

Цель и содержание задания

Цель задания – изучение правил построения аксонометрических проекций согласно ГОСТ 2.317-69 ЕСКД, приобретение навыков в выполнении аксонометрических проекций машиностроительных деталей.

В задание входит выполнение аксонометрической проекции детали по снятому с неё (при выполнении предыдущего задания) эскизу. Номер детали и вид проекции (прямоугольная изометрия или прямоугольная диметрия) выбирается по согласованию с преподавателем.

Требования к выполнению задания

Аксонометрическую проекцию детали выполняют, как правило, на отдельном листе формата А4 или А3 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 расположения детали относительно координатных осей, масштаба изображения 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.

Изм.	Лист	№ док.	Лист	Всего
Разр.				
Проб.				
Уч.инж.				
Инж.инж.				
В.тб.				

Аксонометрия

Лит.	Номер	Масштаб
Лист 1	Листов 1	
МГТУ им. Н.Э.Баумана Кафедра "Графика" Группа ...		

Копировал

Формат А3

Рис. 1

АксонOMETРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ. Общие сведения

Метод прямоугольного проецирования на несколько плоскостей проекций, обладая многими достоинствами, вместе с тем имеет 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, параллельно*) проецируется на некоторую плоскость, называемую **плоскостью аксонометрических проекций (или картинной плоскостью)**.

Проекция на этой плоскости называется **аксонометрической** или сокращенно **аксонометрией**.

Простота построения параллельной аксонометрии заключается в использовании свойства параллельных проекций. Проекции прямых, параллельных натуральным осям координат, параллельны соответствующим аксонометрическим осям.

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

В первом случае применяется только прямоугольное проецирование (прямоугольная или ортогональная аксонометрия), во втором и в третьем – только косоугольное проецирование (косоугольная аксонометрия).

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

Проекции осей x , y , z – прямые x_β , y_β , z_β называются аксонометрическими осями. Пространственная координатная ломаная линия $Oa_x aA$ проецируется в плоскую ломаную линию $Oa_{x\beta} a_\beta A_\beta$, называемую **аксонометрической координатной ломаной**. Точка A_β – аксонометрическая проекция точки A ; точка a_β – представляет собой аксонометрическую проекцию точки a .

*) Аксонометрия может быть также центральной.

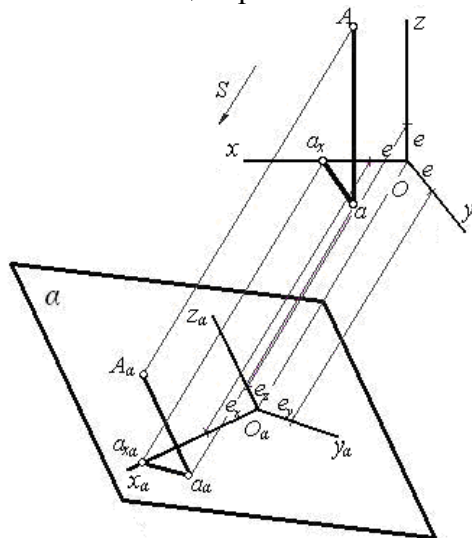


Рис. 2

АксонOMETрическую проекцию любой ортогональной проекции точки A называют **вторичной** проекцией точки A .

На осях x , y , z отложен отрезок e , принимаемый за единицу измерений по этим осям. Отрезки e_x , e_y , e_z на аксонOMETрических осях представляют собой проекции отрезка e . Они являются единицами измерения по аксонOMETрическим 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 аксонOMETрическим осям. Отношения между аксонOMETрическими 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 картинной плоскостью, связаны зависимостью

$$k^2 + m^2 + n^2 = 2 + \operatorname{ctg}^2 \varphi$$

Так как взаимное расположение картинной плоскости \bar{b} и координатных осей x , y , z , а также направление проецирования могут быть различными, то можно получать множество различных аксонOMETрических проекций.

Если направление проецирования не перпендикулярно к картинной плоскости \bar{b} , то аксонOMETрическая проекция называется **косоугольной**; если же перпендикулярно, то – **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 машиностроении в основном применяют прямоугольные: изометрическую ($k=m=n$) и диметрическую ($k=m=2n$) проекции.

Прямоугольные аксонометрические проекции

Коэффициенты искажения

Картинная плоскость, пересекая плоскости координат, образует треугольник, называемый треугольником следов. На рис. 3 таким треугольником является треугольник $X_{\beta} Y_{\beta} Z_{\beta}$.

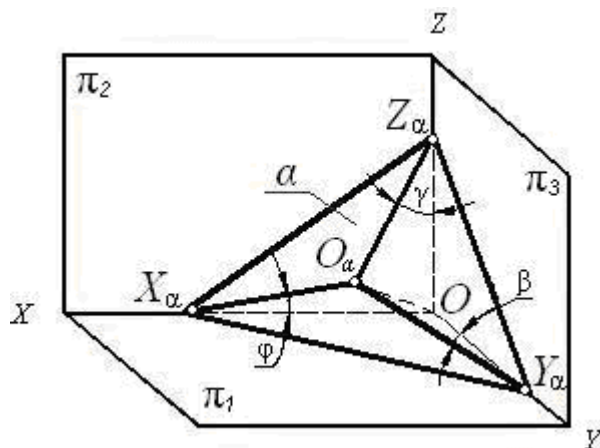


Рис. 3

Опустим из начала координат O перпендикуляр на плоскость β . Точка O_{β} пересечения перпендикуляра с плоскостью β представляет собой прямоугольную аксонометрическую проекцию точки O , а отрезки $O_{\beta}X_{\beta}$, $O_{\beta}Y_{\beta}$ и $O_{\beta}Z_{\beta}$ – прямоугольные аксонометрические отрезки координатных осей OX_{β} , OY_{β} , OZ_{β} . Треугольники $OO_{\beta}X_{\beta}$, $OO_{\beta}Y_{\beta}$, $OO_{\beta}Z_{\beta}$ – прямоугольные, отрезки $O_{\beta}X_{\beta}$, $O_{\beta}Y_{\beta}$, $O_{\beta}Z_{\beta}$ являются их катетами, а отрезки OX_{β} , OY_{β} , OZ_{β} – гипотенузами. Отсюда –

$$\frac{O_{\beta}X_{\beta}}{OX_{\beta}} = \cos\psi, \frac{O_{\beta}Y_{\beta}}{OY_{\beta}} = \cos\beta, \frac{O_{\beta}Z_{\beta}}{OZ_{\beta}} = \cos\gamma,$$

где ψ , β , γ – углы наклона координатных осей x , y , z к плоскости аксонометрических проекций.

Так как

$$\frac{O_{\beta}X_{\beta}}{OX_{\beta}} = k, \frac{O_{\beta}Y_{\beta}}{OY_{\beta}} = m, \frac{O_{\beta}Z_{\beta}}{OZ_{\beta}} = n,$$

то $k = \cos\psi$, $m = \cos\beta$, $n = \cos\gamma$.

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_{β} , y_{β} , $z_{\beta} \approx 0,82$.

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

Диметрическая проекция. Если взять $k=n$ и $m=\frac{1}{2}k$, то получим, $2k^2 + \frac{k^2}{4} = 2$, $k^2 = \frac{8}{9}$, $k = \sqrt{\frac{8}{9}} \approx 0,94$, следовательно, по осям $x_б$ и $z_б$ коэффициенты искажения $k=n=0,94$, а по оси $y_б$ коэффициент искажения $m \approx 0,47$.

Диметрическую проекцию, как правило, выполняют без искажения по осям $x_б$, $z_б$ и с коэффициентом искажения 0,5 по оси $y_б$. В этом случае линейные размеры увеличиваются в $\frac{1}{0,94} = 1,06$ раза.

Углы между аксонометрическими осями

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

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

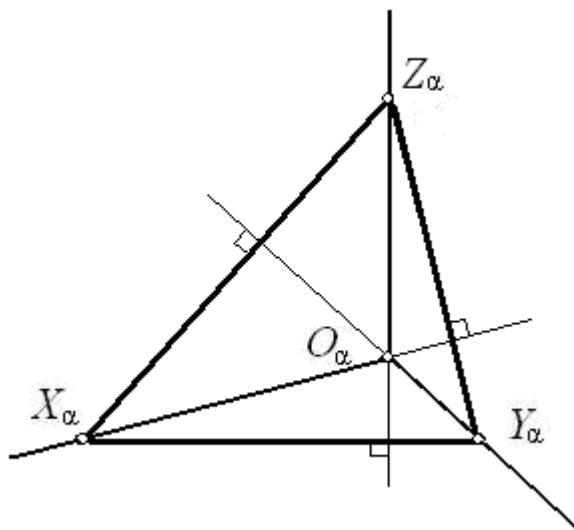


Рис. 4

При практическом выполнении аксонометрических проекций ось $z_б$ принято располагать вертикально. В изометрической проекции оси $x_б$ и $y_б$ проводят при помощи рейсшины и треугольника, имеющего угол 60° и 30° (рис. 6).

