

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана

Е.С. Иванов, М.А. Скороходова

ВЫПОЛНЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

Методические указания по выполнению задания

Под редакцией Т.Е. Солтцовой

Данные методические указания по выполнению домашнего задания являются в соответствии с программой курса машиностроительного черчения для всех специальностей училища.

Рассмотрены и с.обревы кафедрой начертательной геометрии и черчения 22/Х1-74, Методической комиссией факультета ОТ и Учебно-методическим управлением.

ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Цель задания - изучение правил построения аксонометрических проекций.

В задание входит выполнение аксонометрических проекций двух деталей по снятым с них (при выполнении предыдущего задания) эскизам. Номера деталей и вид проекций (прямоугольная изометрия или прямоугольная диметрия) указаны в таблице заданий на съемку эскизов.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Аксонометрические проекции обеих деталей выполняют, как правило, на отдельном листе формата 22 или 24 в зависимости от габаритов проекций (рис. 1). Название листа - "Аксонометрия".

Размещать аксонометрическую проекцию на чертеже детали допускается только при наличии на нем свободного места. Увеличивать формат чертежа детали для размещения на нем аксонометрической проекции не разрешается.

Приступить к выполнению задания можно только с разрешения преподавателя и после согласования с ним ориентации деталей относительно координатных осей, масштаба изображений и формата листа. Задание выполняется сначала тонкими линиями со всеми построениями. После разрешения преподавателя производится обводка карандашом с теми же требованиями, которые предъявлялись к выполнению предыдущего задания.

Редактор Г.Ф. Хлебникова

Корректор Л.И. Малютина

Зах. 474

Объем 3 вл.

Тираж 4000 экз.

Д-91430 от Б.У.И-76 г. Бесплатно

Печ. 1976 г.

Ротонда МВТУ, 107005, Москва, Б-5, 2-я Бауманская, 5.

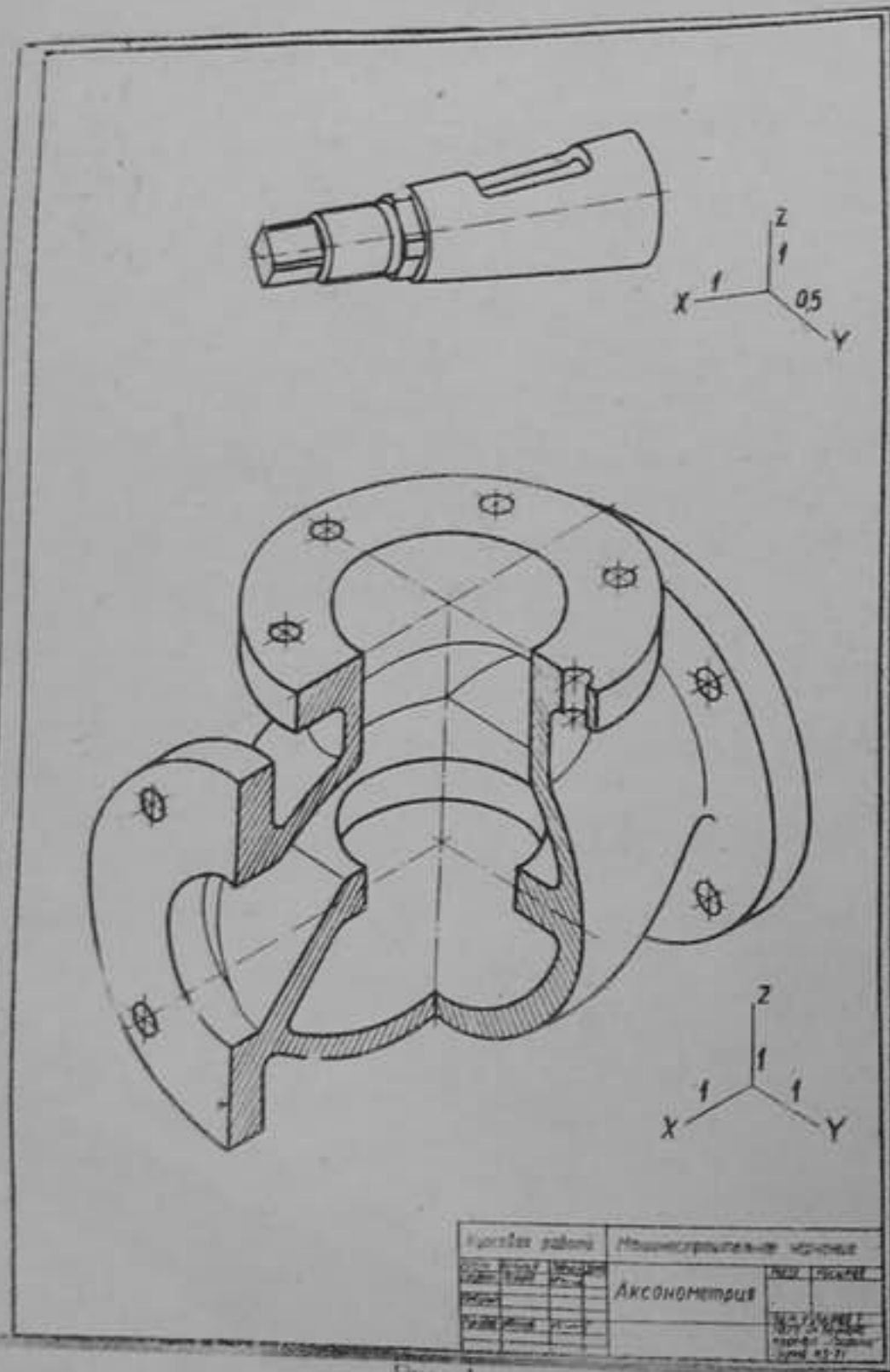


Рис. 1

АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

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

Одновременное рассмотрение двух, трех (а иногда и более) изображений затрудняет мысленное воссоздание пространственного образа.

При выполнении технических чертежей часто оказывается необходимым наряду с изображением предметов в системе ортогональных проекций иметь изображения более наглядные.

Для построения таких изображений применяют способ аксонометрического проецирования, состоящий в том, что данный предмет вместе с системой трех взаимно перпендикулярных осей координат, к которым он отнесен в пространстве, параллельно¹⁾ проецируется на некоторую плоскость, называемую плоскостью аксонометрических проекций (или картинной плоскостью).

Проекция на этой плоскости называется аксонометрической или сокращенно аксонометрией.

На рис. 2 показана схема проецирования осей координат и отнесенной к ним точки A на плоскости P , принятую за плоскость аксонометрических проекций (картинную). Направление проецирования указано стрелкой S .

Проекция осей X, Y, Z — прямые X_p, Y_p, Z_p , называемые аксонометрическими осями. Пространственная координатная ломаная линия $OaxaA$ проецируется в плоскую ломаную линию $O_p a_x p a_p A_p$, называемую аксонометрической координатной ломаной. Точка A_p — аксонометрическая проекция точки A ; точка a_p представляет собой аксонометрическую проекцию точки a .

¹⁾ Аксонометрия может быть также центральной.

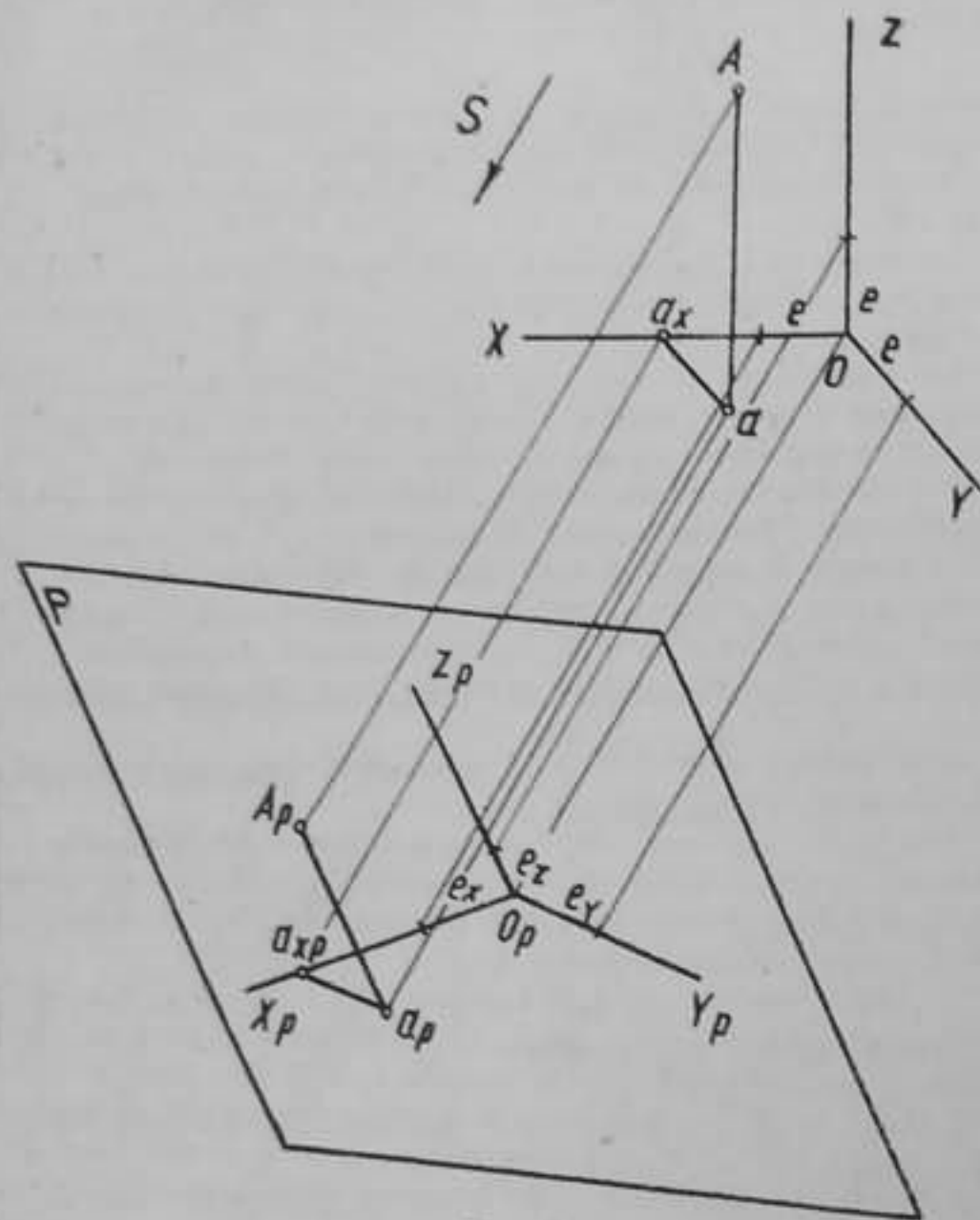


Рис. 2

Аксонметрической проекцией любой ортогональной проекции точки A называют вторичной проекцией точки A .

На осях X, Y, Z отложен отрезок e , принимаемый за единицу измерения по этим осям. Отрезки e_x, e_y, e_z на аксонометрических осях представляют собой проекции отрезка e . Они

являются единицами измерения по аксонометрическим осям. В общем случае e_x, e_y, e_z не равны e и не равны между собой.

Отношения $k = \frac{e_x}{e}, m = \frac{e_y}{e}, n = \frac{e_z}{e}$ называются коэффициентами (или показателями) искажения по аксонометрическим осям. Отношения между аксонометрическими проекциями отрезков, параллельных осям координат X, Y, Z , и самими отрезками равны коэффициентам k, m, n . Коэффициенты искажения и угол φ , образованный направлением проецирования с картиной плоскостью, связаны зависимостью

$$k^2 + m^2 + n^2 = 2 + ctg^2 \varphi.$$

Так как взаимное расположение картиной плоскости P и координатных осей X, Y, Z , а также направление проецирования могут быть различными, то можно получать множество различных аксонометрических проекций.

Если направление проецирования неперпендикулярно к картиной плоскости P , то аксонометрическая проекция называется косоугольной; если же перпендикулярно, — прямоугольной.

Если все три показателя искажений между собой не равны, то проекция называется триметрической; если два показателя искажения равны (например, $k = n$), а третий отличен от них, то проекция называется диметрической; наконец, если все три показателя равны ($k = m = n$), то проекция называется изометрической.

В практике большое распространение получили прямоугольные изометрическая и диметрическая проекции.

ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Коэффициенты искажения

Картиная плоскость, пересекая плоскости координат, образует треугольник, называемый треугольником следов. На рис. 3 таким треугольником является треугольник $P_{x_p} P_{y_p} P_{z_p}$.

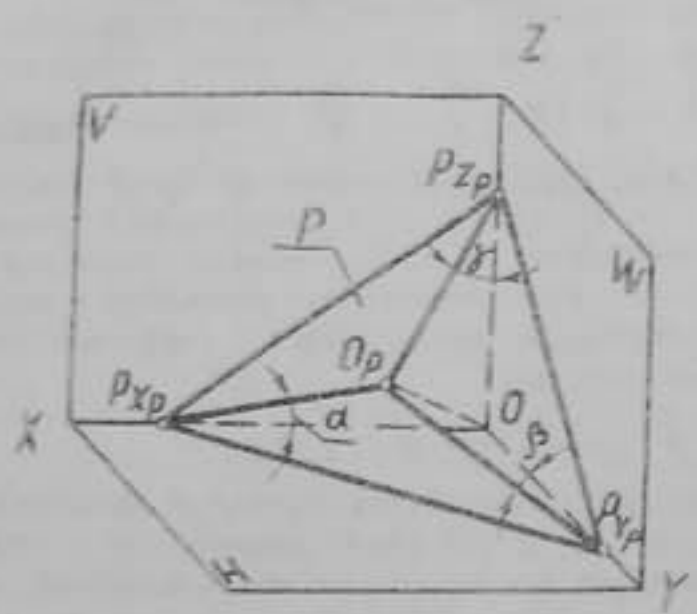


Рис. 3

Опустим из начала координат O перпендикуляр на плоскость P . Точка O_p пересечения перпендикуляра с плоскостью P представляет собой прямоугольную аксонометрическую проекцию точки O , а отрезки $O_p P_{xp}$, $O_p P_{yp}$ и $O_p P_{zp}$ — прямоугольные аксонометрические проекции отрезков координатных осей OP_{xp} , OP_{yp} , OP_{zp} . Треугольники $OO_p P_{xp}$, $OO_p P_{yp}$, $OO_p P_{zp}$ — прямоугольные, отрезки $O_p P_{xp}$, $O_p P_{yp}$, $O_p P_{zp}$ являются их катетами, а отрезки OP_{xp} , OP_{yp} , OP_{zp} — гипотенузлами. Отсюда

$$\frac{O_p P_{xp}}{OP_{xp}} = \cos \alpha, \quad \frac{O_p P_{yp}}{OP_{yp}} = \cos \beta, \quad \frac{O_p P_{zp}}{OP_{zp}} = \cos \gamma,$$

где α, β, γ — углы наклона координатных осей X, Y, Z к плоскости аксонометрических проекций.

Так как $\frac{O_p P_{xp}}{Ox_o} = k, \quad \frac{O_p P_{yp}}{Oy_o} = m, \quad \frac{O_p P_{zp}}{Oz_o} = n,$ то

$$k = \cos \alpha, \quad m = \cos \beta, \quad n = \cos \gamma.$$

В прямоугольной аксонометрии коэффициенты искажения связаны зависимостью $k^2 + m^2 + n^2 = 2$.

Изометрическая проекция. Так как $k = m = n$, то $3k^2 = 2$, $k = \sqrt{\frac{2}{3}} \approx 0,82$, следовательно, коэффициенты искажения по осям $X_p, Y_p, Z_p \approx 0,82$.

Изометрическую проекцию для упрощения, как правило, выполняют без искажения по осям X_p, Y_p, Z_p , т.е. приняв коэффициент искажения равным 1, что соответствует увеличению линейных размеров изображения по сравнению с действительными в $\frac{1}{0,82} = 1,22$ раза.

Диметрическая проекция. Если взять $n = k$ и $m = \frac{1}{2}k$, то получим

$$2k^2 + \frac{k^2}{4} = 2, \quad k^2 = \frac{8}{9}, \quad k = \sqrt{\frac{8}{9}} \approx 0,94,$$

следовательно, по осям X_p и Z_p коэффициенты искажения $k = n \approx 0,94$, а по оси Y_p коэффициент искажения $m \approx 0,47$.

Диметрическую проекцию, как правило, выполняют без искажения по осям X_p и Z_p и с коэффициентом искажения 0,5 по оси Y_p . В этом случае линейные размеры увеличиваются в

$$\frac{1}{0,94} = 1,06 \text{ раза.}$$

Углы между аксонометрическими осями

В прямоугольных аксонометрических проекциях аксонометрические оси являются высотами треугольника следов (рис. 4), а точка O_p — точкой их пересечения (ортоцентром).

