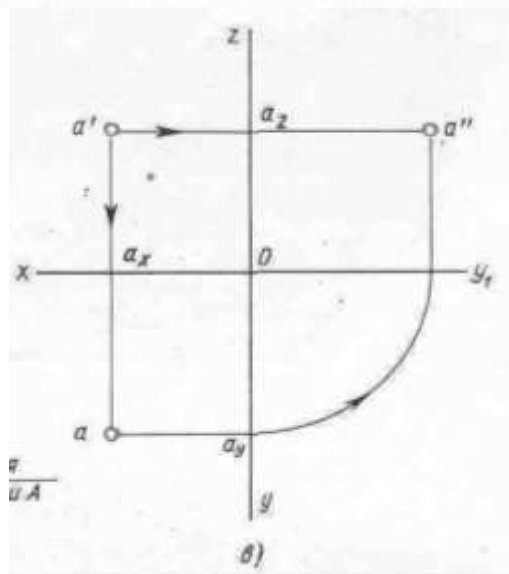
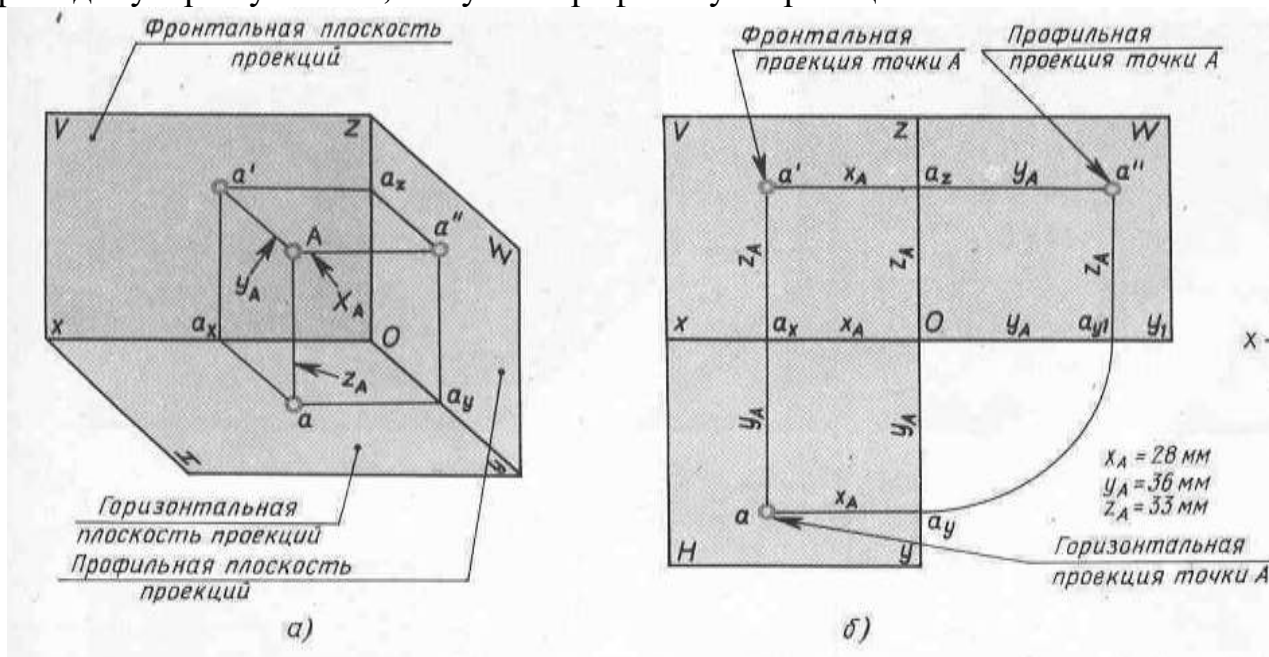
точки a и a' называются проекциями точки A :

a' - фронтальная проекция точки A , a - горизонтальная проекция точки A .

Линии $a'a_x$ и aa_x называются линиями связи проекций точки A .

ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ НА ТРИ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

В тех случаях, когда по двум проекциям нельзя представить себе форму предмета, его проецируют на три плоскости проекций. В этом случае вводится профильная плоскость W , перпендикулярная плоскостям V и H . Наглядное изображение системы из трех плоскостей проекций дано на рис. 5,а. Опустим из точки A перпендикуляр на плоскость проекций W , отметив основание перпендикуляра буквой a'' , получим профильную проекцию точки A .



Для получения комплексного чертежа точки A плоскости H и W совмещают с плоскостью V , вращая их вокруг осей ox и oz . Комплексный чертеж точки A показан на рис. 5, б и в. Оси проекций на чертеже обозначают буквами ox , oy и oz , а точку пересечений осей (начало координат)- буквой o .

Оси проекций на чертеже обозначают буквами ox , oy и oz , а точку пересечений осей (начало координат)- буквой o .

КООРДИНАТЫ ТОЧКИ

Отрезки проецирующих линий от точки A до плоскостей проекций называются координатами точки и обозначаются: x_A , y_A и z_A .

Например, координата z_A точки A , равная отрезку $a'a_x$ (рис. 6, а и б), есть расстояние от точки A до горизонтальной плоскости проекций H . Координата y_A

точки A , равная отрезку aax , есть расстояние от точки A до фронтальной плоскости проекций V . Координата x_A , равная отрезку aa_y -- расстояние от точки A до профильной плоскости проекций W .

Таким образом, длина линии связи между проекцией точки и осью проекции является ключом к чтению комплексного чертежа. По двум проекциям точки, находящимся в проекционной связи, можно определить все три координаты точки.

Если заданы координаты точки A (например, $x_A = 20$ мм, $y_A = 22$ мм и $z_A = 25$ мм), то можно построить три проекции этой точки.

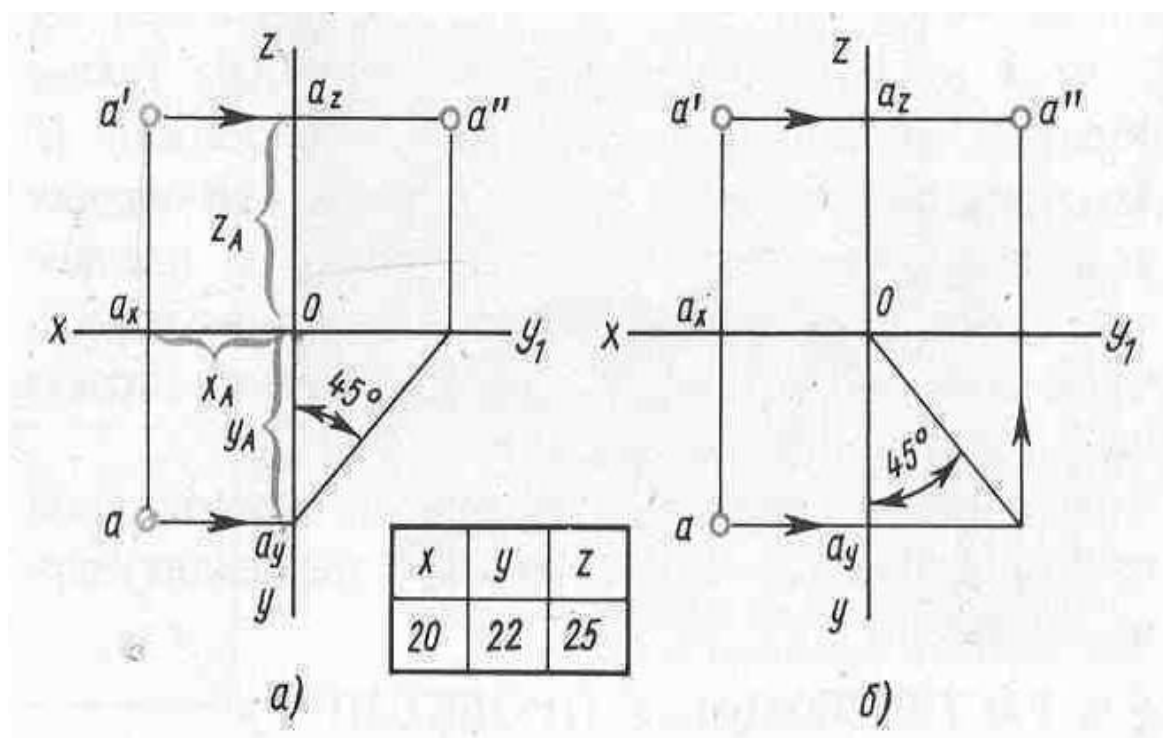
Для этого от начала координат o по направлению оси oz откладывают вверх координату z_A и вниз координату y_A . Из концов отложенных отрезков-точек az и ay (рис. 6,б) проводят прямые, параллельные оси ox , и на них откладывают отрезки, равные координате x_A . Полученные точки a' и a фронтальная и горизонтальная проекции точки A .

По двум проекциям a' и a точки A построить профильную проекцию можно тремя способами:

1) из начала координат o проводят вспомогательную дугу радиусом oa_y равным координате y_A (рис. 5,б и в);

2) из точки ay проводят вспомогательную прямую под углом 45° к оси ox (рис. 6,а);

3) из начала координат o проводят вспомогательную прямую под углом 45° к оси oy (рис. 6,б).



ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ ЛИНИИ НА ДВЕ И ТРИ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

Отрезок прямой линии AB определяется двумя точками, которые находятся на концах отрезка. Прямоугольную проекцию отрезка AB можно построить двумя способами.

1-й способ (рис. 7,а). Опустив перпендикуляры из точек A и B на плоскость H , получим проекции a и b этих точек. Соединив точки a и b прямой линией, получим искомую горизонтальную проекцию отрезка AB .

2-й способ. Если взять на отрезке прямой линии AB точки A, C, D, E, B (рис. 7,б) и из каждой точки опустить перпендикуляры на плоскость H , то совокупность этих перпендикуляров можно рассматривать как плоскость Q , перпендикулярную к плоскости H . Плоскость Q пересечет плоскость H по прямой линии, на которой располагаются точки пересечения всех перпендикуляров с плоскостью H . Так как эти точки являются проекциями точек отрезка AB , то, следовательно, и отрезок ab будет проекцией отрезка AB . Таким образом, проекцию отрезка AB на плоскости H можно получить, если через отрезок AB провести плоскость Q , перпендикулярную к плоскости H , до их взаимного пересечения. Линия пересечения плоскостей и будет горизонтальной проекцией отрезка AB .

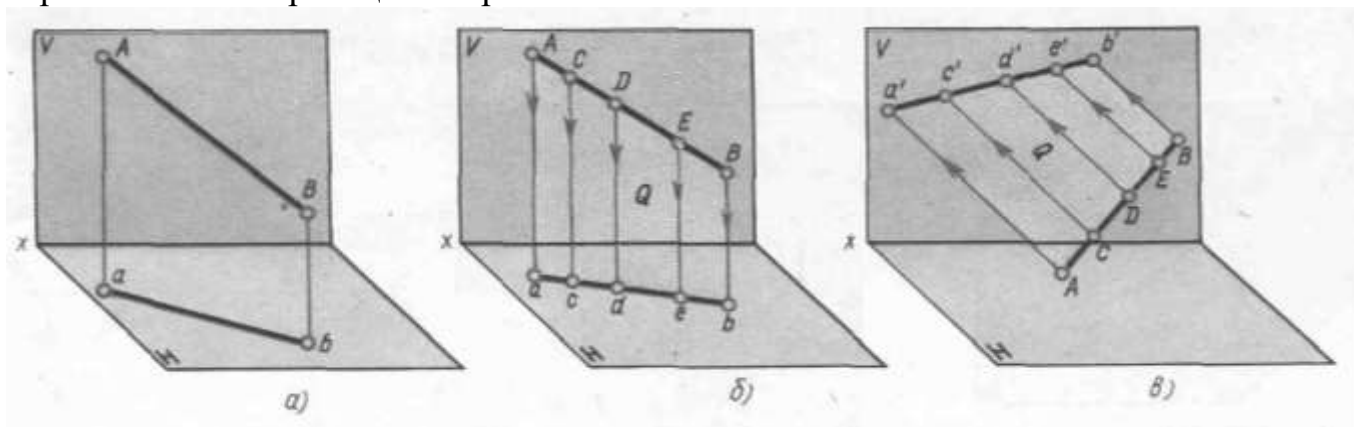


Рис.7

На рис. 7-в, в показано построение фронтальной проекции отрезка AB . Плоскость Q перпендикулярна плоскости V .

РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ОТРЕЗКОВ ПРЯМЫХ НА КОМПЛЕКСНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Рассмотрим различные случаи расположения отрезков прямой линии по отношению к плоскостям проекций H, V и W .

1. Прямая, перпендикулярная к плоскости V , называется фронтально-проецирующей прямой (рис. 8,а).

Из комплексного чертежа отрезка AB (рис. 8,б) видно, что горизонтальная проекция ab перпендикулярна к оси x и по длине равна отрезку AB , а фронтальная проекция $a'b'$ является точкой.

Если, например, резец расположить так, чтобы его длинные ребра были параллельны плоскостям V и H , то ребро AB будет фронтально-проецирующей прямой (рис. 8,в).

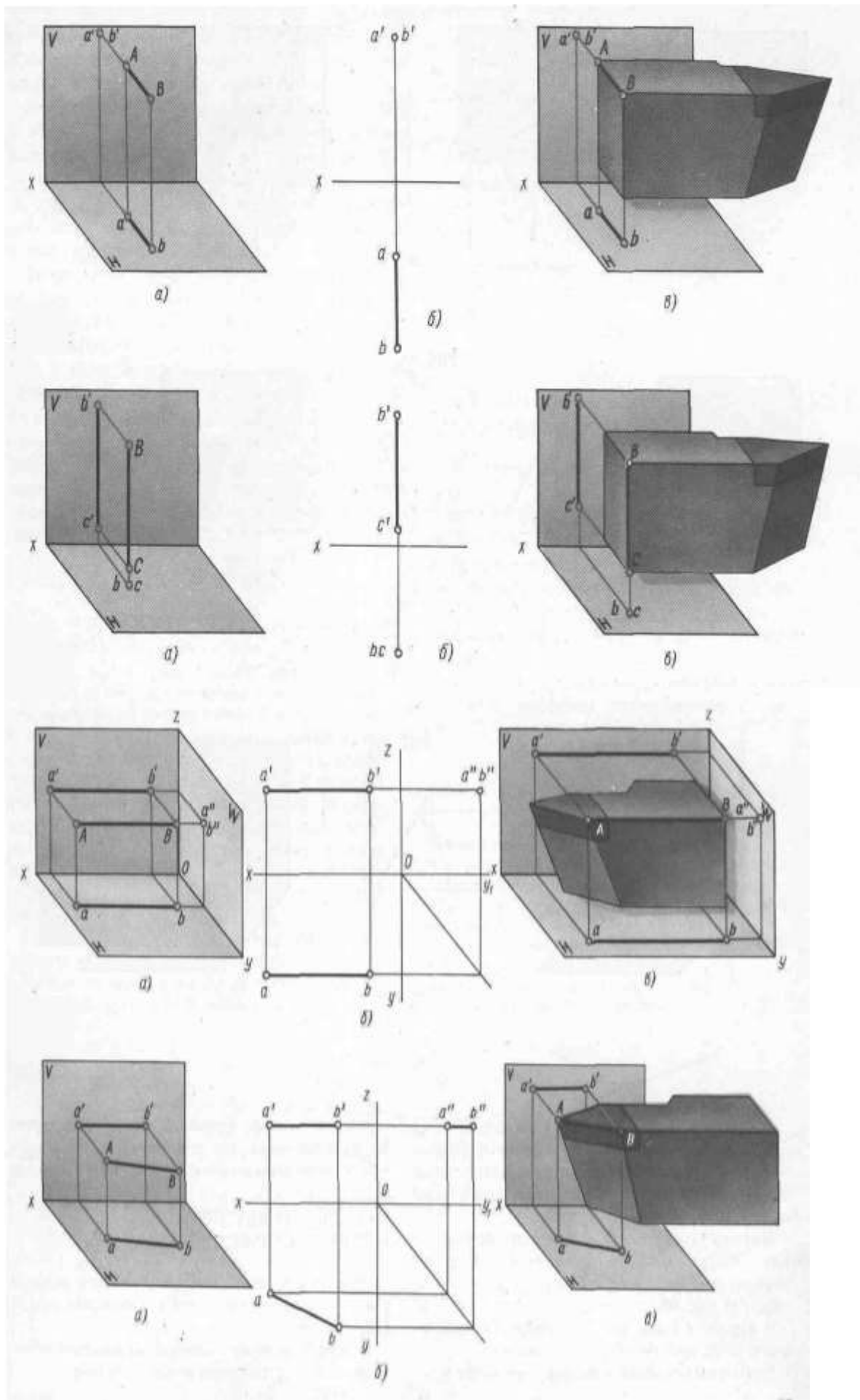


Рис. 8-11 .

2. Прямая, перпендикулярная к плоскости H (рис. 9,а), называется горизонтально-проецирующей прямой. Из комплексного чертежа отрезка BC (рис. 9,б) видно, что фронтальная проекция $b'c'$ перпендикулярна к оси x и по длине равна отрезку BC , а горизонтальная проекция bc является точкой. Ребро BC резца на рис. 9,в является горизонтально-проецирующей прямой.

3. Прямая, перпендикулярная к плоскости W , называется профильно-проецирующей прямой (рис. 10,а). На комплексном чертеже обе проекции отрезка AB - фронтальная и горизонтальная - параллельны оси ox и по длине равны отрезку AB (рис. 10,б). Профильная проекция $a''b''$ отрезка AB - точка.

Длинное ребро AB резца (рис. 10,в) - профильно-проецирующая прямая.

4. Прямая, параллельная горизонтальной плоскости проекций, называется горизонтальной прямой или, сокращенно, горизонталью (рис. 11,а). На комплексном чертеже горизонтали AB (рис. 11,б) видно, что фронтальная $a'b'$ и профильная $a''b''$ проекции параллельны соответственно осям проекций ox и oy_1 . Горизонтальная проекция ab горизонтали AB расположена под углом к оси ox и равна длине отрезка AB .

Ребро AB (режущая кромка) головки резца (рис. 11,в) параллельно плоскости H и представляет собой горизонталь.

5. Прямая, параллельная плоскости V , называется фронталью (рис. 12,а).

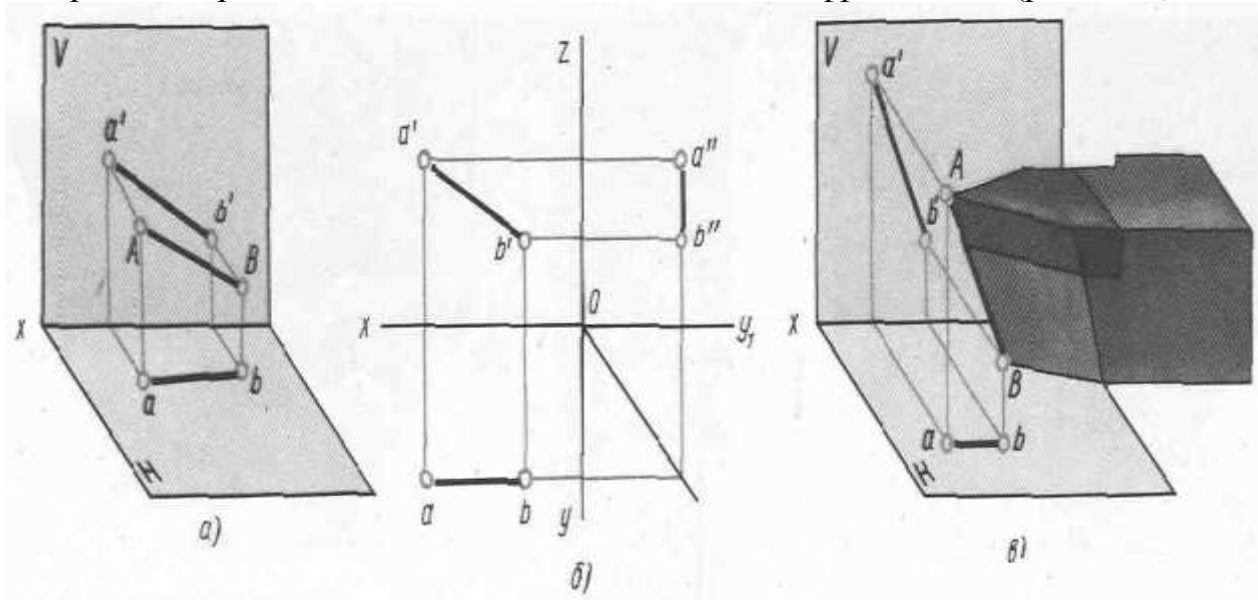


Рис. 12.

Горизонтальная проекция ab фронтали AB параллельна оси ox (рис. 12,б). Фронтальная проекция $a'b'$ фронтали наклонена к оси ox и равна действительной длине отрезка AB . Профильная проекция $a''b''$ фронтали AB параллельна оси oz .

Ребро AB резца (рис. 12,в) параллельно плоскости V и, следовательно, представляет собой фронталь.

6. Прямая, не параллельная ни одной из трех плоскостей проекций, называется прямой общего положения.

Возьмем отрезок AB прямой общего положения (рис. 13,а) и построим горизонтальную ab и фронтальную $a'b'$ проекции этого отрезка. Комплексный чертеж отрезка прямой общего положения показан на рис. 13,б.

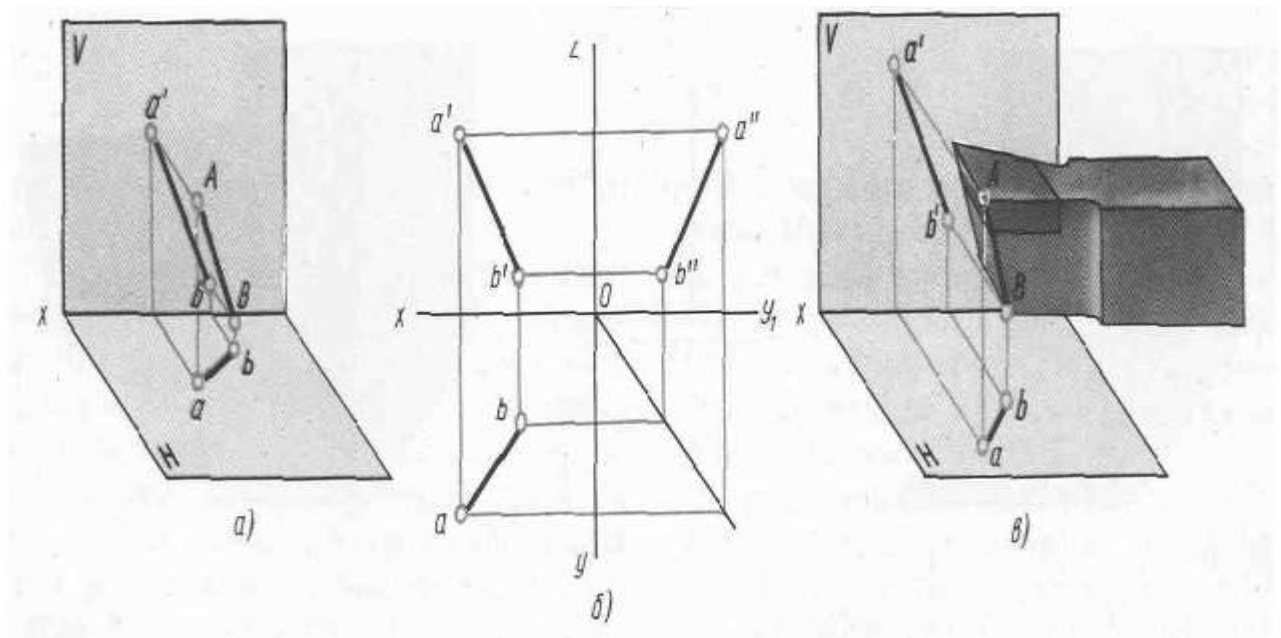


Рис. 13.

По двум проекциям $a'b'$ и ab отрезка прямой общего положения можно, применяя известное уже правило (см. рис. 6, б), построить третью проекцию $a''b''$ (рис. 13,б). У отрезного резца (рис. 13,в) ребро AB представляет собой прямую общего положения.

Рассмотренные прямые часто применяются в построениях, поэтому, изучая их комплексные чертежи, надо запомнить, как та или иная проекция прямой располагается по отношению к осям проекций.

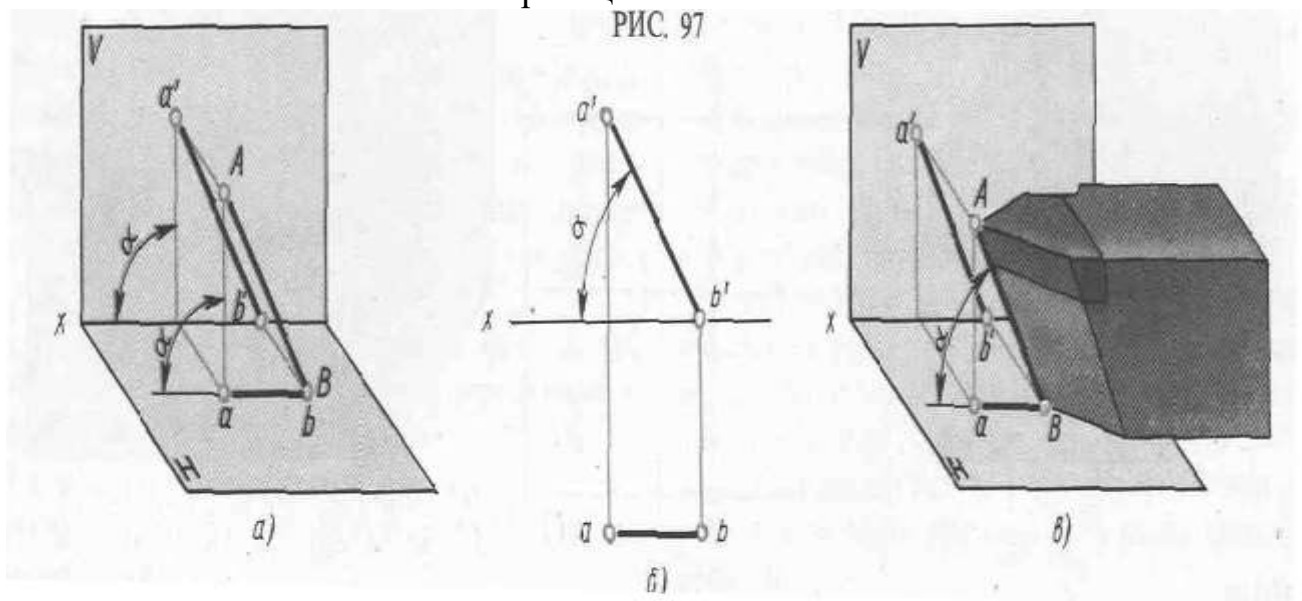


Рис.14.

УГЛЫ МЕЖДУ ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТЯМИ ПРОЕКЦИЙ

Горизонталь, фронталь и прямая общего положения расположены под углом к плоскостям проекций.

Угол прямой линии с плоскостью проекций определяется как острый угол между этой прямой и ее проекцией на данную плоскость. Например, отрезок фронтали AB (рис. 14,а) составляет угол α с горизонтальной плоскостью проекций

Разберем способ определения угла между прямой и плоскостью проекций на комплексном чертеже. Если прямая - фронталь, то, как видно из рис.14,б, угол между фронталью и горизонтальной плоскостью проекций H на комплексном чертеже равен углу между фронтальной проекцией фронтали $a'b'$ и осью проекций x .

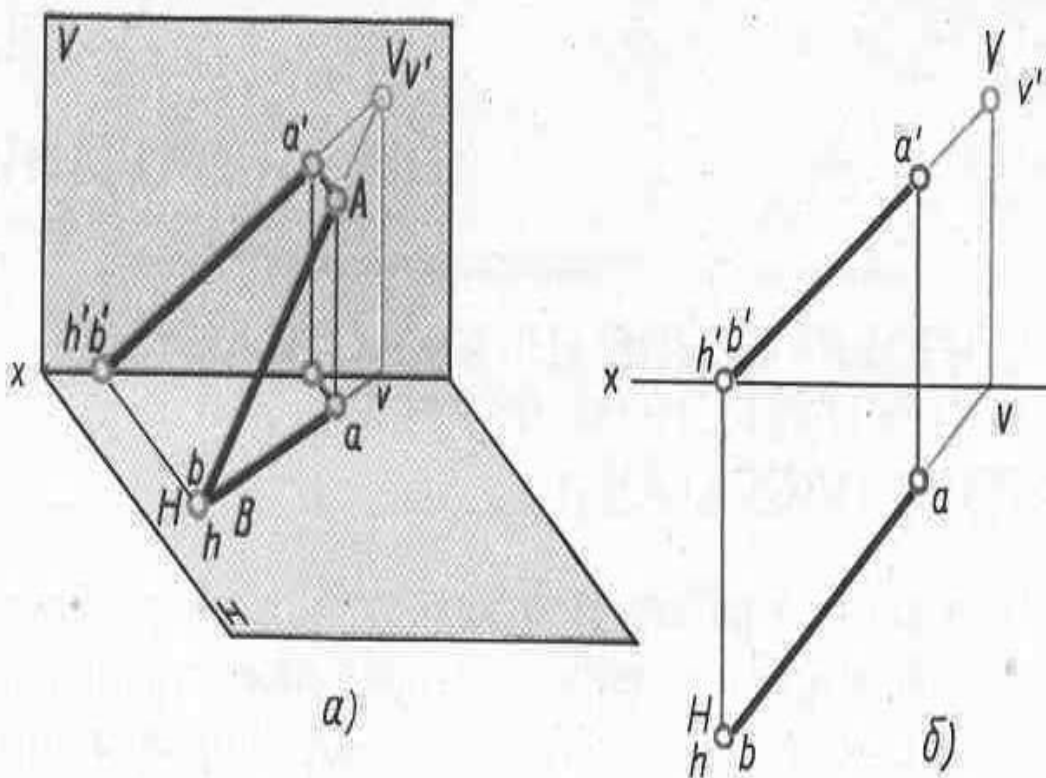
Ребро AB резьбового резца (рис. 14,в) параллельно фронтальной плоскости проекций, т.е. ребро AB - фронталь. Так как основание резца расположено на горизонтальной плоскости проекций H , то угол α является углом между прямой AB и плоскостью H . Таким образом, по чертежу резца можно определить угол α между ребром AB и основанием резца. Следовательно, если прямая имеет какую-либо проекцию, равную действительной ее длине, то на комплексном чертеже угол между проекцией этой прямой и плоскостью проекций будет действительным углом.

СЛЕДЫ ПРЯМОЙ ЛИНИИ

Следом прямой линии называется точка пересечения прямой с плоскостью проекций.

Чтобы найти фронтальный след прямой AB (рис. 15, а), необходимо продолжить ее горизонтальную проекцию ab до пересечения с осью x в точке v , а затем из точки v восставить перпендикуляр к оси x и найти точку v' пересечения этого перпендикуляра с продолжением фронтальной проекции отрезка. Точка v' -искомый фронтальный след прямой AB или, точнее, фронтальная проекция фронтального следа; точка v -горизонтальная проекция фронтального следа; точка h —горизонтальная проекция горизонтального следа; точка h' - фронтальная проекция горизонтального следа.

На комплексном чертеже отрезка AB эти построения выполняются аналогично.