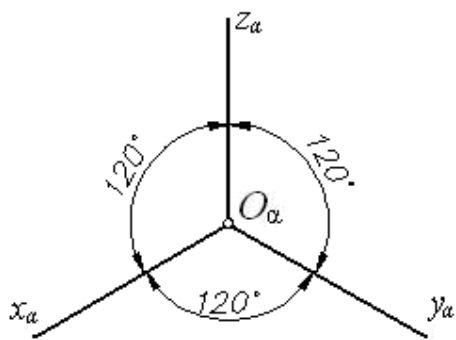


Рис. 5

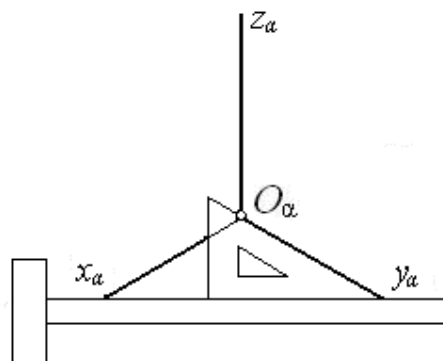


Рис. 6

Те же углы можно построить с помощью циркуля. Из точки O_b как из центра, проводят окружность любого, по 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_b .

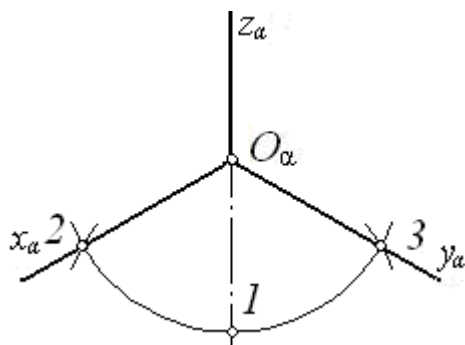


Рис. 7

Диметрическая проекция. Когда $k=n$ и $m=1/2k$, оси x_b и y_b составляют с перпендикуляром к оси z_b соответственно углы $7^\circ 10'$ и $41^\circ 25'$ (рис. 8).

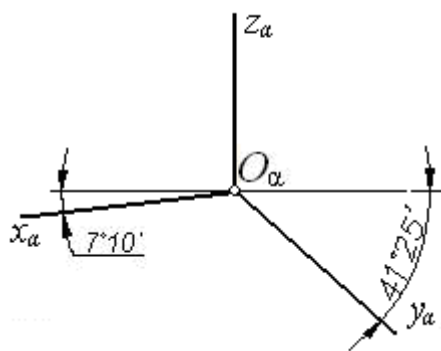


Рис. 8

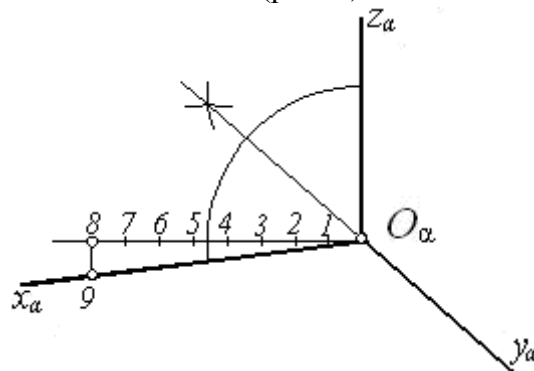


Рис. 9

Построение осей показано на рис. 9. Приняв за единицу отрезок любой длины, откладывают на горизонтальной прямой влево от точки O_b восемь таких единиц; затем вниз по вертикали откладывают одну единицу. Ось x_b проводят через точку O_b и полученную точку 9. Ось y_b служит биссектриса угла между осями x_b и z_b .

Построение аксонометрических проекций плоских фигур

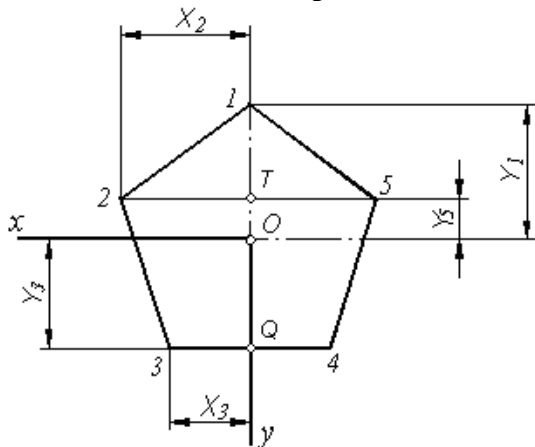


Рис. 10

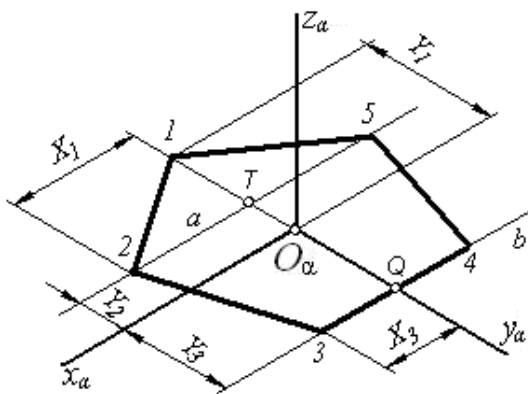


Рис. 11

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.

Линии x, y примем за координатные оси. Проводим изометрические оси x_6 и y_6 (рис. 11). Для построения изображения точки 1 достаточно на оси y_6 отложить отрезок O_6-1 , равный по величине координате y_1 . Затем откладываем в ту же сторону от точки O_p отрезок $O_6 T$, равный координате y_2 , и через точку T проводим прямую ab , параллельную оси x_6 . 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 T по оси y_6 отрезок qO_6 , равный координате y_3 , проводим прямую cd , параллельно оси x_6 и откладываем на ней отрезки $Q-3=Q-4=x_3$.

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 соединения их в определенной последовательности. На рис. 13 показано построение диметрической проекции эллипса, расположенного в плоскости координатных осей x, y .

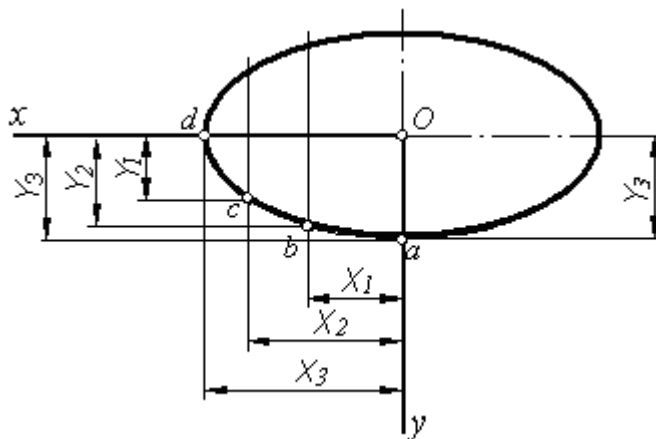


Рис. 12

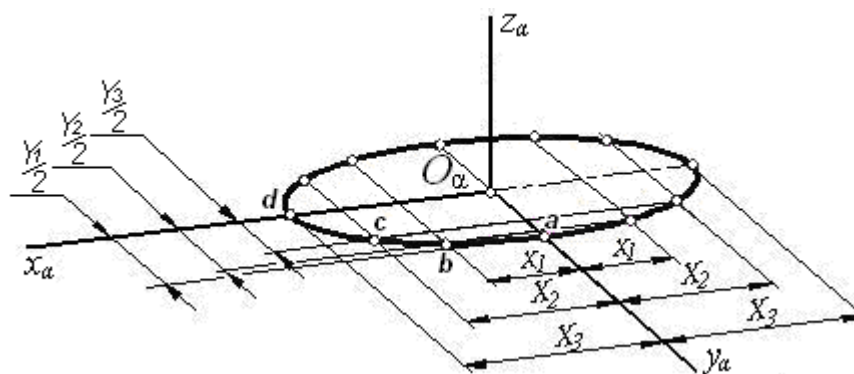


Рис. 13

На эллипсе (рис. 12) намечаем ряд точек и определяем их прямоугольные координаты x и y . Проведя аксонометрические оси (рис. 13), откладываем от точки $O_{\bar{o}}$ вдоль оси $x_{\bar{o}}$ отрезки, равные по величине координатам x намеченных точек, а вдоль оси $y_{\bar{o}}$ – отрезки, равные по величине половине координат y (показано построение точек a, b, c, d). Через концы отрезков проводим прямые, параллельные осям $x_{\bar{o}}, y_{\bar{o}}$; на их пересечении получаем аксонометрические проекции соответствующих точек, которые соединяем плавной линией.