Изометрическая проекция. Так как $k = m = n$, то $\alpha = \beta = \gamma$. Это означает, что треугольник следов равносторонний и, следовательно, углы между аксонометрическими осями равны 120° (рис. 5).

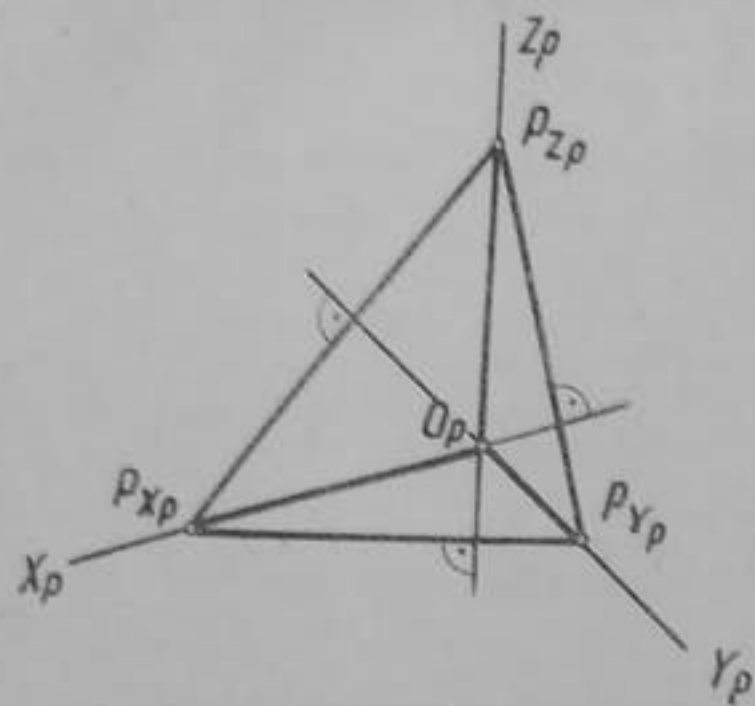


Рис. 4

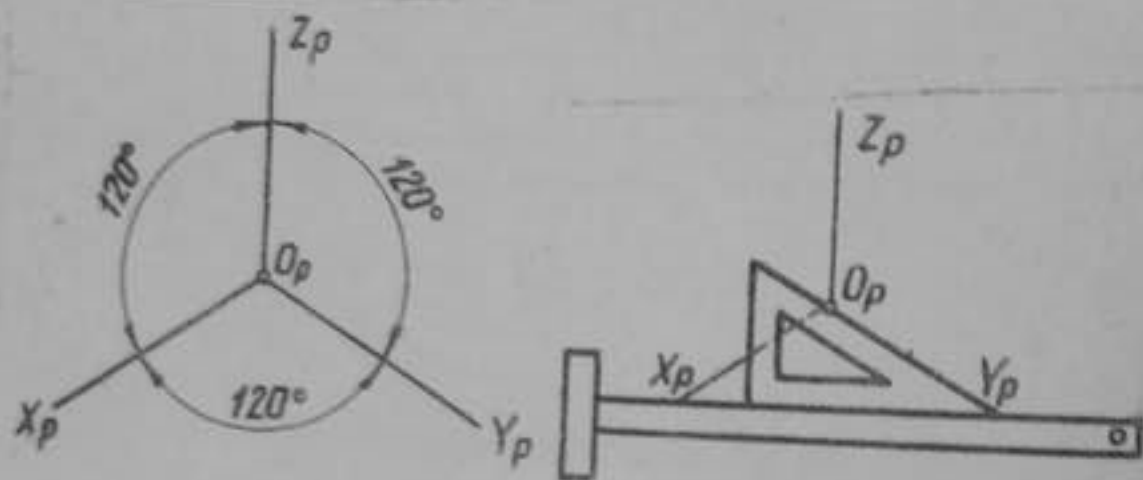


Рис. 5

Рис. 6

При практическом выполнении аксонометрических проекций ось Z_p принято располагать вертикально. В изометрической проекции оси X_p и Y_p проводят при помощи рейсшины и треугольника, имеющего угол 60° и 30° (рис. 6). Те же углы можно построить с помощью циркуля. Из точки O_p как из центра, проводят окружность любого, но возможности большего радиуса; затем из точки 1 (рис. 7) не изменяя раствора циркуля делают на ней засечки. Точки 2 и 3 соединяют с точкой O_p .

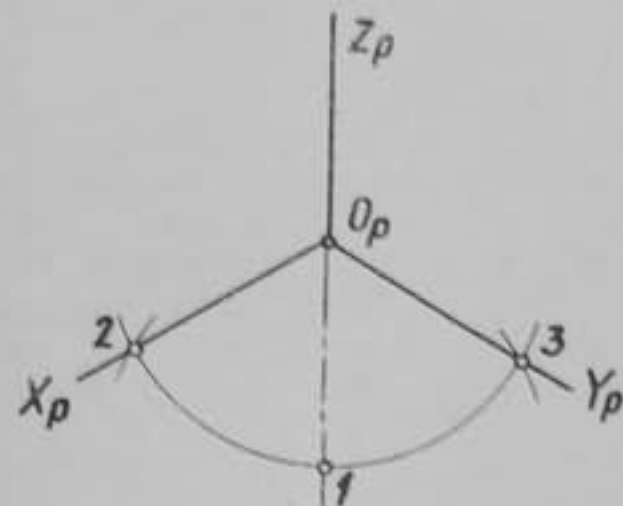


Рис. 7

Диметрическая проекция. Когда $k=m=n$, оси X_p и Y_p составляют с перпендикуляром к оси Z_p соответственно углы $7^\circ 10'$ и $41^\circ 25'$ (рис. 8).

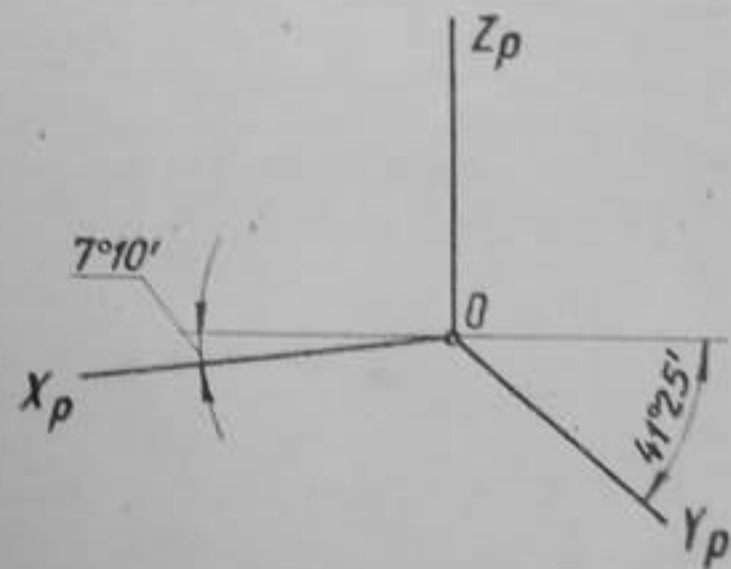


Рис. 8

Построение осей показано на рис. 8. Приняв за единицу отрезок любой длины, откладывают на горизонтальной прямой влево от точки O_p восемь таких единиц; затем вниз по вертикали откладывают одну единицу. Ось X_p проводят через точку O_p и полученную точку В. Ось Y_p служит биссектриса угла между осями X_p и Z_p .

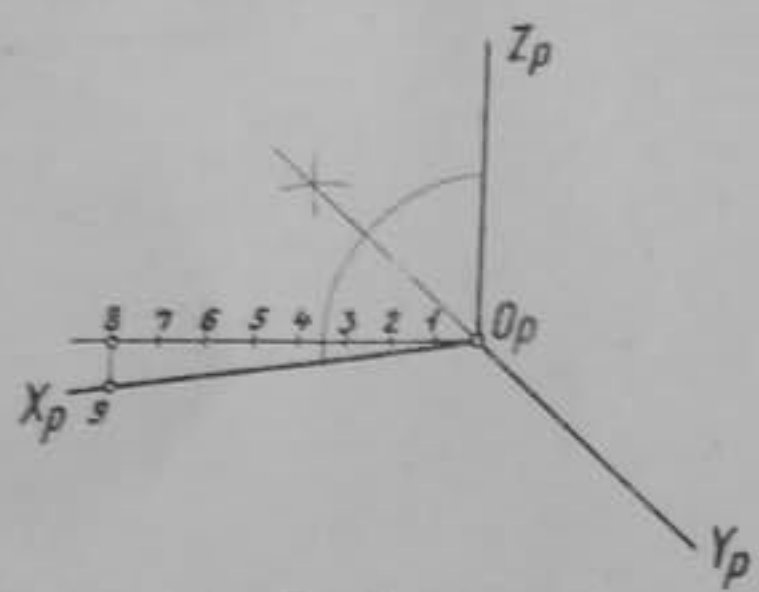


Рис. 9

Построение аксонометрических проекций плоских фигур

Построение изображений плоских многоугольников сводится к построению аксонометрических проекций их вершин, которые соединяют между собой прямыми линиями. В виде примера рассмотрим построение изометрической проекции пятиугольника, изображенного на рис. 10.

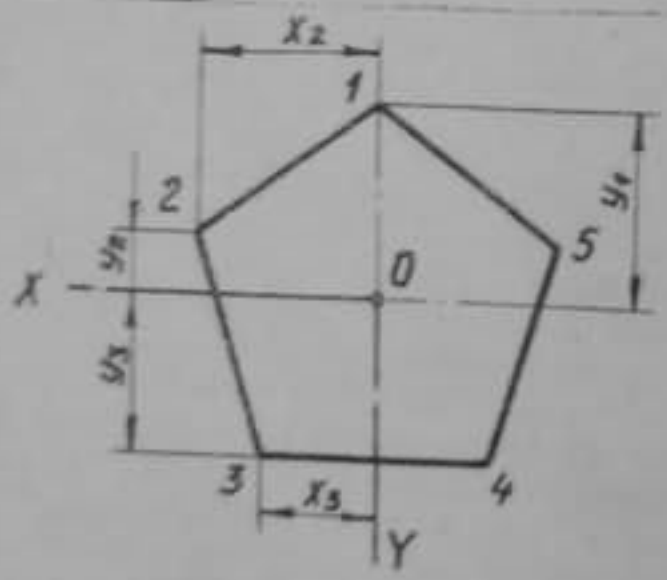


Рис. 10

Линии X, Y примем за координатные оси. Проводим изометрические оси X_p и Y_p (рис. 11). Для построения изображения точки 1 достаточно на оси Y_p отложить отрезок O_p-1 , равный по величине координате y_1 . Затем откладываем в ту же сторону от точки O_p отрезок O_p-t , равный координате y_2 , и через точку t проводим прямую ab , параллельную оси X_p . Координаты X_2 вершин 2 и 5 пятиугольника одинаковы по величине, но различны по знакам; поэтому на изометрическом изображении откладываем в обе стороны от точки t отрезки $t-2=t-5=X_2$. Сторона 3-4 пятиугольника параллельна оси X . Отложив от точки q по оси Y_p отрезок qO_p , равный координате y_3 , проводим прямую cd , параллельную оси X_p , и откладываем на ней отрезки $q-3=q-4=X_3$.

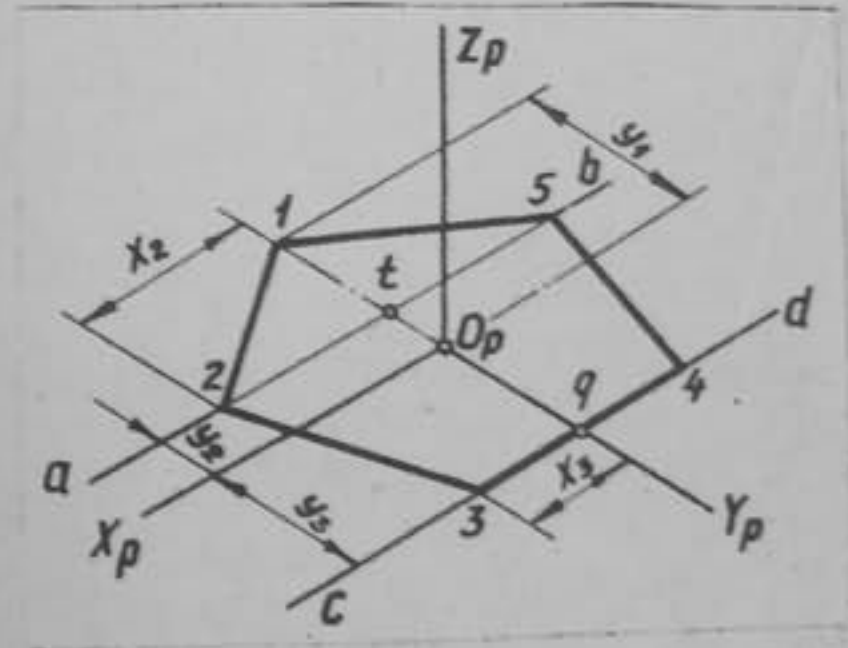


Рис. 11

Соединив точки 1, 2, 3, 4, 5 прямыми линиями, получаем аксонометрическую проекцию пятиугольника.

Построение аксонометрических проекций плоской кривой сводится к построению проекций ряда ее точек и соединению их в определенной последовательности. На рис. 13 показано построение диметрической проекции эллипса, расположенного в плоскости координатных осей X, Y .

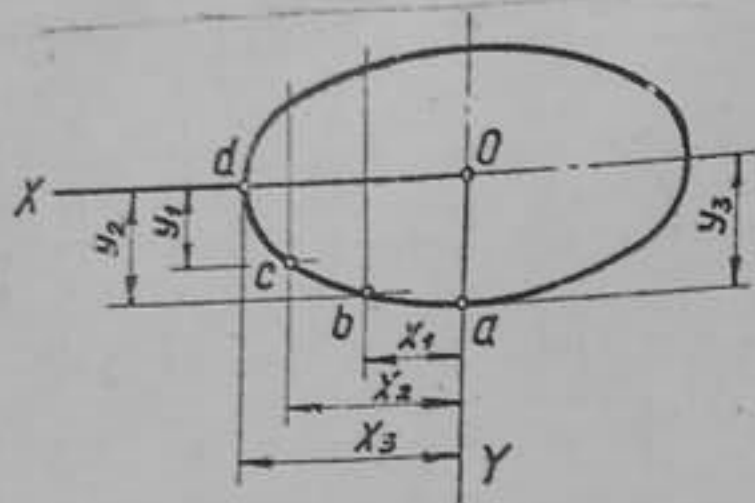


Рис. 12

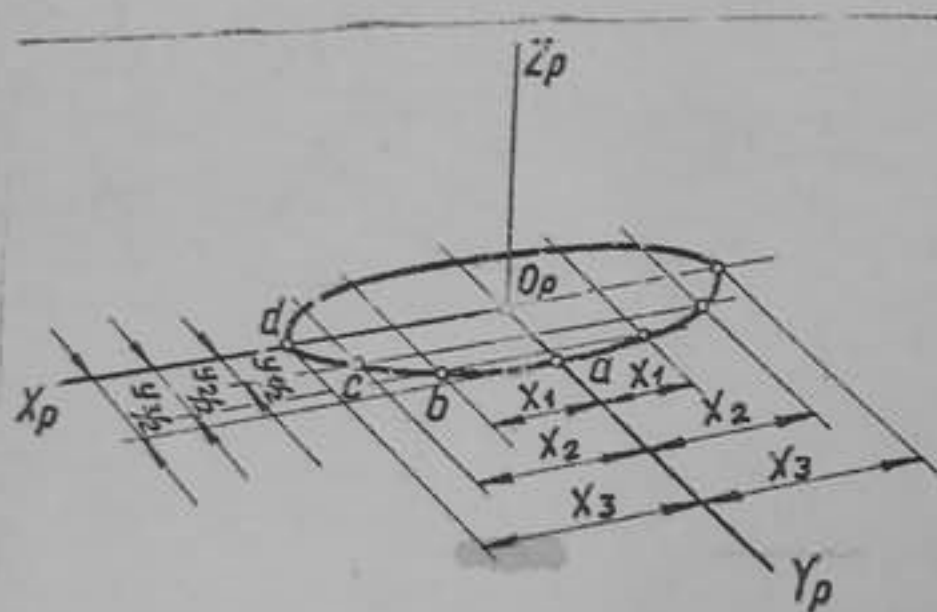


Рис. 13

На эллипсе (рис. 12) намечаем ряд точек и определяем их прямоугольные координаты X и Y . Проведя аксонометрические оси (рис. 13), откладываем от точки O_p вдоль оси X_p отрезки, равные по величине координатам X намеченных точек, а вдоль оси Y_p — отрезки, равные по величине половине координат Y (показано построение точек a, b, c, d). Через концы отрезков проводим прямые, параллельные осям X_p и Y_p ; на их

пересечении получаем аксонометрические проекции соответствующих точек, которые соединяем плавной линией.