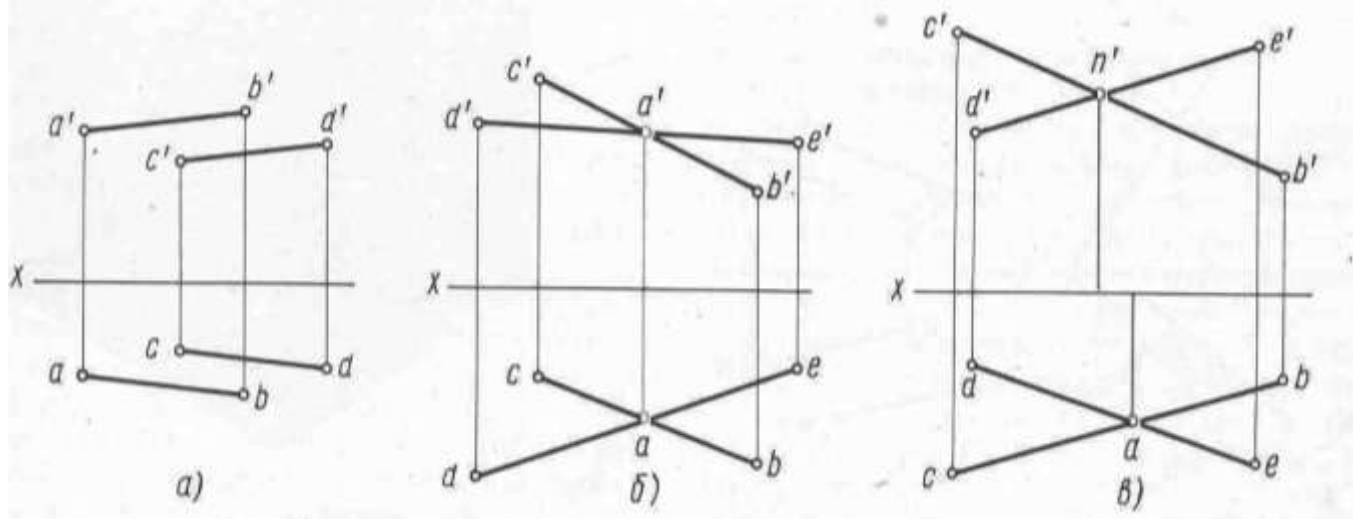


Из чертежа видно, что одна из двух проекций каждого следа прямой расположена на оси x

ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДВУХ ПРЯМЫХ НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ

Из курса начертательной геометрии известно, что:

- а) если прямые параллельны, то их проекции тоже параллельны (рис. 16,а);
- б) если прямые пересекаются в точке A , то их проекции также пересекаются (рис. 16,б); при этом проекции точки пересечения A обязательно располагаются на одном перпендикуляре к оси (на одной линии связи);
- в) если точки пересечения проекций прямых не расположены на одном перпендикуляре к оси x (рис. 16,в), то прямые скрещиваются.



ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Назовите основные плоскости проекций.
2. Что такое комплексный чертёж и каковы правила его построения?
3. Назовите возможные относительные положения двух прямых линий.
4. Дайте определение горизонтально-, фронтально- и профильно-проецирующей прямой.
5. Что называется следом прямой?
6. Что такое фронталь и горизонталь?

ПРОЕКЦИИ ПЛОСКИХ ФИГУР

Зная построение проекций прямых и точек, расположенных на плоскости, можно построить проекции любой плоской фигуры, например прямоугольника, треугольника, круга и др.

Как известно, каждая плоская фигура ограничена отрезками прямых или кривых линий, которые могут быть построены по точкам.

Проекция фигуры, ограниченной прямыми линиями (треугольника и многоугольника), строят по точкам-вершинам. Затем одноименные проекции вершин соединяют прямыми линиями и получают проекции фигур.

Проекция круга или другой криволинейной фигуры строят при помощи нескольких точек, которые берут равномерно по контуру фигуры. Одноименные проекции точек соединяют плавной кривой по лекалу.

Проекции плоской фигуры строят различными способами в зависимости от положения фигуры относительно плоскостей проекций H и V . Наиболее просто построить проекции фигуры, расположенной параллельно плоскости H и V ; сложнее - при расположении фигуры на проецирующей плоскости или на плоскости общего положения.

Рассмотрим несколько примеров.

Если треугольник ABC расположен на плоскости, параллельной плоскости H (рис. 17,а), то горизонтальная проекция этого треугольника будет его действительным видом, а фронтальная проекция - отрезком прямой, параллельным оси x . Комплексный чертёж треугольника ABC показан на рис. 17,б. Такой треугольник можно видеть на изображении резбового резца (рис. 17,в), передняя грань которого треугольная.

Трапеция $ABCD$ расположена на фронтально-проецирующей плоскости (рис. 18,а). Фронтальная проекция трапеции представляет собой отрезок прямой линии, а горизонтальная - трапецию (рис. 18,б).

Задняя грань отрезного резца (рис. 18,в) имеет форму трапеции. Построение комплексного чертежа трапеции $ABCD$ показано на рис. 18,б.

Рассматривая плоскость, параллельную горизонтальной, фронтальной или профильной плоскости проекций (плоскость уровня), можно заметить, что любая фигура, лежащая в этой плоскости, имеет одну из проекций, представляющую собой действительный вид этой фигуры; вторая и третья проекции фигуры совпадают со следами этой плоскости.

Рассматривая проецирующую плоскость, заметим, что любая точка, отрезок прямой или кривой линии, а также фигуры, расположенные на проецирующей плоскости, имеют одну проекцию, расположенную на следе этой плоскости. Например, если круг лежит на фронтально-проецирующей плоскости P (рис. 19,а), то фронтальная проекция круга совпадает с фронтальным следом pv плоскости P . Две другие проекции круга искажены и представляют собой эллипсы. Большие оси эллипсов равны проекциям диаметра круга 37. Малые оси эллипсов равны проекциям диаметра круга 15, перпендикулярного диаметру 37.

На рис. 19,б показано колено трубы с двумя фланцами. Горизонтальная проекция контура нижнего фланца, который расположен в горизонтальной плоскости, будет действительным видом окружности. Горизонтальная проекция контура верхнего фланца изобразится в виде эллипса.

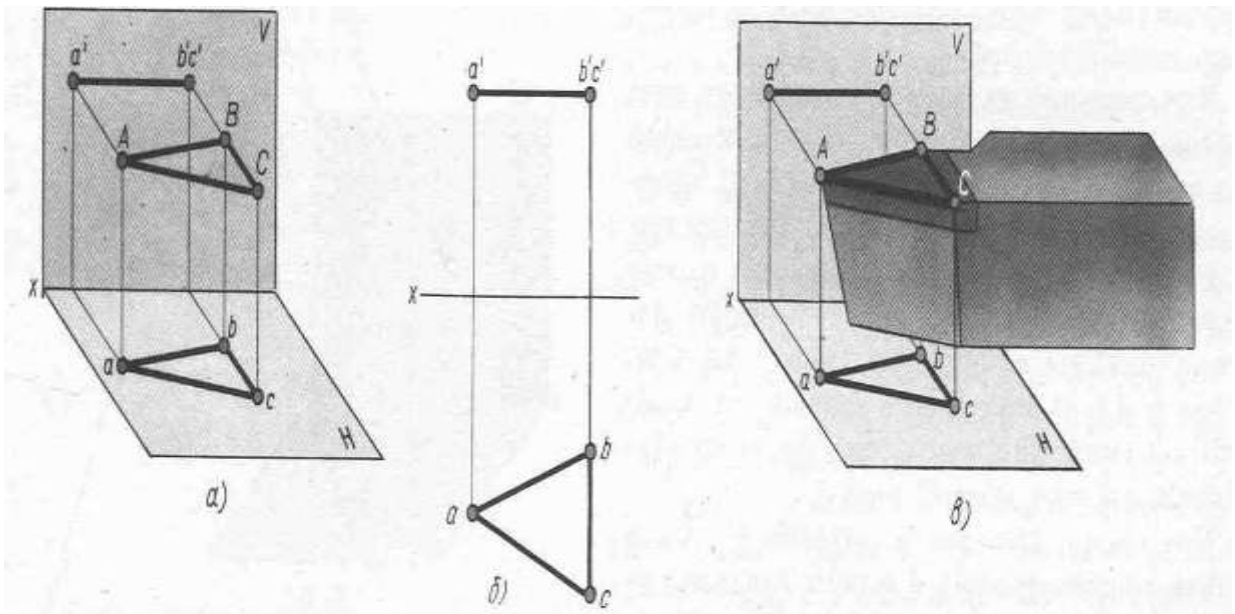


Рис. 17

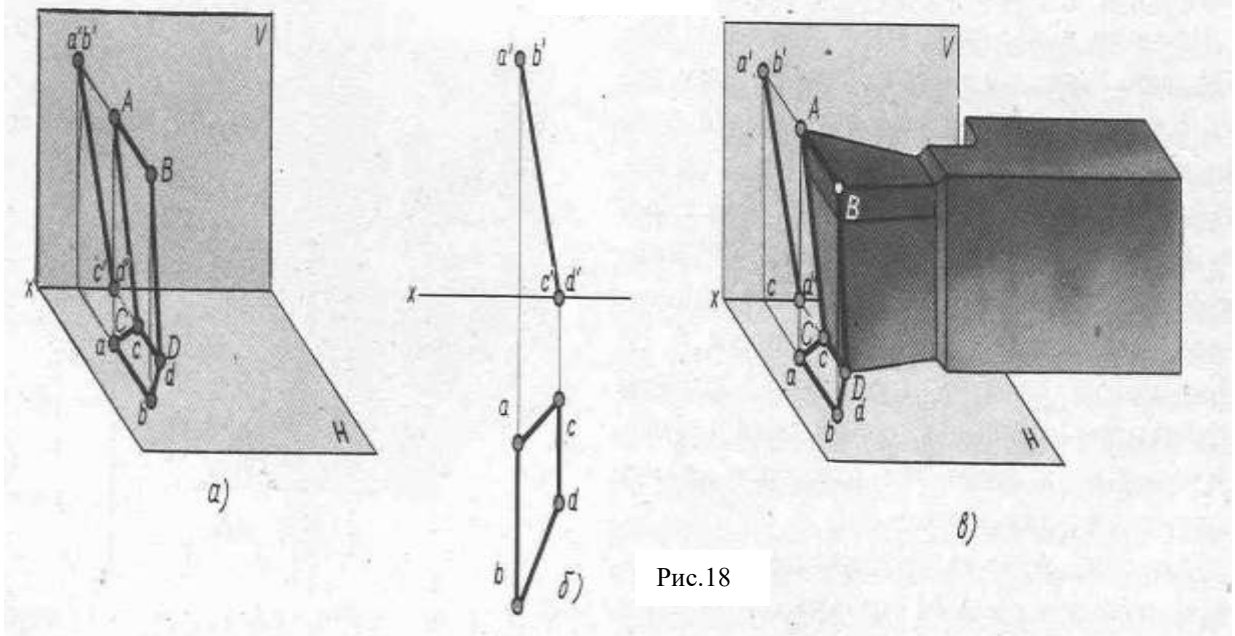


Рис.18

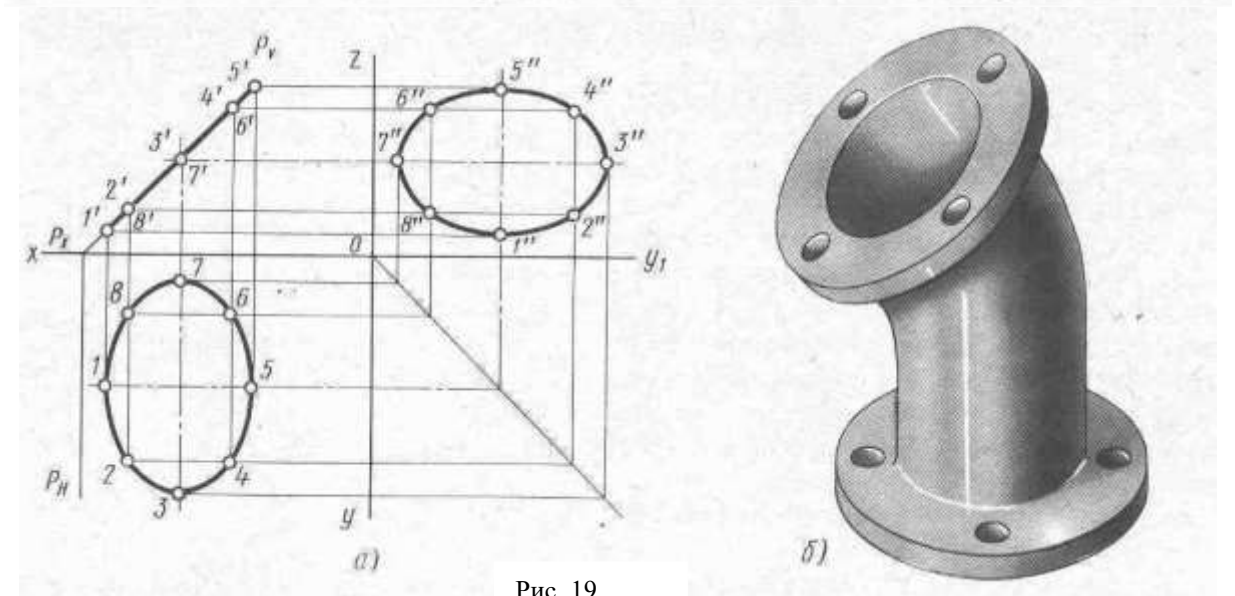
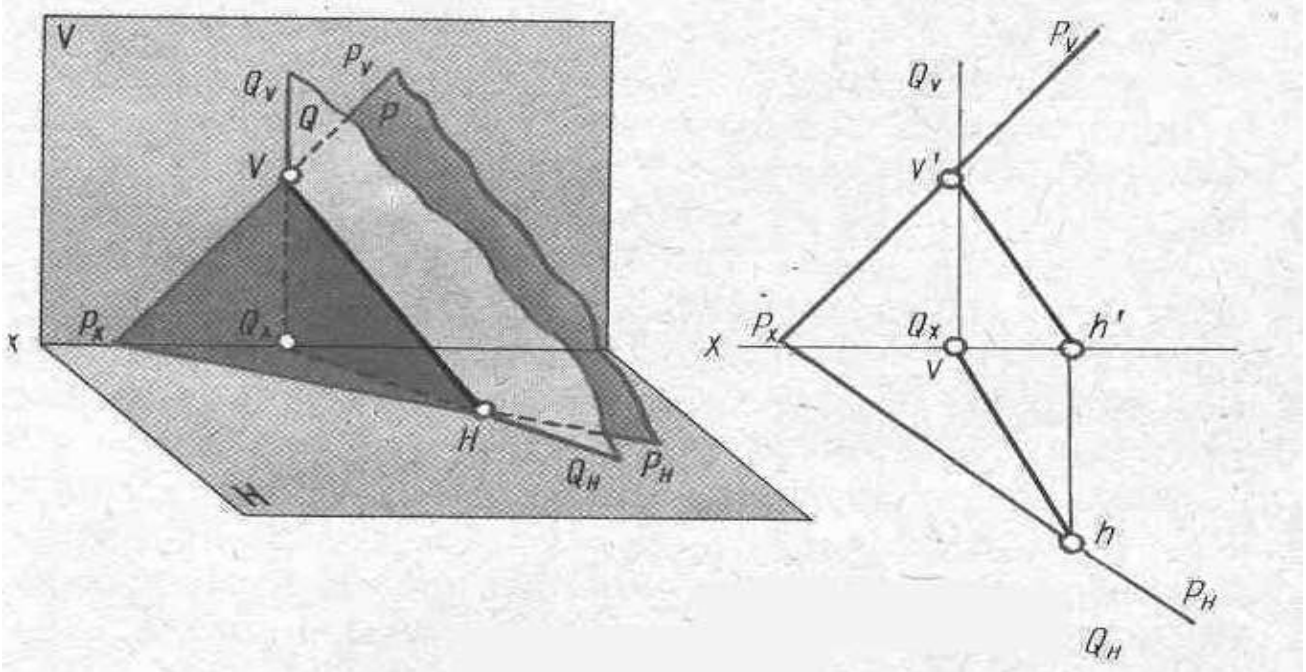


Рис. 19

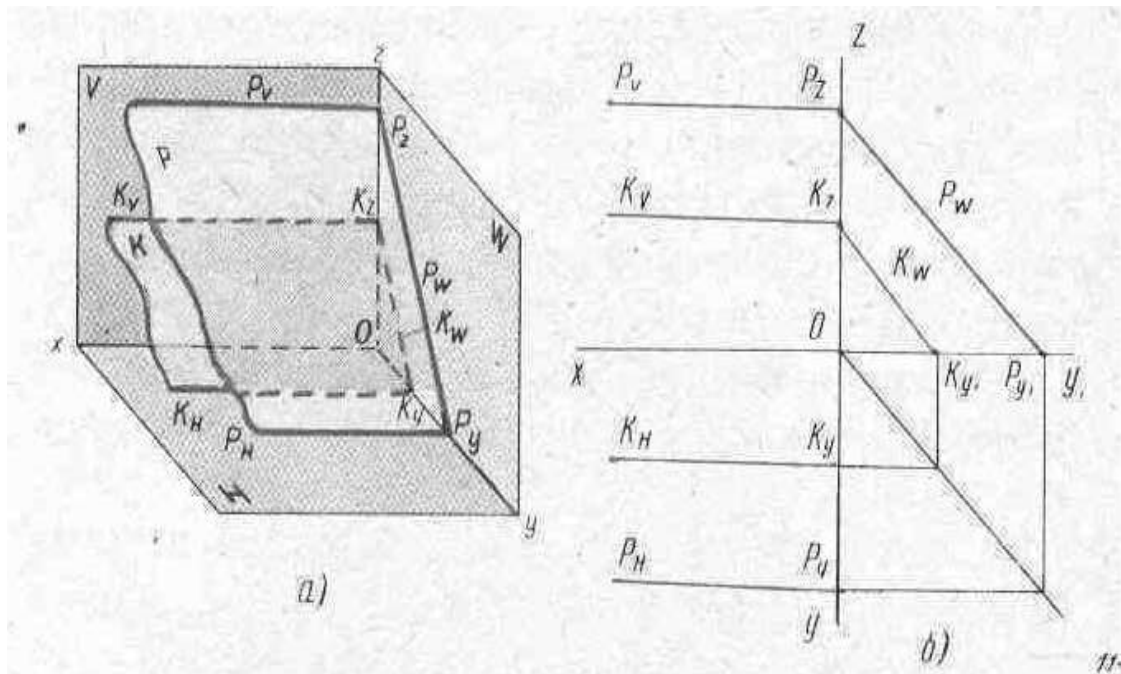
ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ

Две плоскости могут быть взаимно параллельными или пересекающимися. Известно, что если две параллельные плоскости пересекают какую-либо третью плоскость, то линии пересечения этих плоскостей параллельны между собой. Исходя из этого положения, можно сделать вывод, что одноименные следы двух параллельных плоскостей P и Q также параллельны между собой.

Если даны две профильно-проецирующие плоскости P и K (рис. 20,а), то параллельность их фронтальных и горизонтальных следов на комплексном чертеже в системе V и H недостаточна для того, чтобы определить, параллельны эти плоскости или нет. Для этого необходимо построить их профильные следы в системе V, H и W (рис. 20,б). Плоскости P и K будут параллельны только в том случае, если параллельны их профильные следы P_w и K_w .



Одноименные следы пересекающихся плоскостей P и Q (рис. 21,а) пересекаются в точках V и H , которые принадлежат обеим, плоскостям, т.е. линии их пересечения. Так как эти точки расположены на плоскостях проекций, то, следовательно, они являются также следами линии пересечения плоскостей. Чтобы на комплексном чертеже построить проекции линии пересечения двух плоскостей P и Q , заданных следами P_v, P_H и Q_v, Q_H , необходимо отметить точки пересечения одноименных следов плоскостей, т.е. точки v' и h (рис. 21,б); точка P_v , - фронтальная проекция фронтального следа искомой линии пересечения плоскостей P и Q , и-горизонтальная - проекция горизонтального следа этой же прямой. Опуская перпендикуляры из точек v' и h на ось x , находим точки v и h' . Соединив прямыми одноименные проекции следов, т. е. точки v' и h' , v и h , получим проекции линии пересечения плоскостей P и Q .



ПРЯМАЯ, ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ПЛОСКОСТИ

Из стереометрии известно, что прямая AB , параллельная прямой MN , расположенной на плоскости P , будет параллельна этой плоскости.

Если на комплексном чертеже через данную точку A (рис. 22,а) требуется провести прямую, параллельную плоскости P , то сначала надо провести в этой плоскости какую-либо прямую, а затем параллельно этой прямой через данную точку A провести искомую прямую. При этом надо помнить, что одноименные проекции параллельных прямых на комплексном чертеже должны быть параллельными.

В данном примере плоскость P задана следами P_v и P_h . Проводим в плоскости P прямую общего положения VH способом, изложенным выше.

Через данные проекции a и a' точки A проводим искомые проекции $a'b'$ и ab прямой AB параллельно проекциям $v'h'$ и vh прямой VH . Прямая AB параллельна плоскости P .

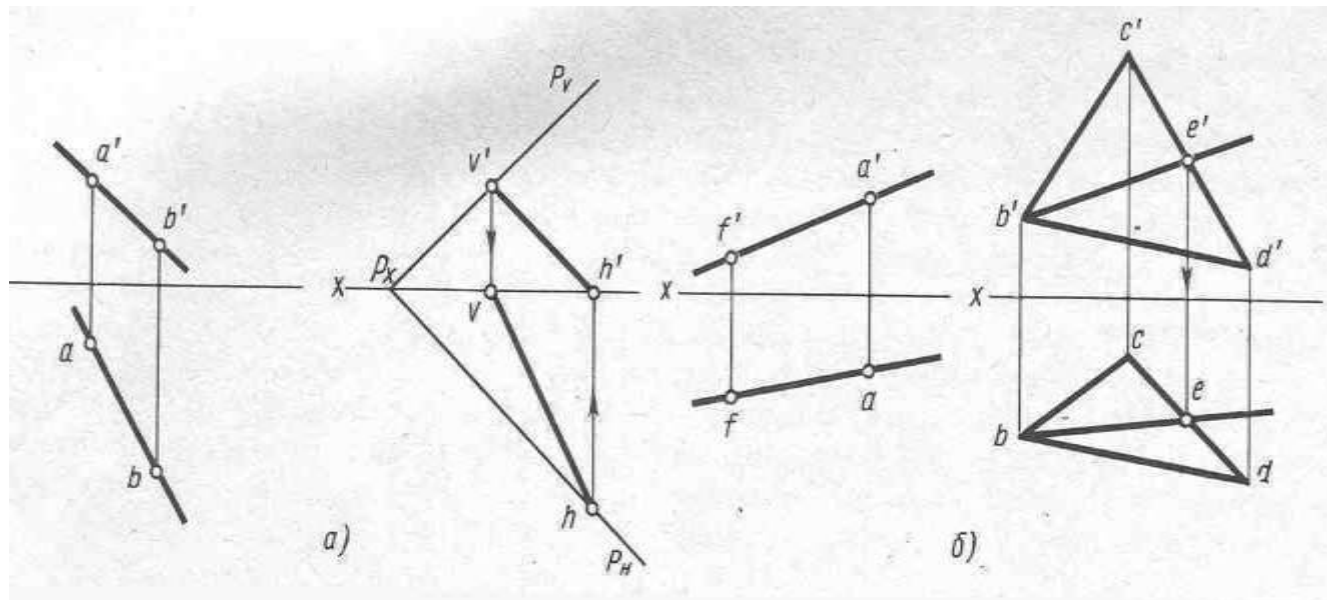


Рис.22.

Если плоскость задана не следами, а какой-либо фигурой, например треугольником $B CD$ (рис. 22,б), то прямую, лежащую в плоскости этого треугольника, удобнее провести через какую-либо вершину треугольника, например через вершину B . На рис. 116,б проведена фронтальная проекция $b'e'$ такой прямой. Проводя через точку e' линию связи, находим горизонтальную проекцию e' точки E . Прямая BE лежит в плоскости треугольника $B CD$. Как и в Задняя грань отрезного резца (рис. 18,в) имеет форму трапеции. Построение комплексного чертежа трапеции $ABCD$ показано на рис. 18,б.

Рассматривая плоскость, параллельную горизонтальной, фронтальной предыдущем примере, через заданные проекции a и a' точки A проводим искомые проекции прямой AF параллельно проекциям прямой BE .

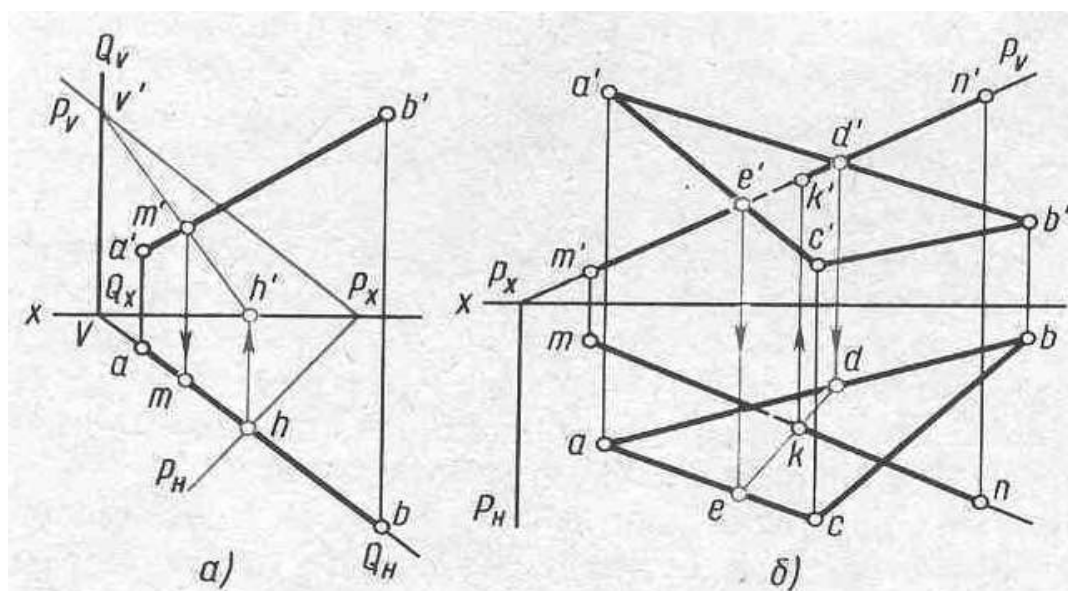
Прямая AF параллельна плоскости треугольника $B CD$.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПРЯМОЙ С ПЛОСКОСТЬЮ

Если прямая AB пересекается с плоскостью P , то на комплексном чертеже точка их пересечения определяется следующим образом.

Через прямую AB проводят любую вспомогательную плоскость Q . Для упрощения построений плоскость Q обычно берется проецирующей (рис. 23,а). В данном случае проведена вспомогательная горизонтально-проецирующая плоскость Q . Через горизонтальную проекцию ab прямой AB проводят горизонтальный след Qh плоскости Q и продолжают его до пересечения с осью x в точке Qx . Из точки Qx к оси x восстанавливают перпендикуляр $QxQv$, который будет фронтальным следом Qv вспомогательной плоскости Q .

Вспомогательная плоскость Q пересекает данную плоскость P по прямой VH , следы которой лежат на пересечении следов плоскостей P и Q . Заметив точки пересечения следов Pv и Qv - точку v' и следов P_H и Q_H - точку h , опускают из этих точек на ось x перпендикуляры, основания которых - точки v и h' - будут вторыми проекциями следов прямой VH . Соединяя попарно точки v' и h' , v и h , получают фронтальную и горизонтальную проекции линии пересечения плоскостей.



Точка пересечения M заданной прямой AB и найденной VH и будет искомой точкой пересечения прямой AB с плоскостью P . Фронтальная проекция m' этой

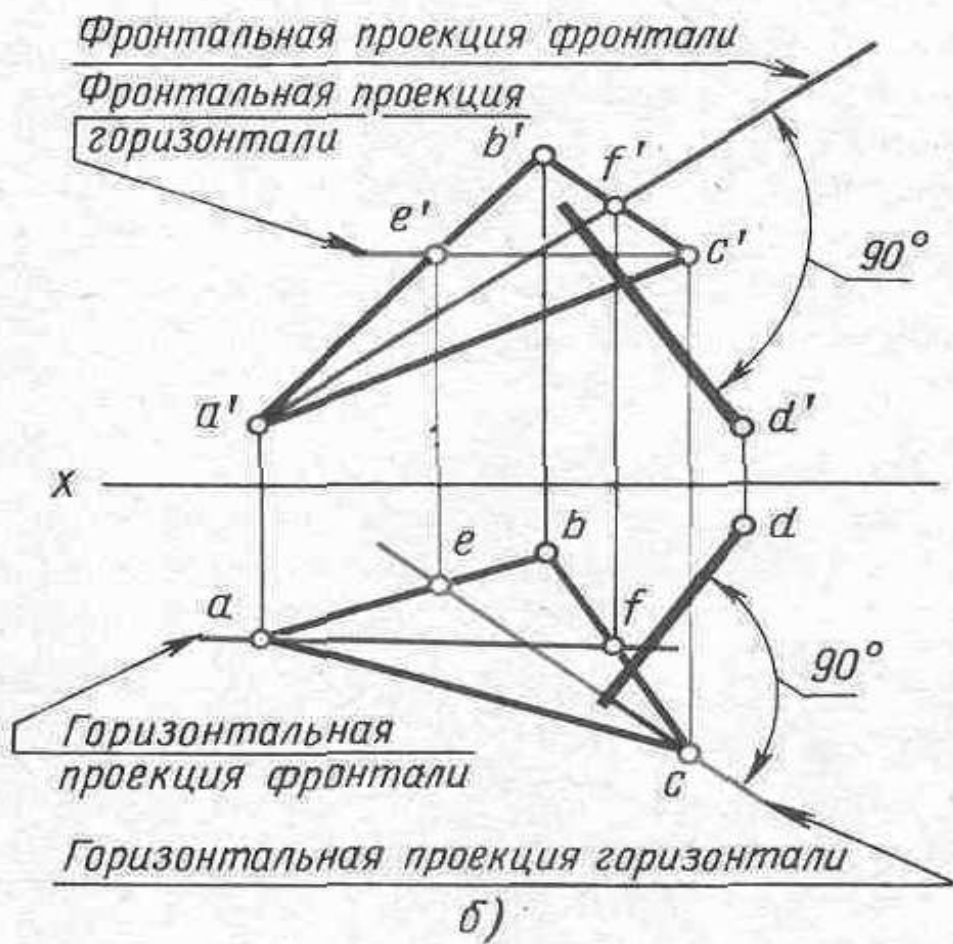
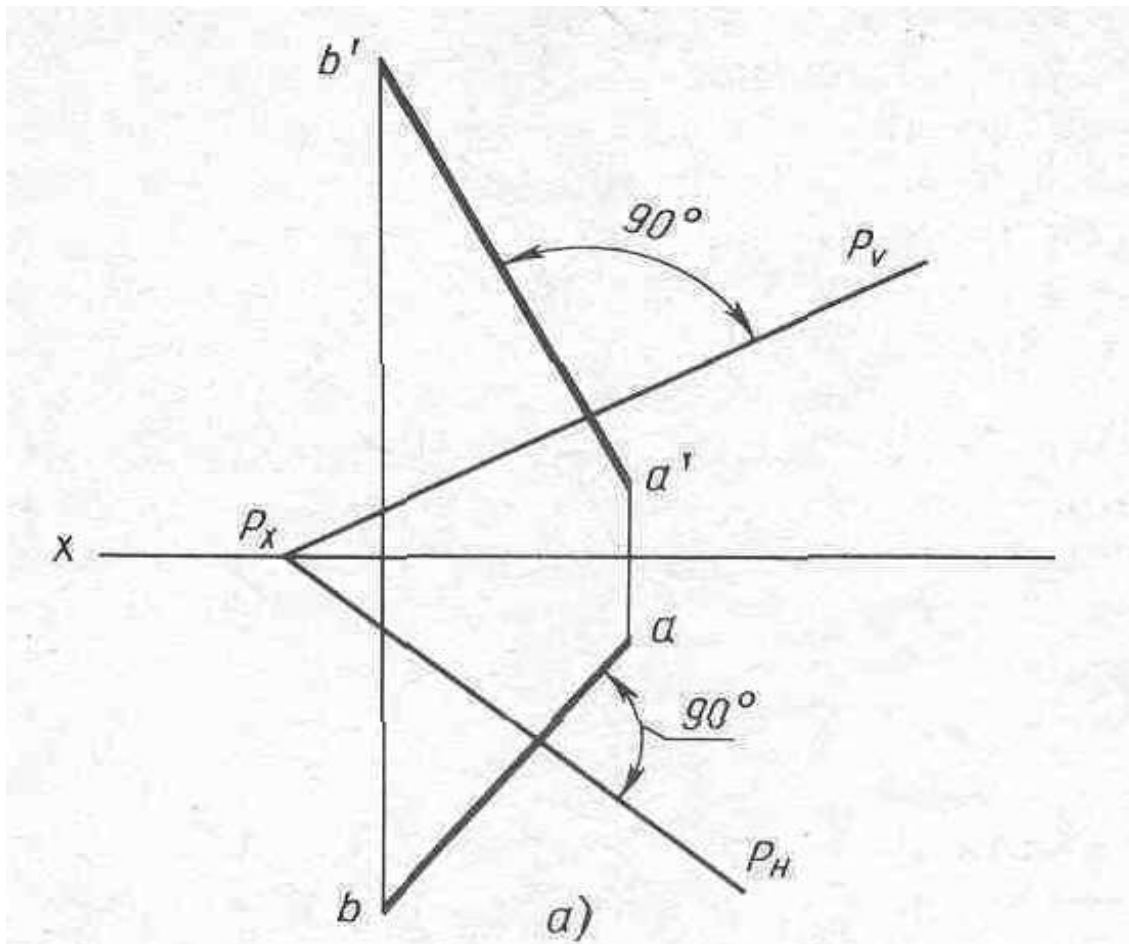
точки расположена на пересечении проекций $a'B'$ и $v'h'$. Горизонтальную -проекцию m точки M находят проводя вертикальную линию связи из точки m' до встречи с ab .