Построение аксонометрических проекций многоугольников

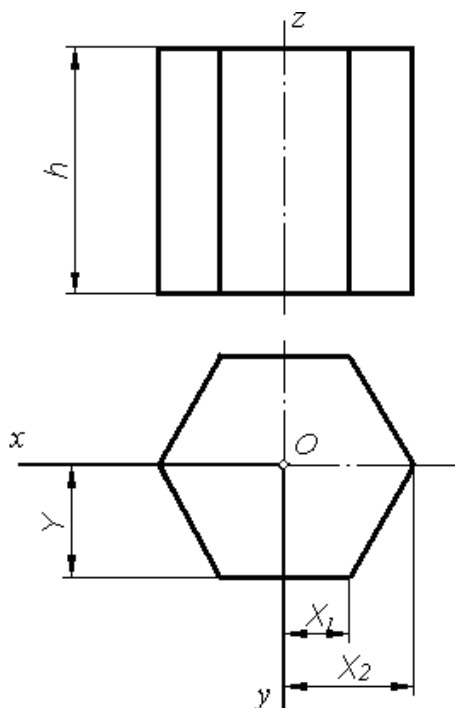


Рис. 14

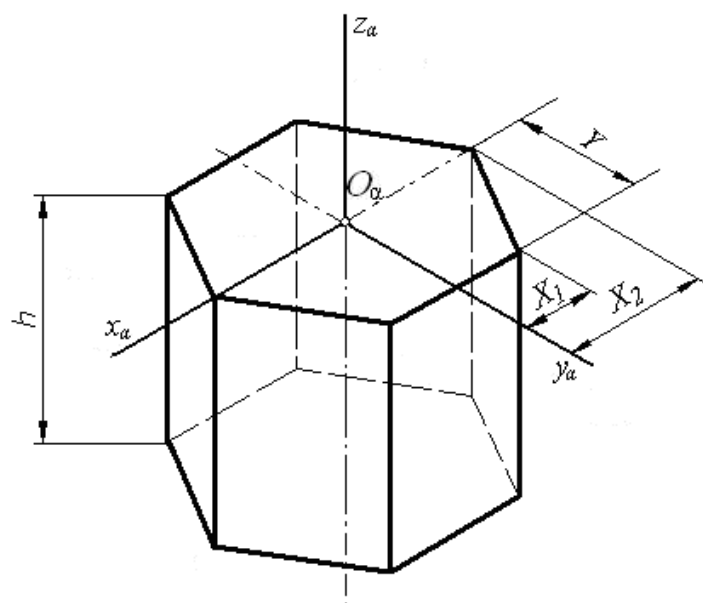


Рис. 15

Построение проекций многоугольников 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 многоугольника на рис.11. Ход построения показан на рис. 14, 15. Так как длина всех боковых ребер призмы равна высоте призмы h , то для построения нижнего основания проведены прямые, параллельные оси $z_{\bar{o}}$, и на них отложены отрезки, равные h . Концы отрезков соединены прямыми линиями.

Построение аксонометрической проекции пирамиды, изображенной на рис.16, следует начинать с построения основания (рис.17), а затем из точки $O_{\bar{o}}$ отложить на оси $z_{\bar{o}}$ высоту пирамиды и полученную вершину пирамиды $S_{\bar{o}}$ соединить с вершинами основания.

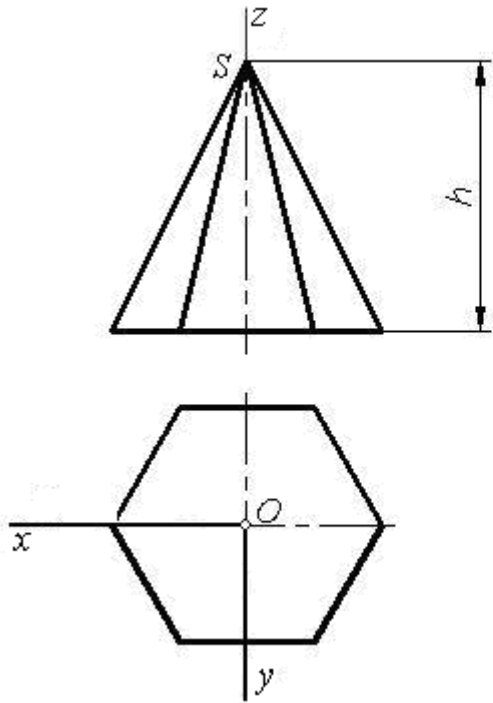


Рис. 16

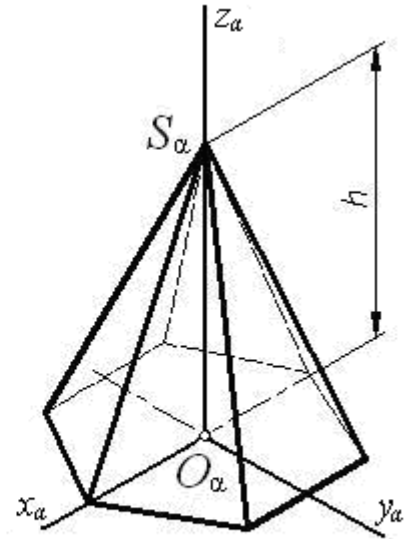


Рис. 17

Построение аксонометрической проекции окружности

Как известно, прямоугольной проекцией окружности, расположенной в плоскости, составляющей угол ψ (рис. 18) с плоскостью проекций \bar{b} , является эллипс. Большая ось $A_{\bar{b}}B_{\bar{b}}$ эллипса – проекция диаметра AB , параллельного плоскости \bar{b} . Из рис. 18 очевидно, что отрезок $A_{\bar{b}}B_{\bar{b}}$ перпендикулярен к проекции $C_{\bar{b}}N_{\bar{b}}$ нормали CN и плоскости окружности, и малая ось $D_{\bar{b}}E_{\bar{b}}$ эллипса (проекция диаметра DE) совпадает с прямой $C_{\bar{b}}N_{\bar{b}}$.

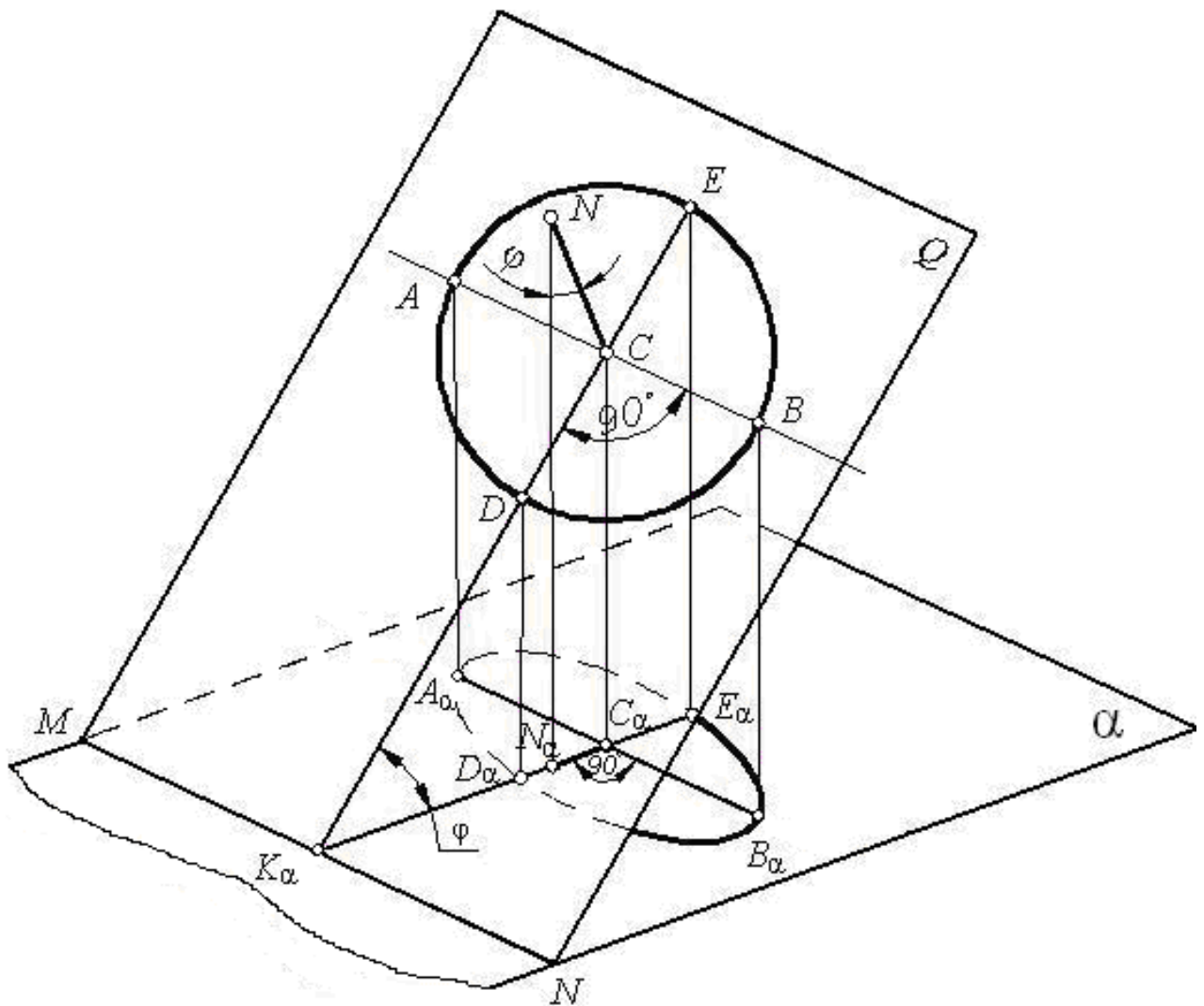


Рис. 18

При построении аксонометрических проекций часто приходится строить изображения окружностей, расположенных в координатных плоскостях $xу$, xz , yz или в плоскостях, им параллельных. В этом случае нормальными к плоскости окружностей являются соответственно оси x , y , z . Следовательно, направления больших осей эллипсов, изображающих проекции окружностей, всегда перпендикулярны соответственно осям $x_б$, $y_б$, $z_б$ (рис. 19, 20), а малые оси совпадают по направлению с этими осями. Большие оси соответствуют тем диаметрам изображаемых окружностей, которые параллельны картинной плоскости.