Построение аксонометрических проекций многогранников

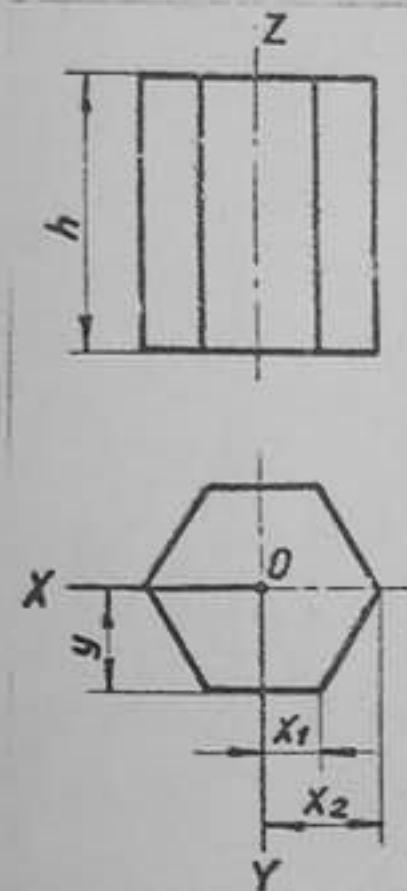


Рис. 14

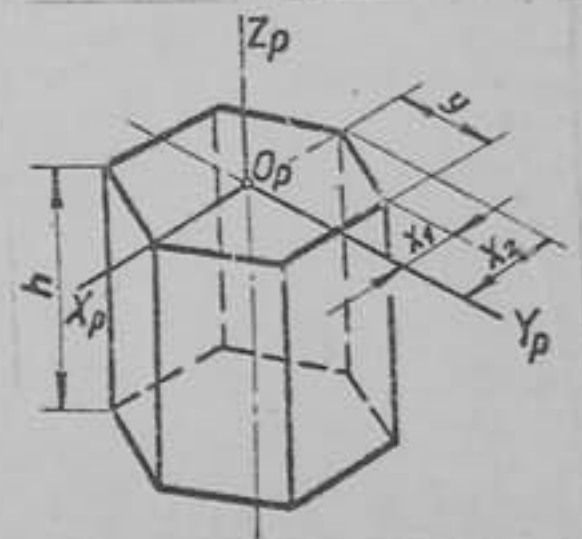


Рис. 15

Построение проекций многогранников сводится к построению их вершин и ребер. Для призмы удобнее начинать с построения вершин полностью видимого основания. На рис. 14 показана шестиугольная призма, высота которой совпадает с осью Z , а верхнее основание расположено в плоскости осей X и Y . Изометрическая проекция этого основания строится точно так же, как проекция пятиугольника на рис. 11. Ход построения всей из рис. 14 и 15. Так как длина всех боковых ребер призмы равна

высоте пирамиды h , то для построения нижнего основания из вершин верхнего основания проведены прямые, параллельные оси Z_p , и на них отложены отрезки, равные h . Концы отрезков соединены прямыми линиями.

Построение аксонометрической проекции пирамиды, изображенной на рис. 16, следует начать с построения основания (рис. 17), а затем из точки O_p отложить на оси Z_p высоту пирамиды и полученную вершину пирамиды S_p соединить с вершинами основания.

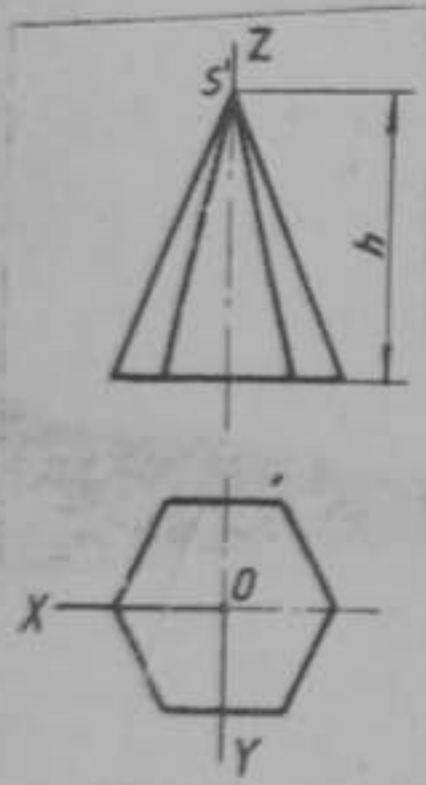


Рис. 16

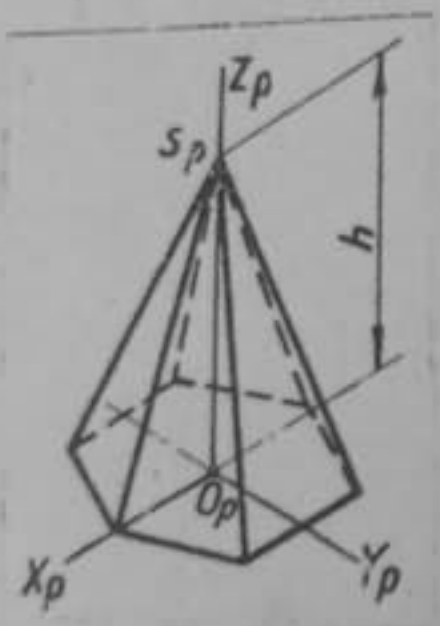


Рис. 17

Построение аксонометрической проекции окружности

Как известно, прямоугольной проекцией окружности, расположенной в плоскости, составляющей угол φ (рис. 18) с плоскостью проекции P , является эллипс. Большая ось $A_p B_p$ эллипса — проекция диаметра AB , параллельного плоскости P . Из рис. 18 очевидно, что отрезок $A_p B_p$ перпендикулярен к проекции $C_p N_p$ нормали CN к плоскости окружности, и малая

ось $D_p E_p$ эллипса (проекция диаметра DE) совпадает с прямой $C_p N_p$.

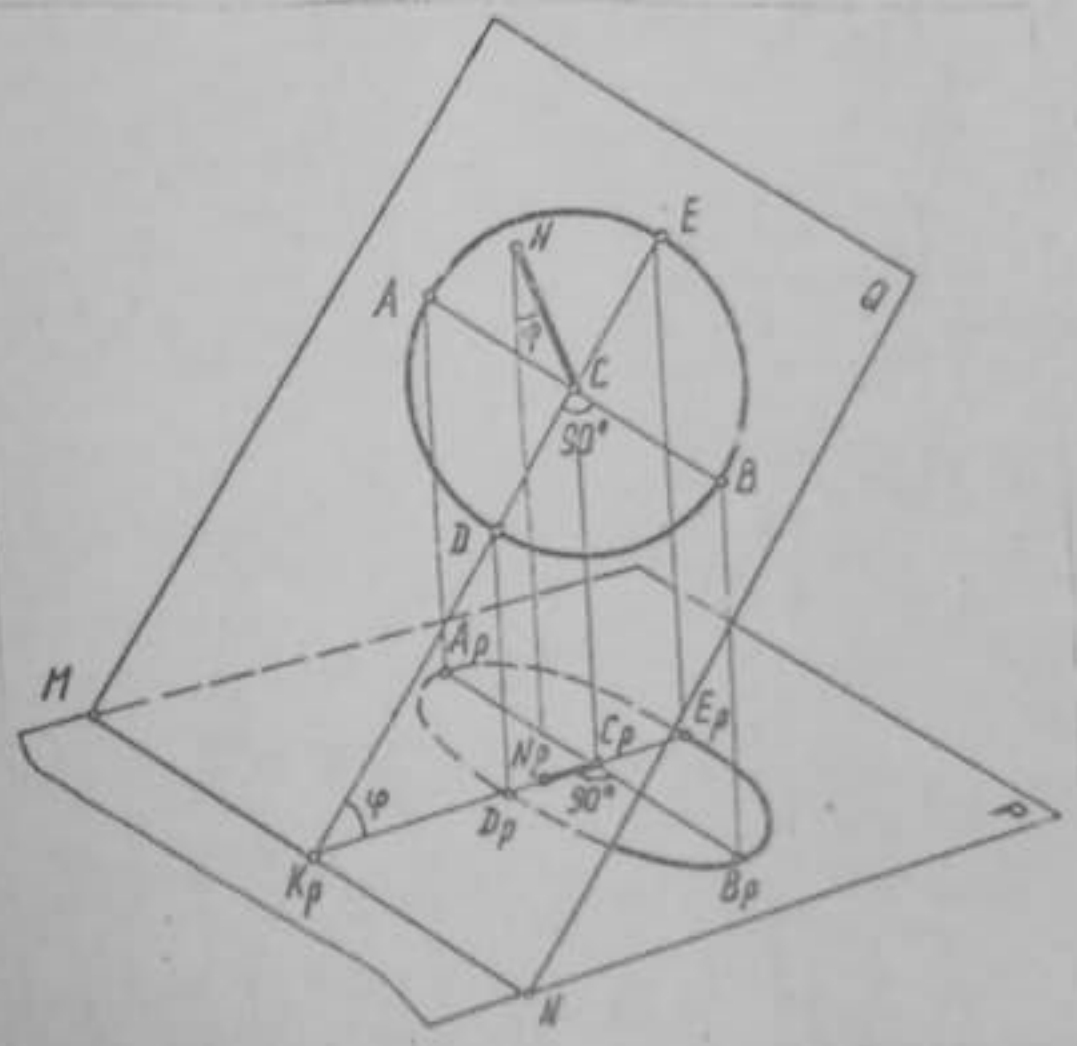


Рис. 18

При построении аксонометрических проекций часто приходится строить изображения окружностей, расположенных в координатных плоскостях XU, XZ, YZ или в плоскостях, им параллельных. В этом случае нормальными к плоскости окружностей являются соответственно оси Z, Y, X . Следовательно, направления больших осей эллипсов, изображающих проекции окружностей, всегда перпендикулярны соответственно осям Z_p, Y_p, X_p (рис. 19, 20), а малые оси совпадают по направлению с этими осями. Большие оси соответствуют тем диаметрам изображаемых окружностей, которые параллельны картинной плоскости.

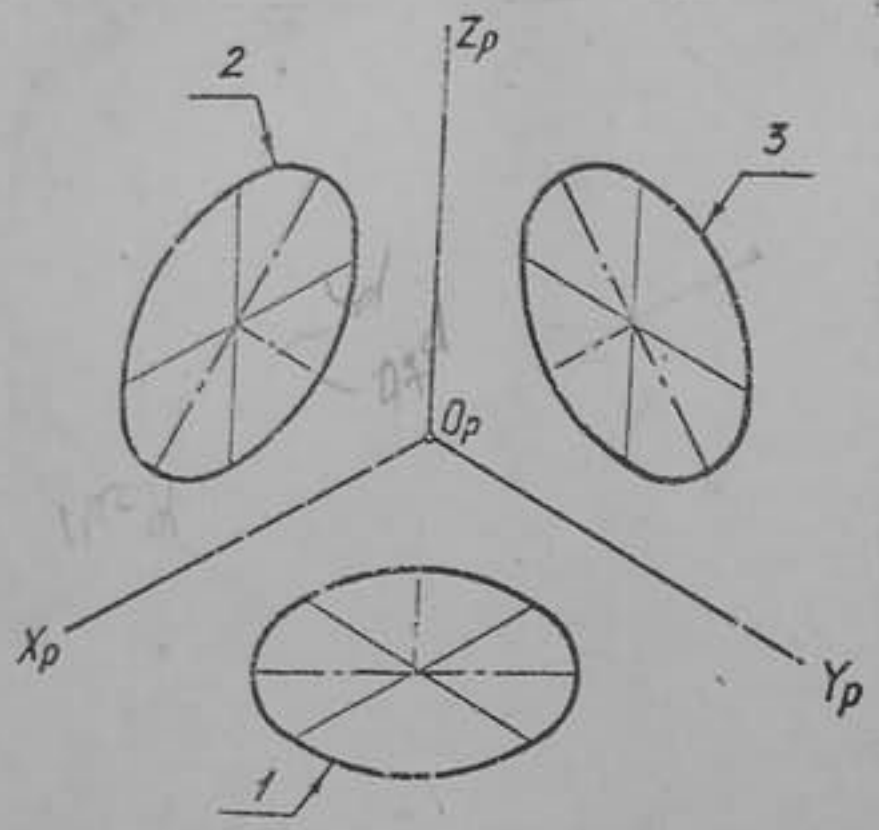


Рис. 19

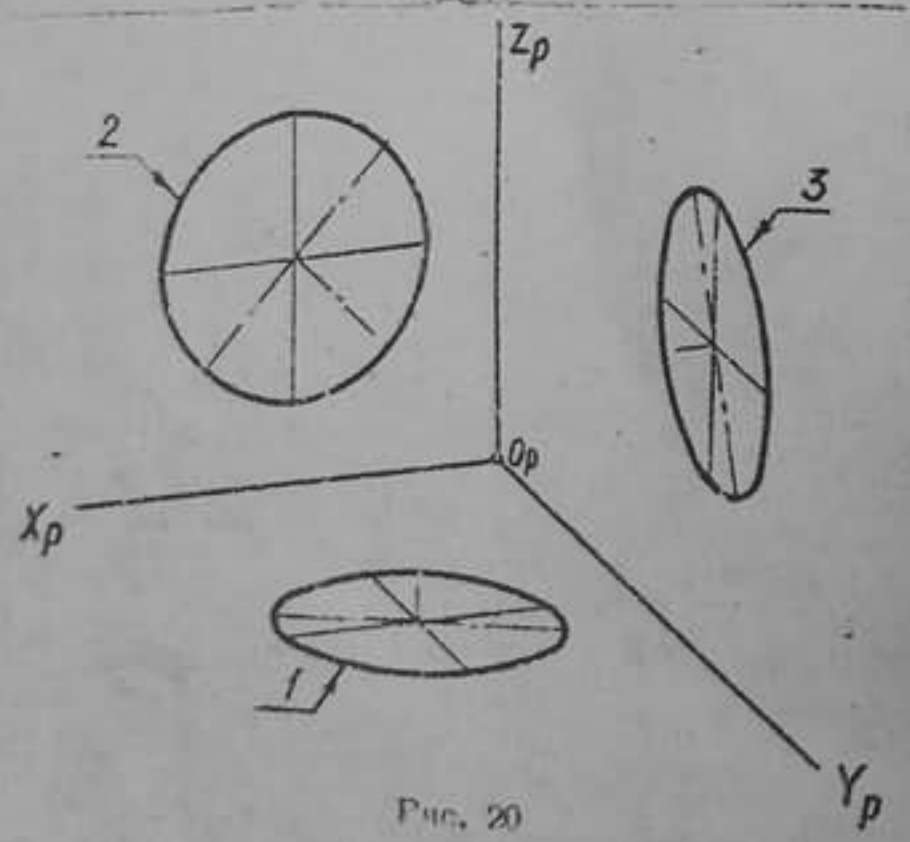


Рис. 20

Если аксонометрическое изображение выполняется с сокращениями по направлениям осей X_p, Y_p, Z_p , то большие оси эллипсов 1, 2, 3 (рис. 19, 20) равны диаметру d изображаемых окружностей. В изометрической проекции малые оси этих эллипсов равны $0,58d$. В диметрической проекции малые оси эллипсов 1, 3 (рис. 20) равны $\frac{d}{3}$, а малая ось эллипса 2 равна $0,88d$.

Если изометрическая проекция строится без сокращения по координатным осям, то большие оси эллипсов равны $1,22d$, а малые оси $0,7d$. Если в диметрии коэффициенты искажения по двум осям равны 1, то большие оси эллипсов равны $1,06d$, а малые оси эллипсов 1, 3 равны $0,35d$, ось эллипса 2 равна $0,95d$.

Вычерчивание эллипсов. При наличии некоторого навыка для вычерчивания эллипса вполне достаточно восьми точек (рис. 21, 22). Точки 1 и 2 – концы большой оси, 3 и 4 – концы малой оси. Точки 5, 6, 7, 8 – аксонометрические проекции концов диаметров окружности, параллельных координатным осям X, Y .