Если плоскость задана не следами, а пересекающимися прямыми, например треугольником (рис. 23,б), то точку пересечения прямой MN с плоскостью треугольника ABC находят следующим образом.

Через прямую MN проводят вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость P . Для этого через точки m' и n' проводят фронтальный след плоскости P_v ; продолжают его до оси x и из точки пересечения следа плоскости P_v с осью x опускают перпендикуляр P_n , который будет горизонтальным следом плоскости P .

Затем находят линию ED пересечения плоскости P с плоскостью данного треугольника ABC . Фронтальная проекция $e'd'$ линии ED совпадает с $m'n'$. Горизонтальную проекцию ed находят проводя вертикальные линии связи из точек e' и d' до встречи с проекциями ab и ac сторон треугольника ABC . Точки e и d соединяют прямой. На пересечении горизонтальной проекции ed линии ED с горизонтальной проекцией mn прямой MN находят горизонтальную проекцию k искомой точки K . Проведя из точки k вертикальную линию связи, находят фронтальную проекцию k' . Точка K - искомая точка пересечения прямой MK с плоскостью треугольника ABC .

В частном случае прямая AB может быть перпендикулярна плоскости P . Из условия перпендикулярности прямой к плоскости следует, что прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум прямым, лежащим на этой плоскости (в частности, этими прямыми могут быть следы плоскости). Тогда проекции прямой AB будут перпендикулярны одноименным следам этой плоскости (рис. 24,а). Фронтальная проекция $a'B'$ перпендикулярна фронтальному следу P_v , а горизонтальная проекция ab перпендикулярна горизонтальному следу P_n плоскости P .

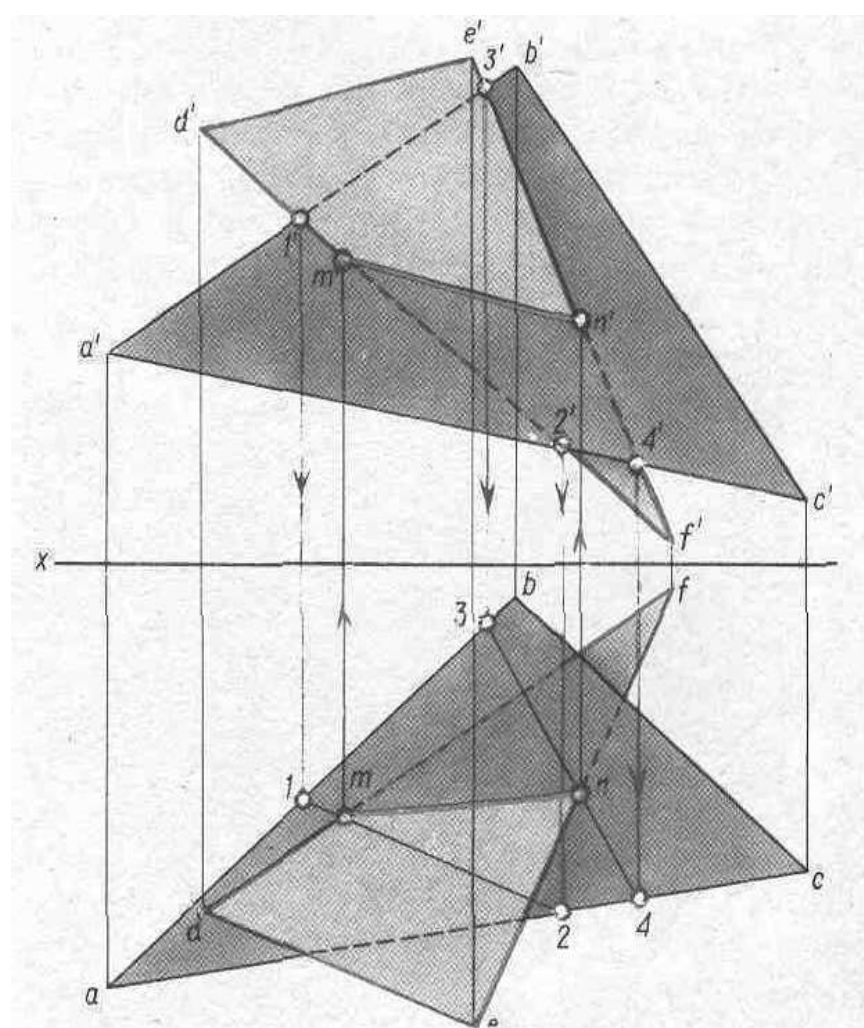


Если плоскость задана параллельными или пересекающимися прямыми, то проекции прямой, перпендикулярной этой плоскости, будут перпендикулярны горизонтальной проекции горизонтали и фронтальной проекции фронтали, лежащих на плоскости. Таким образом, если, например, на плоскость, заданную треугольником ABC , необходимо опустить перпендикуляр, то построение выполняется следующим образом (рис. 24,б).

На плоскости проводят горизонталь CE и фронталь FA . Затем из заданных проекций d и d' точки D опускают перпендикуляры соответственно на ce и fa' . Прямая, проведенная из точки D , будет перпендикулярна плоскости треугольника ABC .

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ

Задачи на построение линии пересечения плоскостей, заданных пересекающимися прямыми, можно решать подобно задаче на пересечение плоскости с прямыми линиями. На рис. 25 показано построение линии пересечения плоскостей, заданных треугольниками ABC и DEF . Прямая MN построена по найденным точкам пересечения сторон DF и EF треугольника DEF с плоскостью треугольника ABC .



Например, чтобы найти точку M , через прямую DF проводят фронтально-проецирующую плоскость (на чертеже следы этой плоскости не показаны), которая пересекается с плоскостью треугольника ABC по прямой $l2$. Через полученные точки $1'$ и $2'$ проводят вертикальные линии связи до пересечения их с горизонтальными проекциями ab и ac сторон треугольника ABC в точках 1 и 2 . На пересечении горизонтальных проекций df и $l2$ получают горизонтальную проекцию m искомой точки M , которая будет точкой пересечения прямой DF с плоскостью ABC . Затем находят фронтальную проекцию m' точки M . Точку N

пересечения прямой EF с плоскостью ABC находят так же, как и точку M . Соединив попарно точки m' и n' , m и n , получают проекции линий пересечения MN плоскостей ABC и DEF .

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что называется следом плоскости?
2. Дайте определения трех проецирующих плоскостей.
3. Каковы отличительные особенности плоскости общего положения?
4. Что называется горизонталью и фронталью плоскости?
5. Какими способами может быть задана плоскость на комплексном чертеже?

СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРОЕКЦИЙ

ПРИМЕНЕНИЕ СПОСОБОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ

Изучая прямоугольное проецирование отрезков прямых или плоских кривых линий, а также фигур (треугольника, круга и др.) на три плоскости проекций V, H и W , можно отметить следующее. Действительные размеры и виды этих линий и фигур получаются на той плоскости проекций, параллельно которой расположены эти линии и фигуры (рис. 26). Например, отрезок прямой AB , параллельный плоскости V (отрезок фронтали), проецируется в действительную длину на плоскость V или, иначе, длина фронтальной проекции $a'b'$ отрезка фронтали равна действительной длине этого отрезка.

Если плоскость фигуры, например треугольника ABC , параллельна фронтальной плоскости проекций, то фронтальная проекция $a'b'c'$ является его действительным видом.

В техническом черчении иногда приходится по данным прямоугольным проекциям (комплексному чертежу) детали определять действительную величину или вид какого-либо элемента этой детали, расположенного в плоскости общего положения. Для этого применяются особые способы построения, цель которых - получить новую проекцию элемента детали, которая представляет собой его действительную величину или вид.

Таковыми способами являются: способ вращения, способ совмещения (частный случай предыдущего способа) и способ перемены плоскостей проекций.

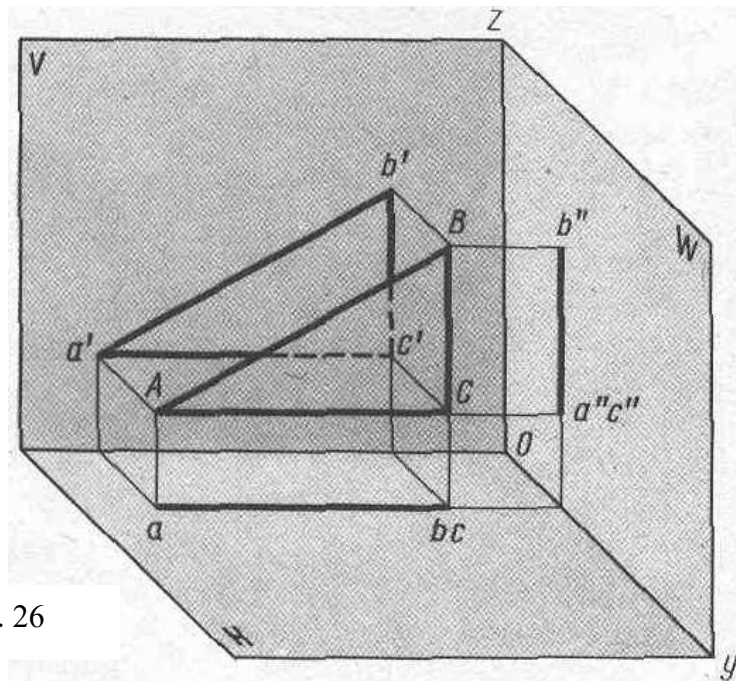


Рис. 26

Перечисленными способами на комплексных чертежах решают также многие другие метрические и позиционные задачи проекционного черчения. Так, например, этими способами определяют:

а) действительную длину отрезка прямой, наклоненной к плоскости проекций например, ребра AB колпака газовой печи для термообработки инструментов (рис.27). Длина ребра необходима для построения развертки боковой поверхности колпака. Чертеж развертки требуется для того, чтобы вырезать заготовку колпака из стального листа;

б) действительные размеры и форму (действительный вид) какой-либо фигуры, расположенной в плоскости общего положения;

в) величину углов наклона прямой или плоскости общего положения к плоскостям проекций;

г) величину угла между прямыми линиями или между плоскостями;

д) расстояние между точкой и прямой;

е) расстояние между параллельными прямыми;

ж) расстояние между скрещивающимися прямыми;

з) расстояние между точкой и плоскостью;

и) расстояние между параллельными прямой и плоскостью;

к) расстояние между параллельными плоскостями;

л) угол между прямой и плоскостью, а также многие другие позиционные задачи.

Решение этих задач сводится к методике решения четырех основных задач:

1. Преобразование прямой общего положения в прямую уровня (горизонталь, фронталь или профильную прямую).

2. Преобразование прямой общего положения в проецирующую прямую.

3. Преобразование плоскости общего положения в проецирующую плоскость.

4. Преобразование плоскости общего положения в плоскость уровня.

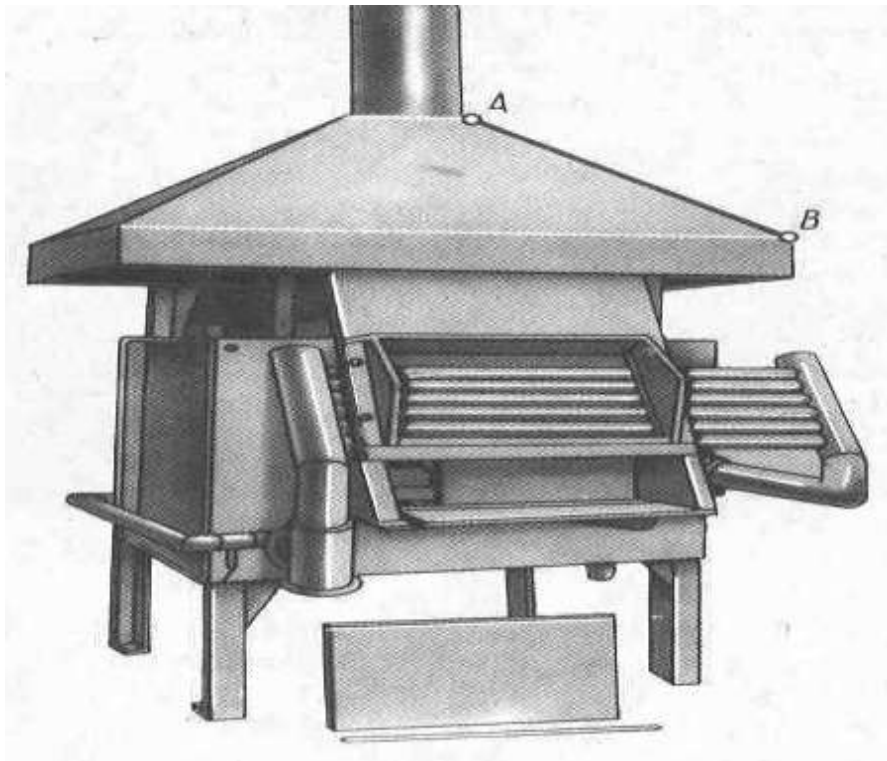


Рис.27.

СПОСОБ ВРАЩЕНИЯ

Способ вращения заключается в том, что заданные точка, линия или плоская фигура, расположенные перед плоскостями H , V и W , вращаются около оси, перпендикулярной к одной из плоскостей проекций до требуемого положения относительно какой-либо плоскости проекций. Если вращается фигура или тело, то каждая их точка будет перемещаться по окружности.

Рассмотрим вращение простейшего геометрического элемента - точки A (рис. 28,а). Пусть ось вращения MN будет перпендикулярна к плоскости H . При вращении около оси MN точка A перемещается по окружности, лежащей в плоскости, перпендикулярной к оси вращения. Точка пересечения этой плоскости с осью вращения называется центром вращения.

Так как окружность, по которой движется точка A , расположена в плоскости, параллельной плоскости H , то горизонтальная проекция этой окружности является ее действительным видом, а фронтальная проекция - отрезком прямой, параллельной оси x . Длина этого отрезка равна диаметру окружности, лежащей в плоскости вращения.

Таким образом, при вращении точки A вокруг оси, перпендикулярной к какой-либо плоскости проекций, проекция точки на эту плоскость перемещается по окружности, а вторая проекция - по прямой, параллельной оси проекций.

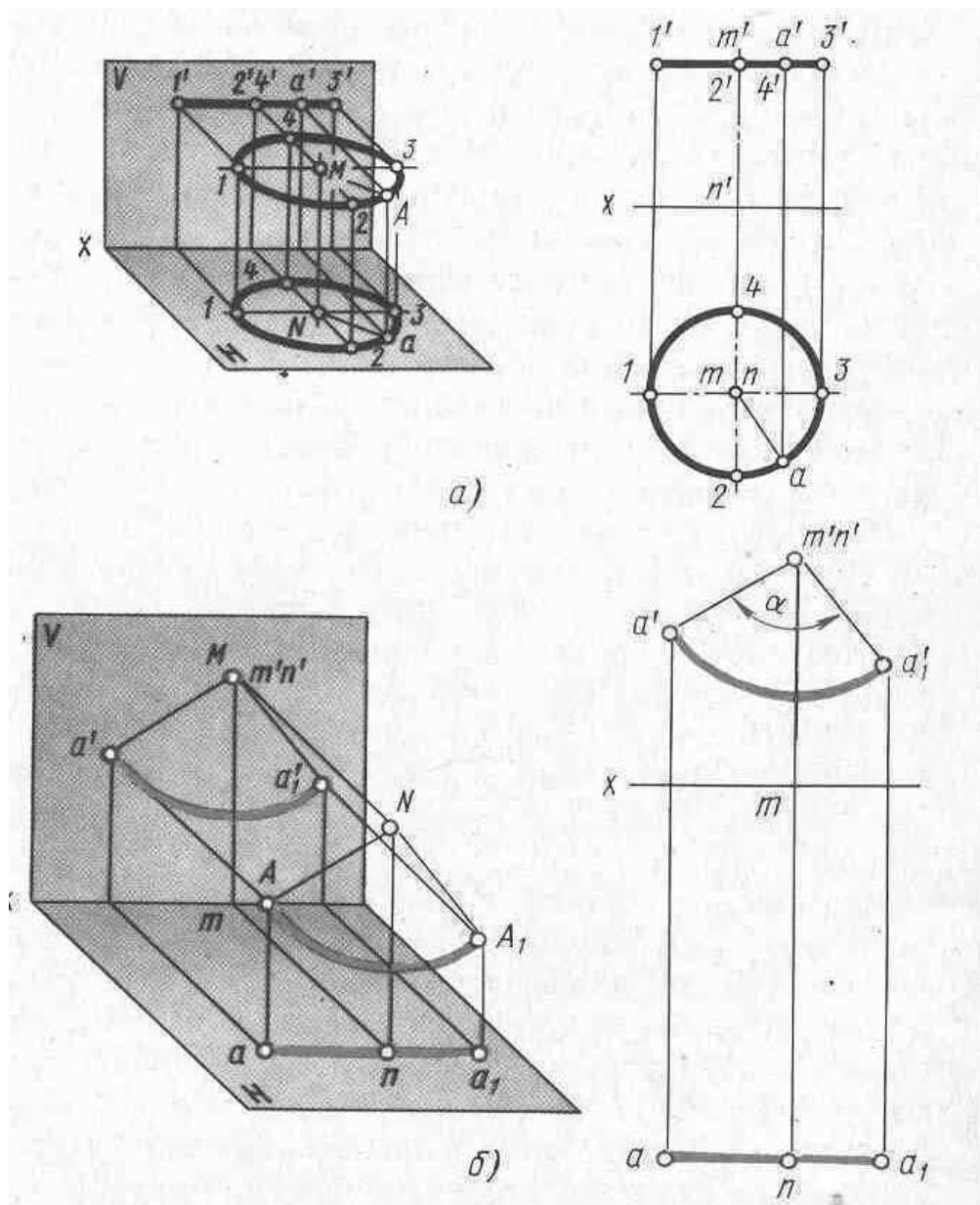


Рис.28

Повернем данную точку A около оси MN , перпендикулярной к плоскости V , на заданный угол α . Для этого на комплексном чертеже необходимо выполнить следующие построения (рис. 28,б).

Фронтальную проекцию оси вращения - точку $m'n'$ соединяют прямой линией с фронтальной проекцией a' точки A и получают отрезок $m'a'$, равный действительной величине (длине) радиуса окружности вращения. Этим радиусом из центра m' описывают дугу окружности вращения (рис. 28,б). На плоскости V строят угол α , одна сторона которого является радиусом вращения $a'm'$. На пересечении дуги окружности вращения с другой стороной угла α получаем точку $a'1$ - новую фронтальную проекцию точки A . Новую горизонтальную проекцию точки A находят, проводя вертикальную линию связи из точки $a'1$ до пересечения с прямой, проведенной из точки, a параллельно оси x .

Вращение отрезка прямой около оси, перпендикулярной к. плоскости проекций, можно рассматривать как вращение двух точек этого отрезка.

Построения на комплексном чертеже упрощаются, если ось вращения провести через какую-либо конечную точку вращаемого отрезка прямой. В этом

случае достаточно повернуть только одну точку отрезка, так как другая точка, расположенная на оси вращения, остается неподвижной.

Пусть требуется определить способом вращения - действительную длину отрезка AB прямой общего положения (рис. 29,а).

Через конец отрезка A (рис. 29,б) проводят ось вращения MN перпендикулярно плоскости H . Около этой оси вращается второй конец отрезка — точка B . Чтобы получить на комплексном чертеже действительную длину отрезка, надо повернуть его так, чтобы он был параллелен плоскости V .

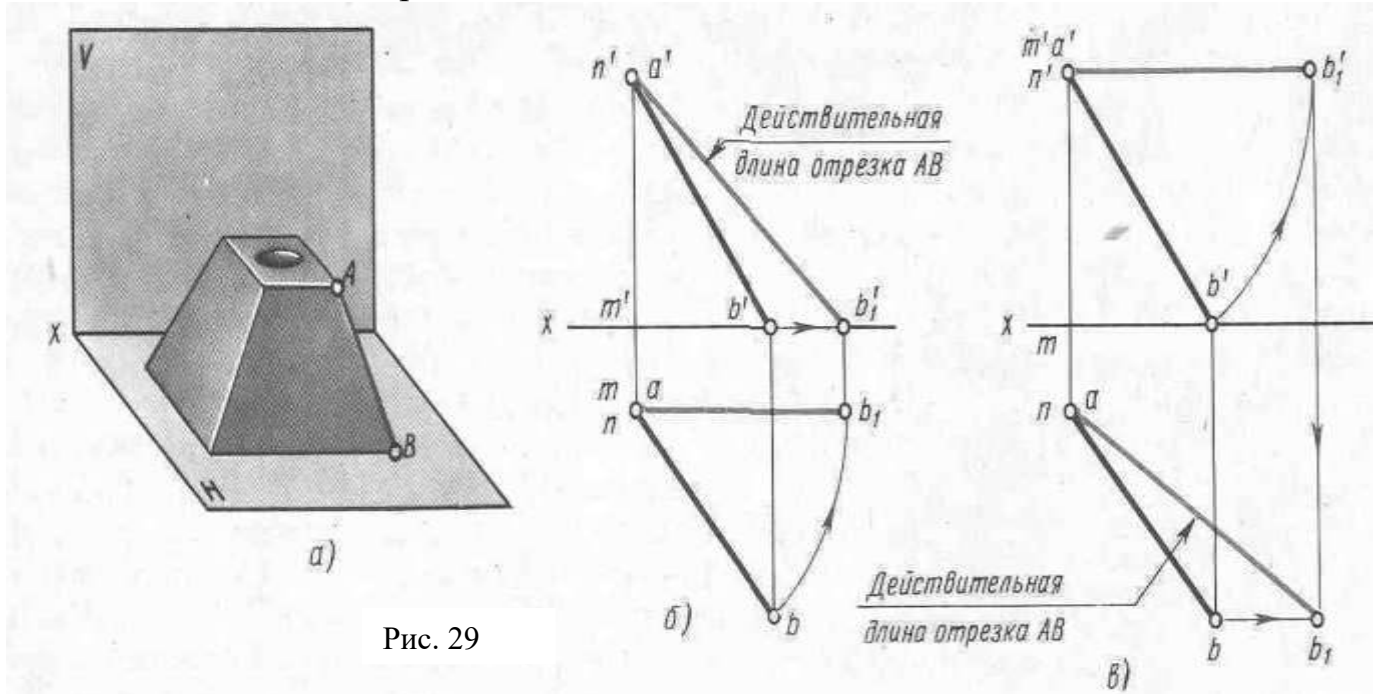


Рис. 29

После вращения горизонтальная проекция отрезка должна быть параллельна оси x , поэтому на этой плоскости проекций и начинается построение.

Из точки a радиусом ab описывают дугу окружности до пересечения с прямой, проведенной из точки a параллельно оси x (рис. 29,б). Точка пересечения $b1$ - новая горизонтальная проекция точки B . Фронтальную проекцию $b1'$ точки B находят проводя вертикальную линию связи из точки $b1$ до пересечения с прямой, проведенной из точки b' параллельно оси x (в данном случае эта прямая совпадает с осью x). Соединив точки $b1'$ и a' , на плоскости V получают действительную длину $a'b1'$ отрезка AB . Эту задачу можно решить вращением отрезка AB около оси, перпендикулярной к плоскости V . Через конец отрезка A проводят ось вращения MN (рис. 29,в). Из точки a' радиусом, равным $a'B'$, проводят дугу окружности до пересечения с прямой, проведенной из точки a' параллельно оси x , и получают новую фронтальную проекцию $b1'$ точки B . Проведя из точки b прямую, параллельную оси x , а через точку $b1'$ вертикальную линию связи, то на их пересечении получают новую горизонтальную проекцию $b1$ точки B (после поворота отрезка AB). Соединив точки $b1$, и a , находят действительную длину $ab1$ отрезка AB .

Способом вращения можно определить действительный вид фигуры. На рис. 30, а изображена стойка поддерживающего ролика ленточного конвейера. Пусть требуется определить действительный вид ребра стойки ролика - прямоугольного треугольника ABC .

Как видно из рис. 30, плоскость треугольника горизонтально-проецирующая, поэтому действительный вид треугольника можно получить на плоскости V вращением этого треугольника около вертикальной оси до тех пор, пока плоскость треугольника не станет параллельной плоскости V .

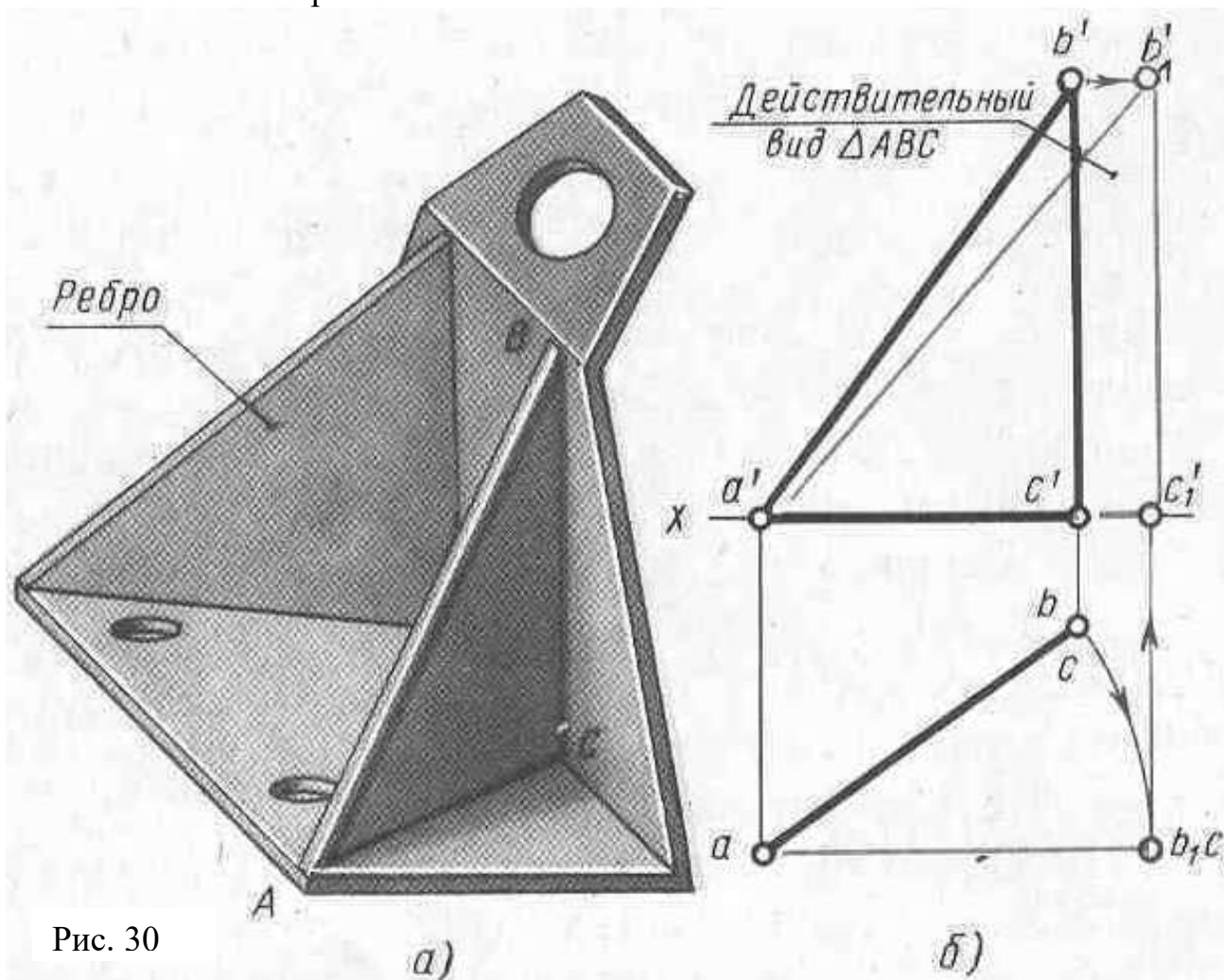


Рис. 30

На комплексном чертеже (рис. 30,б) ось вращения, перпендикулярная к плоскости H , проведена через вершину треугольника A . Вращаются одновременно две вершины треугольника - B и C . После поворота новая горизонтальная проекция треугольника ab_1c_1 должна быть параллельна оси x . Фронтальные проекции-точки b_1' и c_1' вершин B и C после поворота находят проводя вертикальные линии связи из точек c_1 и b_1 . Соединив точки a' , b_1' и c_1' , получим на плоскости V действительный вид треугольника ABC .