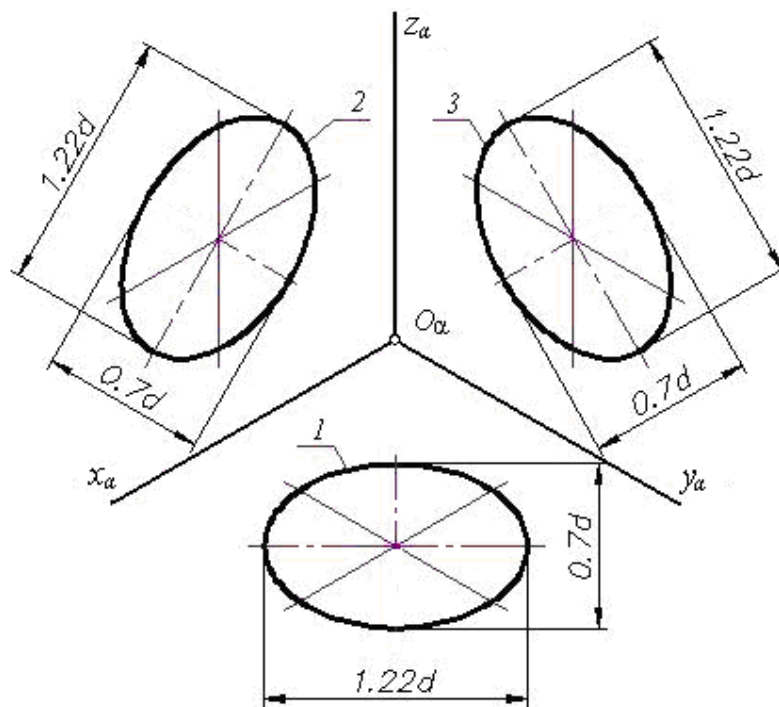


Рис. 19

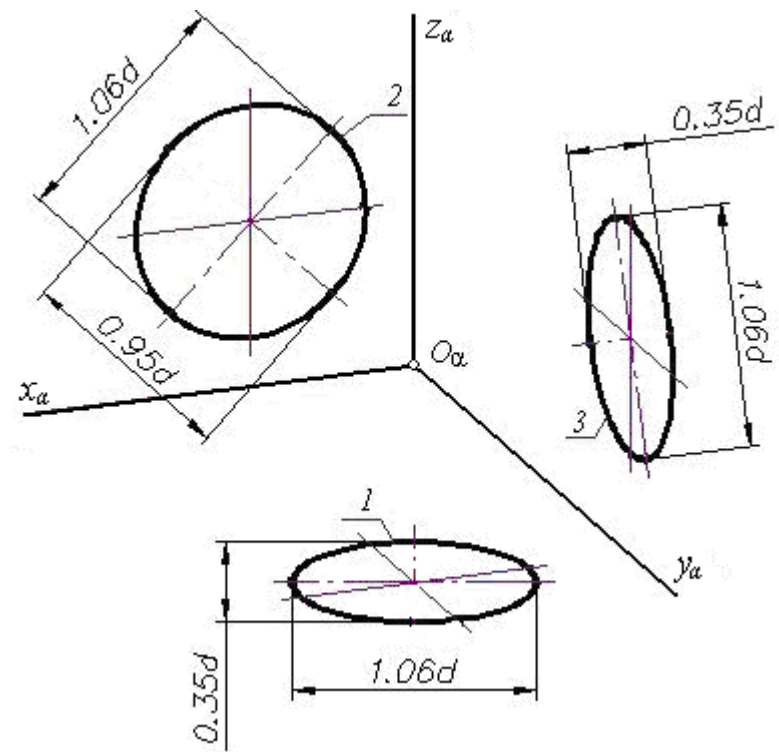


Рис. 20

Если аксонометрическое изображение выполняется с сокращениями по направлениям осей $x_б$, $y_б$, $z_б$, 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 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 диаметров окружности, параллельных координатным осям x , y .

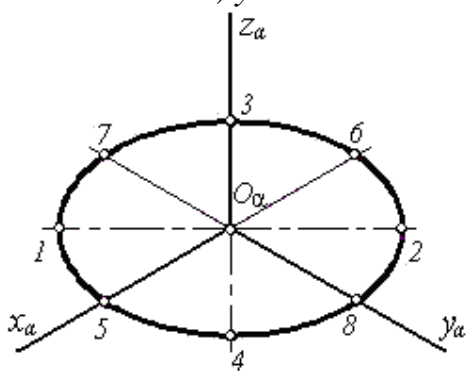


Рис. 21

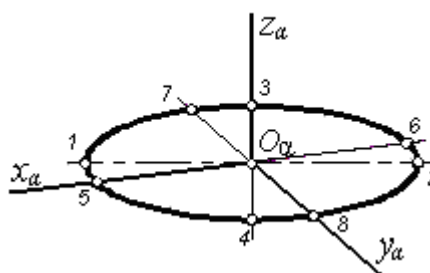


Рис. 22

Для определения большего количества точек можно применить следующий способ. На полоске бумаги (рис. 23) отложить отрезки AB и AC , равные по величине соответственно большей 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.

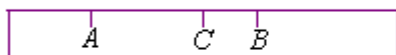


Рис. 23

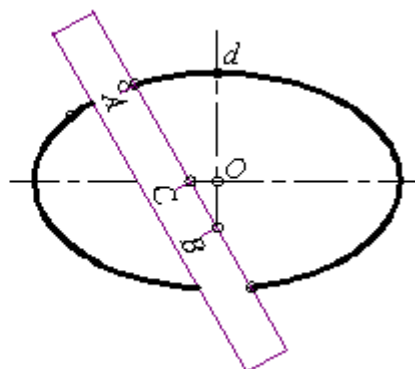


Рис. 24

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.

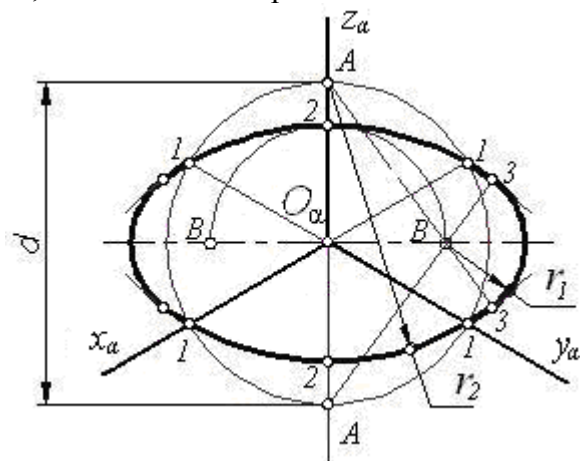


Рис. 25

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

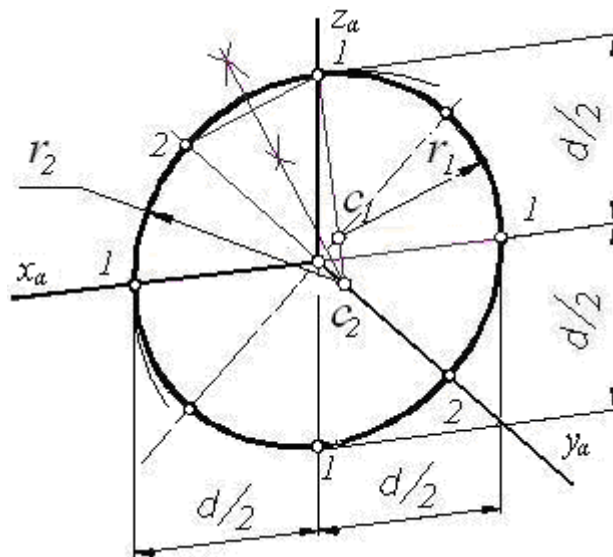


Рис. 26

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. 27 в торовую 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. 28) из точек $O_б, O_{1б}, O_{2б}, O_{3б}$ как из центров описаны окружности (очерки проекций вписанных сфер) радиусами $1,22r, 1,22r_1, 1,22r_2, 1,22r_3$. Кривая, огибающая эти окружности, является контуром аксонометрической проекции торовой поверхности.