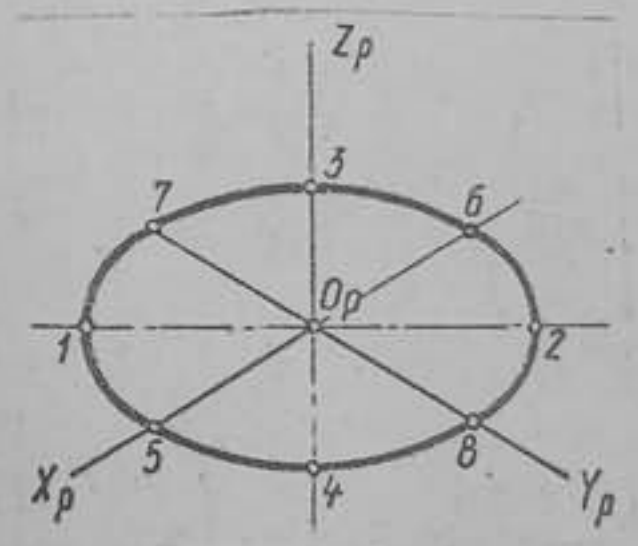


Рис. 21

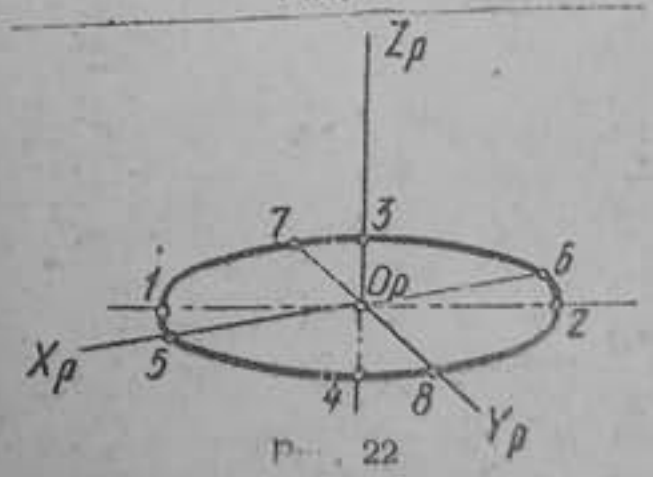


Рис. 22

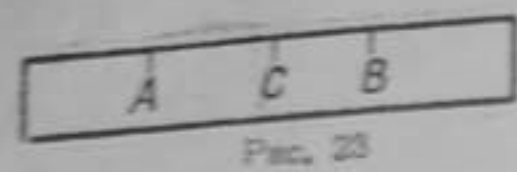


Рис. 23

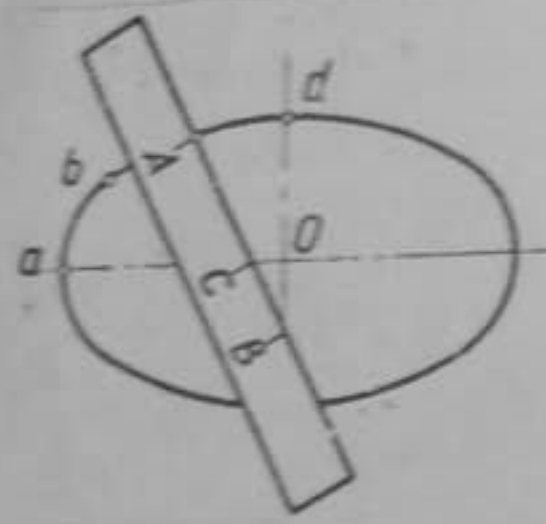


Рис. 24

Для определения большего количества точек можно применить следующий способ. На кромке полоски бумаги (рис. 23) отложить отрезки AB и AC , равные по величине соответственно большой и малой полуоси эллипса. Если точку C заставить скользить (рис. 24) вдоль большой оси эллипса, а точку B - вдоль малой оси, то точка A опишет эллипс.

В некоторых случаях практически допустимо приближенное вычерчивание эллипсов с помощью циркуля. Построение изометрических проекций окружности диаметра d , плоскость которой параллельна какой-либо координатной плоскости, рекомендуется производить как показано на рис. 25.

дугах производят как показано на рис. 25.

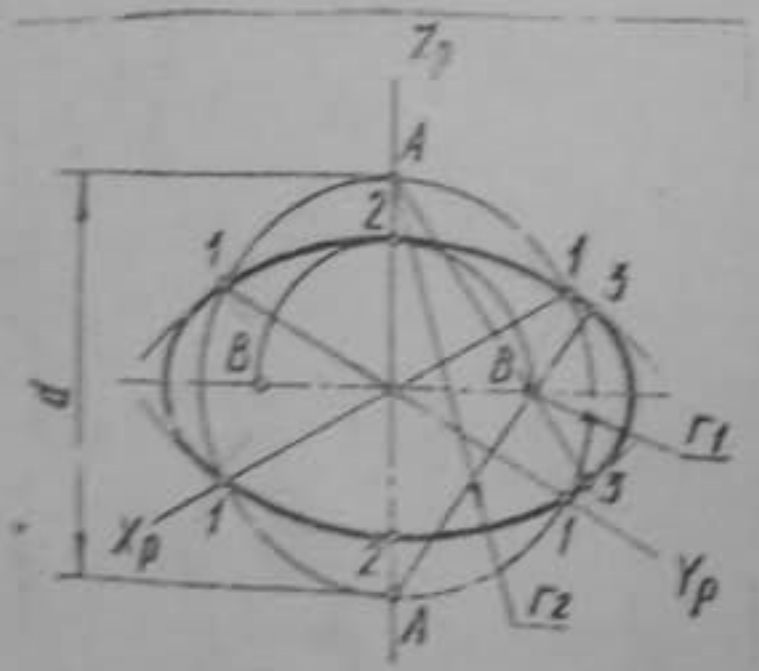


Рис. 25

В диаметрии приближенное вычерчивание эллипса можно производить только для окружности, расположенной в плоскости, параллельной XZ . Порядок вычерчивания показан на рис. 26.

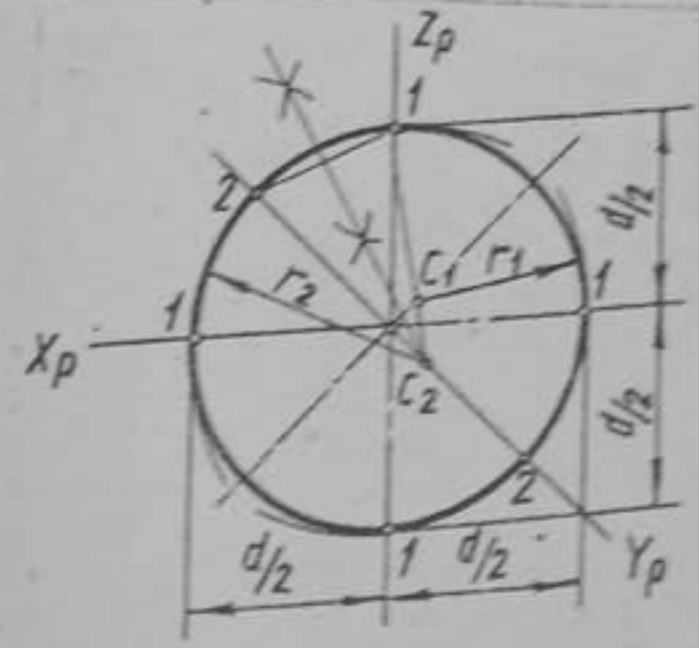


Рис. 26

Диаграмма умножения размеров на коэффициенты искажения

Задача умножения величины линейных размеров (L) на коэффициенты 1,22, 1,06 и т.д. значительно упрощается, если применить вместо арифметических подсчетов графические построения с помощью диаграммы (рис. 27).

Проведя две взаимно перпендикулярные прямые AB и AC , на одной из них, например на AB , от точки A откладывают 100 мм. Затем на AC от той же точки A откладывают 35, 50, 70, 85, 106, 122 мм. Полученные точки соединяют с точкой O .

Если от точки O по горизонтали отложить размер L , то взятые по вертикали отрезки D_0, D_1, \dots, D_6 равны соответственно $0,35L$; $0,5L$; ...; $1,22L$.

На наклонных линиях диаграммы наносят значения коэффициентов, которым эти линии соответствуют.

Использование диаграммы значительно упрощается, если ее выполнить на миллиметровой бумаге.

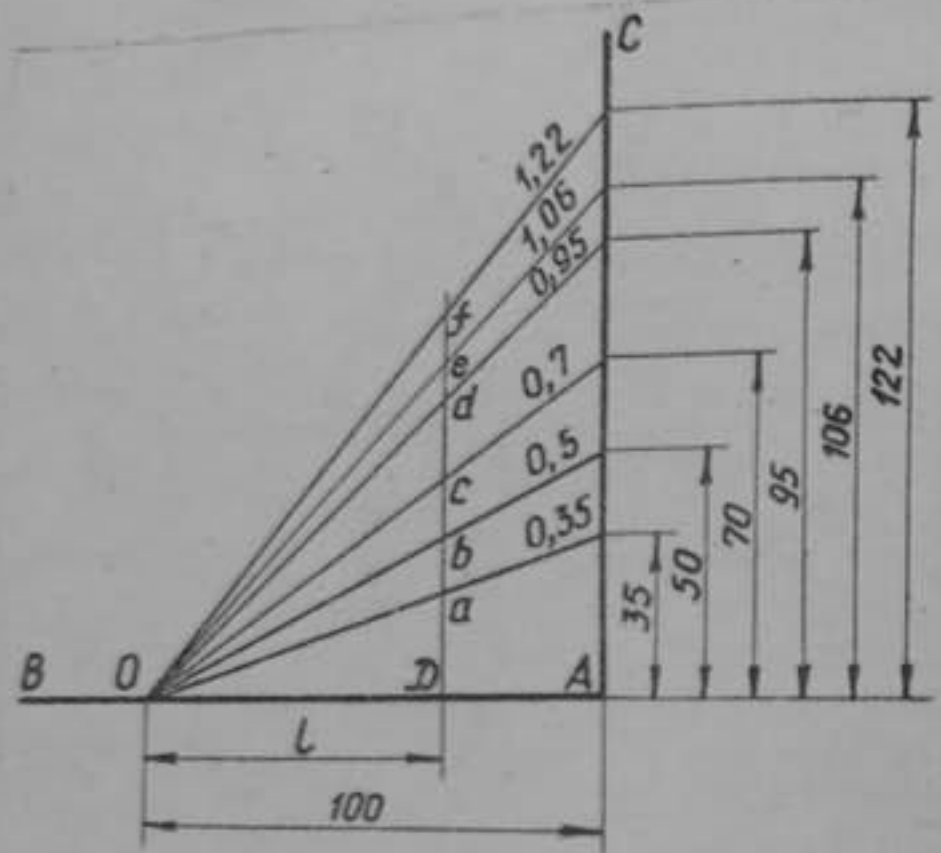


Рис. 27

Примеры построения аксонометрических проекций некоторых кривых поверхностей

Поверхности вращения. Аксонометрическую проекцию поверхности вращения удобнее всего строить при помощи некоторого числа вписанных в нее сфер.

На рис. 28 в тороидную поверхность, образующей которой является дуга окружности радиуса R , вписаны сферы с центрами в точках O, O_1, O_2, O_3 ; радиусы сфер соответственно r, r_1, r_2, r_3 . При построении изометрической проекции (рис. 29) из точек $O_p, O_{1p}, O_{2p}, O_{3p}$ как из центров описаны окружности (черты проекций вписанных сфер) радиусами $1,22r, 1,22r_1, 1,22r_2, 1,22r_3$. Кривая, огибающая эти окружности, является контуром аксонометрической проекции тороидальной поверхности.

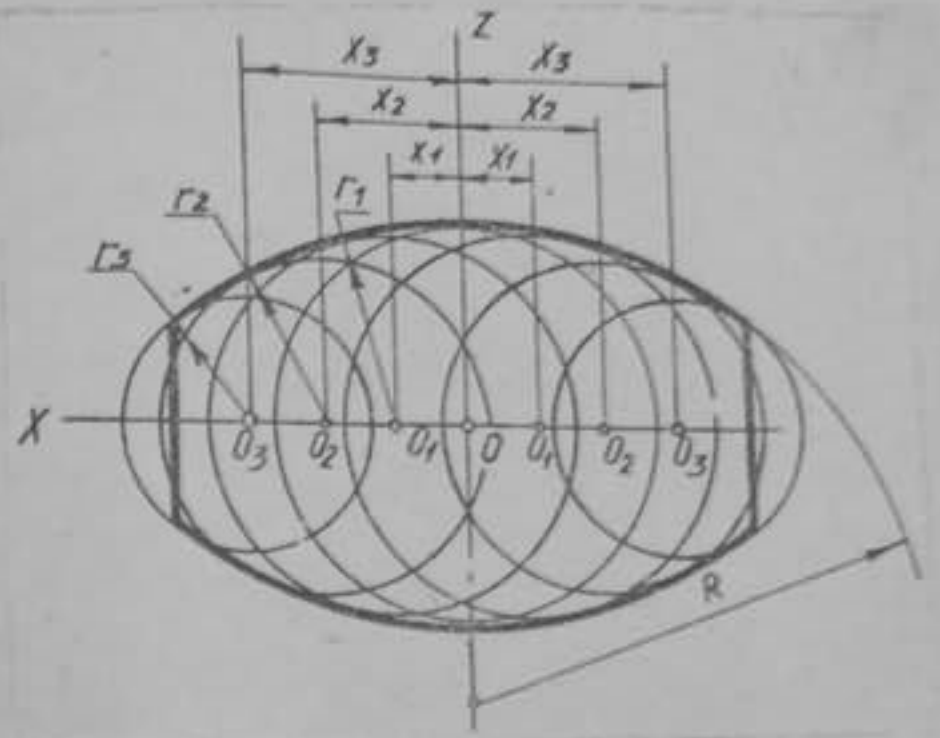


Рис. 28

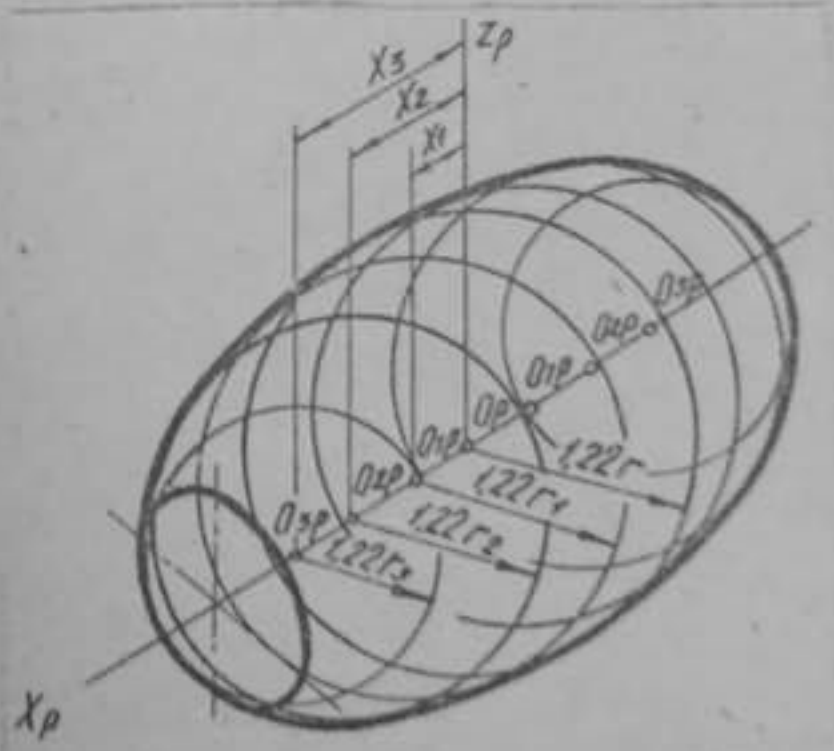


Рис. 29

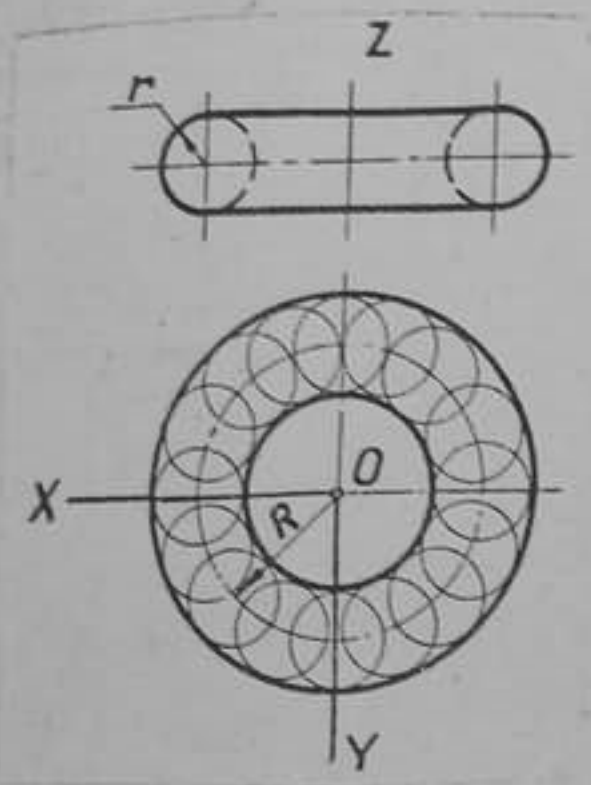


Рис. 30

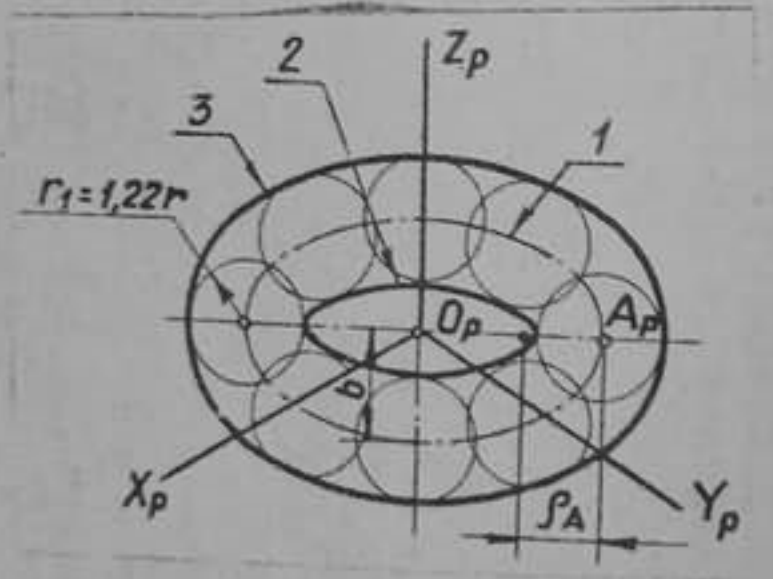


Рис. 31

На рис. 30 в торовую поверхность (кольцо) вписаны сферы радиуса r , центры которых расположены на окружности радиуса R . Для построения изометрической проекции кольца на рис. 31 построен эллипс 1 - проекция окружности радиуса R .