Способом вращения на комплексном чертеже можно найти действительный вид фигуры криволинейного контура, например лопасти мешалки (рис. 31,а). На рис. 31,б дано наглядное изображение одной лопасти этой мешалки и части вала. Так как лопасть расположена под углом к оси вала, на котором она установлена, а ось вала на комплексном чертеже должна быть параллельна оси x , то на фронтальной и профильной проекциях лопасть будет изображена в искаженном виде.

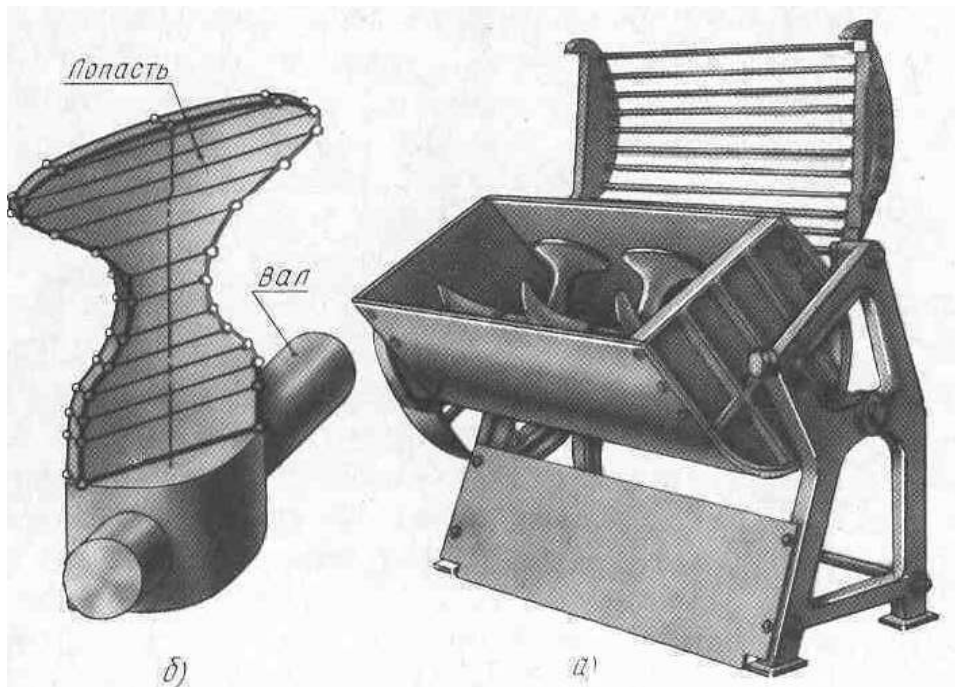


Рис.31

Действительный вид контура лопасти находят вращением лопасти вокруг оси, перпендикулярной к плоскости H . Для этого на фронтальной проекции контура берут несколько произвольных точек - $a', e', m', d', c', k', b', n'$ (рис. 32).

Проводя из этих точек вертикальные линии связи, находят их горизонтальные проекции - a, e, m, d, c, k, b, n , которые будут располагаться на горизонтальной проекции контура лопасти, т. е. на прямой ab , наклоненной под углом α к оси x . Вертикальная ось вращения проведена через точку A . Горизонтальную проекцию ab контура лопасти поворачивают вокруг центра вращения (точки a) на угол α и получают новую горизонтальную проекцию $ab1$ лопасти.

Для определения новой фронтальной проекции какой-либо точки контура, например точки $b'1$ через точку $b1$ проводят вертикальную линию связи до пересечения с прямой, проведенной из V параллельно оси x . Также

находят и остальные новые фронтальные проекции точек контура- $e'1, m'1, d'1, c'1, k'1, n'1$. Соединяя их плавной кривой по лекалу, получим действительный вид контура лопасти.

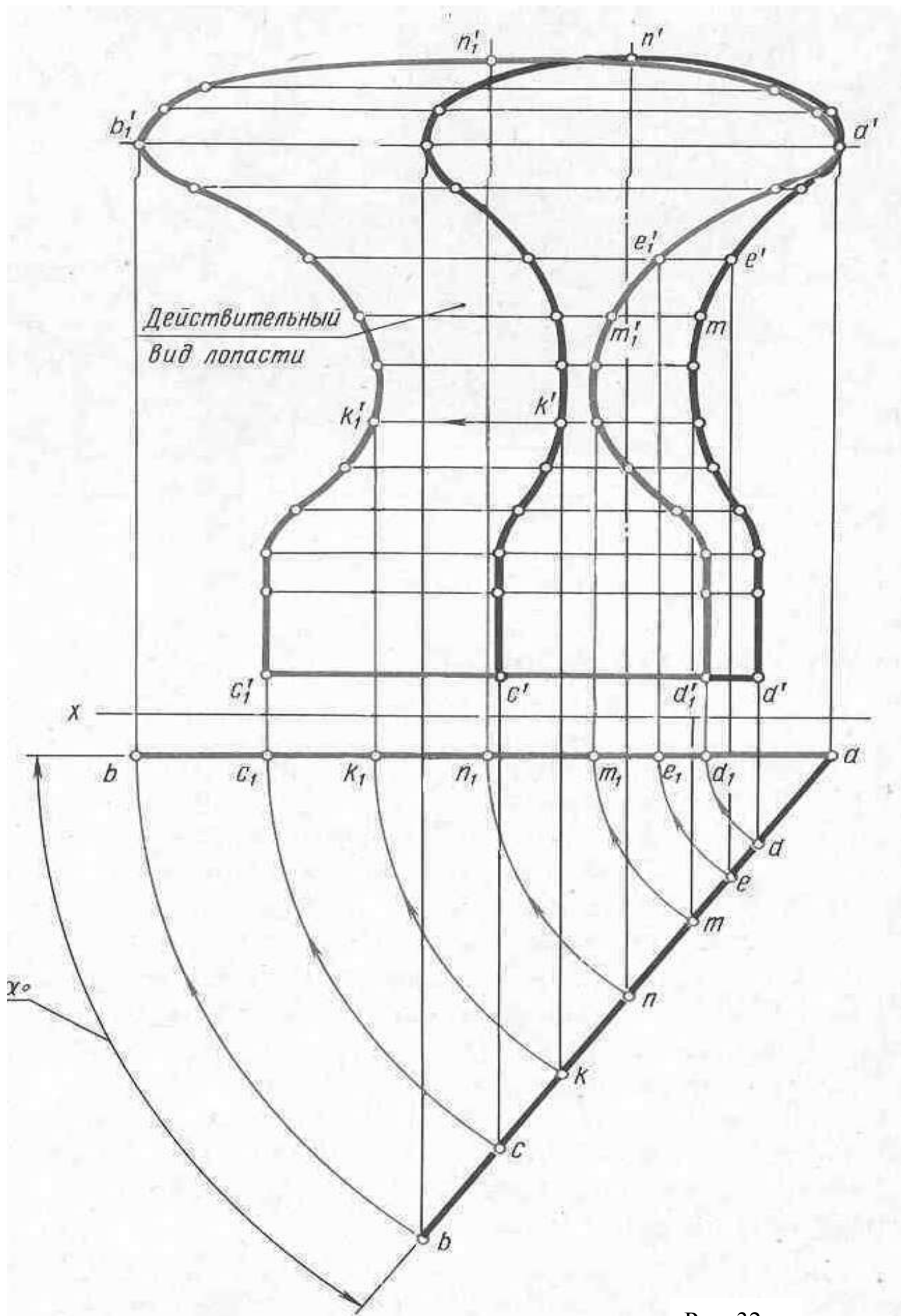
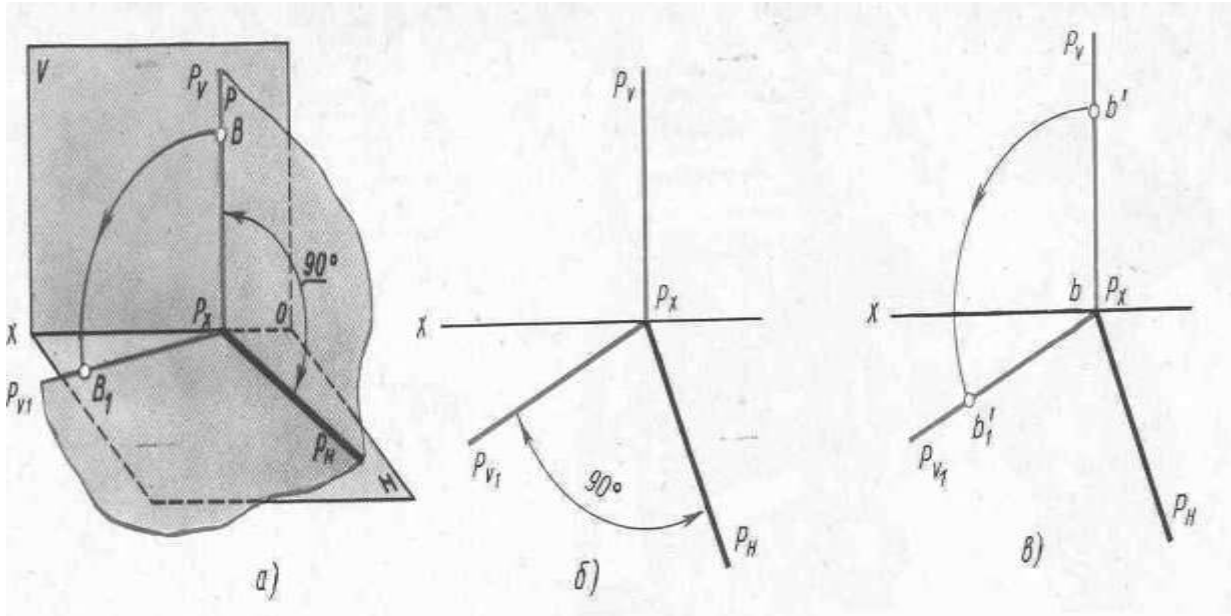


Рис. 32

СПОСОБ СОВМЕЩЕНИЯ

Способ совмещения какой-либо плоскости P с плоскостью проекций есть вращение плоскости P вокруг ее следа на этой плоскости (рис. 33, а и б).

Чтобы совместить с плоскостью проекций какую-либо точку, отрезок прямой или фигуру, надо через эти элементы провести вспомогательную плоскость P . Затем вращением плоскости P около ее следа P_H или P_V надо совместить эту плоскость вместе с расположенными на ней геометрическими элементами с плоскостью проекций.



После такого совмещения отрезка прямой или фигуры с плоскостью проекций на этой плоскости получают действительные длины или виды этих геометрических элементов.

Построения на комплексном чертеже упрощаются, если через совмещаемые геометрические элементы можно провести какую-либо проецирующую плоскость, например горизонтально-проецирующую. При любом расположении горизонтально-проецирующей плоскости P относительно V и H ее следы после совмещения будут располагаться под прямым углом (рис. 33, а и б). Совмещая горизонтально-проецирующую плоскость с плоскостью H вращением около горизонтального следа P_H видим, что совмещенный фронтальный след $P_V I$ находится под прямым углом к неподвижному горизонтальному следу P_H (рис. 33,б).

Если на горизонтальном следе P_H , который является осью вращения горизонтально-проецирующей плоскости P и, следовательно, неподвижен, взять какую-либо точку, то после совмещения плоскости P с плоскостью H положение точки не изменится.

Если же взять точку B на фронтальном следе P_V плоскости P (рис. 33,в), то совмещенная точка B будет лежать на совмещенном следе $P_V I$ при этом расстояние $P_x B'$ будет равно расстоянию $P_x B I'$.

Отрезок прямой вполне определяется двумя точками. Поэтому, если через отрезок AB провести, например, фронтально-проецирующую плоскость P (рис. 34,а) и совместить ее с H , то при этом с плоскостью H совместятся и концы этого отрезка - точки A и B , т.е. весь отрезок прямой. Тогда на плоскости H отрезок спроецируется без искажения.

Таким образом, задача определения действительной длины отрезка прямой AB способом совмещения решается следующим путем. Через точку a (рис. 34,а), расположенную на плоскости H , проводят перпендикулярно оси x горизонтальный след PH фронтально-проецирующей плоскости P . Через точки a' и B' проводят след Pv .. Плоскость P совмещают с плоскостью H ; совмещенное положение следа Pv совпадает с осью x . Из точки Px радиусом $Px b'$ делают засечку дугой окружности на совмещенном следе $Pv1$ и из точки пересечения восстанавливают перпендикуляр к оси x . Из точки b опускают перпендикуляр на след PH и, продолжая его до пересечения с прямой, перпендикулярной к оси x , получают совмещенное положение точки B – точку $b1'$. Соединив точки $a1'$ и $b1'$, находят совмещенное положение отрезка AB , которое и будет его действительной длиной.

Определение действительного вида треугольника ABC показано на рис. 34,б. Как и при решении задачи способом вращения, здесь рассматривается случай, когда плоскость треугольника является горизонтально-проецирующей (например, ребро стойки поддерживающих роликов конвейера, см. рис. 30, а).

Решая эту задачу способом совмещения, вначале проводят следы PV и PH плоскости треугольника ABC . Так как сторона AC треугольника расположена в плоскости, параллельной H , то проекция ac совпадает со следом PH . Затем совмещают с плоскостью H фронтальный след плоскости Pv , который после совмещения будет располагаться под углом 90° к горизонтальному следу PH .

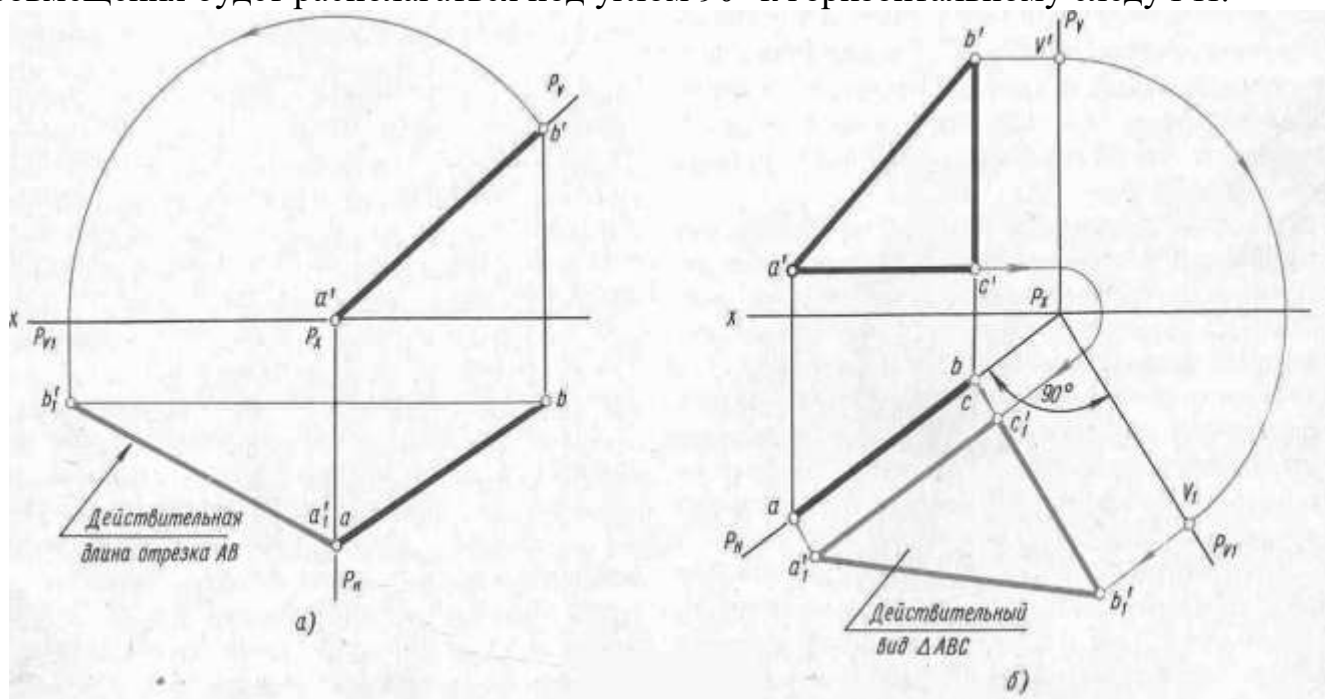


Рис.34

Для построения совмещенного положения точки B из точки B' проводят прямую, параллельную оси x , до пересечения со следом Pv в точке v' на совмещенном следе $Pv1$ делают засечку дугой окружности радиусом, равным Pxv' , и получают точку $v1$ - совмещенное положение точки V . Через точку $v1$ проводят прямую, параллельную следу PH . Совмещенное положение точки B находится в точке $b1'$ пересечения перпендикуляра, восстановленного из точки b к следу PH с прямой, проведенной из точки $v1$ параллельно следу PH .

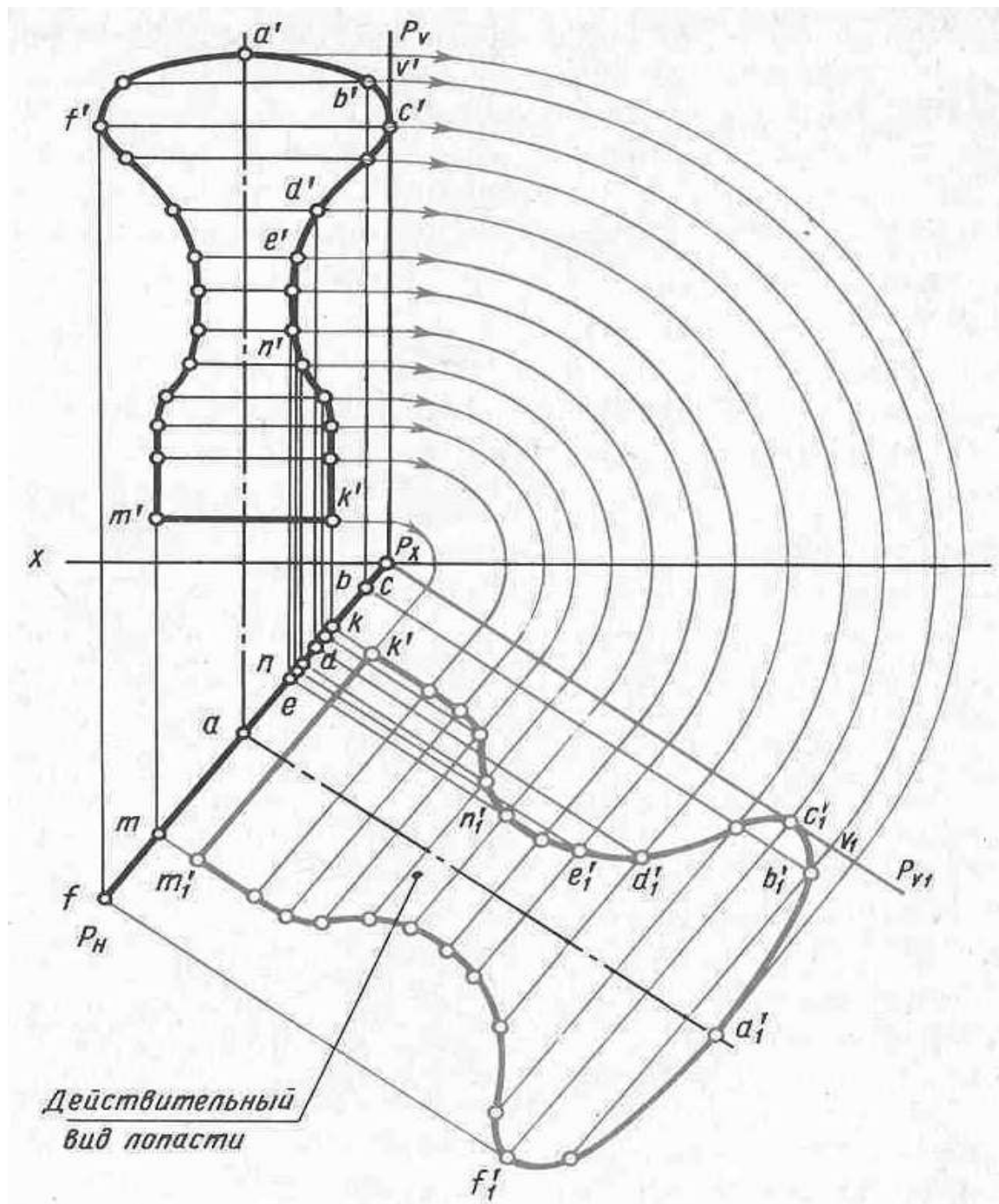


Рис.35

Определение действительного вида фигуры криволинейного контура, например, лопасти мешалки способом совмещения показано на рис. 35. Построение аналогично описанному выше. Различие состоит в том, что в данном случае совмещают несколько произвольно взятых точек криволинейного контура.

Через фигуру (контур) лопасти проводят вспомогательную горизонтально-проецирующую плоскость, заданную следами P_V и P_H . Затем на криволинейном контуре берут несколько произвольно расположенных точек A, B, C, \dots , через которые проводят горизонтали этой плоскости. Плоскость P совмещают с плоскостью H вместе с горизонталями. На совмещенных горизонталях находят точки a_1', b_1', c_1' , которые соединяют плавной кривой и получают действительный вид контура лопасти.

Например, для совмещения с плоскостью H точки B криволинейного контура через точку B проводят горизонталь плоскости P . Фронтальная проекция горизонтали параллельна оси x ; горизонтальная проекция горизонтали совпадает с горизонтальным следом PH . Затем эту горизонталь совмещают с плоскостью H . Совмещение произведено таким образом. Фронтальная проекция горизонтали пересекает фронтальный след PV плоскости P в точке v' , которая является фронтальным следом горизонтали. Совмещенное положение этого следа находится на совмещенном фронтальном следе $PV I$, в точке vI . Из точки vI проведена прямая, параллельная PH , которая и будет совмещенным положением горизонтали, проходящей через точку B .

Из горизонтальной проекции b точки восстановлен перпендикуляр к PH и продолжен далее до пересечения с совмещенной горизонталью в точке bI' . Эта точка и будет являться искомым совмещенным положением точки B с плоскостью H .

СПОСОБ ПЕРЕМЕНЫ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ

Сущность способа перемены плоскостей проекций заключается в том, что одна из плоскостей проекций заменяется новой, на которую проецируются данная точка, отрезок прямой линии или фигура. При этом в отличие от двух предыдущих способов эти геометрические элементы не меняют своего положения в пространстве. Например, фронтальная плоскость проекций V может быть заменена новой, обозначаемой VI (рис. 36,а), причем плоскость VI должна быть так же, как и плоскость V , перпендикулярна к плоскости H .

На комплексном чертеже (рис. 36,б) новая ось проекций, которая образуется при пересечении новой плоскости VI с плоскостью H , обозначается xI . Новая система плоскостей проекций обозначается

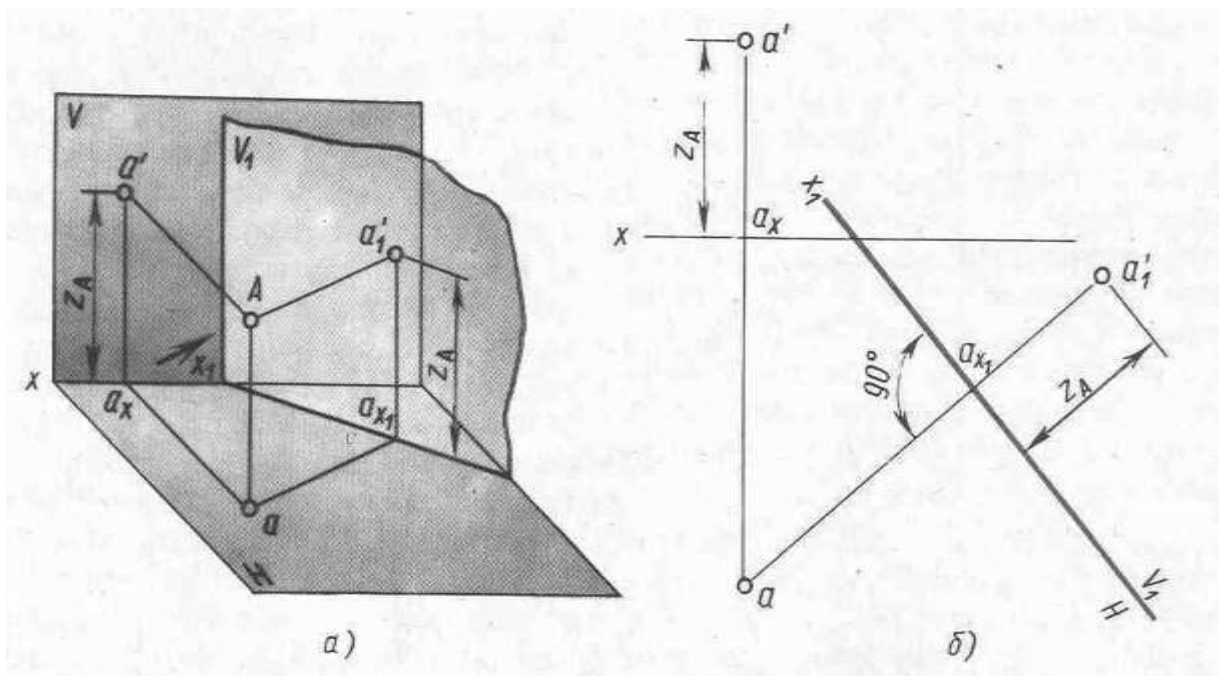
$$\frac{VI}{H}$$

Иногда заменяется и горизонтальная плоскость проекций H на новую плоскость, обозначаемую HI .

Если новая фронтальная плоскость проекций VI по своему положению являлась, как и замененная V , вертикальной плоскостью, то новая горизонтальная плоскость проекций HI по своему положению не будет горизонтальной, а называется так только условно.

В некоторых случаях для решения задач на комплексном чертеже приходится последовательно заменять две плоскости проекций, например, фронтальную V на VI и горизонтальную H на HI .

На наглядном изображении проекций точки A (рис. 36,а) видно, что при перемене фронтальной плоскости проекций V новую VI , расстояние от новой фронтальной проекции aI' точки A до новой оси проекций xI равно расстоянию от фронтальной проекции a' точки A до оси проекции x , т.е., координате z_a . Это правило надо запомнить. В дальнейшем оно применяется при решении разных задач способом перемены плоскостей проекций.



Таким образом, при замене плоскости V на плоскость V_1 на комплексном чертеже прежде всего должна быть проведена новая ось проекций x_1 (рис. 36,б), а затем построена новая фронтальная проекция точки. Для этого из горизонтальной проекции a точки A опускают перпендикуляр на новую ось проекций x_1 и на продолжении этого перпендикуляра откладывают от новой оси координату z_1a . В результате получают новую фронтальную проекцию a_1' точки A .

Если на комплексном чертеже точки A нужно заменить горизонтальную плоскость проекций, то для нахождения новой горизонтальной проекции a_1' точки A надо (рис. 37, а и б) из фронтальной проекции a' опустить на новую ось x_1 перпендикуляр и на его продолжении отложить координату y_1a точки A .

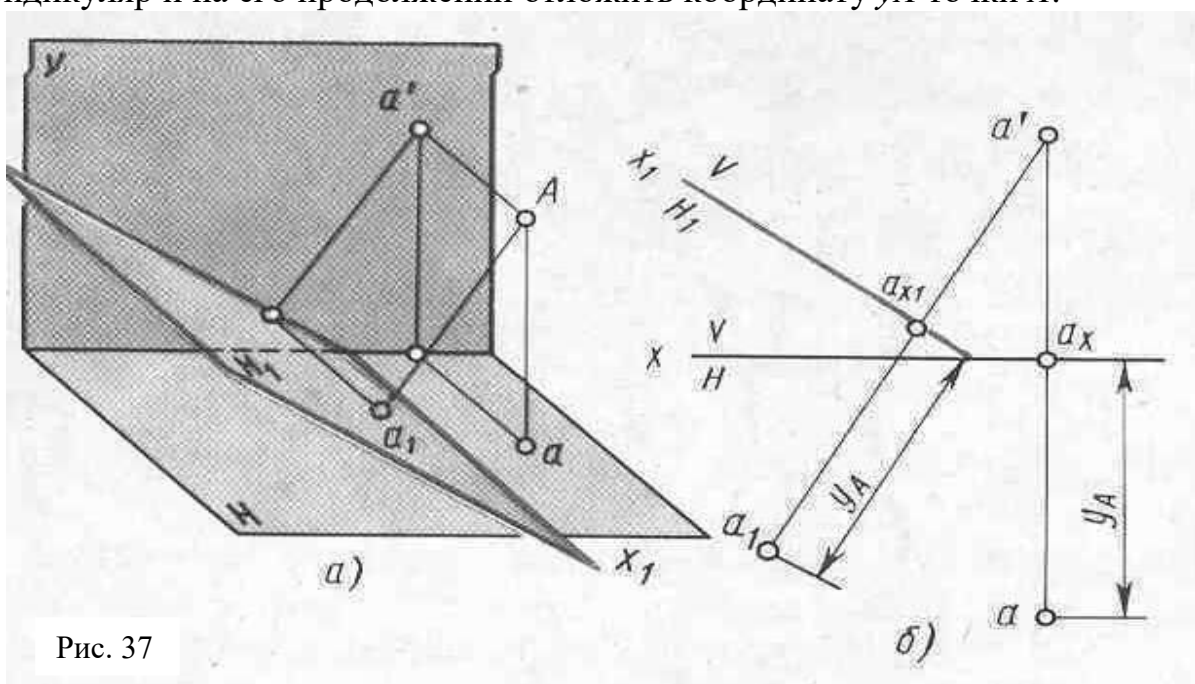


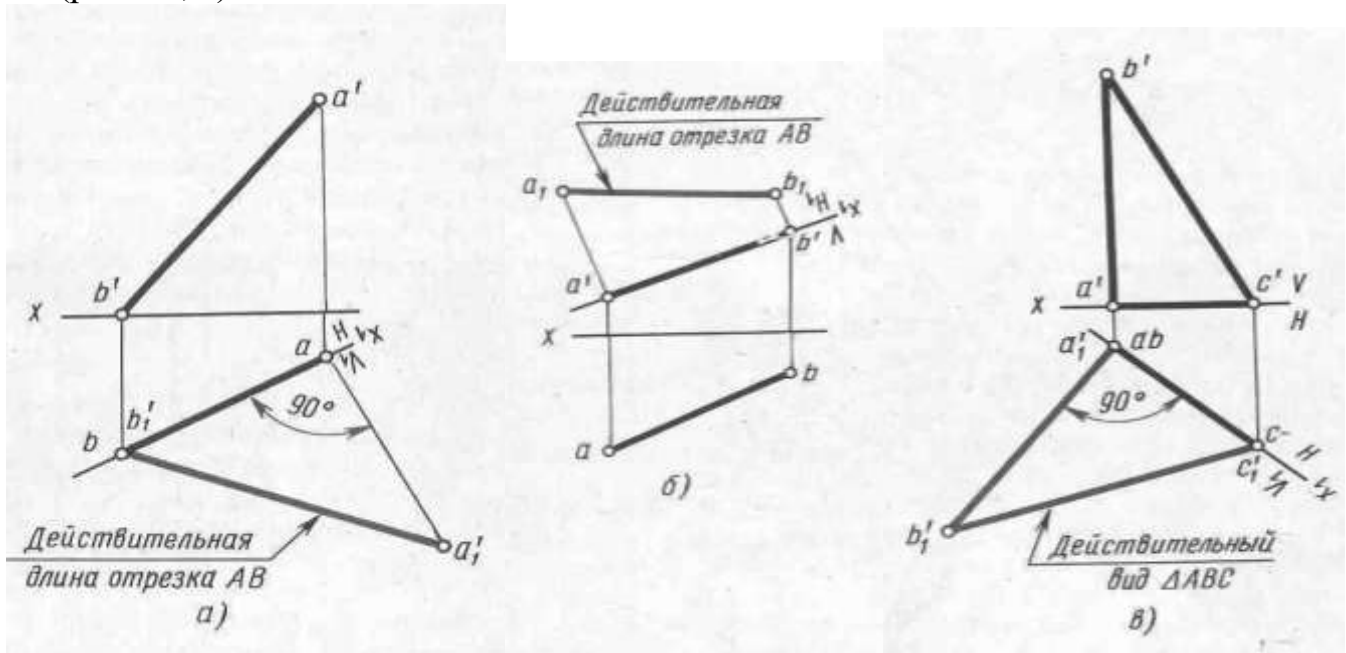
Рис. 37

Определим способом перемены плоскостей проекций действительную длину отрезка AB - ребра колпака (см. рис. 27). В этом случае новая плоскость проекций V_1 или H_1 , должна быть выбрана так, чтобы она была параллельна отрезку AB . Иначе, отрезок AB по отношению к новой плоскости проекций должен быть или фронталью

(при замене плоскости V на плоскость $V1$ или горизонталью (при замене плоскости H на плоскость $H1$)).