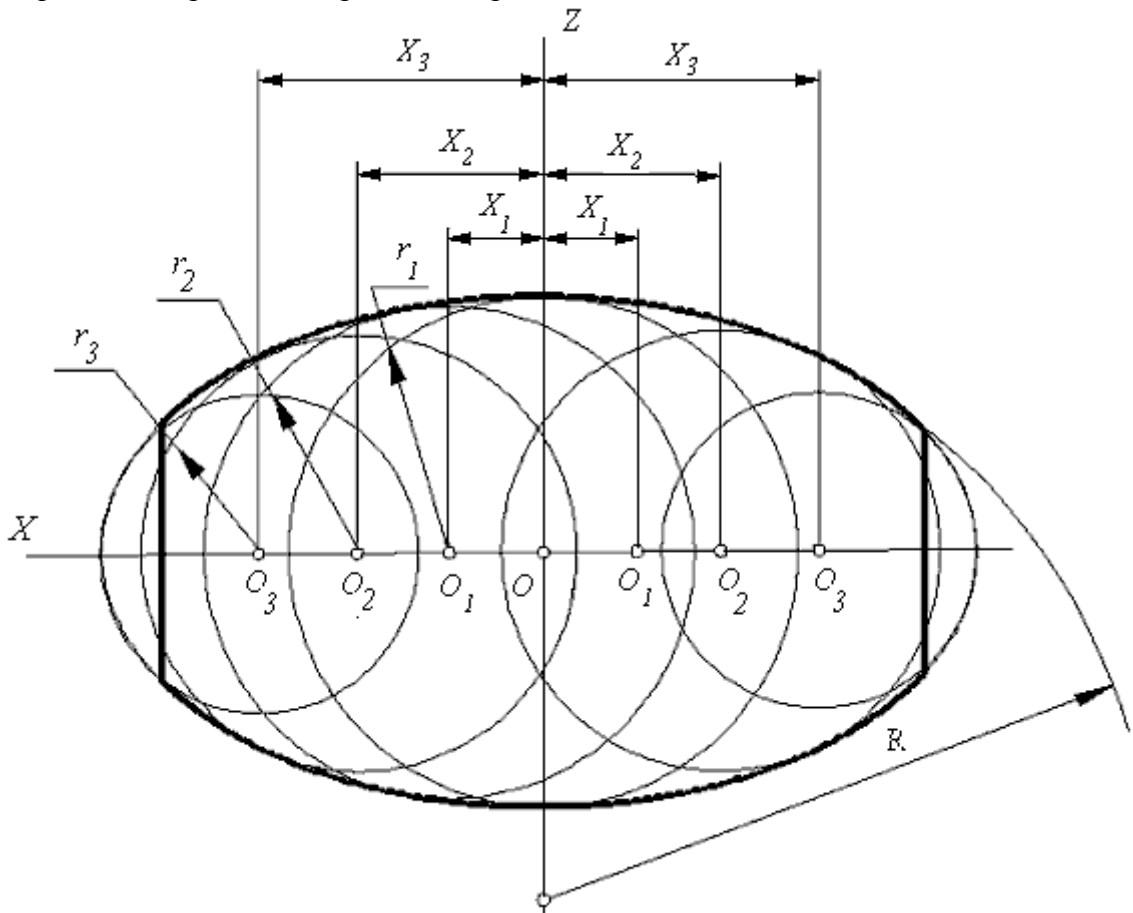


Рис. 27

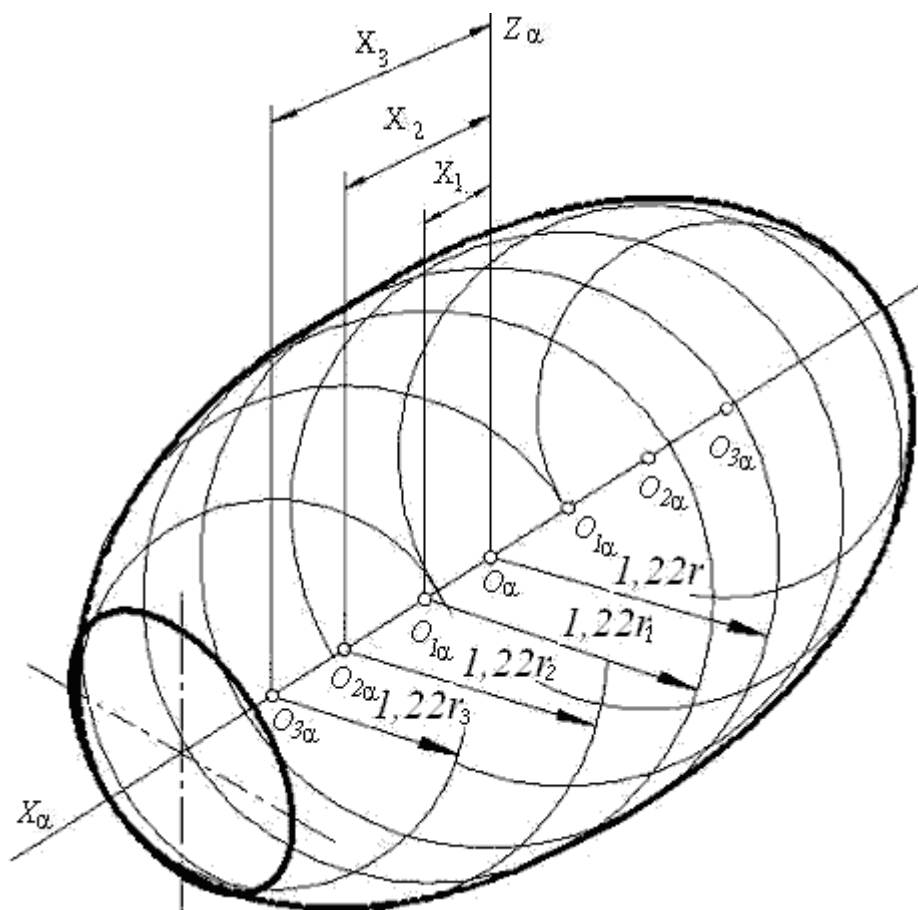


Рис. 28

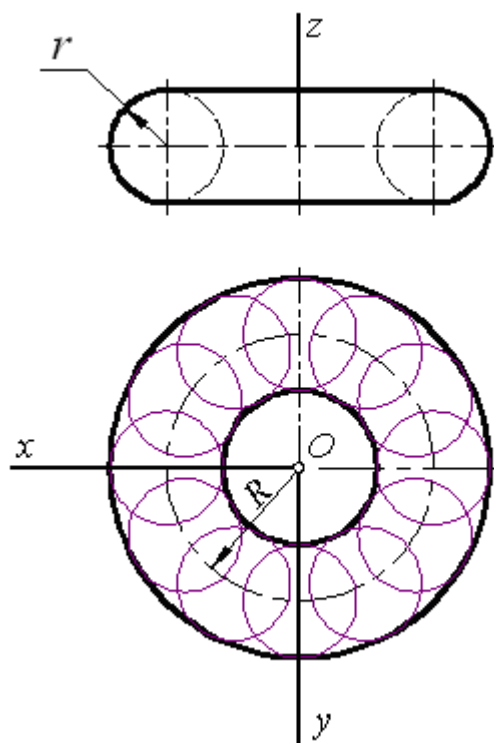


Рис. 29

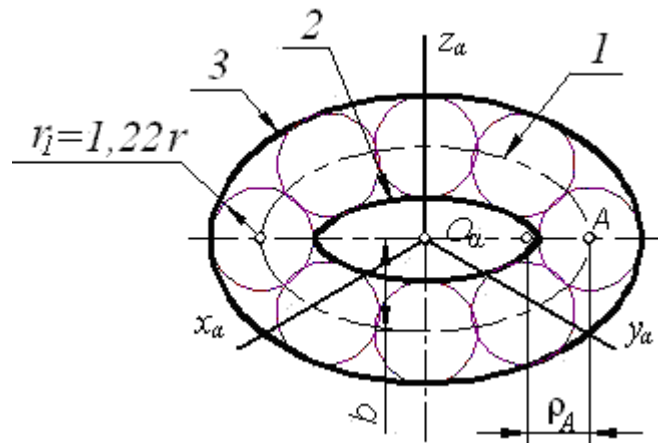


Рис. 30

На рис. 29 в торовую поверхность (кольцо) вписаны сферы радиуса r , центры которых расположены на окружности радиуса R . Для построения **изометрической** проекции кольца на рис. 30 построен эллипс 1 – проекция окружности радиуса R .