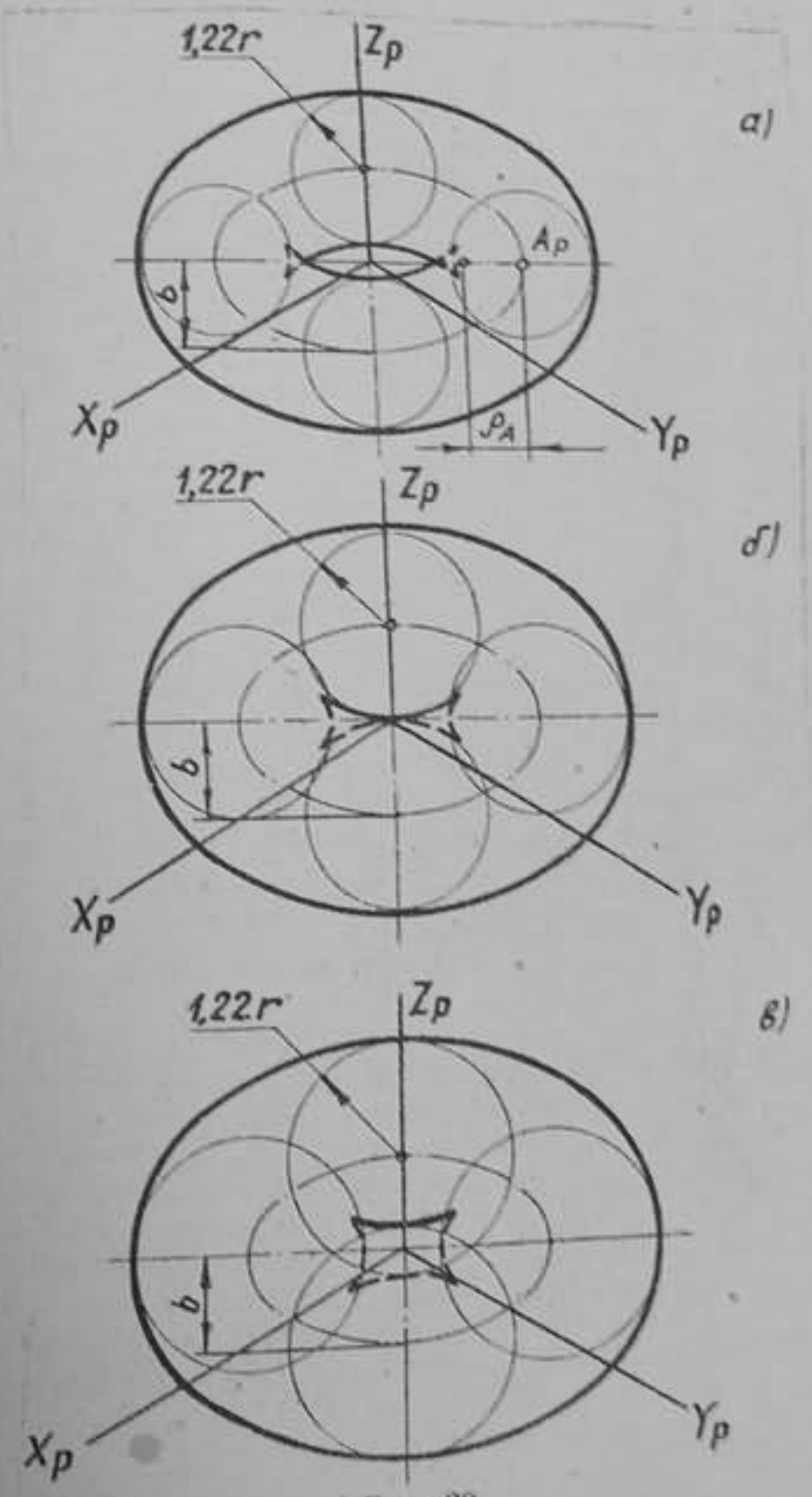


Рис. 32

С центрами на эллипсе описаны окружности радиуса $r_1 = 1,22 r$. Кривые 2 и 3, огибающие эти окружности, служат линиями контура аксонометрической проекции кольца; R_A - радиус кривизны эллипса в точке A . Такой вид аксонометрической проекции кольца характерен для $r_1 < b$ и $r_1 < R_A$. Проекция кольца для $b > r_1 > R_A$ изображена на рис. 32а; для $r_1 = b$ - на рис. 32б и для $r_1 > b$ - на рис. 32в.

На рис. 33 показан пример построения контура проекции кольцевой поверхности технической детали - анкерной шайбы.

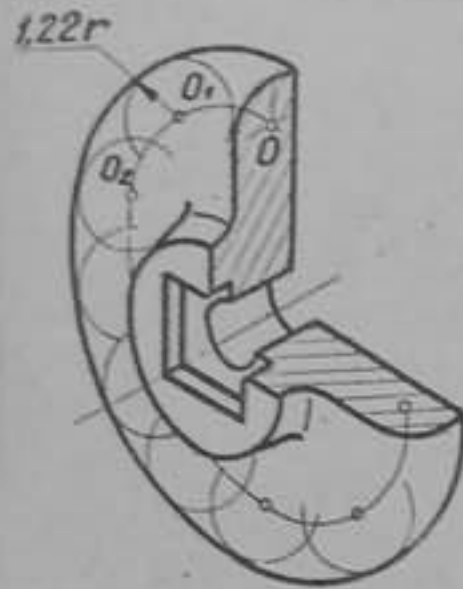


Рис. 33

Винтовые поверхности. Аналогично можно построить проекции винтовой каналовой поверхности, если рассматривать ее как поверхность, обертывающую сферы радиуса r с центрами на цилиндрической винтовой линии (оси канала) данного шага h и радиуса R .

Построение изометрической проекции такой поверхности показано на рис. 34. Эллипс 1 - вторичная проекция оси канала, а кривая 2 - ее аксонометрическая проекция. Точки B_p, C_p, D_p отстоят от точек b_p, c_p, d_p соответственно на расстояниях $h/8, 2h/8, 3h/8$, откладываемом вдоль оси Z_p . Линии 3 и 4, огибающие семейство окружностей радиуса $r_1 = 1,22 r$, служат

линиями контура проекции винтовой поверхности.

На рис. 35 приведено построение аксонометрической проекции прямого закрытого геликоида. Направляющей поверхности является цилиндрическая винтовая линия радиуса R и шага h , а образующей - прямая линия, параллельная плоскости XU . Эллипс 1 - вторичная проекция направляющей, отрезки $a_p O_p, b_p O_p, \dots$ - вторичные проекции образующих, кривая 2 - аксонометрическая проекция направляющей. Аксонометрические проекции образующих проходят через точки A_p, B_p, C_p, \dots параллельно своим вторичным проекциям.

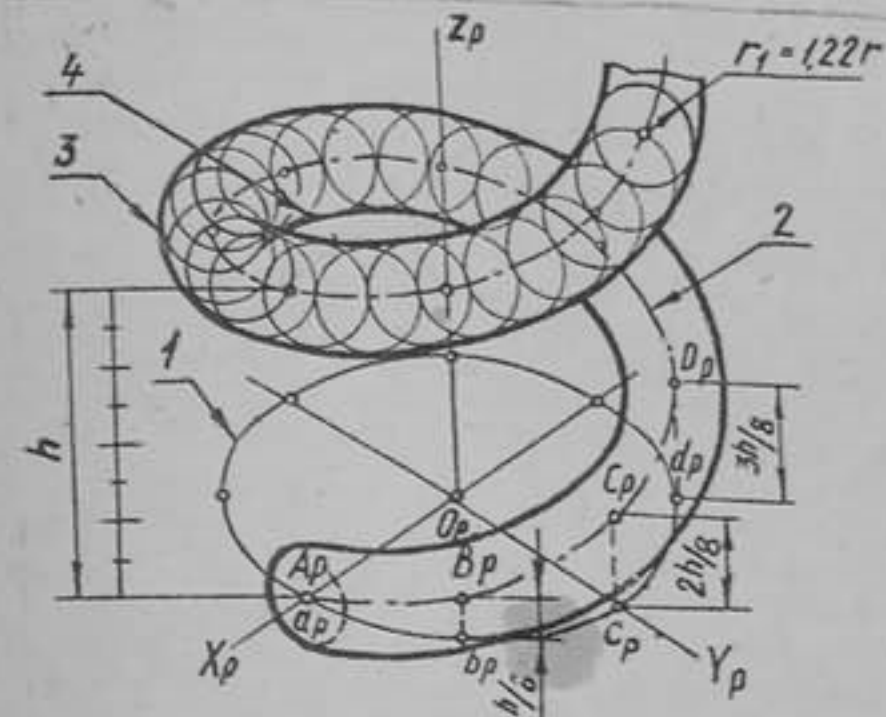


Рис. 34

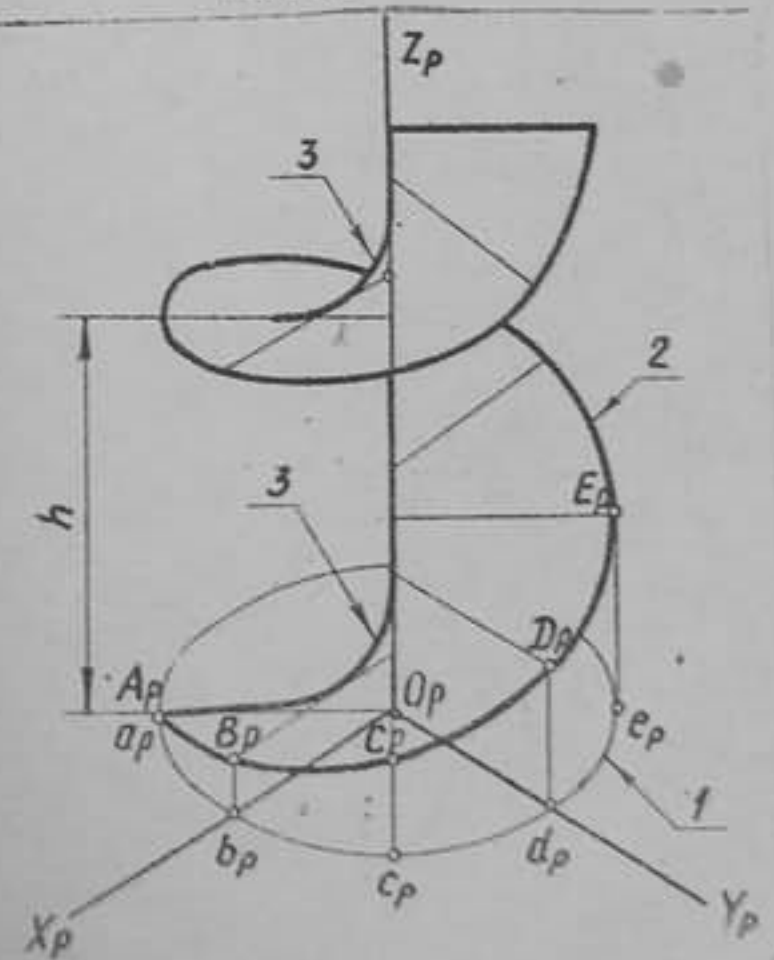


Рис. 35

Контур аксонометрической проекции поверхности составляет кривая 2, аксонометрическая проекция оси геликоида и кривые линии 3, огибающие аксонометрическую проекцию образующих.

Построение аксонометрических проекций линий пересечения кривых поверхностей

Проекцию линии пересечения поверхностей можно строить или по координатам ряда ее точек, взятым с чертежа проектируемого предмета, или непосредственно на аксонометрическом изображении, используя для построения вспомогательные поверхности. Следует по возможности подбирать такие вспомогательные поверхности, которые с заданными поверхностями дают на чертеже простые для построения линии пересечения.

Так, при построении линии пересечения цилиндров вспомогательные плоскости следует проводить параллельно прямолинейным образующим цилиндрических поверхностей.

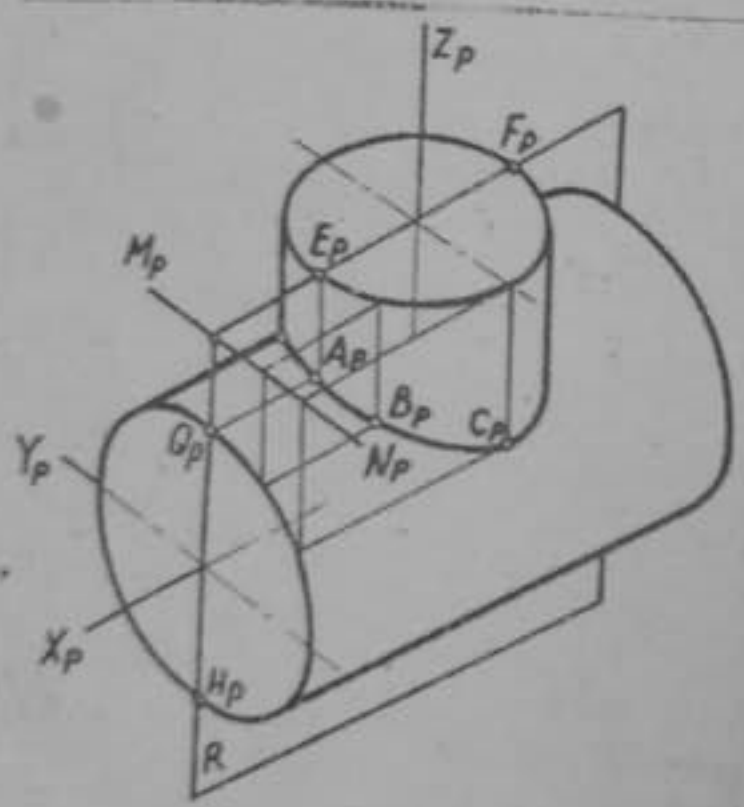


Рис. 36

На рис. 36 плоскость R пересекает основания цилиндра по прямым $E_p F_p$ и $G_p H_p$, а цилиндрические поверхности — по образующим, проходящим через точки E_p, F_p, G_p, H_p . Образующие, пересекаясь между собой, дают точки (например, точка A_p), принадлежащие линии пересечения. Для построения точек искомой линии удобно использовать линии пересечения плоскостей оснований цилиндров ($M_p N_p$ на рис. 36).

Если на чертеже отсутствуют проекции осей вращающихся цилиндров, то их можно построить на изображении сечений детали (рис. 37).