Решим эту задачу в двух вариантах.

1-й вариант. Заменяем плоскость V новой фронтальной плоскостью проекций $V1$ (рис. 38, а).



Для упрощения построений новая ось проекций $x1$ должна совпадать с горизонтальной проекцией ab отрезка прямой. Координата zb точки B равна нулю (так как точка B расположена на плоскости H), поэтому новая фронтальная проекция $b1'$ совпадает с прежней горизонтальной проекцией b

.Новая фронтальная проекция $a1'$ точки A находится на перпендикуляре, восставленном к новой оси проекций $x1$. Отрезок $a1'a$, отложенный на этом перпендикуляре, равен расстоянию от прежней фронтальной проекции a' точки A до прежней оси x или координате za точки A . Соединив точки $a1'$ и $b1'$, получим действительную длину отрезка AB .

2-й вариант. Заменяем плоскость H новой горизонтальной плоскостью проекций $H1$ (рис. 38,б).

Новую ось проекций $x1$ проведем (для упрощения построений) через фронтальную проекцию отрезка $a'b'$. Координату yA откладываем на перпендикуляре к новой оси $x1$ от точки a' , а координату yB - от точки b' . Отложив эти координаты, получаем новые горизонтальные проекции $a1$ и $b1$ точек A и B . Соединив точки $a1$ и $b1$ на новой горизонтальной плоскости проекций $H1$, получим действительную длину отрезка AB .

Действительный вид плоской фигуры также можно определить способом перемены плоскостей проекций. Для примера возьмем прямоугольный треугольник ABC (см. рис. 38,в), который расположен в горизонтально-проецирующей плоскости.

В данном примере заменяется плоскость проекций V новой плоскостью $V1$ так, чтобы новая фронтальная проекция треугольника ABC была его искомым действительным видом. Новая ось проекций $x1$ должна быть проведена на комплексном чертеже параллельно горизонтальной проекции треугольника или (для

упрощения построений) так, как показано на рис. 38,в, где новая ось $x1$ совпадает с горизонтальной проекцией abc треугольника. В этом случае новые фронтальные проекции $a1'$ и $c1'$ совпадут с горизонтальными проекциями a и c вершин треугольника.

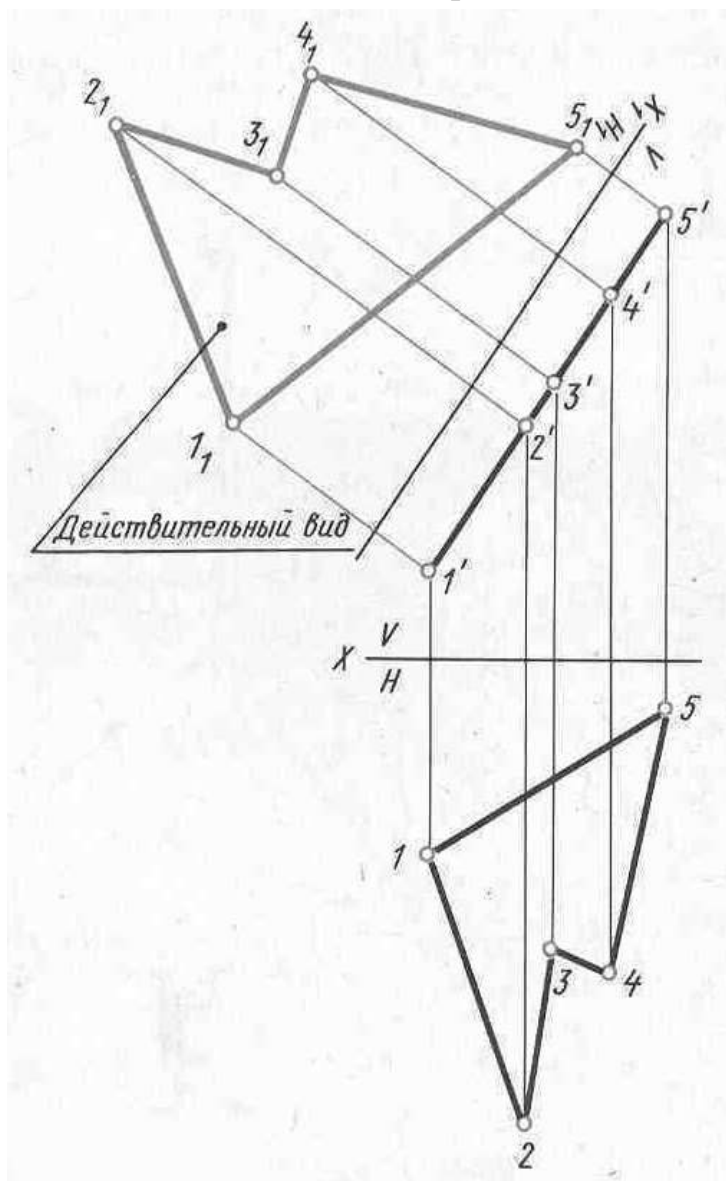
Для определения действительного вида треугольника остается найти только одну новую фронтальную проекцию третьей точки-вершины B . Для этого нужно из прежней горизонтальной проекции b точки B восстановить перпендикуляр к новой оси проекций $x1$ и от нее отложить на перпендикуляре расстояние от фронтальной проекции b' до оси x или координату z_b . Соединив точку $b1'$ с точками $a1'$ и $c1'$ прямыми линиями, получим действительный вид треугольника ABC .

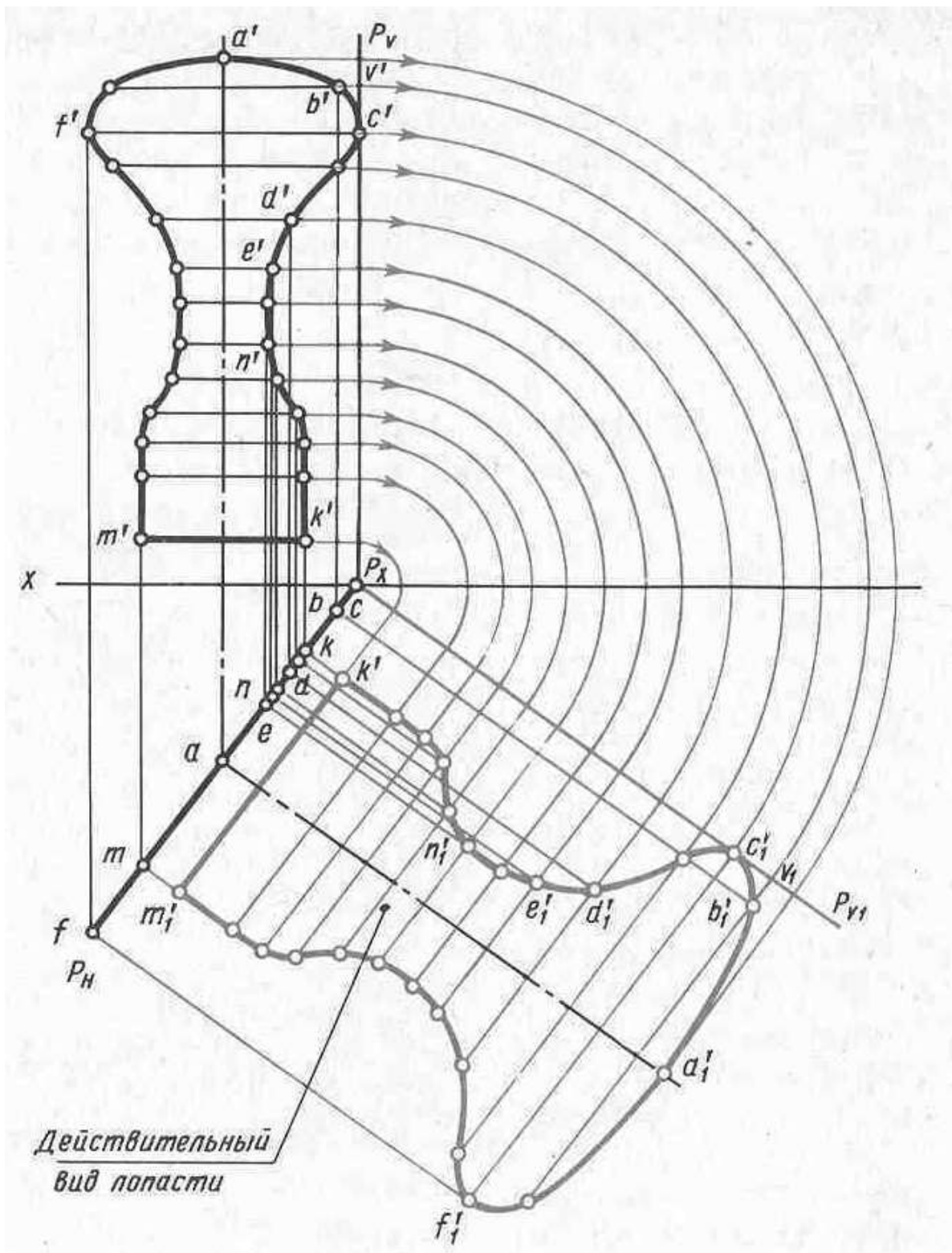
Подобными приемами построений можно определить действительный вид многоугольника $1-5$, плоскость которого является фронтально-проецирующей (см. рис. 39).

В этом случае требуется заменить H на $H1$; ось проекций которой проводится параллельно фронтальной проекции многоугольника на произвольном расстоянии.

Для нахождения, например, новой горизонтальной проекции точки 3 из $3'$ опускается на новую ось проекции $x1$ перпендикуляр и на нем откладывается координата y_3 точки 3 . Тогда точка 3_1 представит новую горизонтальную проекцию точки 3 . Так же находят точки $1_1, 2_1, 4_1$ и 5_1 . Затем, соединив их прямыми линиями, получают действительный вид многоугольника.

Построение действительного вида контура лопасти, расположенной в горизонтально-проецирующей плоскости, показано на рис. 40. В этом случае плоскость проекции V заменена новой плоскостью $V1$. Для упрощения построений новая ось проекций $x1$ проведена через горизонтальную проекцию фигуры, а лопасть опущена вниз до соприкосновения с плоскостью H .





Для определения действительного вида контура фигуры строят новые фронтальные проекции нескольких ее точек способом, описанным выше. Например, для построения новой фронтальной проекции какой-либо точки E криволинейного контура лопасти из горизонтальной проекции e к новой оси проекций $x1$ восстанавливают перпендикуляр, на котором от точки e откладывают отрезок, равный расстоянию фронтальной проекции e' до оси x , т.е. координату ze точки E . Точка $e1'$ - новая фронтальная проекция точки E .

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В чем сущность способа вращения?
2. В чем сущность способа перемены плоскостей проекций?
3. Какие способы преобразования чертежа применяют для определения действительных видов плоских фигур?

ПРОЕКЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

ФОРМЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Для того чтобы при выполнении чертежей представить себе форму детали, удобно мысленно расчленять деталь на отдельные геометрические тела.

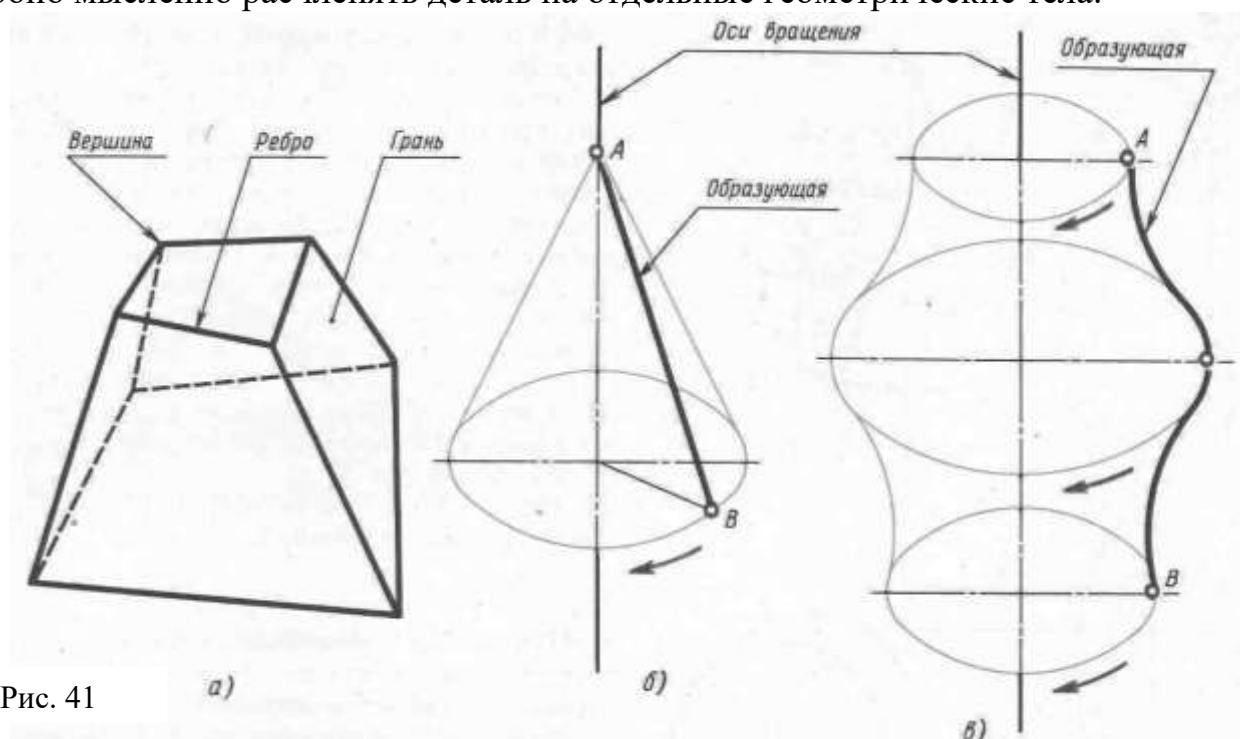


Рис. 41

Геометрические тела, ограниченные плоскими фигурами-многоугольниками, называются многогранниками (рис. 41,а). Их плоские фигуры называются гранями, а линии их пересечения - ребрами. Угол, образованный гранями, сходящимися в одной точке-вершине, будет многогранным углом. Например, призма и пирамида - многогранники. Тела вращения ограничены поверхностями, которые получаются в результате вращения около оси какой-либо линии AB , называемой образующей (рис. 41,б и в).

В практике наиболее часто встречаются следующие тела вращения: цилиндр, конус, шар, кольцо, тор.

Детали, изображенные на рис. 42, можно расчленить на различные геометрические тела, поверхности которых пересекаются между собой по каким-либо прямым, дугам окружностей или кривым линиям. Поэтому, выполняя комплексный чертеж детали, надо твердо усвоить методы проецирования геометрических тел, а также точек и линий, расположенных на поверхности этих тел.

ПРОЕКЦИИ ПРИЗМ

Построение проекций правильной прямой шестигранной призмы (рис. 43) начинается с выполнения ее горизонтальной проекции - правильного шестиугольника. Из вершин этого шестиугольника проводят вертикальные линии связи и строят фронтальную проекцию нижнего основания призмы. Эта проекция изображается отрезком горизонтальной прямой. От этой прямой вверх откладывают высоту призмы и строят фронтальную проекцию верхнего основания. Затем вычерчивают фронтальные проекции ребер - отрезки вертикальных прямых, равные высоте призмы. Фронтальные проекции передних и задних ребер совпадают. Горизонтальные проекции боковых граней изображаются в виде отрезков прямых. Средняя боковая грань 1234 изображается в плоскости V в действительном виде, а на плоскости W - в виде прямой линии. Фронтальные и профильные проекции остальных граней изображаются с искажением.

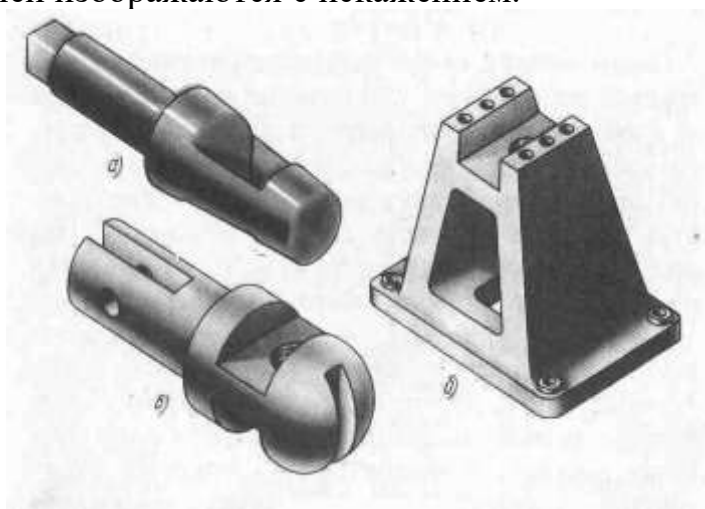


Рис. 42.

Несколько сложнее построение двух проекций призмы, расположенной наклонно по отношению к плоскостям проекций.

Рассмотрим порядок построения прямоугольных (ортогональных) проекций наклонной шестигранной призмы в двух различных положениях ее по отношению к плоскости H .

1. призма, основание которой лежит на плоскости H , наклонена к этой плоскости под углом α (рис. 44,а). Ребра призмы параллельны плоскости V , т.е. являются фронталями.

Вначале выполняется построение горизонтальной проекции основания призмы, которое проецируется на плоскость H в действительном виде (правильный шестиугольник). Фронтальная проекция основания представляет собой отрезок прямой оси x .

Из точек $1'$ - $6'$ фронтальной проекции основания проводят прямые (ребра) под углом α к оси x и на них откладывают действительную длину ребра призмы.

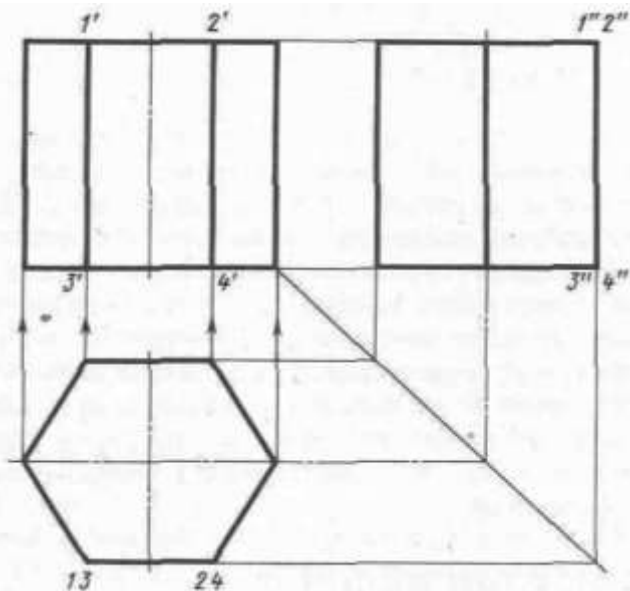


Рис. 43.

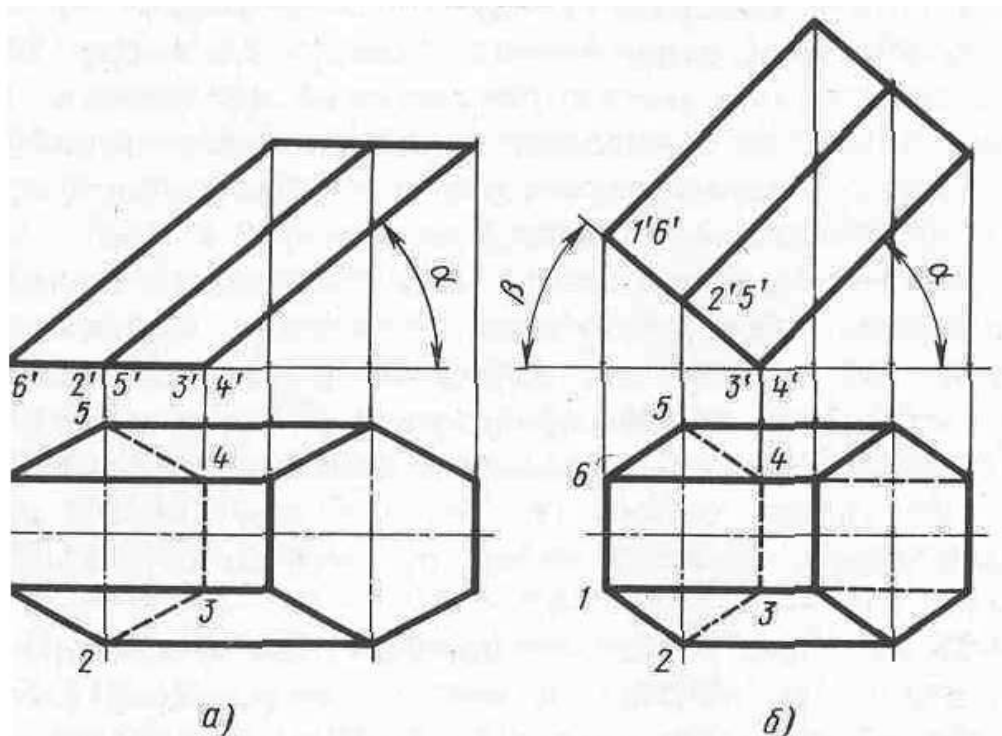


Рис. 44.

Строят фронтальную проекцию верхнего основания призмы в виде отрезка прямой, равного и параллельного фронтальной проекции нижнего основания.

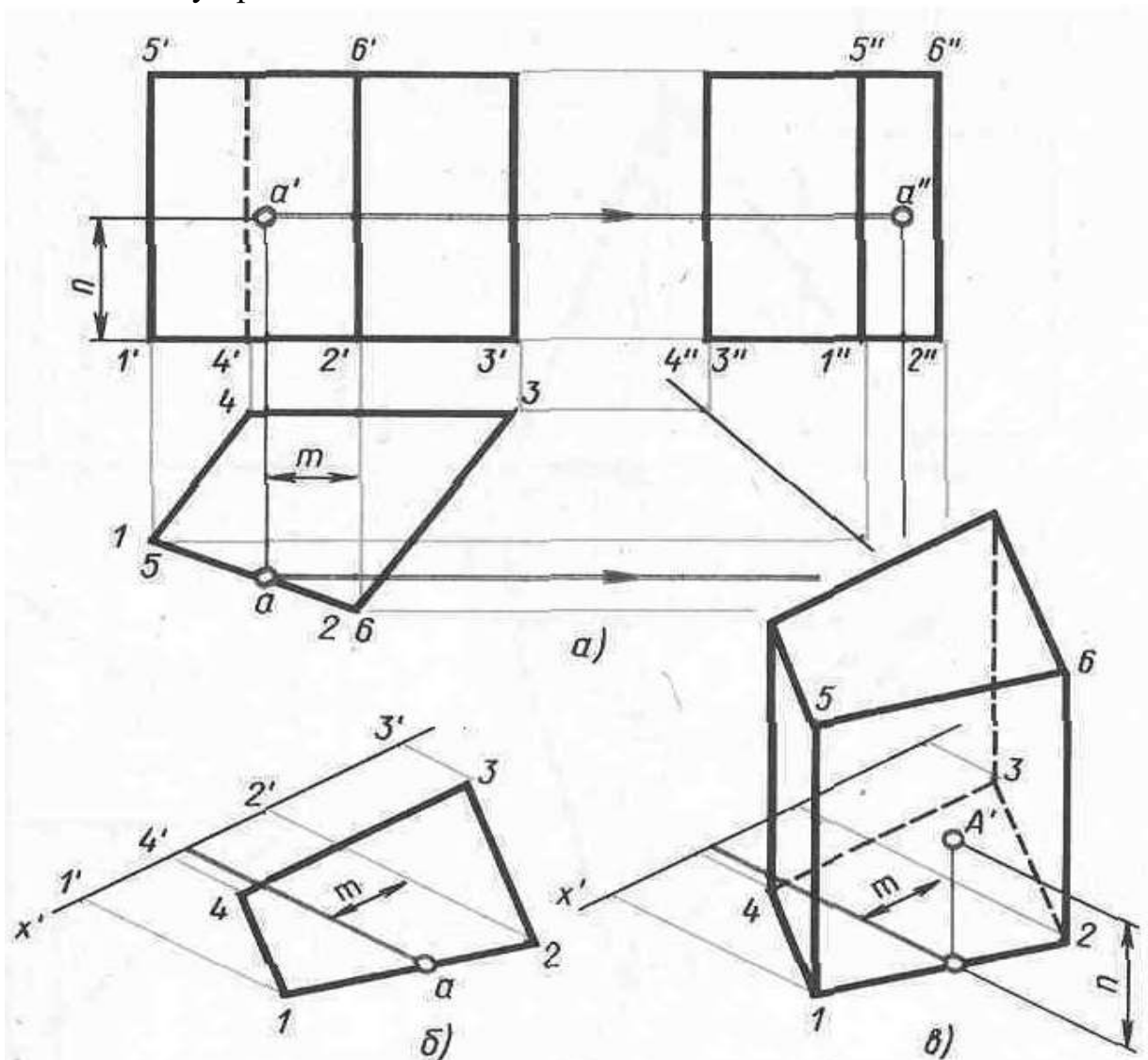
Из точек 1 - 6 горизонтальной проекции нижнего основания проводят прямые - проекции ребер - параллельно оси x и на них при помощи вертикальных линий связи находят шесть точек - горизонтальные проекции вершин верхнего основания призмы.

2. Прямая правильная шестигранная призма наклонена под углом α к плоскости H . Основание призмы наклонено к плоскости H под углом β (рис.44,б).

В этом случае необходимо вначале построить фронтальную проекцию основания. Эта проекция представляет собой отрезок, равный расстоянию между параллельными сторонами шестиугольника. Если этот отрезок разделить пополам и из его середины провести линию связи, то на ней будут расположены точки 2 и 5 - горизонтальные проекции вершин основания призмы. Расстояние между точками 2

и 5 равно действительному расстоянию между вершинами основания призмы. Так как горизонтальные проекции 16 и 34 сторон шестиугольника представляют собой их действительные длины, то, воспользовавшись этим обстоятельством, можно построить полностью горизонтальную проекцию основания.

Дальнейший процесс построения, показанный на рис. 44,б, аналогичен приведенному на рис. 44,а. На комплексных чертежах предметов часто приходится строить проекции линий и точек, расположенных на поверхности этих тел, имея иногда только одну проекцию линии или точки.



Рассмотрим решение такой задачи. Дан комплексный чертеж четырехгранной неправильной прямой призмы и одна фронтальная проекция a' точки A (рис. 45). Прежде всего, надо отыскать на комплексном чертеже две проекции поверхности, на которой расположена точка. В этом примере, как видно, точка A лежит на грани призмы 1265. Фронтальная проекция a' точки A лежит на фронтальной проекции 1'2'6'5' грани призмы. Горизонтальная проекция 1526 этой грани - отрезок прямой линии. На этом отрезке и находится горизонтальная проекция, a точки A . Третью проекцию призмы и точки A строят, используя линии связи.

По имеющемуся комплексному чертежу призмы можно выполнить ее аксонометрическую проекцию по координатам вершин. Для этого вначале строят

нижнее основание призмы (рис. 45,б), а затем — вертикальные ребра и верхнее основание (рис. 45, в).

По координатам m и n точки A , взятым с комплексного чертежа, можно построить аксонометрическую проекцию этой точки.

ПРОЕКЦИИ ПИРАМИД

Построение проекций трехгранной пирамиды начинается с построения основания, горизонтальная проекция которого представляет собой действительный вид треугольника (рис. 46, а). Фронтальная проекция основания изображается горизонтальным отрезком прямой.

Из горизонтальной проекции s вершины пирамиды проводят вертикальную линию связи, на которой от оси x откладывают высоту пирамиды и получают фронтальную проекцию s' вершины. Соединяя точку s' с точками $1', 2'$ и $3'$, получают фронтальные проекции ребер пирамиды.

Горизонтальные проекции ребер получают, соединяя горизонтальную проекцию s вершины пирамиды с горизонтальными проекциями $1, 2$ и 3 вершин основания.

Пусть, например, дана фронтальная проекция a' точки A , расположенной на грани $1s2$ пирамиды, и требуется найти другую проекцию этой точки. Для решения этой задачи проведем через a' вспомогательную прямую и продолжим ее до пересечения с фронтальными проекциями $1's'$ и $2's'$ ребер в точках n' и m' . Затем проведем из точек n' и m' линии связи до пересечения с горизонтальными проекциями $1s$ и $2s$ этих ребер в точках n и m . Соединив n с m , получим горизонтальную проекцию вспомогательной прямой, на которой с помощью линии связи найдем искомую горизонтальную проекцию a точки A . (Профильную проекцию этой точки находят обычным приемом, используя линии связи).