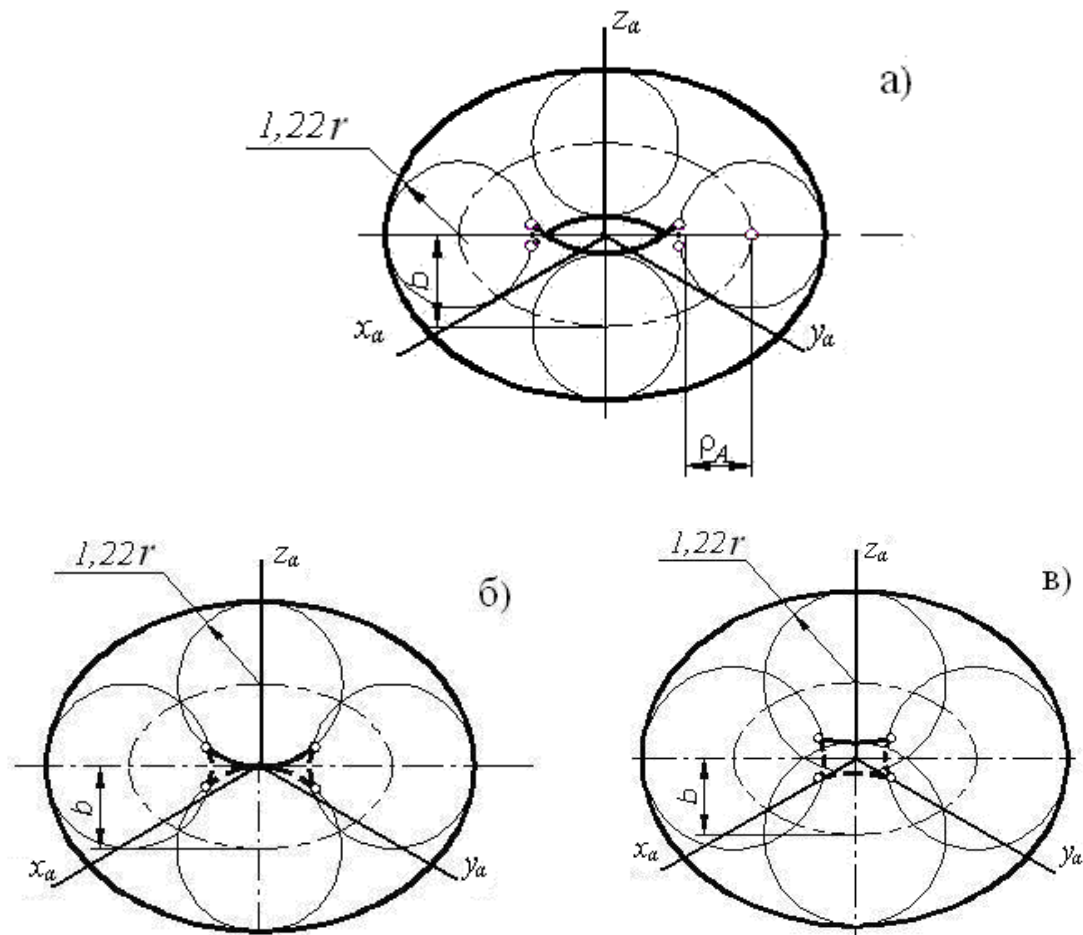


Рис. 31

С центрами на эллипсе описаны окружности радиуса $r_1=1,22r$. Кривые 2 и 3, огибающие эти окружности, служат линиями контура аксонометрической проекции кольца; c_A – радиус кривизны эллипса в точке A . Такой вид аксонометрической проекции кольца характерен для $r_1 < b$ и $r_1 < c_A$. Проекция кольца для $b > r_1 > c_A$ изображена на рис. 31а; для $r_1 = b$ – на рис. 31б и для $r_1 > b$ – на рис. 31в.

На рис. 32 показан пример построения контура проекции кольцевой поверхности технической детали – анкерной шайбы.

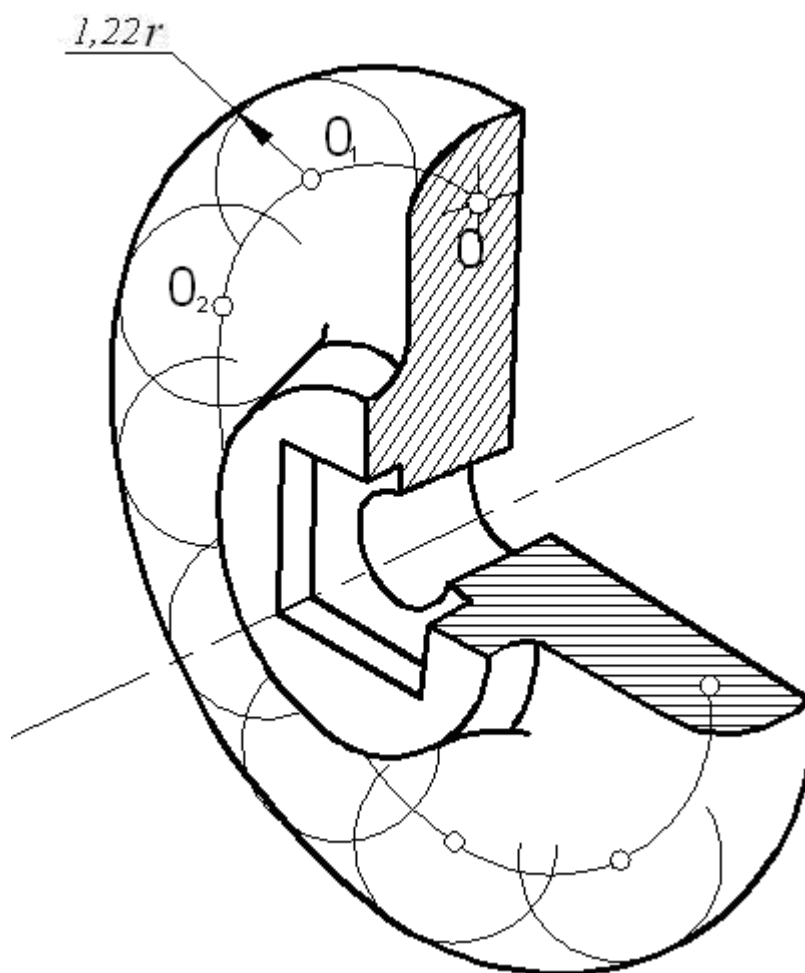


Рис. 32

Винтовые поверхности

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

Построение **изометрической** проекции такой поверхности показано на рис. 33. Эллипс 1 – вторичная проекция оси трубы, а кривая 2 – ее аксонометрическая проекция. Точки $B_{\bar{o}}, C_{\bar{o}}, D_{\bar{o}}$ отстоят от точек $b_{\bar{o}}, c_{\bar{o}}, d_{\bar{o}}$ соответственно на расстоянии $\frac{h}{8}, \frac{2h}{8}, \frac{3h}{8}$, откладываемом вдоль оси $z_{\bar{o}}$. Линии 3 и 4, огибающие семейство окружностей радиуса $r_1=1,22r$, служат линиями контура проекции винтовой поверхности.

На рис.34 приведено построение аксонометрической проекции прямого закрытого геликоида. Направляющей поверхности является цилиндрическая винтовая линия радиуса R и шага h , а образующей – прямая линия, параллельная плоскости $xу$. Эллипс 1 – вторичная проекция направляющей, отрезки $a_{\bar{o}}O_{\bar{o}}, b_{\bar{o}}O_{\bar{o}}$ – вторичные проекции образующих, кривая 2 – аксонометрическая проекция направляющей. Аксонометрические проекции образующих проходят через точки $A_{\bar{o}}, B_{\bar{o}}, C_{\bar{o}}$ параллельно своим вторичным проекциям.

Контур аксонометрической проекции поверхности составляют: кривая 2, аксонометрическая проекция оси геликоида и кривые линии 3, огибающие аксонометрические проекции образующих.