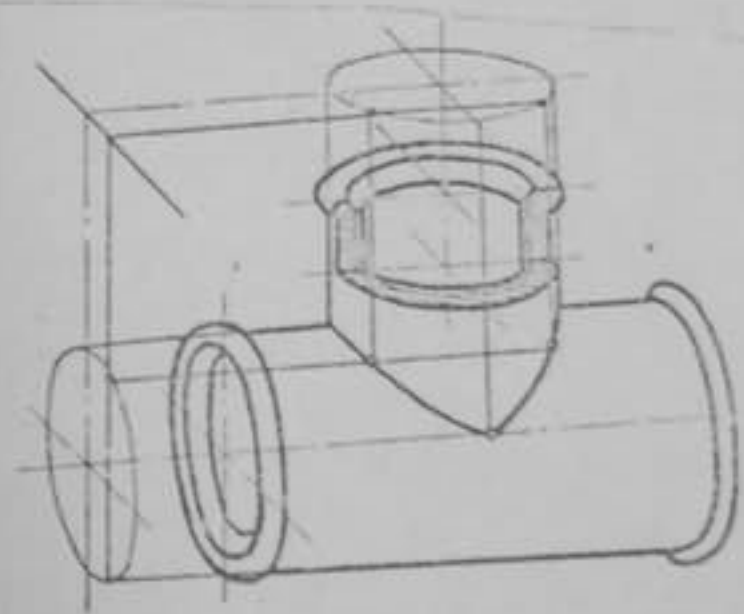


Рис. 37

При построении линии пересечения конуса с цилиндром следует использовать вспомогательные плоскости, проходящие через вершину конуса параллельно образующей цилиндра.

На рис. 38 плоскость R_1 пересекает основания цилиндра и конуса по прямым $A_p B_p$ и $C_p D_p$, а боковую поверхность — по образующим $A_p E_p$ и $C_p E_p$. Точка их пересечения E_p принадлежит искомой линии. При построении удобно использовать прямую $M_p N_p$ — линию пересечения плоскостей оснований цилиндра и конуса.

При построении линии пересечения конусов используют вспомогательные плоскости, проходящие через их вершины.

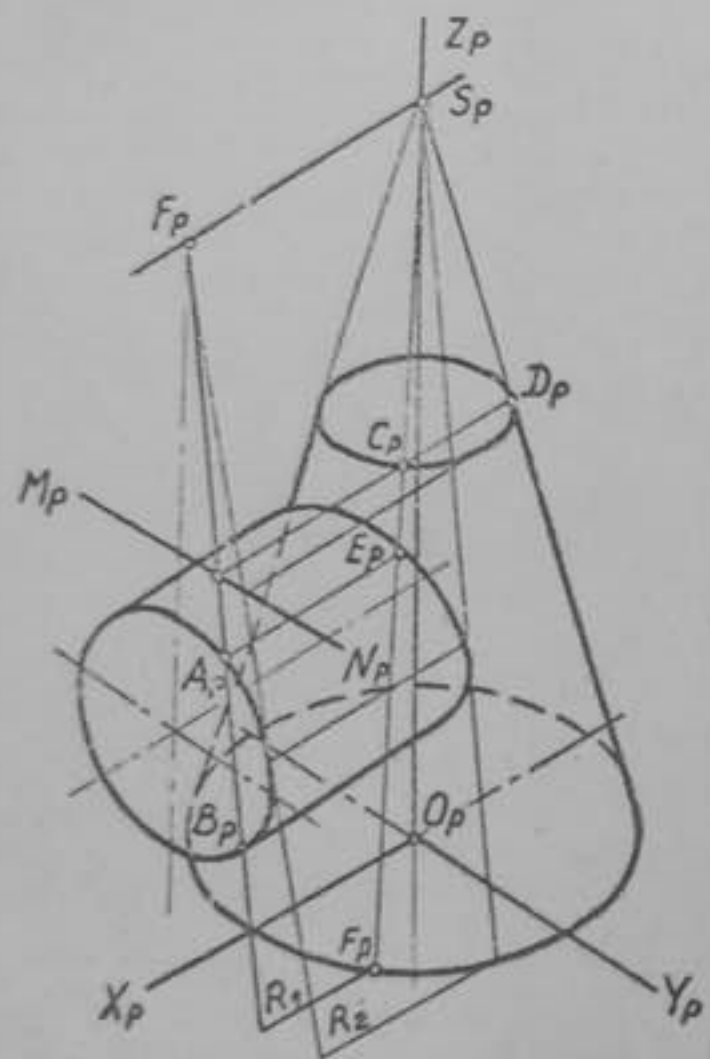


Рис. 38

На рис. 38 плоскость R пересекает коническую поверхность с вершиной S_{1p} по образующим $S_{1p}A_p$ и $S_{1p}B_p$, а боковую поверхность второго конуса по образующим $S_{2p}C_p$ и $S_{2p}D_p$. Для построения последних вычерчен эллипс 1 — проекция сечения конуса с вершиной S_{2p} координатной плоскостью ZY . Точки C_p и D_p — точки пересечения этого эллипса с прямой $S_{1p}E_p$. Прямая $S_{1p}A_p$ пересекается с прямыми $S_{2p}C_p$ и $S_{2p}D_p$ в точках 1_p и 2_p искомой линии.

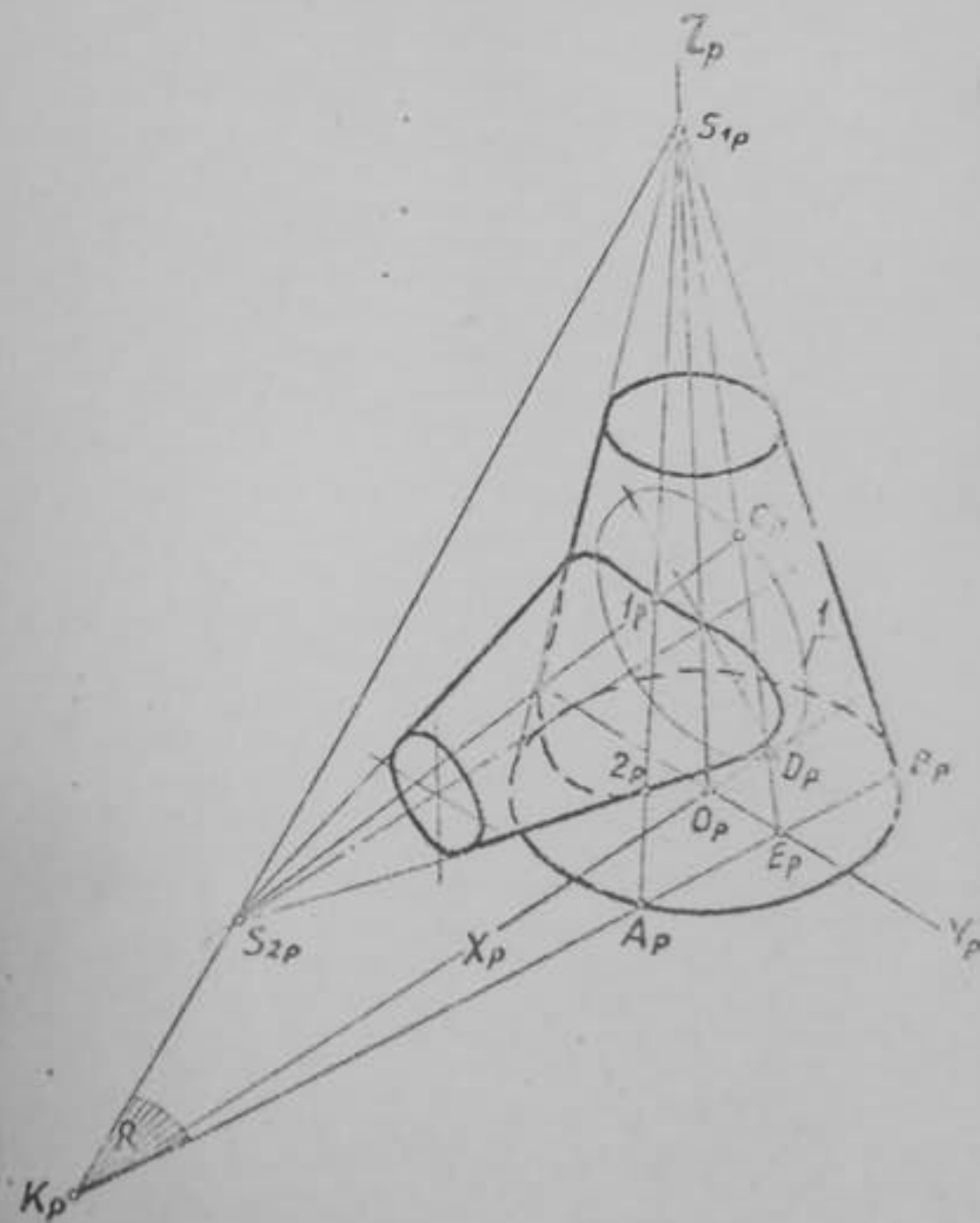


Рис. 39

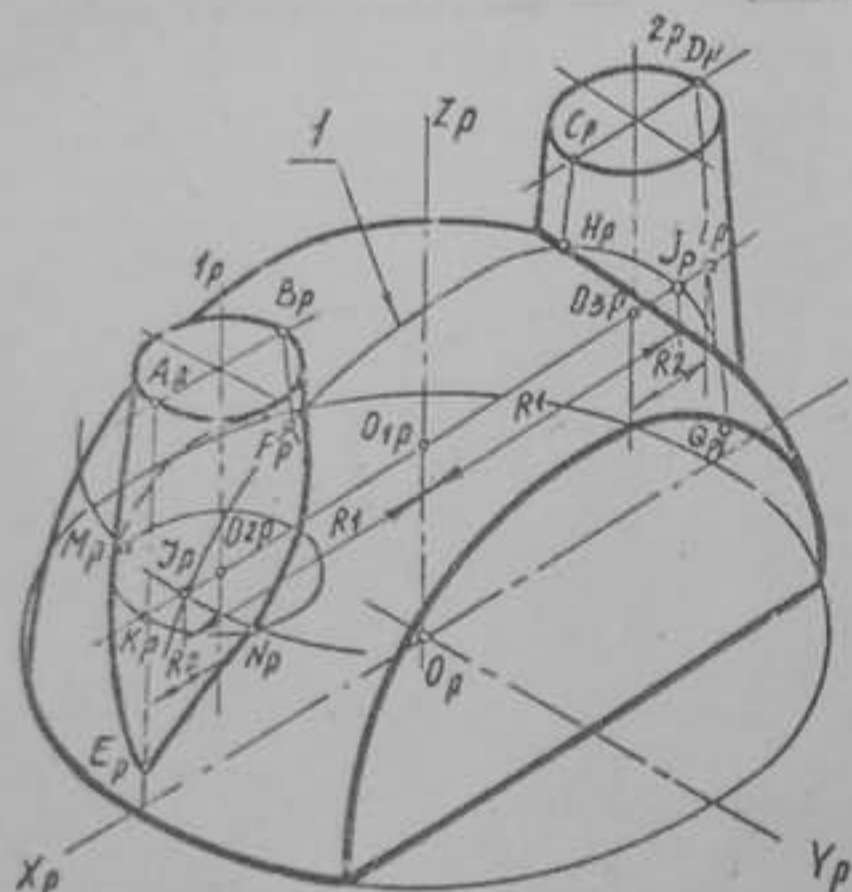


Рис. 40

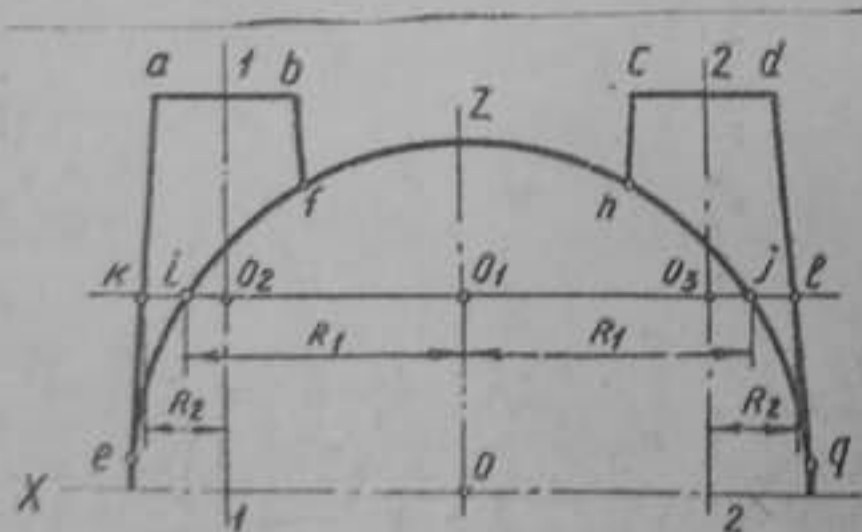


Рис. 41

На рис. 40 показано построение точек линии пересечения конических бобышек со сферической поверхностью крышки подшипника. Вспомогательная плоскость, проведенная через точку O_{1p} перпендикулярно осям конусов, пересекает их по окружностям радиуса R_2 , а сферу – по окружности радиуса R_1 . Для определения R_1 и R_2 на изображении построены проекции сечений сферы (эллипс 1) и конусов (прямоугольники, проходящие через точки A_p, B_p) плоскостью, проходящей через оси последних. На пересечении эллипса с центром O_{2p} и дуги эллипса с центром O_{1p} найдены точки M_p, N_p проекции искомой линии пересечения.

Для определения радиусов R_1 и R_2 можно начертить (рис. 41) отдельно сечение сферы и конусов плоскостью, проходящей через оси последних. При построении проекции линии пересечения не следует использовать приближенное вычерчивание эллипсов.

Нанесение линий штриховки сечений

Согласно ГОСТ 2,317-68 ЕСКД линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекции квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны координатным осям.

На рис. 42 показано построение направлений линий штриховки в изометрии. Для этого на осях X_p, Y_p, Z_p (или линиях, им параллельных) откладывают равные отрезки произвольной длины и соединяют их концы.

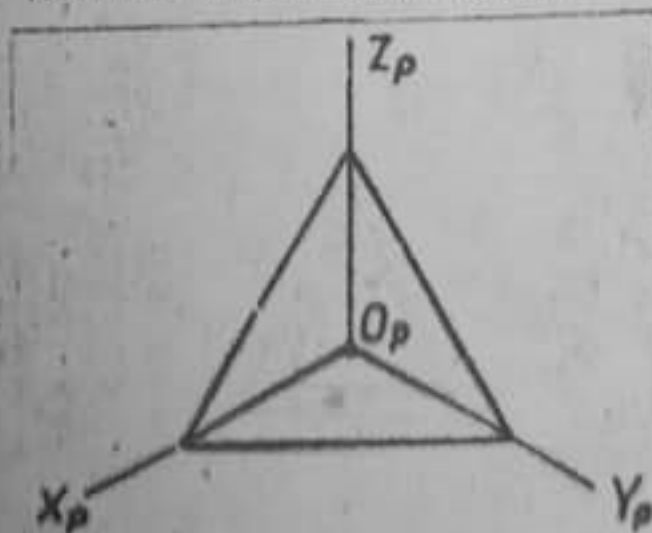


Рис. 42

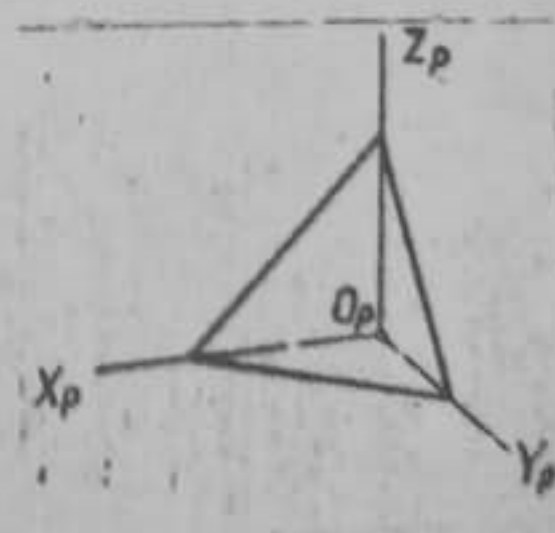


Рис. 43

На рис. 43 показано построение направления линий штриховки в диаметри. Для этого на осях X_p и Z_p (или линиях, им параллельных) откладывают равные отрезки произвольной длины, а на оси Y_p (или линии, ей параллельной) – отрезок, вдвое меньший, и соединяют их концы.

Последовательность вычерчивания аксонометрической проекции

Построение аксонометрической проекции предмета нужно проводить в последовательности, позволяющей избежать нанесения на чертеже лишних линий. Поясним это на двух примерах.

Пример 1. Построение проекции детали (рис. 44) без выреза ее части.