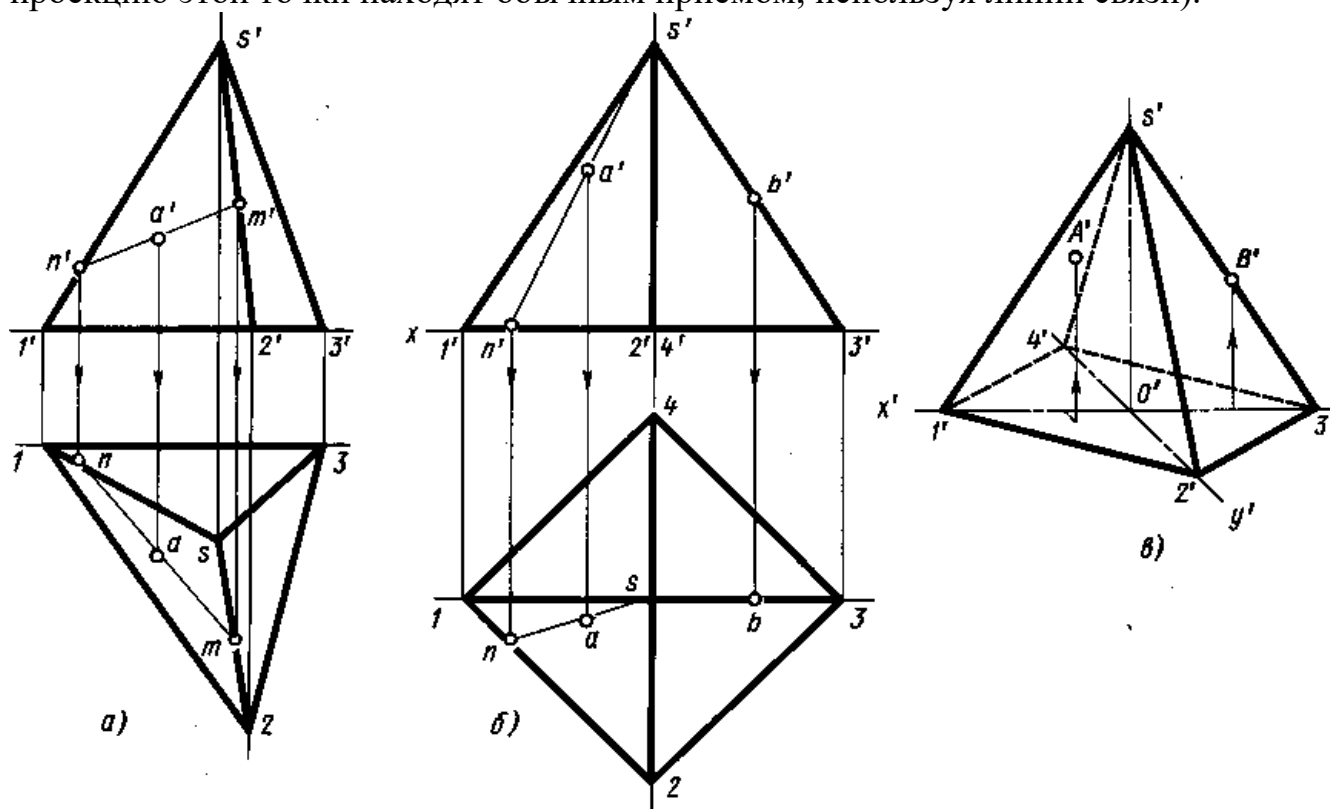


Рис 46

Второй способ решения задачи на построение проекции точки по одной заданной, показан на рис. 46,б для четырехгранной правильной пирамиды. В этом случае через заданную фронтальную проекцию a' точки A проводят вспомогательную прямую, проходящую через вершину пирамиды и расположенную на ее грани. Горизонтальную проекцию ns вспомогательной прямой находят применяя линию связи. Искомая горизонтальная проекция a точки A находится на пересечении линии связи, проведенной из точки a' , с горизонтальной проекцией ns вспомогательной прямой.

Фронтальная диметрическая проекция правильной четырехгранной пирамиды выполняется следующим образом (рис, 46, в).

Вначале строят основание, для чего по оси x' откладывают длину диагонали 1131 , а по оси y' - половину длины диагонали 2141 (или 1131). Из точки o пересечения диагоналей проводят прямую, параллельную оси $o'z'$, и на этой прямой откладывают высоту пирамиды. Вершину S' соединяют с вершинами основания прямыми линиями-ребрами.

Фронтальную диметрическую проекцию точки A , расположенной на грани пирамиды, строят по координатам, которые берут с комплексного чертежа. От начала координат o' по оси $o'x'$ откладывают координату x_A , из ее конца параллельно оси $o'y'$ - половину координаты y_A и из конца этой координаты параллельно оси $o'z'$ - третью координату z_A . Построение диметрии точки B более простое. От точки o' - по оси $o'x'$ откладывают координату x_B и из конца ее проводят прямую, параллельную оси $o'z'$, до пересечения с ребром пирамиды в точке B' .

ПРОЕКЦИИ ЦИЛИНДРОВ

Боковая поверхность прямого кругового цилиндра образована движением отрезка AB вокруг вертикальной оси по направляющей окружности. На рис. 47, а дано наглядное изображение цилиндра.

Построение горизонтальной и фронтальной проекций цилиндра показано на рис. 47,б и в.

Построение начинают с изображения основания цилиндра, т.е. двух проекций окружности (рис. 47,б). Так как окружность расположена на плоскости H , то она проецируется на эту плоскость без искажения. Фронтальная проекция окружности представляет собой отрезок горизонтальной прямой линии, равный диаметру окружности основания.

После построения основания на фронтальной проекции проводят две очерковые (крайние) образующие и на них откладывают высоту цилиндра. Проводят отрезок горизонтальной прямой, который является фронтальной проекцией верхнего основания цилиндра (рис. 47, в).

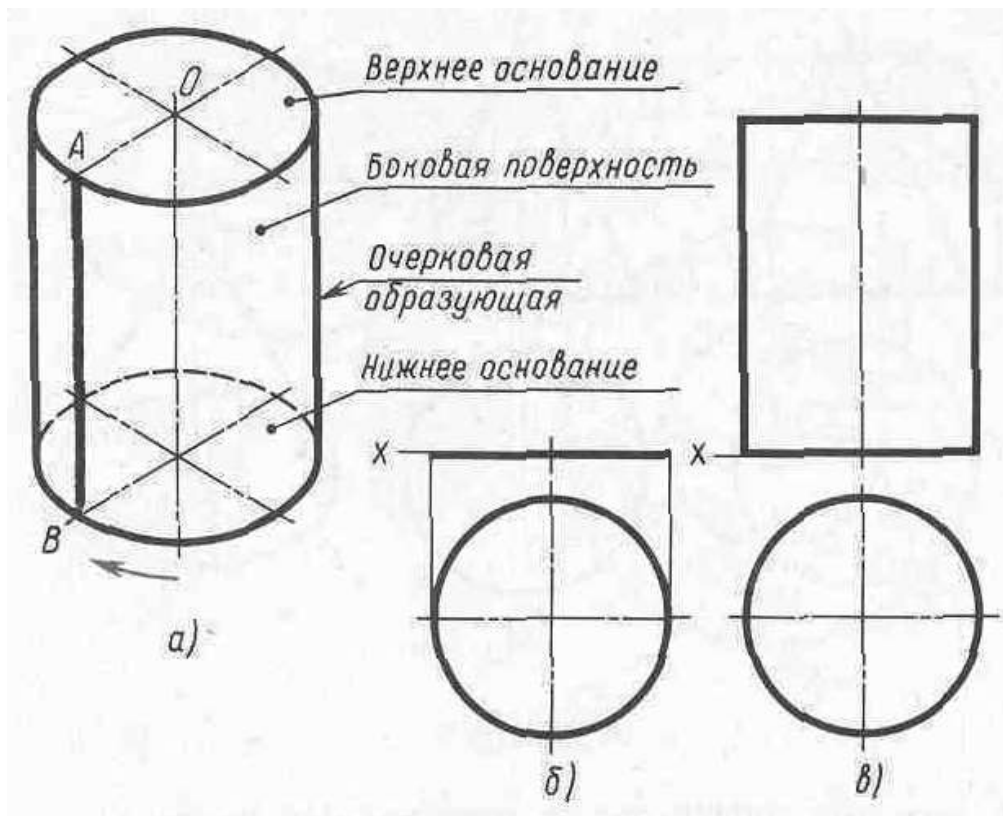


Рис.47

Определение двух недостающих проекций точек A и B , расположенных на поверхности цилиндра, по одной заданной, например, фронтальной проекции в данном случае затруднений не вызывает, так как вся горизонтальная проекция боковой поверхности цилиндра представляет собой окружность (рис. 48). Следовательно, горизонтальные проекции точек A и B можно найти, проводя из данных точек a' и b' вертикальные линии связи до их пересечения с окружностью в искомых точках a и b .

Профильные проекции точек A и B строят также при помощи вертикальных и горизонтальных линий связи.

Изометрическую проекцию цилиндра вычерчивают, как показано на рис. 160,б.

Изометрию точек A и B строят по их координатам. Например, для построения точки B от начала координат o' по оси $o'x'$ откладывают координату $x_b = n$, а затем через ее конец проводят прямую, параллельную оси $o'y'$, до пересечения с эллипсом или овалом (основанием) в точке 11 . Из этой точки параллельно оси $o'z'$ проводят прямую, на которой откладывают координату $z_b = h1$ точки B .

ПРОЕКЦИИ КОНУСОВ

Наглядное изображение прямого кругового конуса показано на рис. 49,а. Боковая поверхность конуса образована вращением образующей BS около оси конуса по направляющей - окружности основания. Последовательность построения двух проекций конуса показана на рис. 49,б и в. Предварительно строят две проекции основания. Горизонтальная проекция основания - окружность. Если предположить, что основание конуса лежит на плоскости H , то фронтальной проекцией будет отрезок прямой, равный диаметру этой окружности (рис. 49,б) На

фронтальной проекции из середины основания восстанавливают перпендикуляр и на нем откладывают высоту конуса (рис. 49, в).

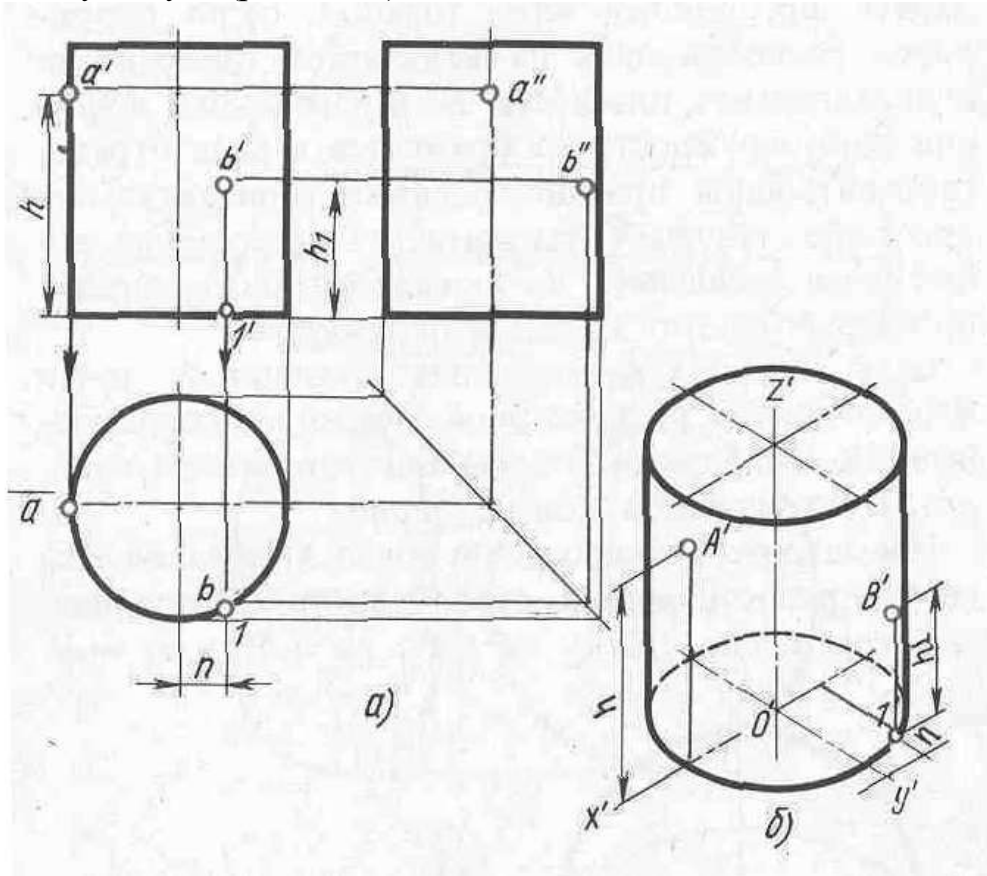
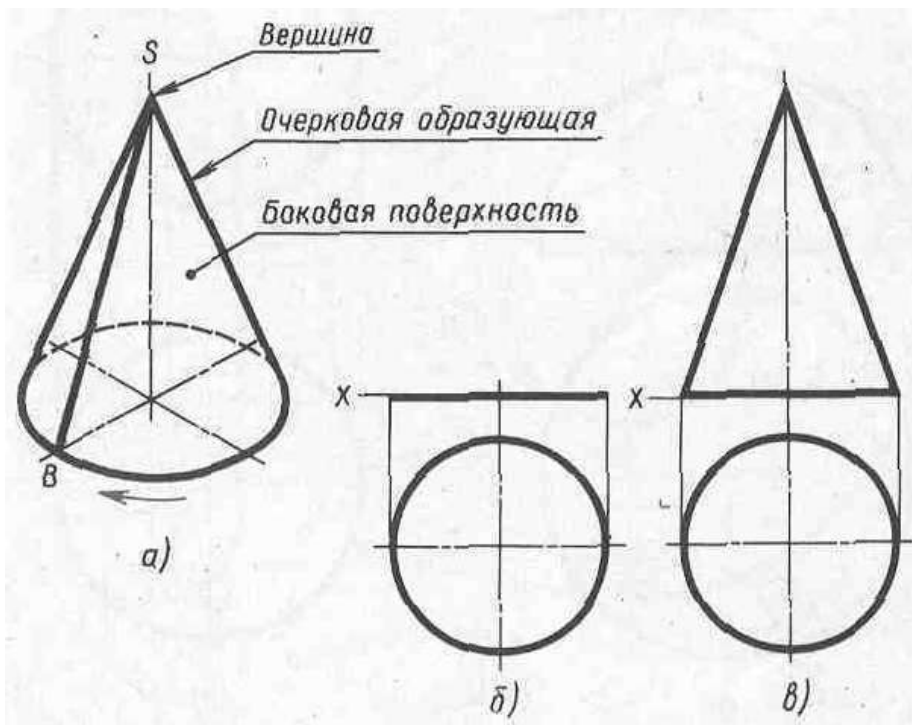


Рис.48

Полученную фронтальную проекцию вершины конуса соединяют прямыми с концами фронтальной проекции основания и получают фронтальную проекцию конуса.



Если на поверхности конуса задана одна проекция точки *A* (например, фронтальная проекция на рис. 50,а), то две другие проекции этой точки определяют

с помощью вспомогательных линий — образующей, расположенной на поверхности конуса и проведенной через точку A или окружности, расположенной в плоскости, параллельной основанию конуса.

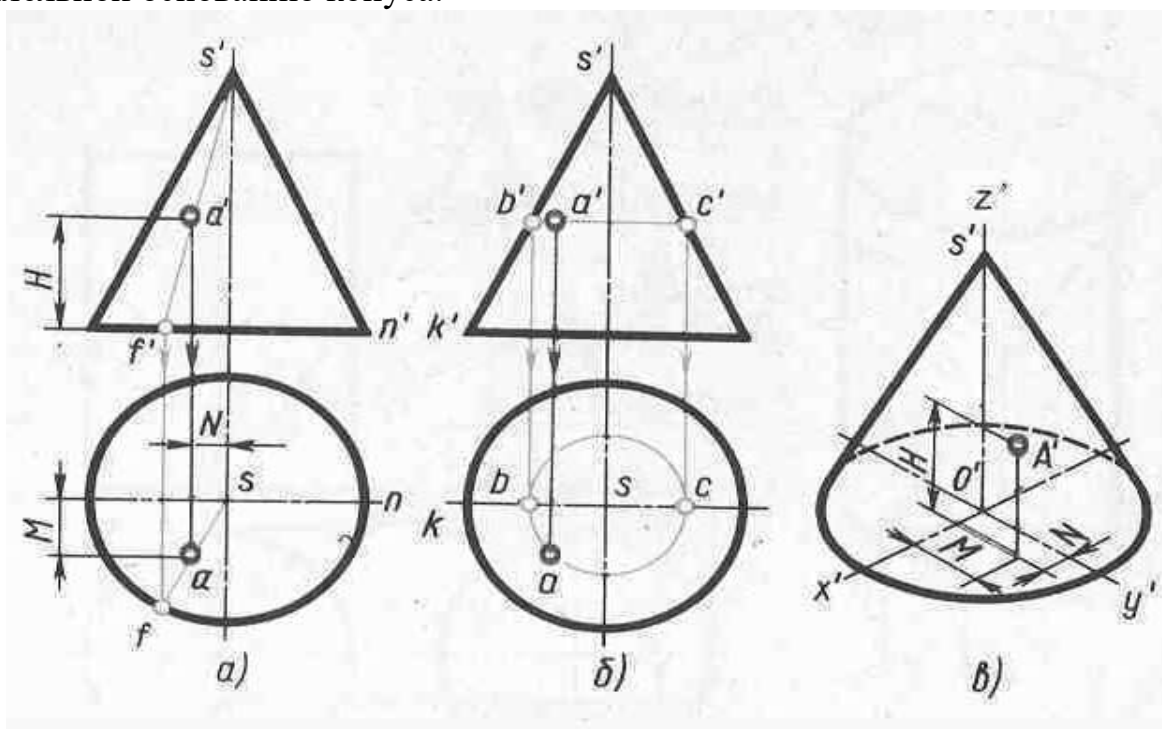


Рис.50

В первом случае (рис. 50, а) проводят фронтальную проекцию $s'a'f'$ вспомогательной образующей. Пользуясь вертикальной линией связи, проведенной из точки f' , расположенной на фронтальной проекции окружности основания, находят горизонтальную проекцию saf этой образующей, на которой при помощи линии связи, проходящей через a' , находят искомую точку a .

Во втором случае (рис. 50,б) вспомогательной линией, проходящей через точку A , будет окружность, расположенная на конической поверхности и параллельная плоскости H . Фронтальная проекция этой окружности изображается в виде отрезка горизонтальной прямой. Искомая горизонтальная проекция a точки A находится на пересечении линии связи, опущенной из точки a' - с горизонтальной проекцией вспомогательной окружности.

Если заданная фронтальная проекция b' точки B расположена на контурной (очерковой) образующей SK , то горизонтальная проекция точки находится без вспомогательных линий.

Изометрическую проекцию точки A , находящейся на поверхности конуса, строят по трем координатам точки (рис. 50, в): $xa = N$, $yA = M$ и $zA = H$.

Эти координаты последовательно откладывают по направлениям, параллельным изометрическим осям. В рассматриваемом примере от начала координат o' по оси $o'x'$ отложена координата $xa = N$; из конца ее параллельно оси $o'y'$ проведена прямая, на которой отложена координата $yA = M$; из конца отрезка, равного M , параллельно оси $o'z'$ проведена прямая, на которой отложена координата $zA = H$. В результате построений получим искомую изометрическую проекцию точки A .

ПРОЕКЦИИ ШАРА

На рис. 51, а показано наглядное изображение полушара, сферическая поверхность которого образована вращением четверти окружности AB вокруг радиуса AO .

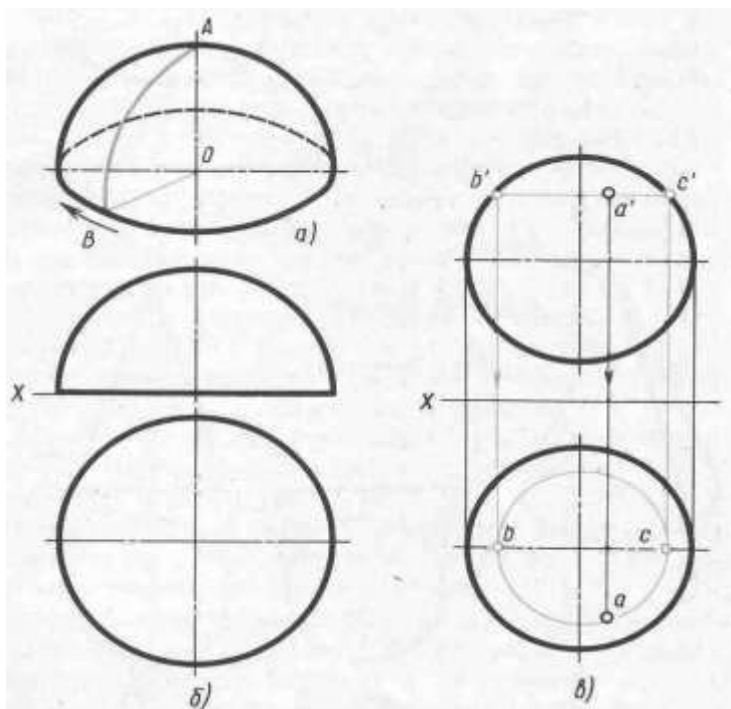


Рис. 51

Проекции полушара приведены на рис. 51,б. Горизонтальная проекция - окружность радиуса, равного радиусу сферы, а фронтальная - полуокружность того же радиуса.

Если точка A расположена на сферической поверхности (рис. 51,в), то вспомогательная линия, проводимая через эту точку, должна быть окружностью, расположенной в плоскости, параллельной какой-либо плоскости проекции (в данном случае в плоскости, параллельной плоскости H). На горизонтальной проекции вспомогательной окружности, где она изобразится в действительном виде, находят, используя линию связи, искомую горизонтальную проекцию a точки A .

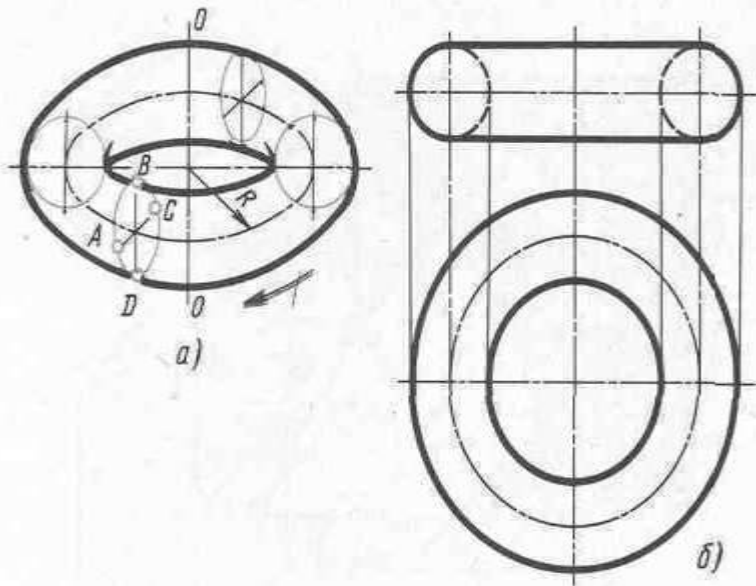
Величина диаметра вспомогательной окружности равна фронтальной проекции $b'c'$.

ПРОЕКЦИИ КОЛЬЦА И ТОРА

Поверхность кругового кольца (рис. 52,а) образована вращением центра образующей окружности $ABCD$ вокруг оси OO по направляющей окружности радиуса R .

Круговое кольцо (или открытый тор) имеет горизонтальную проекцию в виде двух concentric окружностей, разность радиусов которых равна толщине кольца или диаметру образующей окружности (рис. 52,б). Фронтальная проекция ограничивается справа и слева дугами полуокружностей диаметра образующей окружности.

Тор-поверхность, образованная вращением части окружности, называемой образующей, вокруг оси OO , расположенной в плоскости этой окружности и не проходящей через ее центр.



На рис. 53, а и б приведены два вида тора. В первом случае образующая дуга окружности радиуса R имеет длину меньше половины окружности, а во втором случае (рис. 53,б) - больше полуокружности. В обоих случаях фронтальные проекции тора представляют собой действительный вид двух образующих дуг окружности радиуса R , расположенных симметрично по отношению к фронтальной проекции оси вращения.

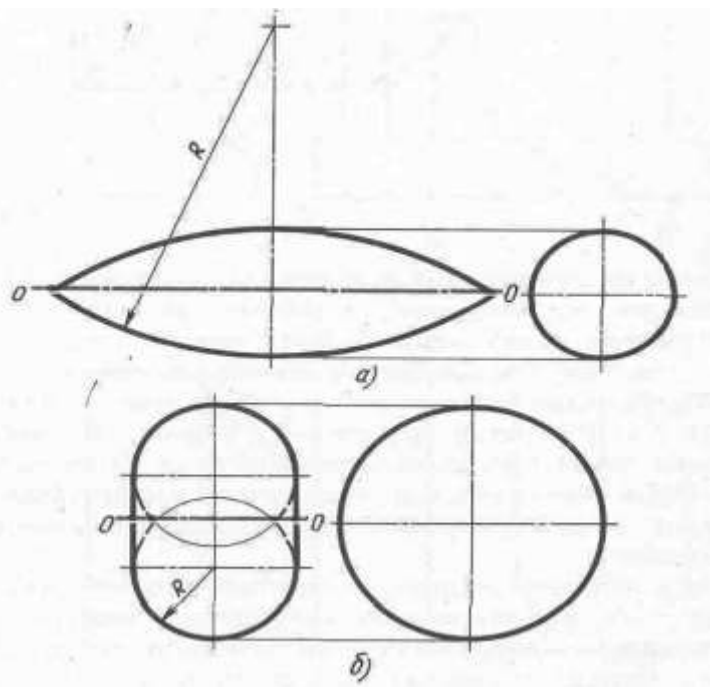
Профильными проекциями тора будут окружности.

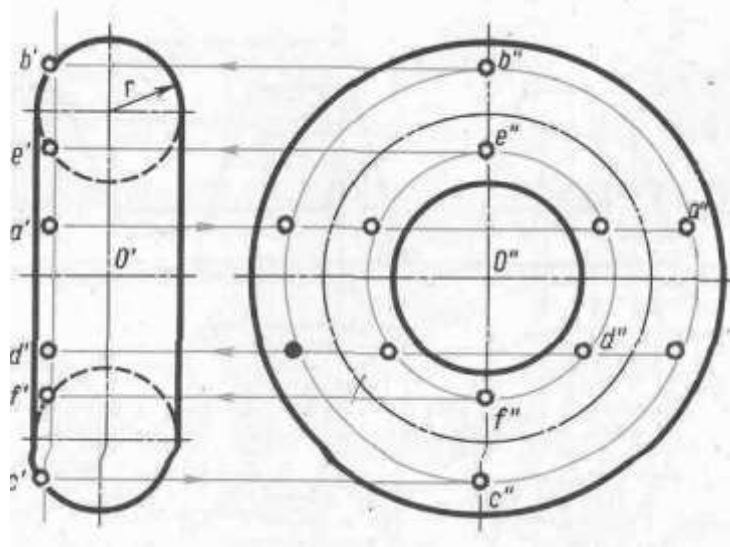
В случае, когда точка A лежит на поверхности кругового кольца и дана одна ее проекция, для нахождения второй проекции этой точки применяется вспомогательная окружность, проходящая через данную точку A и расположенная на поверхности кольца в плоскости, перпендикулярной оси кольца (рис. 54).

Если задана фронтальная проекция a' точки A , лежащей на поверхности кольца, то для нахождения ее второй проекции (в данном случае - профильной) через a' проводят фронтальную проекцию вспомогательной окружности - отрезок вертикальной прямой линии $B'c'$. Затем строят профильную проекцию $B''c''$ этой окружности и на ней, используя линию связи, находят точку a'' .

Если задана профильная проекция d'' точки D , расположенной на поверхности этого кольца, то для нахождения фронтальной проекции точки D через d'' проводят профильную проекцию вспомогательной окружности радиуса $o'd''$. Затем через верхнюю и нижнюю точки $e''f''$ этой окружности проводят горизонтальные линии связи до пересечения с фронтальными проекциями образующей окружности радиуса r и получают точки e' и f' . Эти точки соединяют вертикальной прямой, которая представляет собой фронтальную проекцию вспомогательной окружности (она будет невидима). Проводя горизонтальную линию связи из точки d'' до пересечения с прямой $e'f'$, получаем искомую точку d' .

Такие же приемы построения применимы и для точек, находящихся на поверхности тора.





СЕЧЕНИЕ ТЕЛ ПЛОСКОСТЯМИ

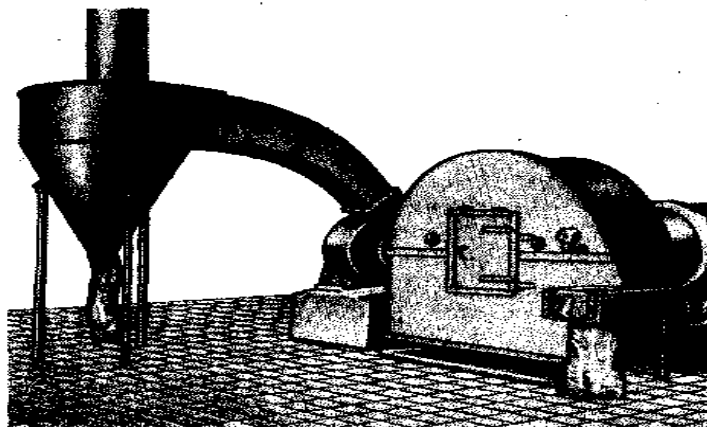
ПОНЯТИЕ О СЕЧЕНИЯХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Плоское сечение геометрического тела представляет собой плоскую фигуру, ограниченную замкнутой линией, все точки которой принадлежат как секущей плоскости, так и поверхности тела.

При пересечении плоскостью многогранника (например, призмы, пирамиды и др.) в сечении получается многоугольник с вершинами, расположенными на ребрах многогранника. При пересечении плоскостью тел вращения (цилиндра, конуса и др.) фигура сечения часто ограничена кривой линией. Точки этой кривой находят при помощи вспомогательных линий-прямых или окружностей, взятых на поверхности тела. Точки пересечения этих линий с секущей плоскостью будут искомыми точками контура криволинейного сечения.

При выполнении чертежей деталей машин нередко встречаются задачи на построение проекций таких сечений. Кроме того, на чертежах приходится выполнять построение разверток поверхностей деталей, усеченных плоскостью. Это необходимо для раскроя листового материала, из которого изготавливаются детали. К таким деталям относятся части трубопроводов, вентиляционных устройств, кожухов машин, ограждений станков и др. (рис. 55).

Решение задач на построение прямоугольных и аксонометрических проекций усеченных тел, а также построение действительного вида сечений и разверток поверхностей этих тел имеют большое значение для усвоения основ проекционного черчения.



Простейший пример плоского сечения геометрического тела-куба, лежащего на горизонтальной плоскости проекций H , показан на рис. 56.

В первом случае (рис. 56,а) куб усечен фронтально-проецирующей плоскостью P . Фигурой сечения является прямоугольник. Для большей наглядности фигура сечения может быть заштрихована.

При построении двух проекций такого сечения (рис. 56,б) следует иметь в виду, что фронтальная проекция фигуры сечения совпадает с фронтальным следом секущей плоскости P_V .