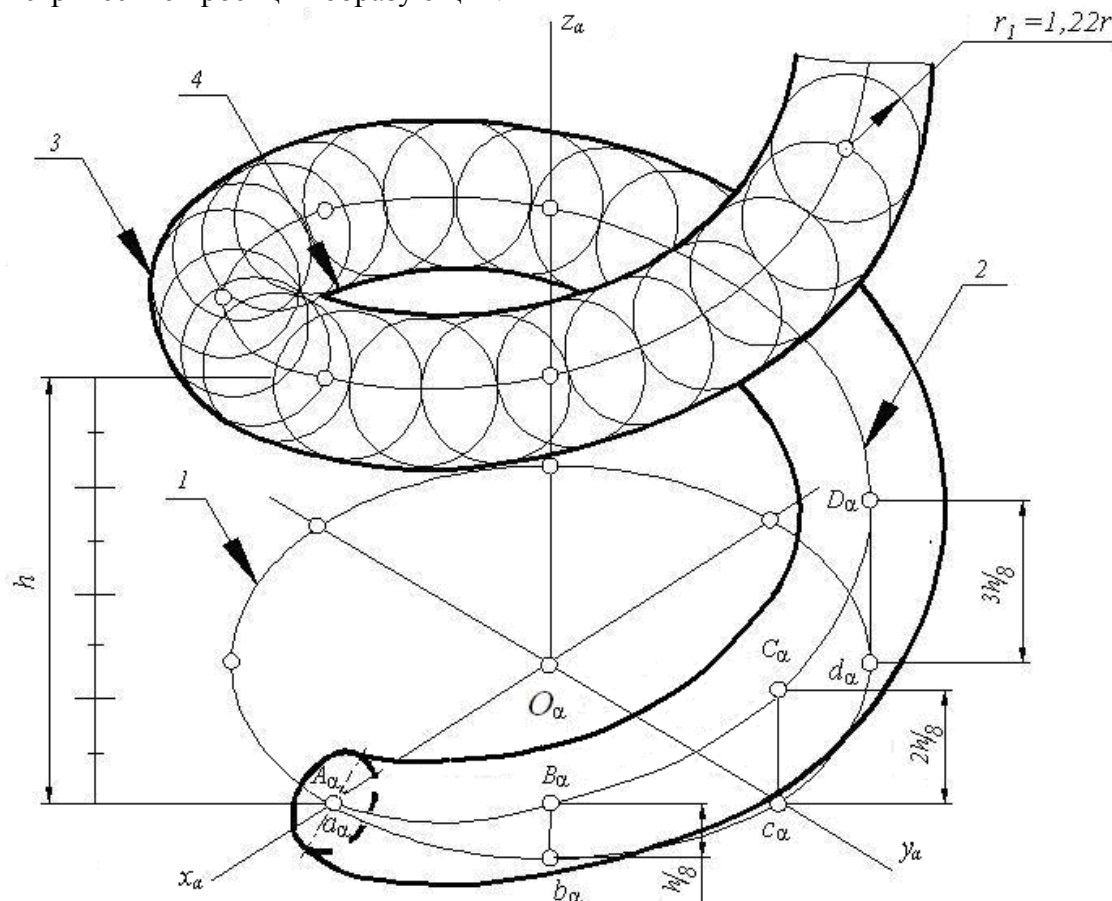


Рис. 33

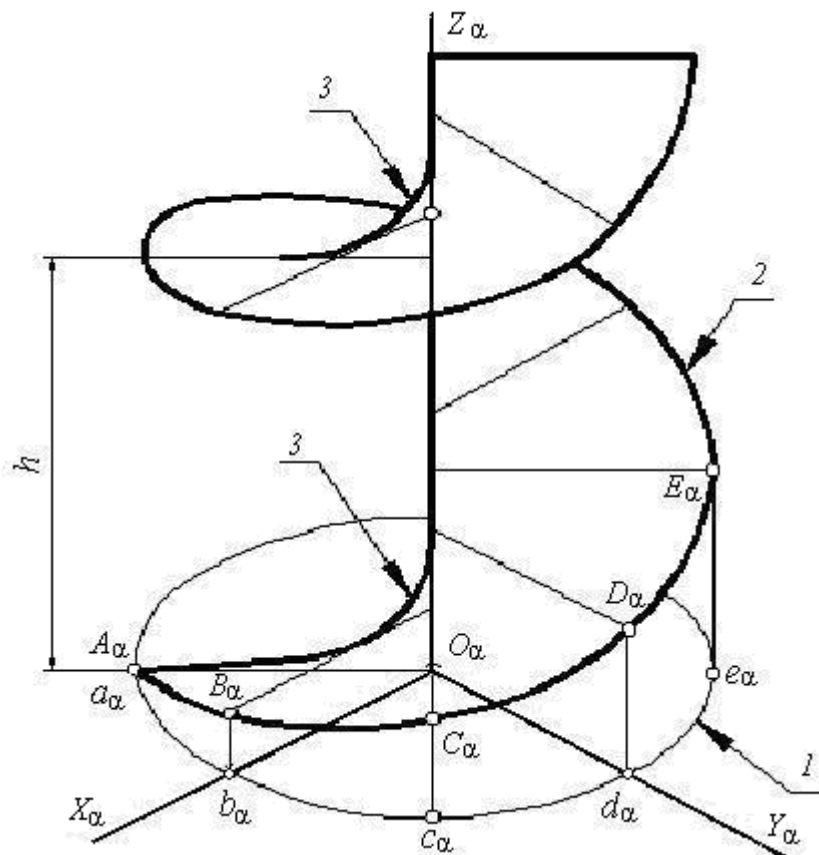


Рис. 34

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.

Плоскость R (рис. 35) пересекает основания цилиндров по прямым $E_{\delta}F_{\delta}$ и $Q_{\delta}H_{\delta}$, а цилиндрические поверхности – по образующим, проходящим через точки E_{δ} , F_{δ} , Q_{δ} , H_{δ} . Образующие, пересекаясь между собой, дают точки (например, точка A_{δ}), принадлежащие линии пересечения цилиндров. Для построения точек искомой линии удобно использовать линию пересечения плоскостей основания цилиндров $M_{\delta}N_{\delta}$.

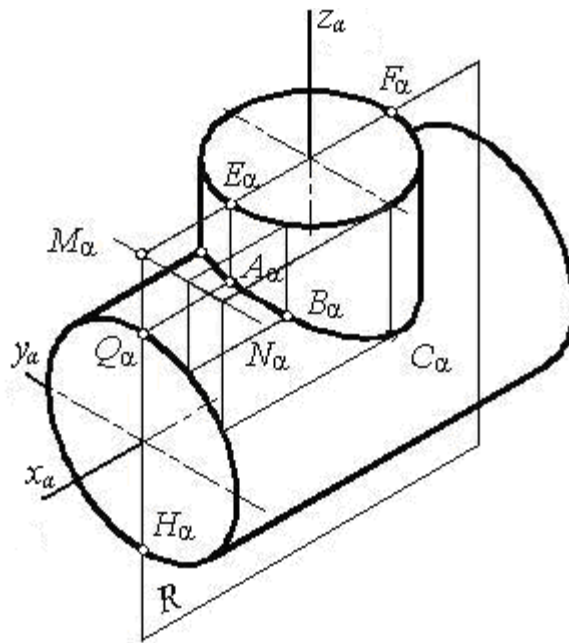


Рис. 35

Если на чертеже отсутствуют проекции оснований пересекающихся цилиндров, то их можно построить вне изображения самой детали (рис.36).

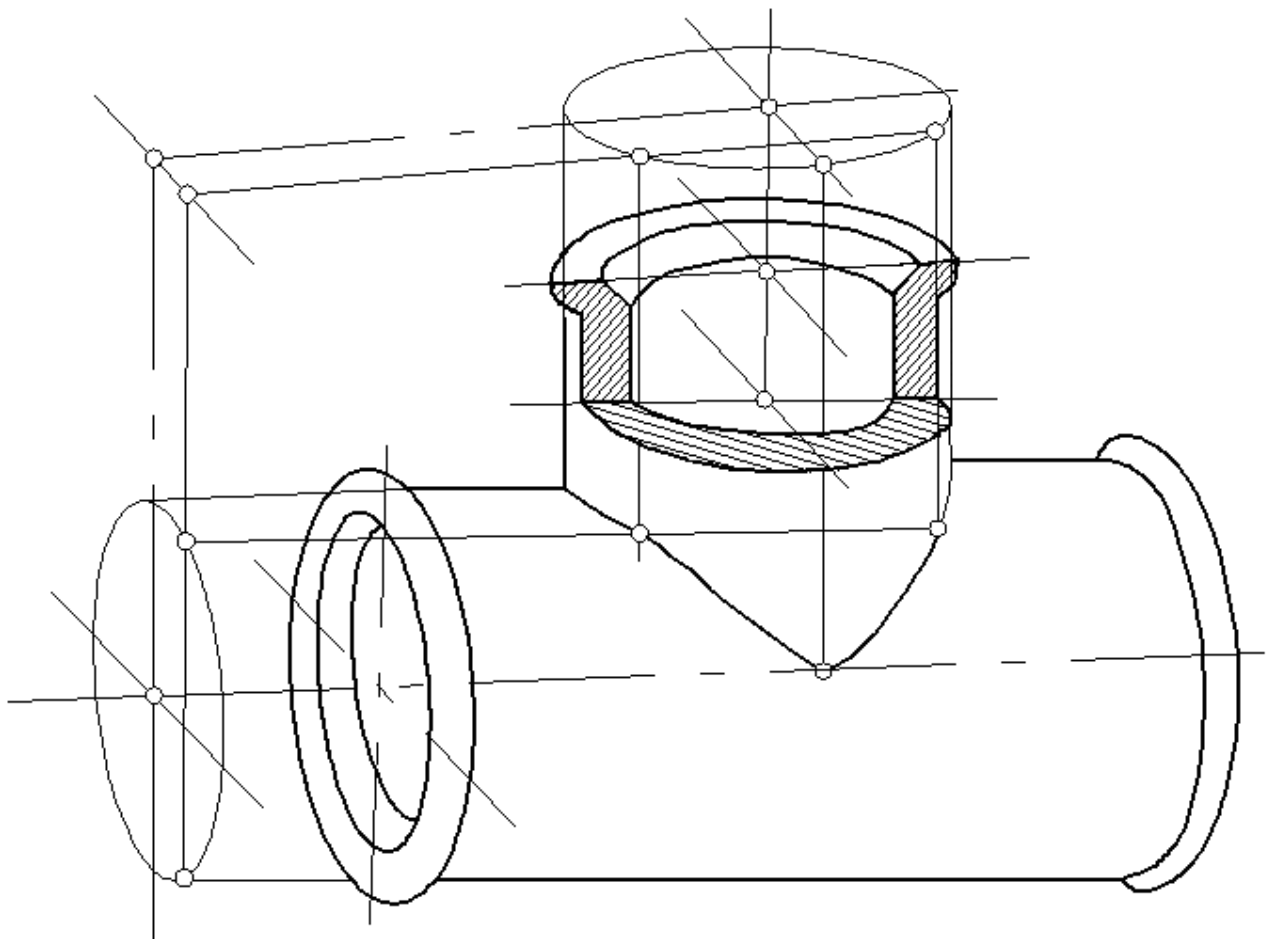


Рис. 36

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

На рис. 37 плоскость R_1 пересекает основания цилиндра и конуса по прямым A_6B_6 и C_6D_6 , а боковые поверхности – по образующим A_6E_6 и C_6E_6 . Точка их пересечения E_6 принадлежит искомой линии. При построении удобно использовать прямую M_6N_6 – линию пересечения плоскостей оснований цилиндра и конуса.