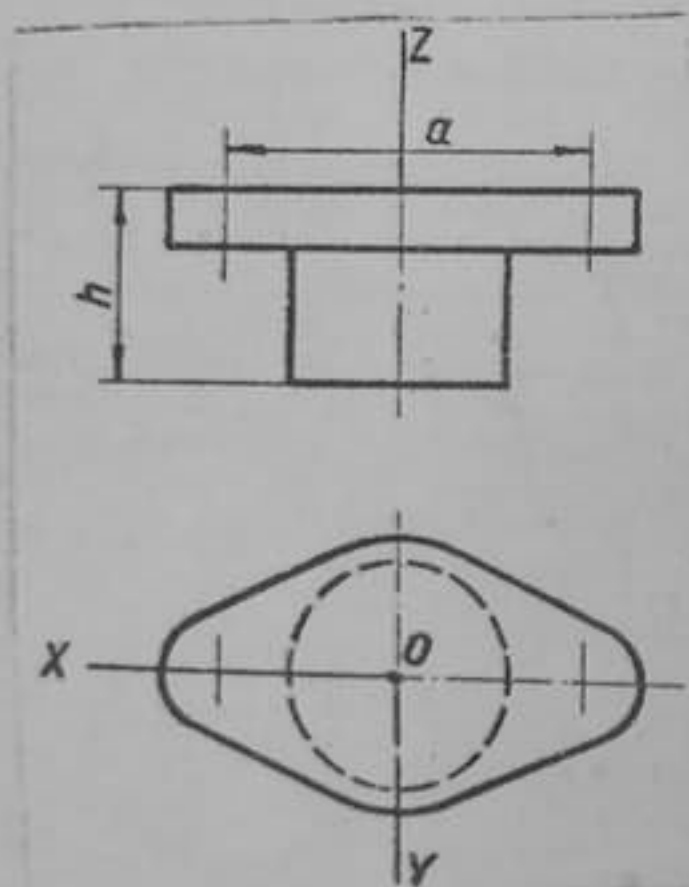


Рис. 44

Этап 1. Нанесение осей (рис. 45).

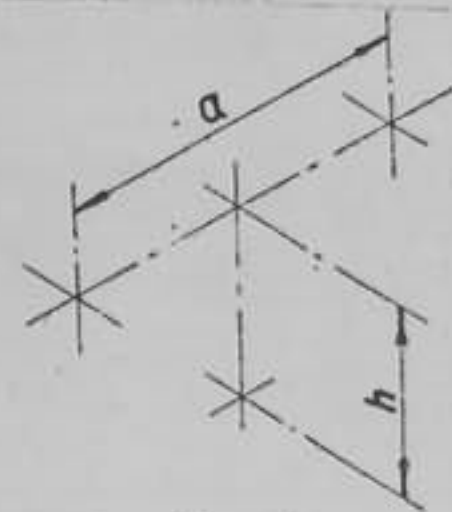


Рис. 45

Этап 2. Вычерчивание очертаний верхней плоскости фланца (рис. 46).

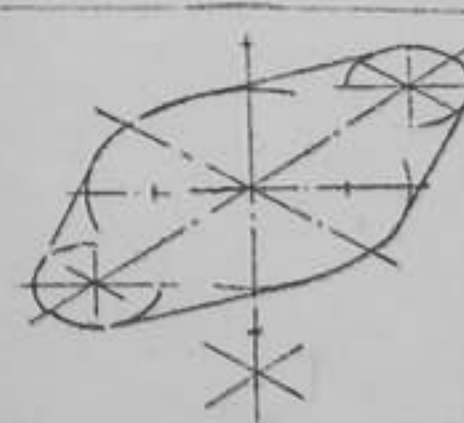


Рис. 46

Этап 3. Вычерчивание очертаний видимой части нижней плоскости фланца (рис. 47).

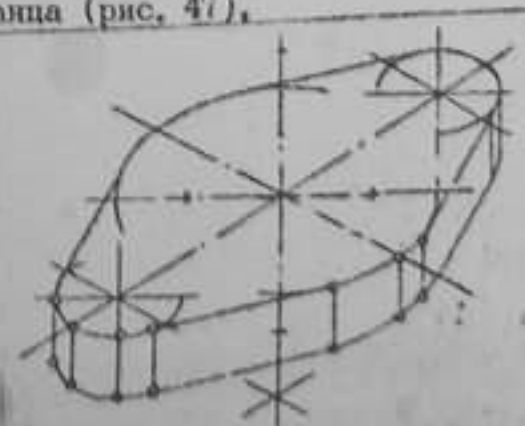


Рис. 47

Этап 4. Вычерчивание видимой части эллипса – проекции окружности основания цилиндра и образующих цилиндра (рис. 48).

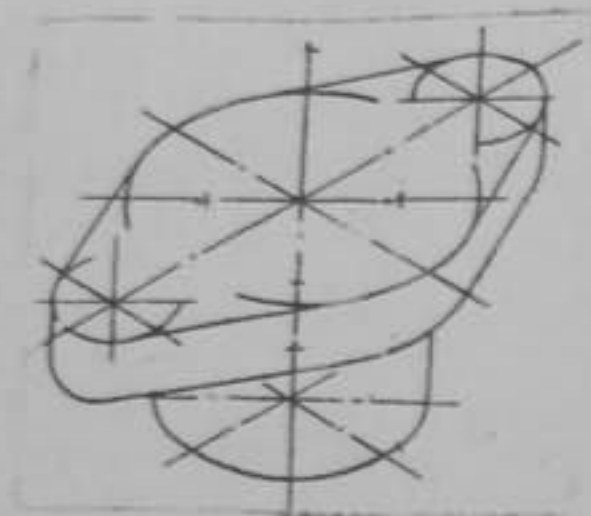


Рис. 48

Этап 5. Удаление лишних линий и обводка изображения (рис. 49).

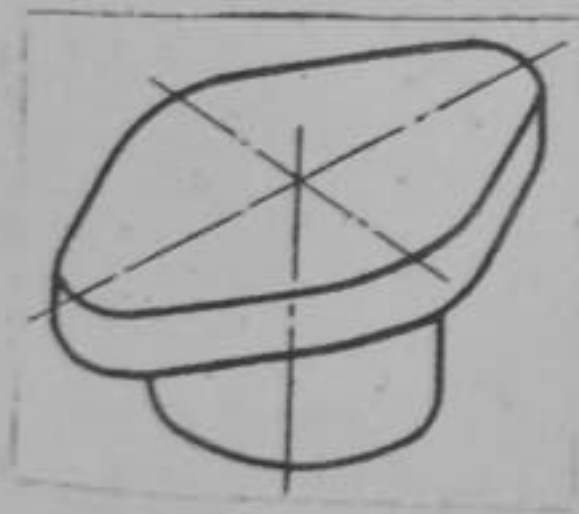


Рис. 49

Пример 2. Построение аксонометрической проекции детали с вырезом 1/4 части детали (рис. 50).

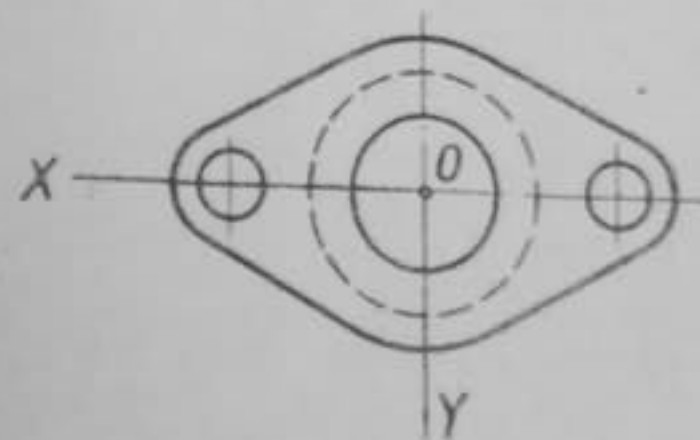
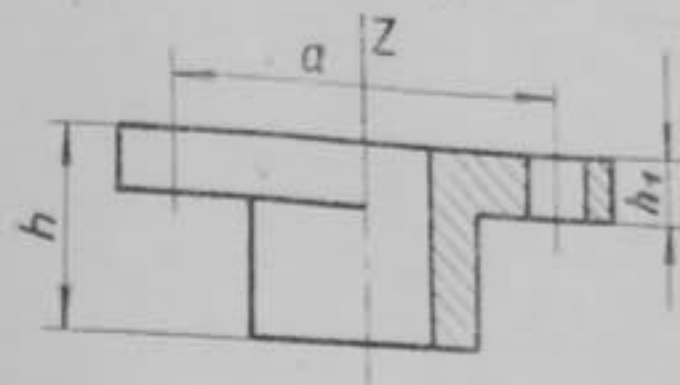


Рис. 50

Этап 1. Нанесение осей (рис. 51).

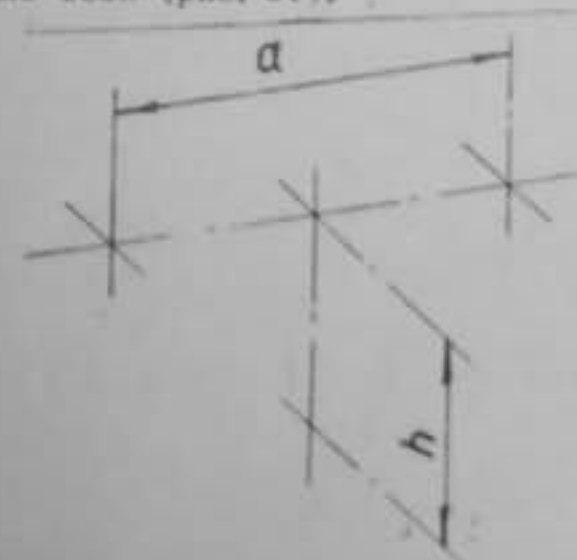


Рис. 51

Этап 2. Вычерчивание фигур сечений, расположенных в плоскостях, ограничивающих вырез (рис. 52).

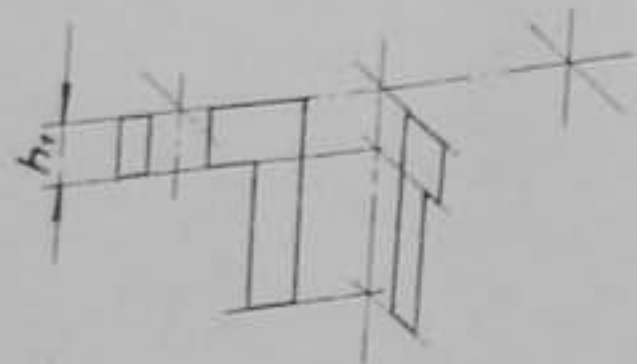


Рис. 52

Этап 3. Вычерчивание очертаний верхней плоскости фланца (рис. 53).

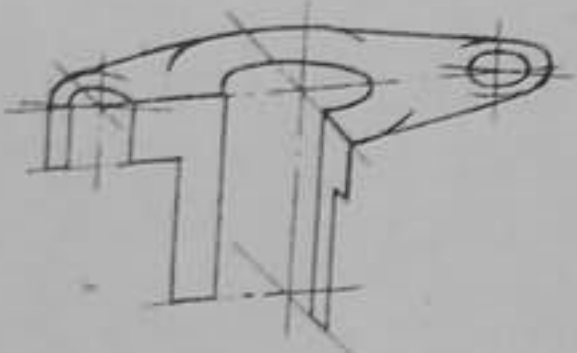


Рис. 53

Этап 4. Вычерчивание очертаний видимой части нижней плоскости фланца, окружности основания цилиндра и образующих цилиндра (рис. 54).

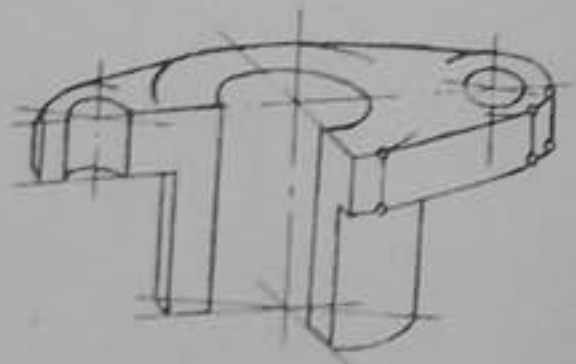


Рис. 54

Этап 5. Обводка и нанесение линий штриховки (рис. 55).

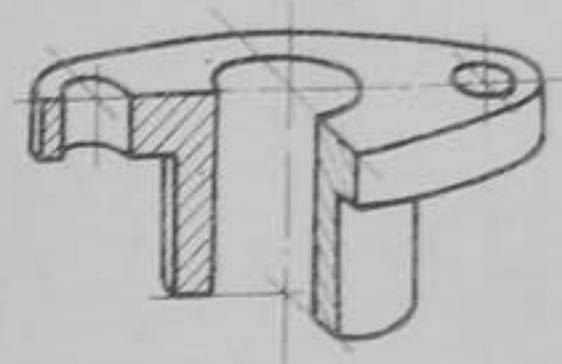


Рис. 55

Построение координатных отрезков для точек, заданных на поверхностях вращения, в аксонометрических проекциях

В результате проработки раздела "Построение аксонометрических проекций" студент должен уметь строить аксонометрические изображения по чертежу предмета и воспроизводить форму и размеры предмета по его аксонометрии.

Воспроизведение формы и размеров предмета по аксонометрической проекции возможно, если для любой его точки могут быть определены три аксонометрические координаты (т.е. построена аксонометрическая координатная ломаная).

Для заданного вида аксонометрии (т.е. когда даны аксонометрические оси и коэффициенты искажения) аксонометрические координаты точки определяются, если кроме ее аксонометрической проекции известна (или может быть определена) одна из вторичных проекций.

Рассмотрим несколько примеров построения координатных отрезков.

Пример 1. Задана аксонометрическая проекция A_p точки, принадлежащей цилиндрической поверхности. Построить ее координатные отрезки.

Через точку A_p (рис. 56) проведена прямая параллельно оси Z_p и найдена вторичная проекция точки a_p . Через a_p проведена прямая параллельно оси Y_p до пересечения с осью X_p . Отрезки $O_p a_{x_p}$, $a_{x_p} a_p$, $a_p A_p$ - искомые.

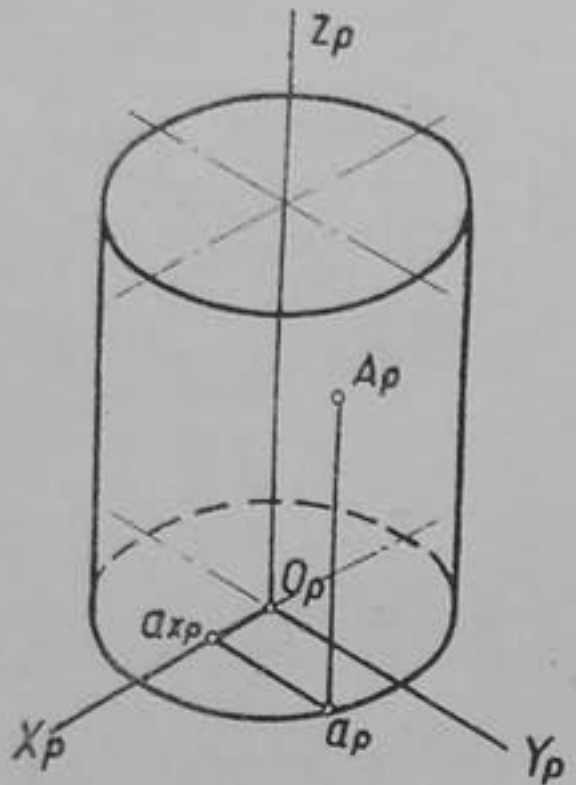


Рис. 56

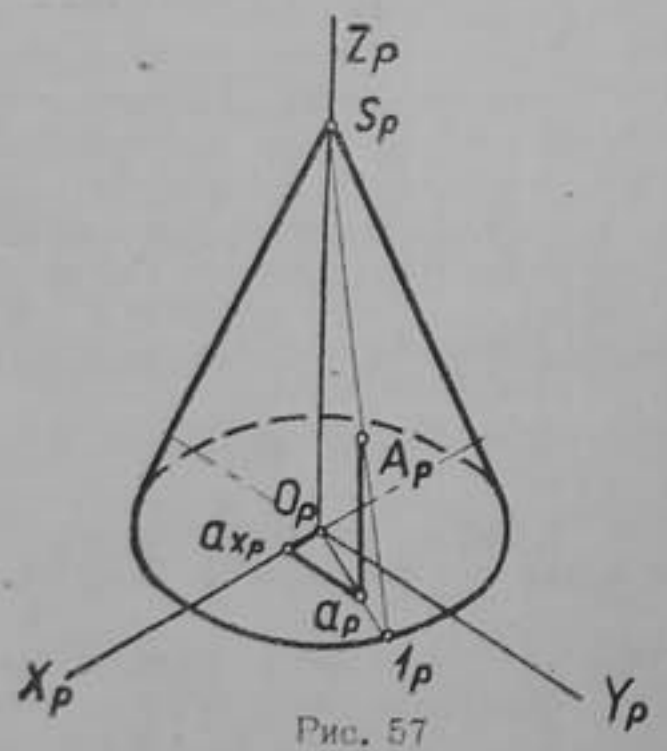


Рис. 57

Пример 2 Задана аксонометрическая проекция A_p точки, принадлежащей конической поверхности. Построить ее координатные отрезки.