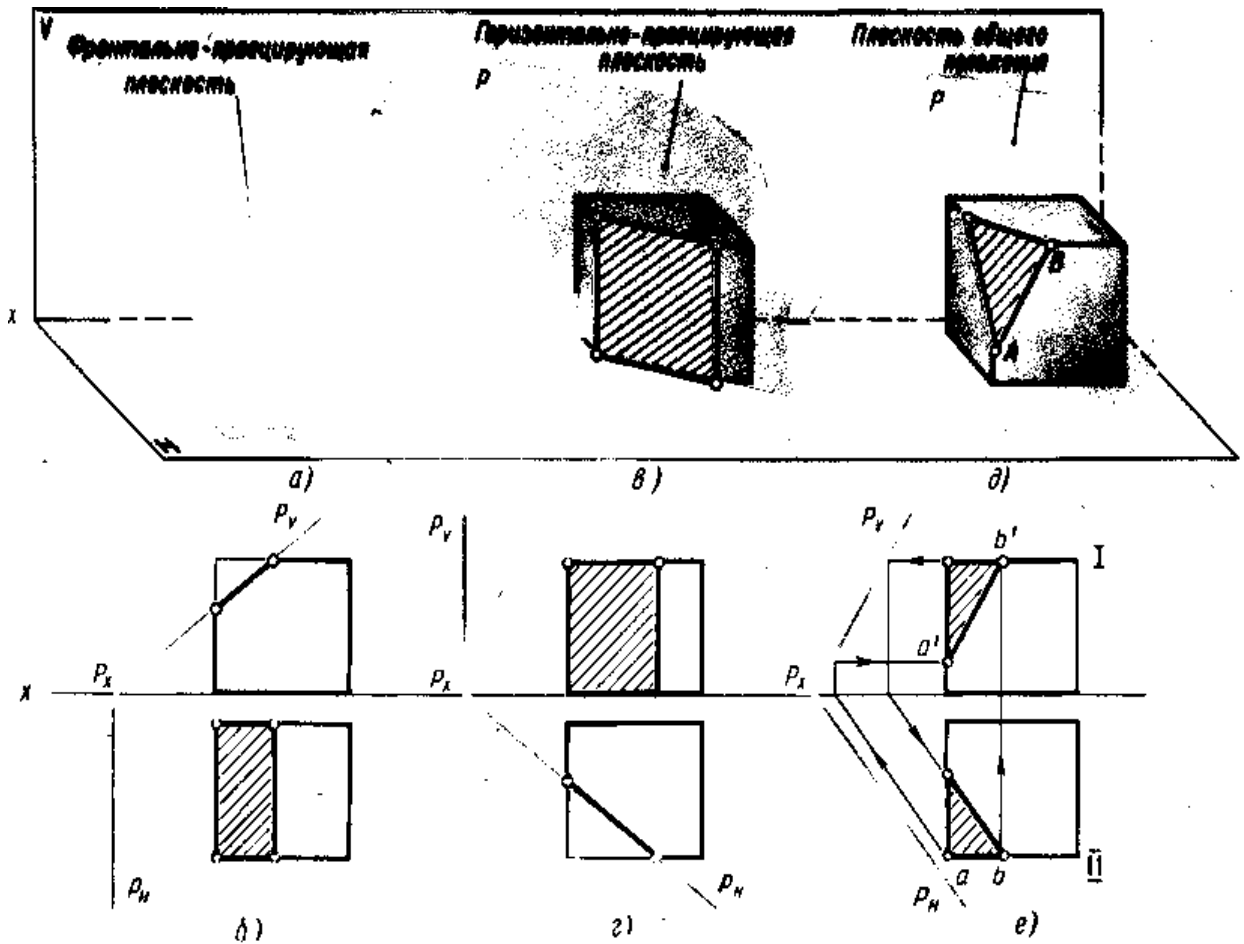
Горизонтальная проекция фигуры сечения справа ограничена прямой, по которой плоскость P пересекается с плоскостью верхнего основания куба.

Во втором случае (рис. 56,в) куб усечен горизонтально-проецирующей плоскостью P . Фигура сечения - прямоугольник.

На рис. 56,г приведено построение проекций этого сечения. Горизонтальная проекция фигуры сечения совпадает с горизонтальным следом P_H секущей плоскости. Фронтальной проекцией сечения будет прямоугольник, одной стороной которого является линия пересечения плоскости P с плоскостью передней грани куба.

Если куб пересечен плоскостью общего положения (рис. 56,д), то полученная фигура сечения, лежащая в этой плоскости (треугольник), проецируется на все три плоскости проекций с искажением.

В данном случае проекции фигуры сечения (рис. 56,е) строят по точкам-вершинам треугольника, которые находят при помощи вспомогательных прямых, проходящих через искомые точки и проведенных в секущей плоскости.



Например, проекции точки A - вершины треугольника сечения, лежащей на переднем левом ребре куба, находят следующим образом. Ввиду того, что горизонтальная проекция этого ребра - точка, то и горизонтальная проекция вершины треугольника a совпадает с этой точкой. Через точку A проводим горизонталь в плоскости P (горизонтальная проекция горизонтали должна пройти через точку a и быть параллельной горизонтальному следу P_n секущей плоскости). Проводя вертикальную линию связи через точку a до пересечения с фронтальной проекцией горизонтали (она будет параллельна оси x), найдем фронтальную проекцию a' точки A .

Проекции второй вершины треугольника сечения (точки B) определяются таким образом. Точка B одновременно расположена на верхней грани I и на передней грани II куба (рис. 56,д) поэтому и проекции этой точки на комплексном чертеже (рис. 56,е) находятся на соответствующих проекциях граней I и II. Грань I на плоскости V изображается отрезком горизонтальной прямой. На этой прямой, очевидно, будет расположена фронтальная проекция b' искомой точки B .

Продолжив этот отрезок и приняв его за горизонталь плоскости, проходящей через точку B , найдем горизонтальную проекцию горизонтали, на пересечении которой с горизонтальной проекцией грани II найдем горизонтальную проекцию b точки B . Линия связи, проведенная через точку b до пересечения с фронтальной проекцией горизонтали, дает фронтальную проекцию b' . Проекции фигур сечения заштриховывают параллельными тонкими линиями под углом 45° к основной надписи чертежа.

СЕЧЕНИЕ ПРИЗМЫ ПЛОСКОСТЬЮ

Фигура сечения прямой пятигранной призмы фронтально-проецирующей плоскостью P (рис. 57, а и б) представляет собой плоский пятиугольник $1\ 2\ 3\ 4\ 5$.

Для построения проекций фигуры сечения находят проекции точек пересечения плоскости P с ребрами призмы и соединяют их прямыми линиями. Фронтальные проекции этих точек получаются при пересечении фронтальных проекций ребер призмы со следом P_v плоскости P (точки $1''-5''$).

Горизонтальные проекции точек пересечения $1-5$ совпадают с горизонтальными проекциями ребер. Имея две проекции этих точек, с помощью линий связи находят профильные проекции $1'''-5'''$. Полученные точки $1'''-5'''$ соединяют прямыми линиями и получают профильную проекцию фигуры сечения.

Действительный вид фигуры сечения можно определить любым из способов: вращения, совмещения или перемены плоскостей проекций.

В данном примере (рис. 57,а) применен способ перемены плоскостей проекций. Горизонтальная плоскость проекций заменена новой H_1 причем ось x_1 (для упрощения построений) совпадает с фронтальным следом плоскости P .

Для нахождения новой горизонтальной проекции какой-либо точки фигуры сечения (например, точки 1) необходимо выполнить следующие построения. Из точки $1'$ восстанавливают перпендикуляр к новой оси x_1 и откладывают на нем расстояние, от прежней оси x до прежней горизонтальной проекции точки 1, т.е. отрезок n . В результате получают точку 1_0 . Так же находят и новые горизонтальные

проекции точек 2-5. Соединив прямыми линиями, новые горизонтальные проекции 10-50, получают действительный вид фигуры сечения.

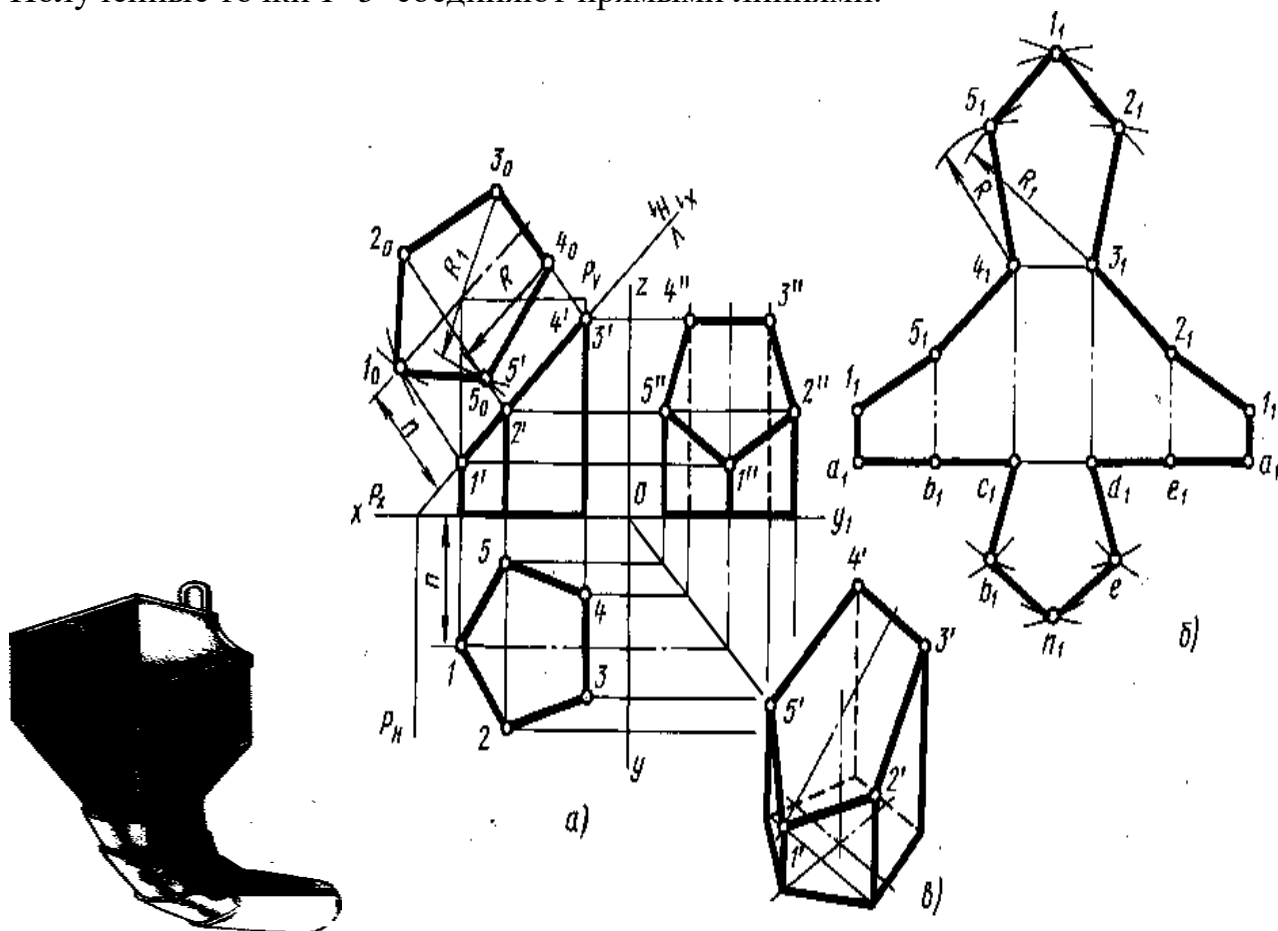
Разверткой называется плоская фигура, полученная при совмещении поверхности геометрического тела с одной плоскостью (без наложения граней или иных элементов поверхности друг на друга).

Развертку боковой поверхности с основанием и фигурой сечения призмы строят следующим образом: Проводят прямую, на которой откладывают пять отрезков, равных длинам сторон пятиугольника, лежащего в основании призмы. Из полученных точек проводят перпендикуляры, на которых откладывают действительные длины ребер усеченной призмы, беря их с фронтальной или профильной проекций (рис. 57,б).

К развертке боковой поверхности пристраивают фигуру нижнего основания - пятиугольник и фигуру сечения.

На рис. 57, а и б показано построение вершины 5 методом триангуляции. Линии сгиба по ГОСТ 2.303-68 показывают на развертке штрихпунктирной линией с двумя точками.

Для наглядности полезно выполнить построение усеченного тела в аксонометрической проекции. На рис. 57,б построена изометрическая проекция усеченной призмы. Порядок построения изометрической проекции следующий. Строят изометрическую проекцию основания призмы; проводят в вертикальном направлении линии ребер, на которых от основания откладывают их действительные длины, взятые с фронтальной или профильной проекций призмы. Полученные точки 1'-5' соединяют прямыми линиями.



На рис. 57,е показана воронка транспортера, часть которого представляет собой усеченную четырехгранную призму. Для изготовления воронки необходимо построить развертку ее поверхности.

СЕЧЕНИЕ ЦИЛИНДРА ПЛОСКОСТЬЮ

Построение плоского сечения прямого кругового цилиндра аналогично построению плоского сечения призмы, так как прямой круговой цилиндр можно рассматривать как прямую призму с бесчисленным количеством ребер - образующих цилиндра.

На рис. 58,а даны три проекции прямого кругового цилиндра, пересеченного фронтально-проецирующей плоскостью P .

Из комплексного чертежа видно, что плоскость P пересекает не только боковую поверхность, но и верхнее основание цилиндра. Как известно, плоскость, расположенная под углом к оси цилиндра, пересекает его по эллипсу. Следовательно, фигура сечения в данном случае представляет собой часть эллипса.

Фронтальная проекция фигуры сечения совпадает с фронтальным следом P_v плоскости P . Горизонтальная проекция этой фигуры совпадает с горизонтальной проекцией основания цилиндра.

Профильная проекция фигуры сечения представляет собой часть эллипса.

Любая кривая линия может быть построена по нескольким точкам. Например, чтобы построить профильную проекцию какой-либо точки, принадлежащей фигуре сечения (например, точки b), намечают фронтальную проекцию этой точки b' (на следе плоскости P_v) и, проведя через нее линию связи до пересечения с горизонтальной проекцией окружности основания, находят искомую точку b . Применяя линии связи, по двум имеющимся проекциям b' и b находят профильную проекцию b'' . Полученные таким образом профильные проекции точек фигуры сечения соединяют кривой по лекалу.

Действительный вид фигуры сечения получен на рис. 58,а способом перемены плоскостей проекций. Горизонтальная плоскость проекций заменена новой. Новая ось проекций x_1l может быть проведена параллельно следу P_v на произвольном расстоянии, но для упрощения построений - выполнена совпадающей с P_v (аналогично рис. 57). От оси x_1l откладывают отрезки $5'50 = 55x$, $4'40 = 44x$ т.е. отрезки m, n и т.д., так как расстояние от новой проекции этой точки до новой оси проекций равно расстоянию от прежней проекции этой точки до прежней оси проекций.

Развертка боковой поверхности усеченного цилиндра с основанием и фигурой сечения показана на рис. 58,б.

Для построения развертки на горизонтальной прямой откладывают длину окружности основания, равную πD , и делят ее на 12 равных частей. Из точек деления восставляют перпендикуляры к отрезку πd , на них откладывают действительные длины образующих цилиндра от основания до секущей плоскости P , которые взяты с фронтальной или профильной проекций цилиндра. Полученные точки $11, 21, 31, \dots, 91$ соединяют по лекалу плавной кривой. Затем пристраивают фигуру сечения с частью верхнего основания, ограниченного хордой 1191 (сегмент), и фигуру нижнего основания цилиндра (окружность).

АксонOMETрическую проекцию усеченного цилиндра (прямоугольную изометрию) строят следующим образом (рис. 58,в). Сначала строят изометрию нижнего основания (эллипс) и части верхнего основания-сегмента (часть овала). На диаметре окружности нижнего основания от центра O' откладывают отрезки a , b и т.д., взятые с горизонтальной проекции основания. Затем из намеченных точек проводят прямые, параллельные оси цилиндра, и на них откладывают действительные длины отрезков образующих, взятых с фронтальной проекции, например $5'5X$, $4'4X$ и т.д. Через полученные точки проводят прямые, параллельные оси $o'y'$, и на них откладывают отрезки $4\ 6$, $3\ 7$ и т. д., взятые с горизонтальной или профильной проекций. Полученные точки соединяют по лекалу.

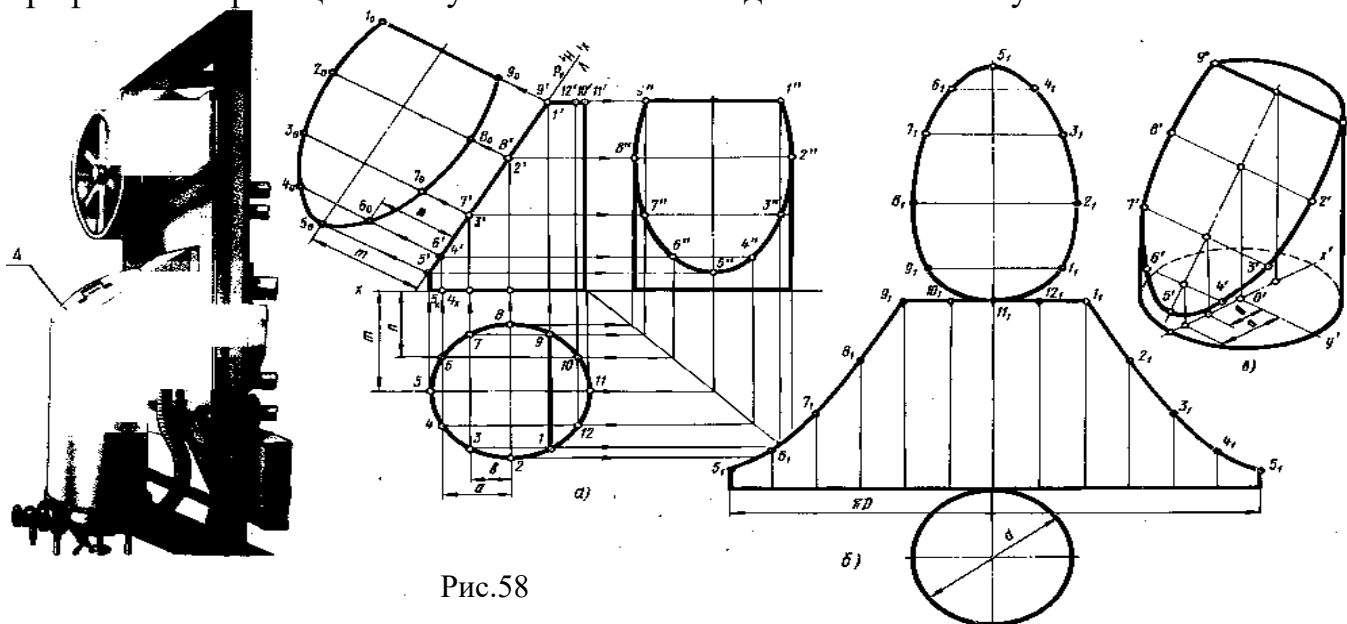


Рис.58

Заканчивают построение проведением очерковых образующих, касательных к основаниям - овалам.

Примером плоского сечения цилиндра может служить часть пылесборника машины для очистки литых деталей (рис. 58). Плоская крышка A трубы пылесборника наклонена к оси трубы и ограничена эллипсом.

СЕЧЕНИЕ ПИРАМИДЫ ПЛОСКОСТЬЮ

Правильная шестигранная пирамида, пересеченная фронтально-проецирующей плоскостью P , показана на рис. 59.

Как и в предыдущих примерах, фронтальная проекция сечения совпадает с фронтальным следом Pv плоскости (рис. 59,а). Горизонтальную и профильную проекции фигуры сечения строят по точкам, которые являются точками пересечения плоскости P с ребрами пирамиды. Действительный вид фигуры сечения может быть найден, например, способом совмещения (плоскость P вместе с фигурой сечения совмещена с горизонтальной плоскостью проекций).

Развертка боковой поверхности усеченной пирамиды с фигурой сечения и фигурой основания приведена на рис. 59,б.

Сначала строят развертку неусеченной пирамиды, все грани которой, имеющие форму треугольника, одинаковы. На плоскости намечают точку $S1$ (вершину пирамиды) и из нее, как из центра, проводят дугу окружности радиусом, равным действительной длине ребра пирамиды. Действительную длину ребра

можно определить по профильной проекции пирамиды (рис. 59,а). Например, длина $s''e''$ или $s''b''$ равна величине R , так как эти ребра параллельны плоскости W и изображаются на ней действительной длиной. Далее по дуге окружности от любой точки, например A , откладывают шесть одинаковых отрезков, равных действительной длине стороны шестиугольника - основания пирамиды. Действительная длина стороны основания пирамиды имеется на горизонтальной проекции H . Точки $A1 - F1$ соединяют прямыми с вершиной S . Затем от вершины S' на этих прямых откладывают действительные длины отрезков ребер до секущей плоскости.

На профильной проекции усеченной пирамиды имеются действительные длины только двух отрезков - $S''5''$ и $S''2''$. Действительные длины остальных отрезков определяют способом вращения их около оси, перпендикулярной к плоскости H и проходящей через вершину S . Например, повернув отрезок $S6$ около этой оси до положения, параллельного плоскости W , получим на этой плоскости его действительную длину. Для этого достаточно через точку $6''$ провести горизонтальную прямую до пересечения с действительной длиной ребра SE (или SB) в точке $61''$. Отрезок $S''61''$ представляет собой действительную длину отрезка $S6$.

Полученные точки $11, 21, 31$ и т. д. соединяют прямыми и пристраивают фигуры основания и сечения, пользуясь методом триангуляции. Линии сгиба на развертке проводят штрихпунктирной линией с двумя точками.

Построение аксонометрической проекции (прямоугольной изометрии) усеченной пирамиды начинают с построения (тонкими линиями) правильной шестигранной пирамиды по размерам, взятым с комплексного чертежа. Затем на плоскости основания по координатам точек $1-6$ наносят контур горизонтальной проекции шестиугольника сечения (см. тонкие линии на рис. 59,в).

Из вершин этого шестиугольника проводят вертикальные прямые до пересечения с ребрами в точках $1-6$, которые соединяют прямыми. Полученное изображение усеченной пирамиды обводят сплошными основными линиями. Невидимые ребра изображают штриховыми линиями.

Пример сечения трехгранной неправильной пирамиды фронтально-проецирующей плоскостью показан на рис. 60.

Все ребра на трех плоскостях проекций изображены с искажением. Горизонтальная проекция основания представляет собой его действительный вид, так как основание пирамиды расположено на плоскости H .

Действительный вид 102030 фигуры сечения получен способом перемены плоскостей проекций. В данном примере горизонтальная плоскость проекций H заменена новой плоскостью, которая параллельна плоскости P ; новая ось $x1$ совмещена со следом Pv (рис. 60,а).

Развертку поверхности пирамиды строят следующим образом. Способом вращения находят действительную длину ребер пирамиды и их отрезков от основания до секущей плоскости P .

Например, действительные длины ребер SC и отрезка его $C3$ равны соответственно длине фронтальной проекции $s'c'1$ ребра и отрезка $c'131$ после поворота.

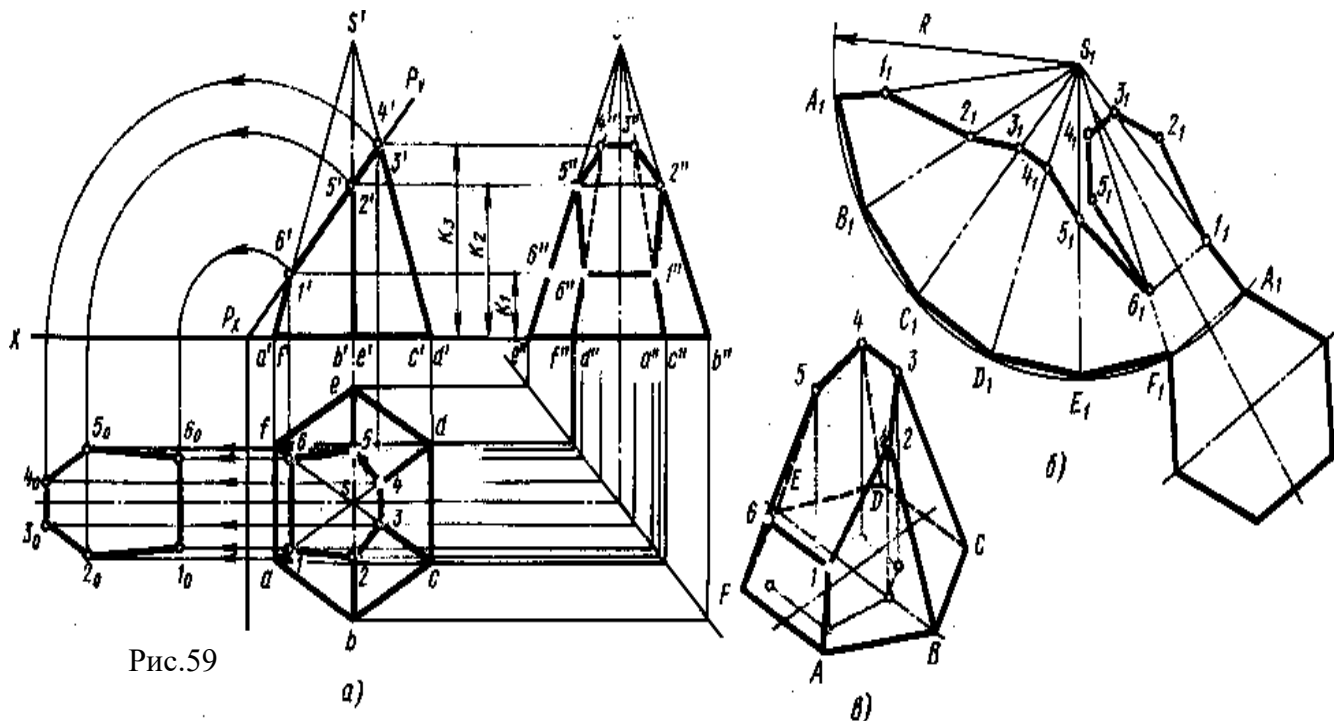


Рис.59

Затем строят развертку неусеченной пирамиды (рис. 60,в). Для этого из произвольной точки S проводят прямую, на которой откладывают действительную длину ребра SA . Из точки S делают засечку радиусом R_1 , равным действительной длине ребра SB , а из точки A -засечку радиусом R_2 , равным стороне основания пирамиды AB , в результате чего получают точку B и грань SBA . Затем из точек S и B , как из центров, делают засечки радиусами, равными действительной длине ребра SC и стороне BC , и получают развертку SAB второй грани пирамиды. Так же строится развертка третьей грани SAC .

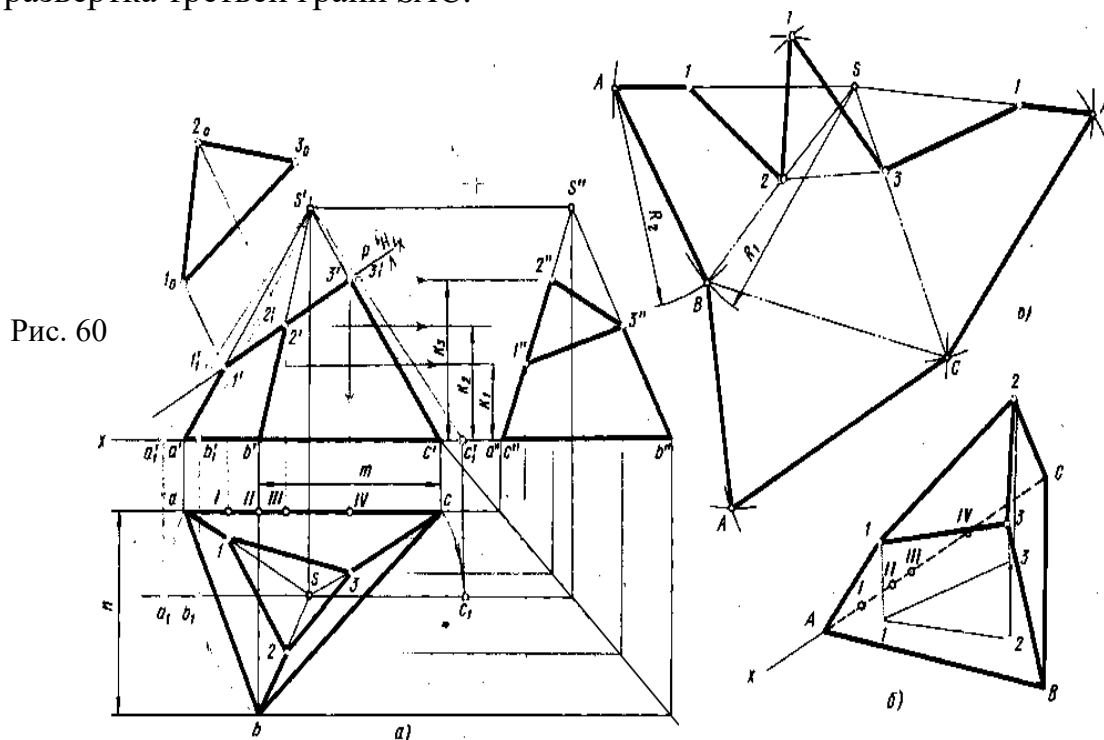


Рис. 60

От точки A , B и C откладывают действительные длины отрезков ребер, которые берут на фронтальной проекции (отрезки $a'1'1'$, $b'1'2'1'$, $c'1'3'1'$). Используя метод триангуляции, пристраивают развертку основания и фигуру сечения.

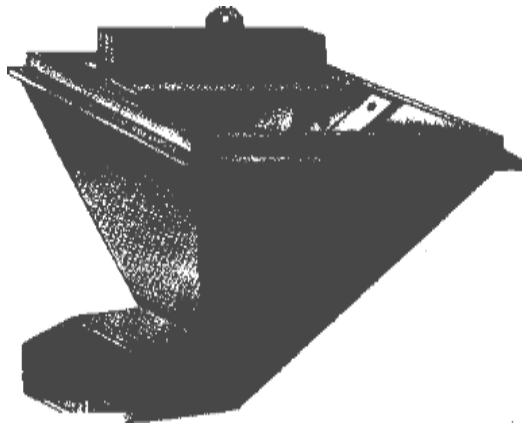


Рис.61

Для построения изометрической проекции усеченной пирамиды (рис 60,б) проводят изометрическую ось x . По координатам точек ABC строят основание пирамиды mn . Сторона основания AC параллельна оси x или совпадает с осью x . Как и в предыдущем примере, строят изометрию горизонтальной проекции фигуры сечения 123 (используя точки I, III и IV), она нанесена тонкими сплошными линиями. Из этих точек проводят вертикальные прямые, на которых откладывают длины, взятые с фронтальной или профильной проекций призмы $K1K2$ и $K3$. Полученные точки $1, 2, 3$ соединяют прямыми между собой и вершинами основания.

На рис. 61 показан корпус бункера, который имеет форму четырехгранной усеченной пирамиды. При изготовлении корпуса выполнялось построение развертки.

СЕЧЕНИЕ ПРЯМОГО КРУГОВОГО КОНУСА ПЛОСКОСТЬЮ

При различном расположении секущей плоскости P по отношению к оси прямого кругового конуса получаются различные фигуры сечения, ограниченные большей частью кривыми линиями.

Сечение прямого кругового конуса фронтально-проецирующей плоскостью P рассматривается на рис. 62. Основание конуса расположено на плоскости H . Фигура сечения в данном случае будет ограничена эллипсом.

Фронтальная проекция фигуры сечения расположена на фронтальном следе плоскости P (рис. 62,а).

Для построения горизонтальной проекции контура фигуры сечения - горизонтальную проекцию основания конуса (окружность) делят, например, на 12 равных частей. Через точки деления на горизонтальной и фронтальной проекциях проводят вспомогательные образующие. Сначала находят фронтальные проекции точек сечения $1'-12'$, лежащих на плоскости P . Затем с помощью линий связи находят их горизонтальные проекции. Например, горизонтальная проекция точки 2 , расположенной на образующей 2 , проецируется на горизонтальную проекцию этой же образующей $2S$ в точку 2 .