Через точку A_p (рис. 57) проведена образующая S_p-1_p и построена ее вторичная проекция O_p-1_p . Затем через точку A_p проведена прямая параллельно оси Z_p до пересечения с $O_p 1_p$ в точке a_p (вторичная проекция точки). Отрезки $O_p a_{xp}$, $a_{xp} a_p$, $a_p A_p$ - искомые.

Если на чертеже нельзя построить усеченный конус до полного, то рассуждаем следующим образом. Предположим, что мы имеем сечение конуса плоскостью, проходящей через его ось и точку A (рис. 58). Проводим прямую BC параллельно 1-2 и прямую OA . Из чертежа очевидно, что $\frac{OB}{BA} = \frac{OC}{C-2}$. Это соотношение сохранится и в аксонометрии.

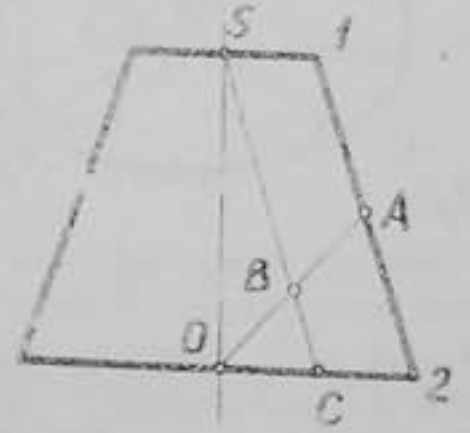


Рис. 58

Поэтому на рис. 58 проводим прямую $O_p A_p$ и строим конус с вершиной S_p и образующей, параллельной образующей усеченного конуса ($S_p-5_p \parallel 3_p-4_p$). Соединим точку $4_p \in A_p$ и проводим через точку 5_p прямую, параллельную A_p-4_p . Точка B_p делит отрезок $O_p A_p$ в отношении $\frac{O_p B_p}{B_p A_p} = \frac{O_p 5_p}{5_p 4_p}$. Затем проводим образующую $S_p B_p$ и параллельно ей прямую A_p-2_p . Отрезок O_p-2_p - вторичная проекция образующей 1_p-2_p . На ней находим вторичную проекцию a_p точки A . Отрезки $O_p a_{xp}$, $a_{xp} a_p$, $a_p A_p$ - искомые.

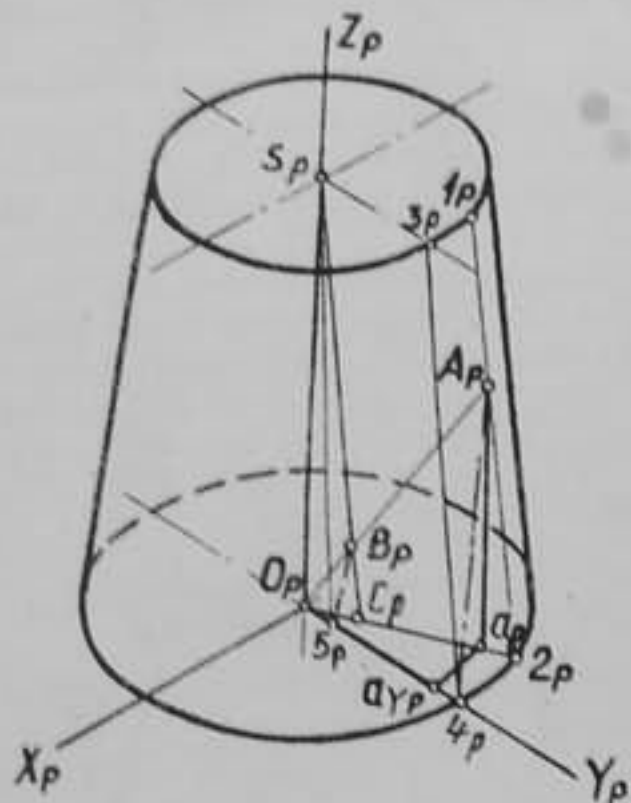


Рис. 59

Пример 3. Задана изометрическая проекция A_p точки, принадлежащей сфере с центром в точке O . Построить ее координатные отрезки.

Для определения искомым отрезков следует найти одну из вторичных проекций a_p точки A . На рис. 60 построены проекции Z_a, X_a, Y_a координатных осей на плоскости Q , перпендикулярной картинной плоскости и параллельной оси Z . Построение проекций Z_a, X_a, Y_a ясно из чертежа.

Плоскость, проходящая через точку A перпендикулярно картинной плоскости, пересекает сферу по окружности. Строим проекцию этой окружности на плоскости Q , находим на ней точку A_q и по A_q - точку a_q . По a_q определяем a_p . Отрезки $O_p a_{xp}, a_{xp} a_p, a_p A_p$ - искомым.

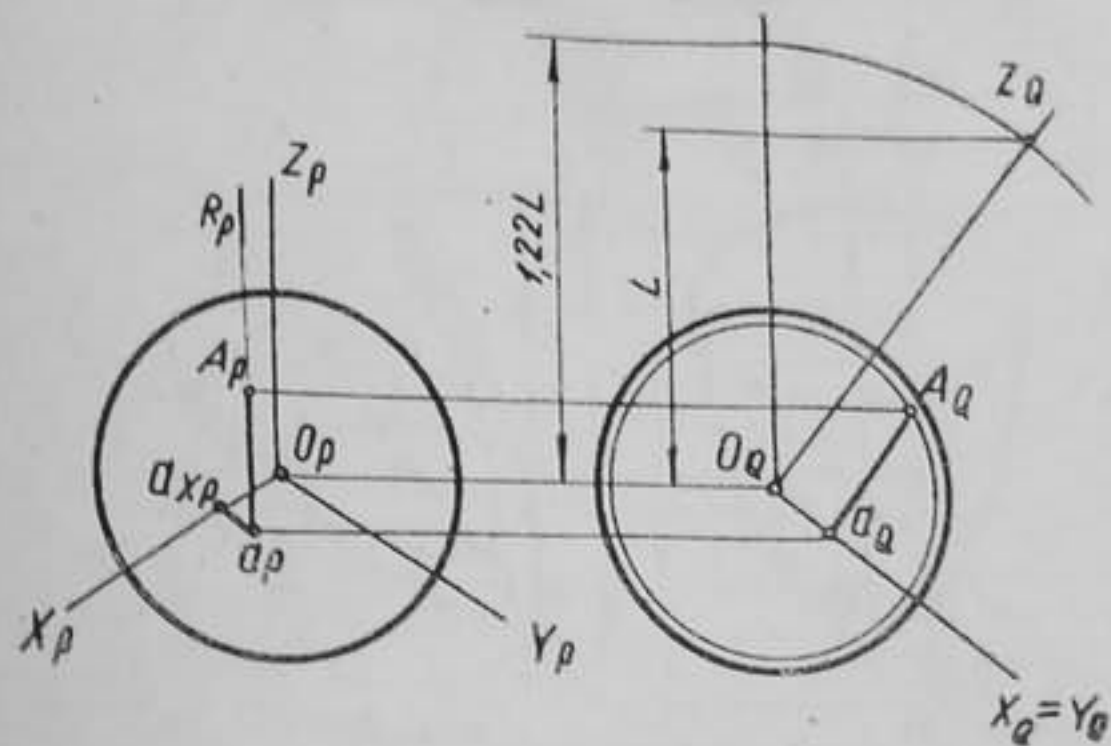


Рис. 60

Пример 4. Задана изометрическая проекция A_p точки, принадлежащей тору. Построить ее координатные отрезки.

На рис. 61 построены проекции Z_a, X_a, Y_a координатных осей и заданного тора на плоскости Q , перпендикулярной картинной плоскости и параллельной оси Z , а также проекция тора на плоскости T , перпендикулярной оси Z .

Строим проекцию на плоскости Q линии пересечения тора с плоскостью R (кривая 1) и находим точку a_q . По a_q определяем a_p . Отрезки $O_p a_{xp}, a_{xp} a_p, a_p A_p$ - искомым.

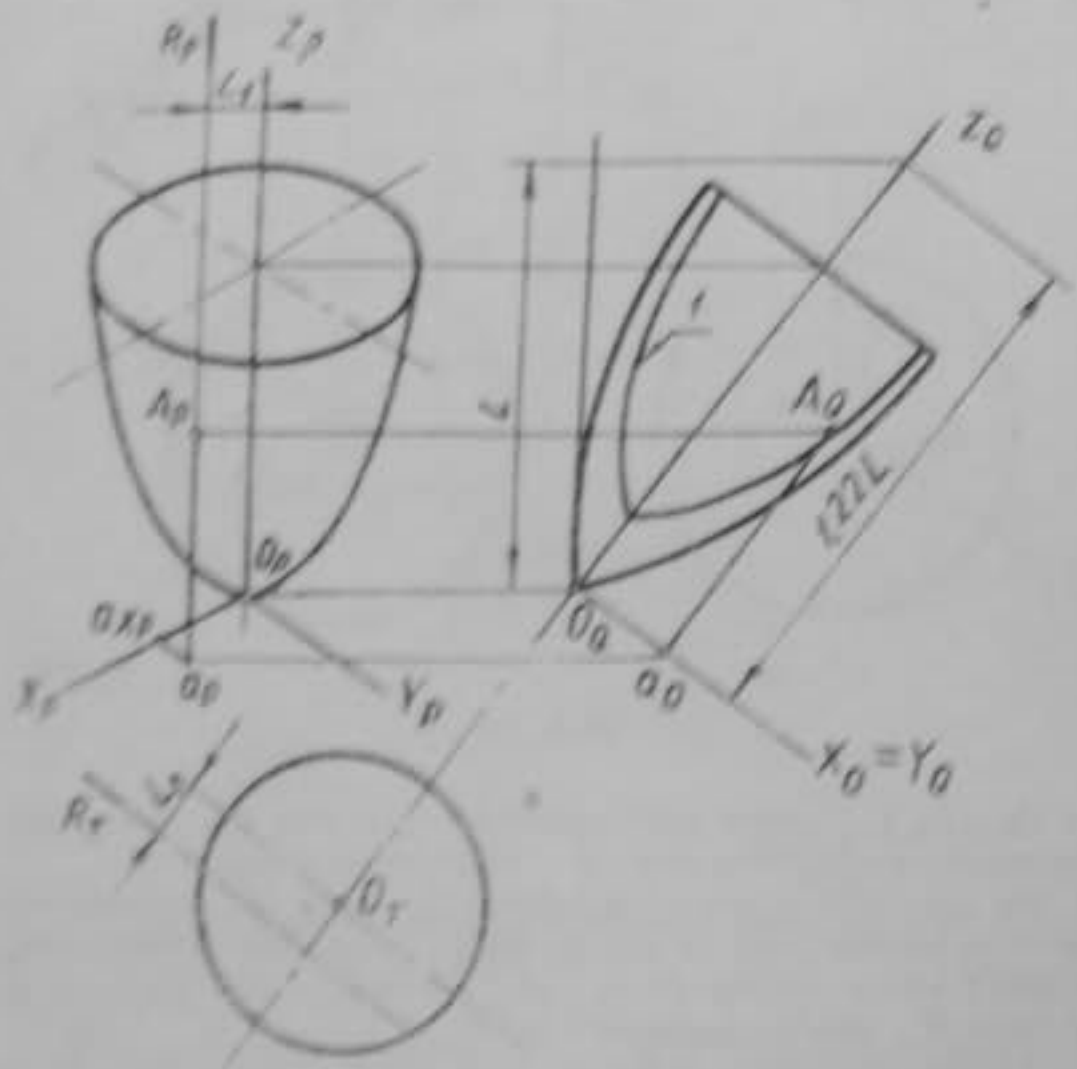


Fig. 61

Задача 5. Даны характеристика проекции A_p точки, принадлежащей поверхности сферического шара. Постройте ее координатные проекции.

На рис. 62 построены проекции Z_0, X_0, Y_0 координатных осей в шаровом шаре на плоскости O , ортогональную кривизной плоскости и параллельную оси Z , и также проекция точки на плоскости T , ортогональную оси Z .

Сфера проекции на плоскости O имеет радиус R и центр O в координатных осях X_0, Y_0, Z_0 . По A_p проекции $O_p, O_{xp}, O_{yp}, O_{zp}$ и A_p на плоскости T построены проекции $O_p, O_{xp}, O_{yp}, O_{zp}$ и A_p на плоскости T .

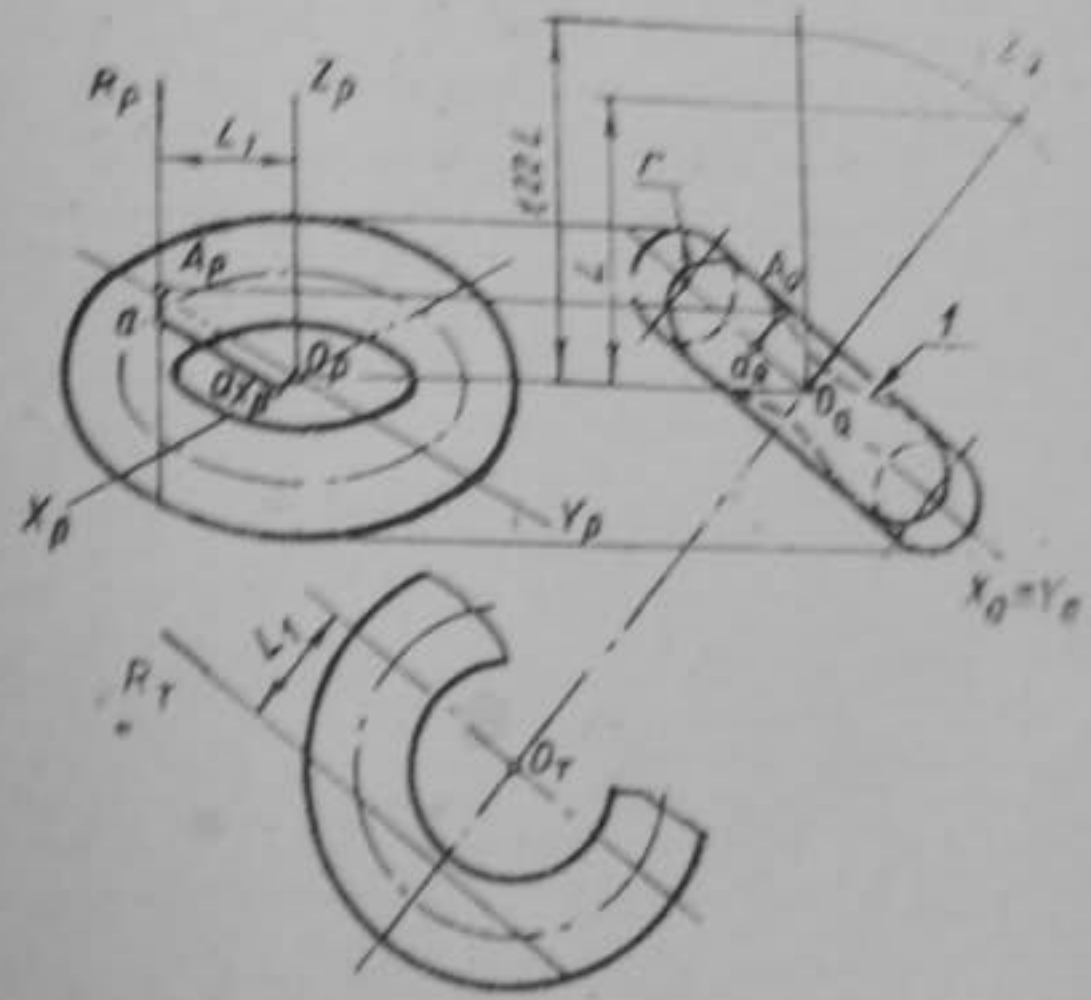


Fig. 62

ОГЛАВЛЕНИЕ

Цель и содержание задания	3
Требования к выполнению задания	3
АксонOMETрические проекции. Общие сведения	5
Прямоугольные аксонOMETрические проекции.....	7
Коэффициенты искажения	7
Углы между аксонOMETрическими осями	9
Построение аксонOMETрических проекций плоских фигур	12
Построение аксонOMETрических проекций многогранников	15
Построение аксонOMETрической проекции окружности	16
Диаграмма умножения размеров на коэффициенты искажения	21
Примеры построения аксонOMETрических проекций некоторых кривых поверхностей	22
Построение аксонOMETрических проекций линий пересечения кривых поверхностей	28
Нанесение линий штриховки сечений	33
Последовательность вычерчивания аксонOMETрической проекции.....	34
Построение координатных отрезков для точек, заданных на поверхностях вращения, в аксонOMETрических проекциях	39