Найденные горизонтальные проекции точек контура сечения соединяют по лекалу. Действительный вид фигуры сечения в данном примере найден способом перемены плоскости проекций. Плоскость H заменяется новой плоскостью проекции $H1$. Чтобы получить новую горизонтальную проекцию какой-либо точки эллипса, например точки 20 , из точки $2'$ восстанавливают перпендикуляр и откладывают на нем отрезок прямой $2'20 = 22X$, т.е. расстояние n .

Построение развертки поверхности конуса (рис. 62,б) начинают с нанесения из какой-либо точки S дуги окружности радиусом, равным длине образующей конуса. На этой дуге откладывают 12 частей окружности основания и полученные точки соединяют с вершиной прямыми-образующими. От вершины S на прямых откладывают действительные длины отрезков образующих от вершины конуса до секущей плоскости P .

Действительные длины этих отрезков находят, как и в примере с пирамидой, способом вращения около вертикальной оси, проходящей через вершину конуса. Так, например, действительная длина отрезка $S2$ получится на a' , если из $S'2'$ провести горизонтальную прямую до пересечения в точке b' с контурной образующей конуса, являющейся действительной ее длиной, т. е. $S'2' = S'b'$, $S'3' = S'e'$ и т.д.

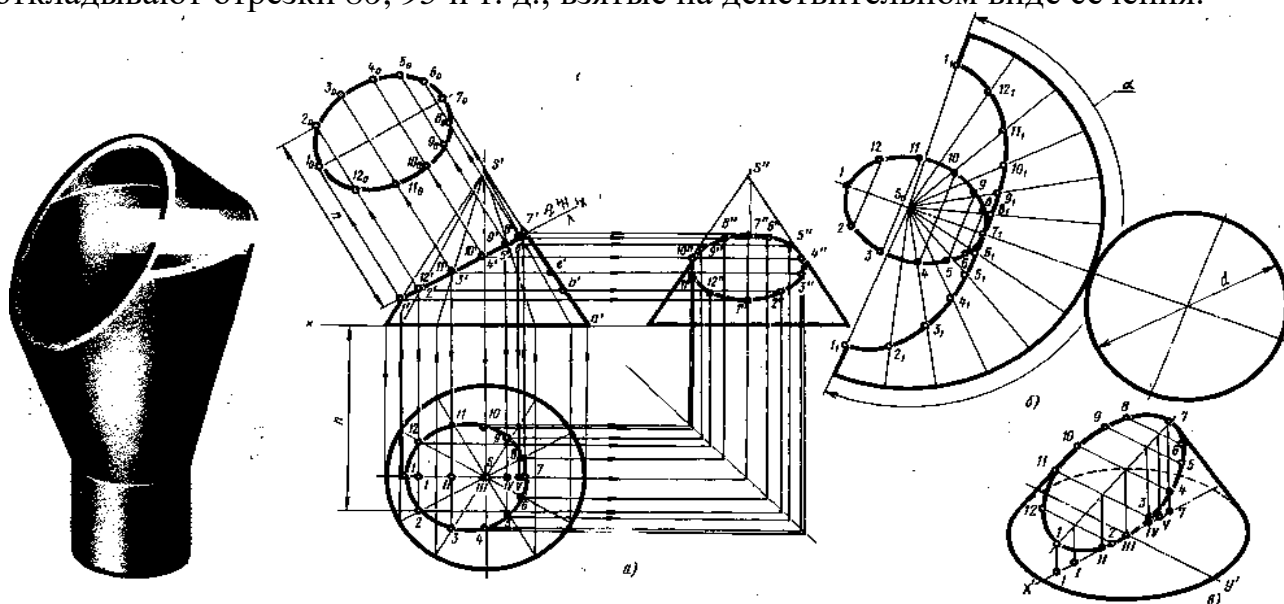
К развертке конической поверхности пристраивают фигуры сечения и основания конуса. Для более точного построения развертки конической поверхности прямого кругового конуса центральный угол, а сектора, представляющего эту развертку, можно подсчитать по формуле

$$\alpha = 180^\circ d / l,$$

где d -диаметр окружности основания конуса в мм; l -длина образующей конуса в мм.

Построение прямоугольной изометрической проекции усеченного конуса (рис. 62,в) начинают с основания-эллипса. Изометрию любой точки кривой сечения находят при помощи трех координат, как показано на рис. 62,в.

На оси x' откладывают отрезки III II, III IV и т. д., взятые с горизонтальной проекции конуса. Из полученных точек проводят вертикальные прямые, на которых откладывают длины, взятые с фронтальной проекции. Через полученные на наклонной оси эллипса 1, 7 точки проводят прямые параллельные оси y' и на них откладывают отрезки 8б, 95 и т. д., взятые на действительном виде сечения.



Найденные точки соединяют по лекалу. Крайние очерковые образующие проводят из вершины конуса по касательной к контуру основания конуса - овалу.

Пример плоского сечения прямого кругового конуса приведен на рис. 62,г. Колпак сепаратора представляет собой сварную конструкцию из тонкой листовой

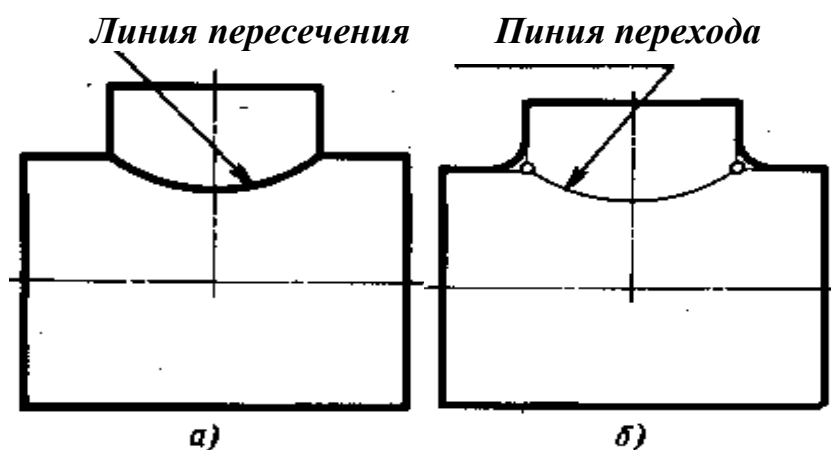
стали и состоит из двух конусов. Оба конуса пересечены фронтально-проецирующей плоскостью P , расположенной наклонно к осям конусов.

ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕЛ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И ПЕРЕХОДА

На чертежах деталей машин линии пересечения и линии перехода различных поверхностей встречаются очень часто. Иногда эти линии являются сложными лекальными кривыми, для построения проекций которых необходимо найти большое количество точек.

На чертежах линии пересечения поверхностей изображаются сплошной основной линией (рис. 183,а). В местах сопряжения поверхностей литых и штампованных деталей нет четкой линии пересечения. Воображаемая линия пересечения называется линией перехода и условно изображается на чертежах сплошной тонкой - линией.

Рис. 63.



Эта линия начинается и заканчивается в точках пересечения продолжения контура взаимно пересекающихся поверхностей (см. рис. 63,б).

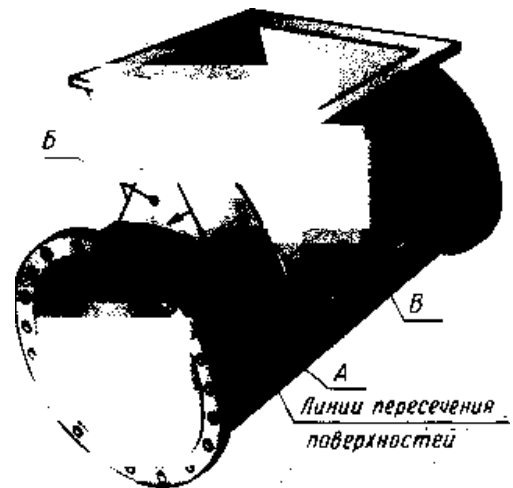
Построение линий пересечения и перехода требует иногда значительной точности, например, при выполнении чертежей трубопроводов, вентиляционных устройств, резервуаров, кожухов машин, станков и другого оборудования. Пример, где требуется подобное построение, показан на рис. 64, на котором изображен бункер, ограниченный цилиндрической поверхностью A , пересекающейся с конической поверхностью B и поверхностью пирамиды B .

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПРЯМОЙ ЛИНИИ С ПОВЕРХНОСТЯМИ ТЕЛ

Для решения задач на построение линий пересечения поверхностей необходимо предварительно усвоить построение проекций точек пересечения (точек встречи) прямой линии с поверхностями различных геометрических тел.

Эти построения выполняются в следующем порядке. Через данную прямую проводят вспомогательную плоскость (обычно проецирующую).

Например, на рис. 65,а, где изображено пересечение прямой AB с поверхностью пирамиды, через прямую проведена вспомогательная горизонтально-проецирующая плоскость P . Затем находят линии пересечения вспомогательной плоскости с поверхностью данного геометрического тела (линии KC и ED). На пересечении полученных линий с заданной прямой находят искомые точки встречи (точки N и M).



На комплексном чертеже точки встречи определяют следующим образом (рис. 65,б). Горизонтальные проекции прямых KC и ED совпадают с горизонтальным следом плоскости P_n . Фронтальные проекции k', c', e' и d' определяют, пользуясь вертикальными линиями связи, проведенными из точек k, c, e и d до пересечения с фронтальными проекциями оснований пирамиды. Соединяют точку k' с c' и e' с d' прямыми. На пересечении фронтальных проекций найденных прямых с проекцией $a'B'$ данной прямой получают фронтальные проекции n' и m' искомых точек встречи. Проведя через них вертикальные линии связи, находят горизонтальные проекции n и m точек встречи.

В некоторых частных случаях можно обойтись без применения вспомогательной плоскости. Например, точки встречи прямой AB с поверхностью прямого кругового цилиндра, имеющего вертикальную ось (рис. 66), определяют следующим образом.

Горизонтальная проекция цилиндрической поверхности представляет собой окружность, поэтому горизонтальные проекции всех точек, расположенных на цилиндрической поверхности, в том числе и двух искомых точек встречи, будут расположены также на этой окружности (рис. 66).

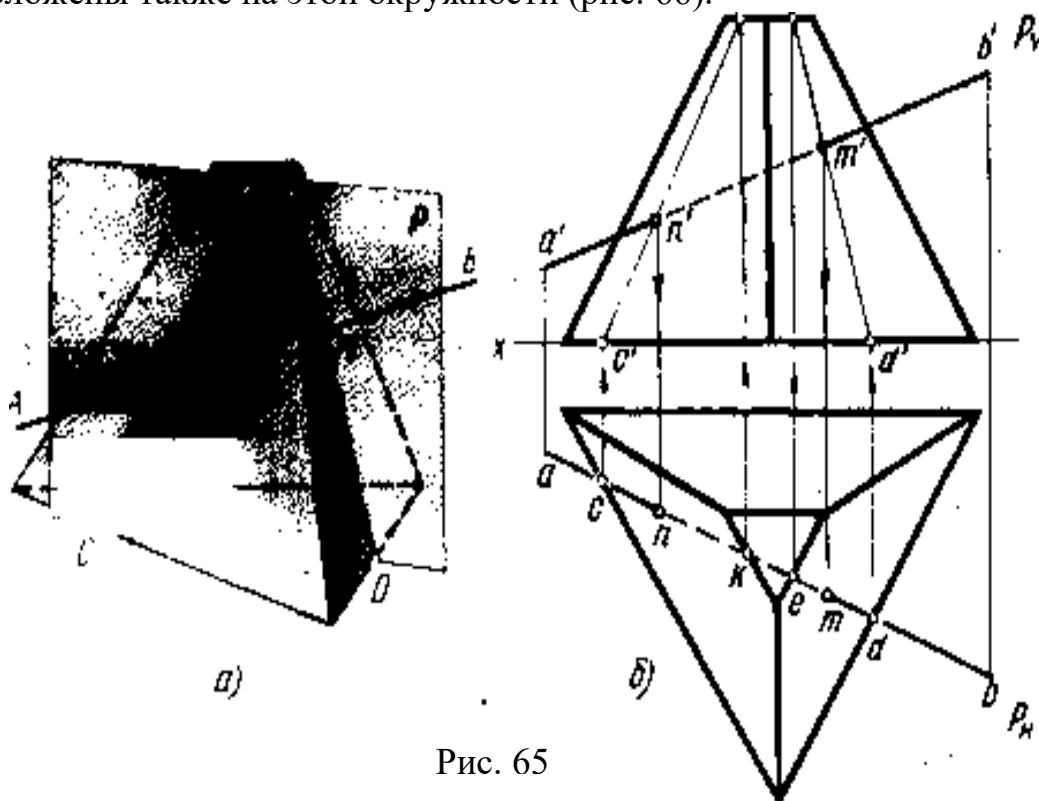


Рис. 65

Фронтальные проекции n' и m' искомых точек встречи определяют, проводя через точки n и m вертикальные линии связи до встречи с данной фронтальной проекцией $a'B'$ прямой AB .

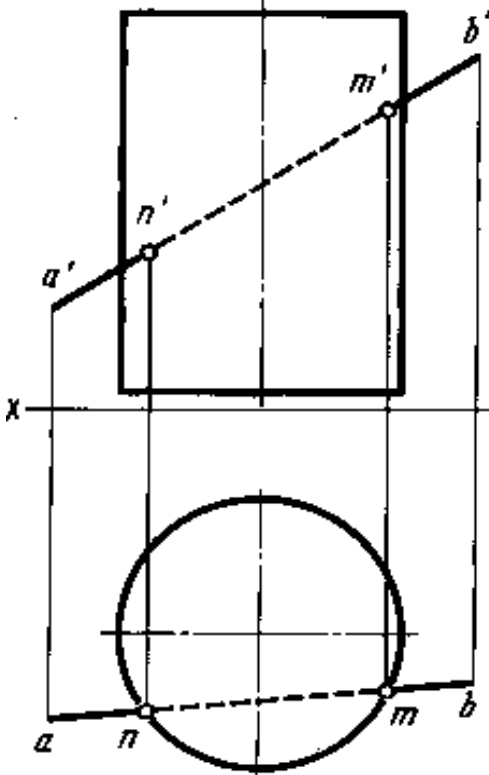
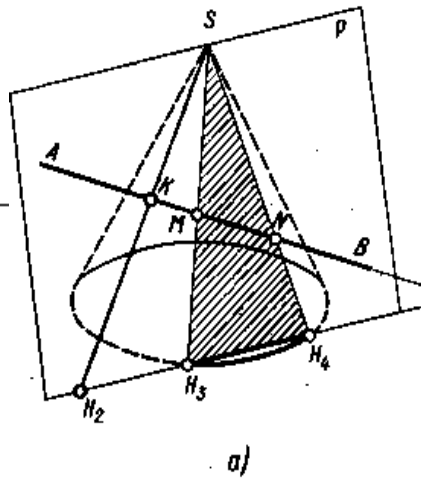


Рис.66



а)

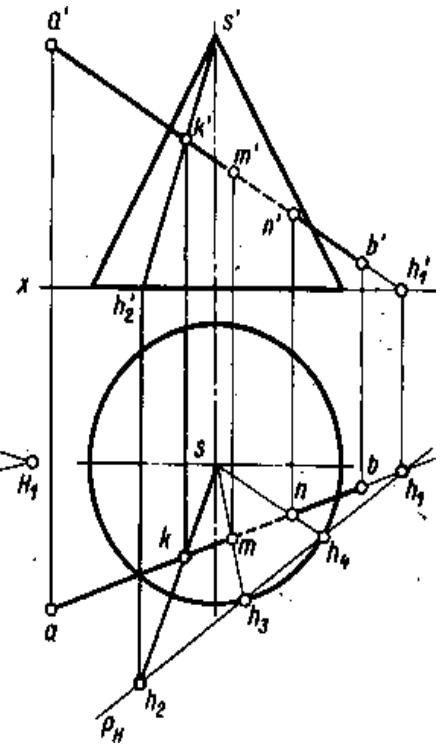
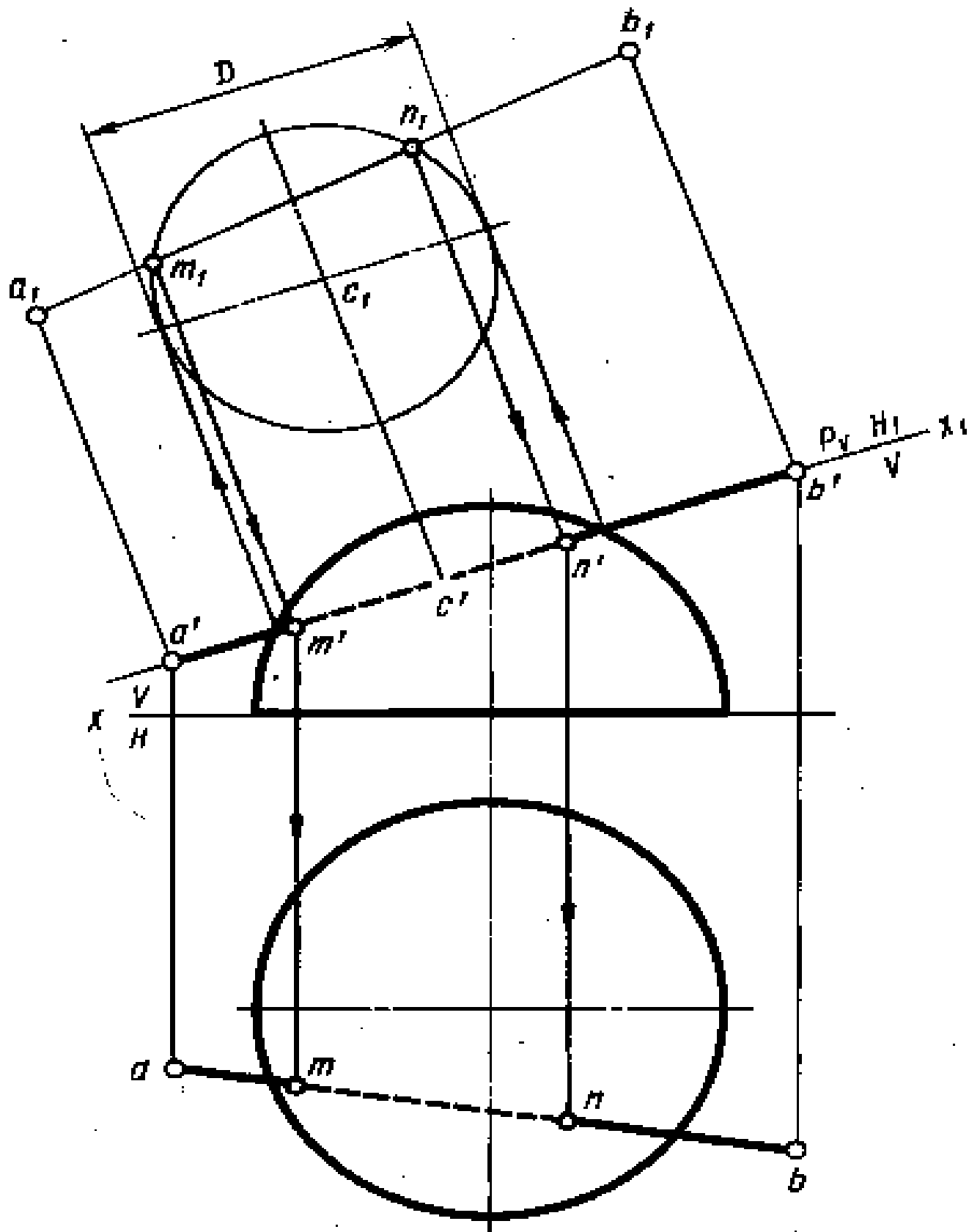


Рис.67

На рис. 67 показано построение точек встречи прямой AB с поверхностью прямого кругового конуса. Через прямую AB проводят вспомогательную плоскость, проходящую через вершину конуса, которая пересечет конус по образующим $SH3$ и $SH4$ (рис. 67,а). Эта плоскость не должна быть проецирующей (проецирующая плоскость пересекает конус по эллипсу или гиперболе). Такую плоскость на комплексном чертеже можно провести следующим образом (рис. 67,б). На прямой AB берут произвольную точку K и соединяют ее с вершиной S конуса прямой линией. Две пересекающиеся прямые AB и SK определяют плоскость P .

Известным способом находят горизонтальные следы $H1$ и $H2$ этих двух пересекающихся прямых. Для этого продолжают фронтальные проекции $s'k'$ и $a'B'$ прямых до пересечения с осью x в точках $h'2$ и $h'1$. Из этих точек проводят вертикальные линии связи до пересечения с ab и sk в точках $h2$ и $h1$ которые представляют собой искомые горизонтальные проекции следов $H2$ и $H1$. Через следы $H1$ и $H2$ пройдет горизонтальный след плоскости P . На комплексном чертеже точки $h1$ и $h2$ соединяют прямой и получают горизонтальную проекцию горизонтального следа P_H плоскости P .

Основание конуса является горизонтальным следом конической поверхности. Поэтому, определив точки пересечения этого следа со следом P_H плоскости P , можно найти и те две образующие, по которым коническая поверхность пересекается вспомогательной плоскостью P . На комплексном чертеже горизонтальная проекция основания конуса (окружность) пересекается со следом P_H в точках $h3$ и $h4$. Эти точки соединяют с вершиной S и получают образующие $SH3$ и $SH4$.



На пересечении найденных образующих с данной прямой AB находят искомые точки M и N встречи прямой AB с конической поверхностью.

Горизонтальные проекции точек встречи m и n находят на пересечении горизонтальных проекций образующих $sh3$ и $sh4$ с горизонтальной проекцией прямой ab . Через точки m и n проводят вертикальные линии связи до пересечения с $a'b'$ и находят фронтальные проекции m' и n' точек встречи.

Точку встречи прямой AB с поверхностью сферы (рис. 68) находят, проводя, например, через прямую AB вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость P .

Вспомогательная плоскость P пересекает сферу по окружности, которая проецируется на плоскость H в виде эллипса, что затрудняет построение. Поэтому в данном случае необходимо применить, например, способ перемены плоскостей проекций.

Новую плоскость проекций выбирают так, чтобы вспомогательная плоскость P была бы ей параллельна, т.е. следует провести новую ось проекций x_1 так, чтобы она была параллельна фронтальной проекции $a'B'$ прямой AB (для упрощения построений на рис. 188 ось x_1 проведена через проекцию $a'B'$).

Затем необходимо построить новую горизонтальную проекцию a_1b_1 прямой AB и новую горизонтальную проекцию окружности диаметра D , по которой плоскость P пересекает сферу. На пересечении новых горизонтальных проекций прямой и окружности лежат новые горизонтальные проекции двух искомых точек встречи m_1 и n_1 . Обратным построением определяем фронтальные m' и n' и горизонтальные m и n проекции точек встречи прямой с поверхностью сферы.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

При построении проекций кривой-линии пересечения - вначале находят так называемые очевидные точки, определяемые без графических построений. Например, на рис. 69,б, где изображены линии пересечения призмы с конусом, это будут точки a' и b' . Затем определяют характерные точки, расположенные, например, на очерковых образующих поверхностей вращения (цилиндрической, конической и др.) или крайних ребрах, отделяющих видимую часть линий перехода от невидимой. Это точки c и d (рис. 69,б), расположенные на крайних ребрах верхней горизонтальной грани призмы.

К характерным точкам относятся также крайние точки линии пересечения - высшие, низшие, правые, левые и т. д. В данном примере такими точками будут: крайние правые точки C' и D' и левая точка B' ; высшие точки A' , C' , D' и низшая B' и т.д. (рис. 69,а).

Все остальные точки линии пересечения называются промежуточными (например, точки E' и F').

В общем случае построения линии пересечения поверхностей (например, цилиндрической, конической и др.) чаще всего применяются вспомогательные взаимно параллельные секущие плоскости или сферические поверхности.

В качестве вспомогательных плоскостей должны быть выбраны такие, которые пересекали бы обе данные поверхности по простым линиям-прямым или окружностям, причем окружности должны быть расположены в плоскостях, параллельных плоскостям проекций.

Во всех случаях перед тем, как строить линию пересечения на чертеже, необходимо представить себе эту линию в пространстве.

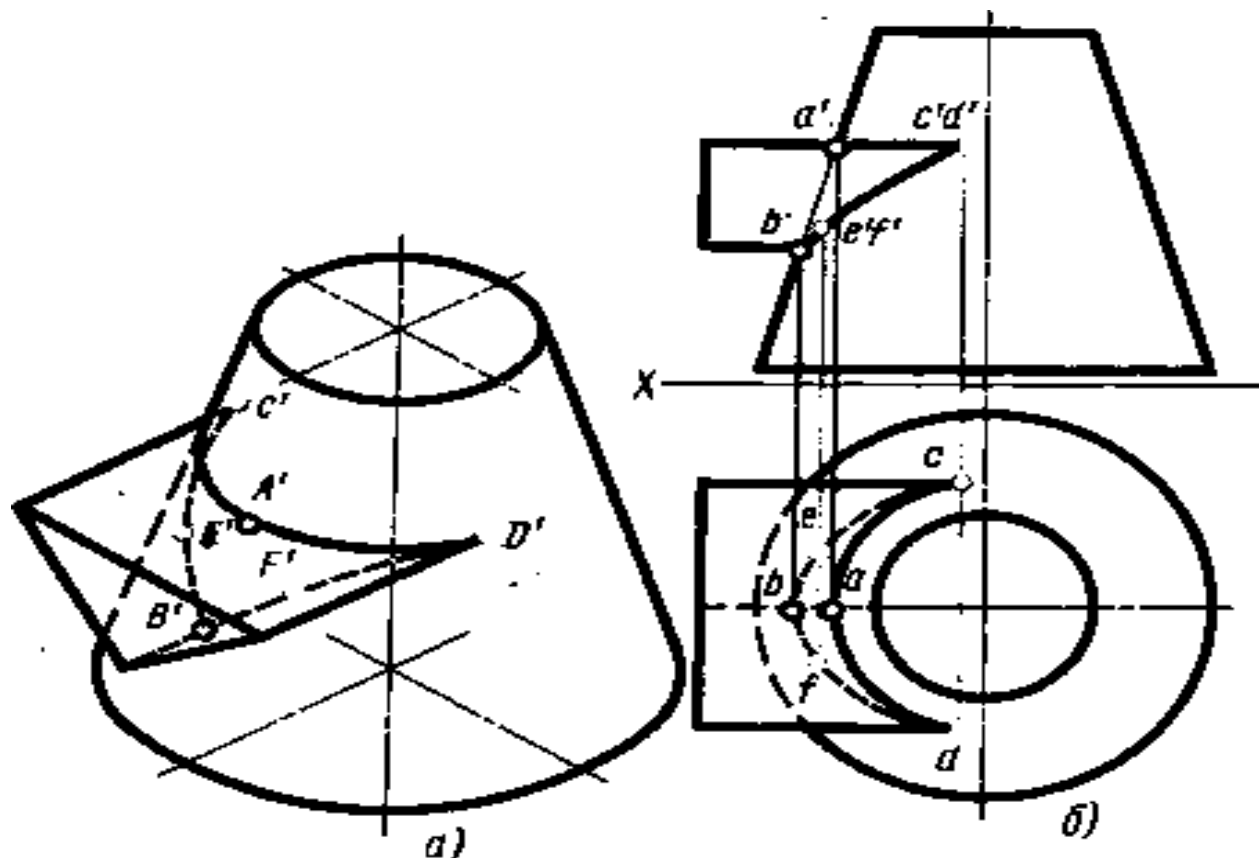


Рис. 69.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

При выполнении машиностроительных чертежей наиболее часто встречается случай пересечения двух цилиндрических поверхностей, оси которых расположены под углом 90° .

Разберем пример построения линии пересечения двух прямых круговых цилиндров, оси которых перпендикулярны к плоскостям проекций (рис, 190,а).

При построении прямоугольных проекций этих пересекающихся цилиндров применен бесосный способ проецирования, т. е. на комплексном чертеже оси проекций ox oy и oz отсутствуют, что делает чертеж более простым.

В начале построения, как известно, находят проекции очевидных, точек 1 и 7 и характерной точки 4.

Построение проекций промежуточных точек показано на рис. 70,б. Если в данном примере применить общий способ построения линий пересечения с помощью вспомогательных взаимно параллельных плоскостей, пересекающих обе цилиндрические поверхности по образующим, то на пересечении этих образующих будут найдены искомые промежуточные точки линии пересечения (например, точки 2,3,5 на рис. 70,а). Однако в данном случае выполнять такое построение нет необходимости по следующим соображениям.

Горизонтальная проекция искомой линии пересечения, поверхностей совпадает с окружностью - горизонтальной проекцией основания большого цилиндра. Профильная проекция линии пересечения также совпадает с окружностью - профильной проекцией основания малого цилиндра. Таким образом, фронтальную проекцию искомой линии пересечения легко найти по общему правилу построения кривой линии по точкам, когда две проекции точек известны.

Например, по горизонтальной проекции 3 (рис. 70,б) находят профильную проекцию $3''$. По двум проекциям 3 и $3''$ определяют фронтальную проекцию $3'$ точки 3 , принадлежащей линии пересечения цилиндров. Направления линий связи показаны на чертеже стрелками.

Построение прямоугольной изометрической проекции пересекающихся цилиндров начинают с построения изометрии вертикального цилиндра. Далее через точку $o'1$ параллельно оси $o'x'$ проводят ось горизонтального цилиндра. Положение точки $o'1$ определяется высотой h , взятой с комплексного чертежа (рис. 70,б). Отрезок, равный h , откладывают от точки o' вверх по оси $o'z'$ (рис. 70,в). Откладывая от точки $o'1$ по оси горизонтального цилиндра отрезок l , получим точку $o'2$ - центр основания горизонтального цилиндра.

Изометрия линии пересечения строится по точкам при помощи трех координат. Однако в данном примере искомые точки можно построить несколько иначе.

Так, например, изометрию точек $3'$ и $2'$ строят следующим образом. От центра $o'2$ (рис. 70,в) вверх по прямой, параллельной оси $o'z'$, откладывают отрезки m и n , взятые с комплексного чертежа. Через концы этих отрезков проводят прямые, параллельные оси $o'y'$, до пересечения с эллипсом или овалом (основанием горизонтального цилиндра) в точках $3'1$ и $2'1$. Затем из точек $3'1$ и $2'1$ проводят прямые, параллельные оси $o'x'$, и на них откладывают отрезки, равные расстоянию от основания горизонтального цилиндра до линии пересечения, взятые с фронтальной или горизонтальной проекции комплексного чертежа, например, отрезок $3'13' = 313$. Конечные точки этих отрезков будут принадлежать изометрии линии пересечения. Через эти точки проводят по лекалу кривую, выделяя ее видимые и невидимые части.

Если диаметры пересекающихся цилиндрических поверхностей одинаковы, то фронтальная проекция линии пересечения представляет собой две пересекающиеся прямые (рис. 71,а). Эти прямые являются фронтальными проекциями плоских кривых-эллипсов.

Пример взаимного пересечения двух цилиндрических поверхностей с осями, перпендикулярными друг к другу, приведен на рис. 71,б. Одна цилиндрическая поверхность корпуса имеет вертикальную ось, а другая (половина цилиндра) - горизонтальную.