При построении линии пересечения конусов вспомогательные плоскости следует проводить через их вершины.

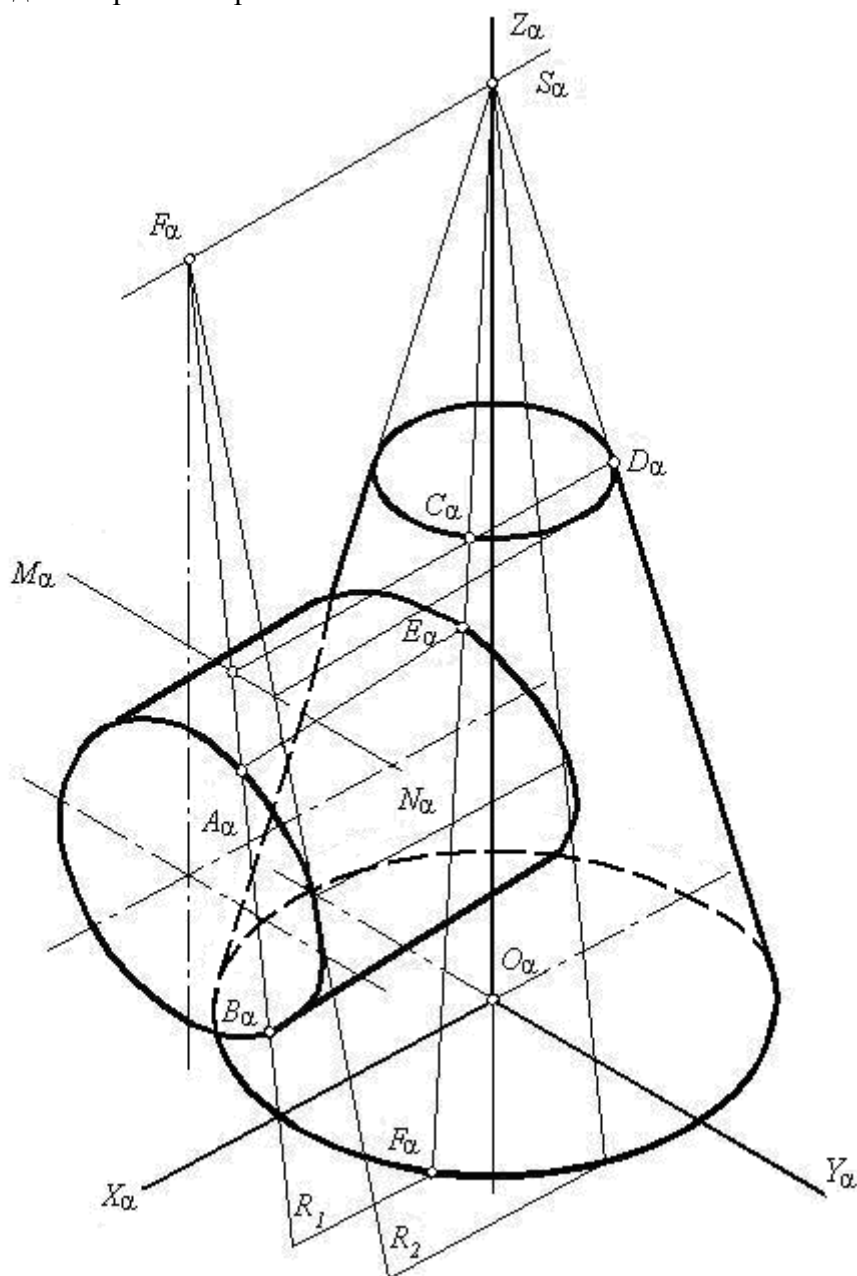


Рис. 37

На рис. 38 плоскость R пересекает коническую поверхность с вершиной $S_{1\bar{b}}$ по образующим $S_{1\bar{b}}A_{\bar{b}}$ и $S_{1\bar{b}}B_{\bar{b}}$, а боковую поверхность второго конуса по образующим $S_{2\bar{b}}C_{\bar{b}}$ и $S_{2\bar{b}}D_{\bar{b}}$. Для построения последних вычерчен эллипс l – проекция сечения конуса с вершиной $S_{2\bar{b}}$ координатной плоскостью $Y_{\bar{b}}Z_{\bar{b}}$. Точки $C_{\bar{b}}$ и $D_{\bar{b}}$ – точки пересечения этого эллипса с прямой $S_{1\bar{b}}E_{\bar{b}}$. Прямая $S_{1\bar{b}}A_{\bar{b}}$ пересекается с прямыми $S_{2\bar{b}}C_{\bar{b}}$ и $S_{2\bar{b}}D_{\bar{b}}$ в точках $1_{\bar{b}}$ и $2_{\bar{b}}$ искомой линии.

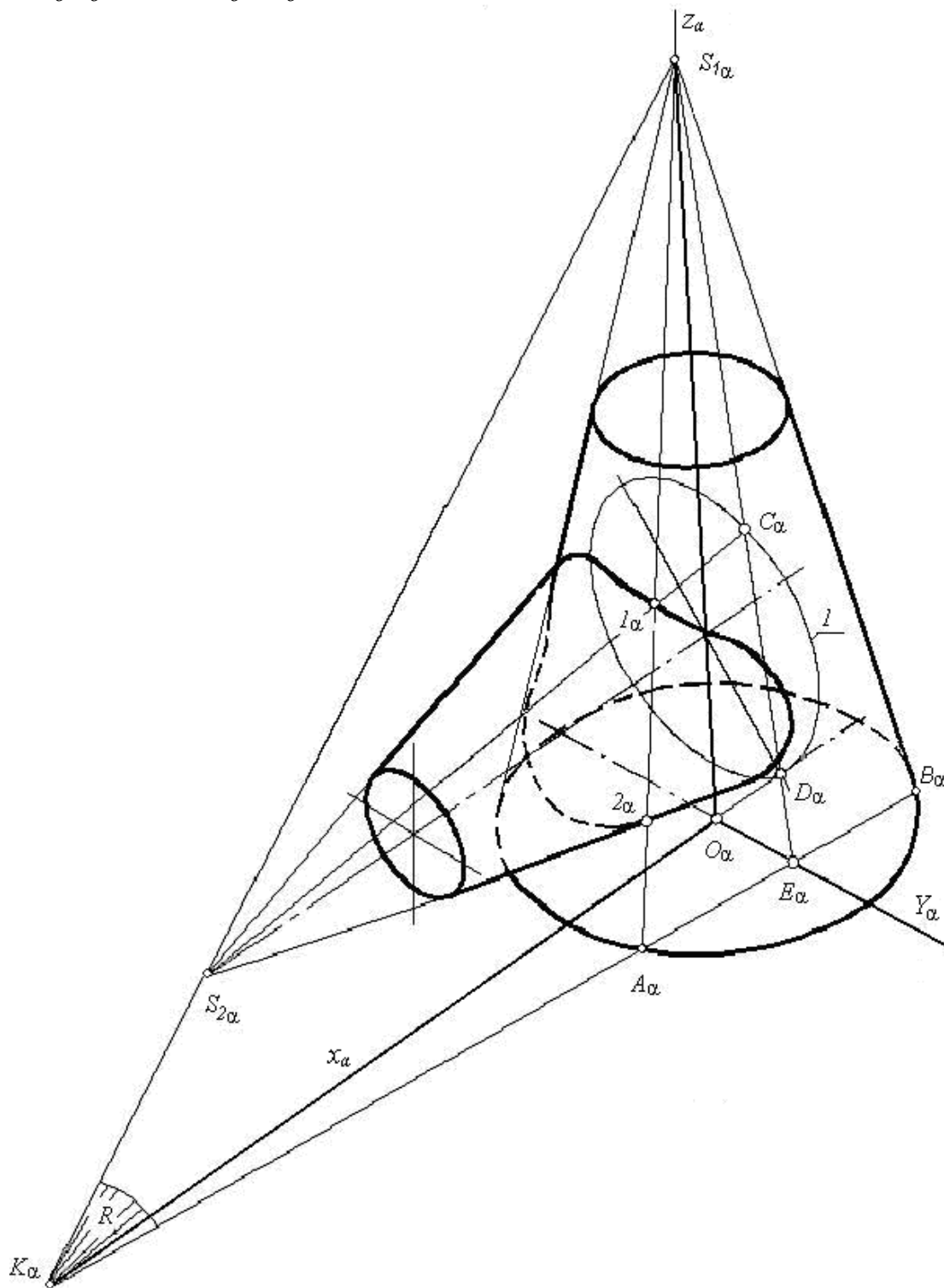


Рис. 38

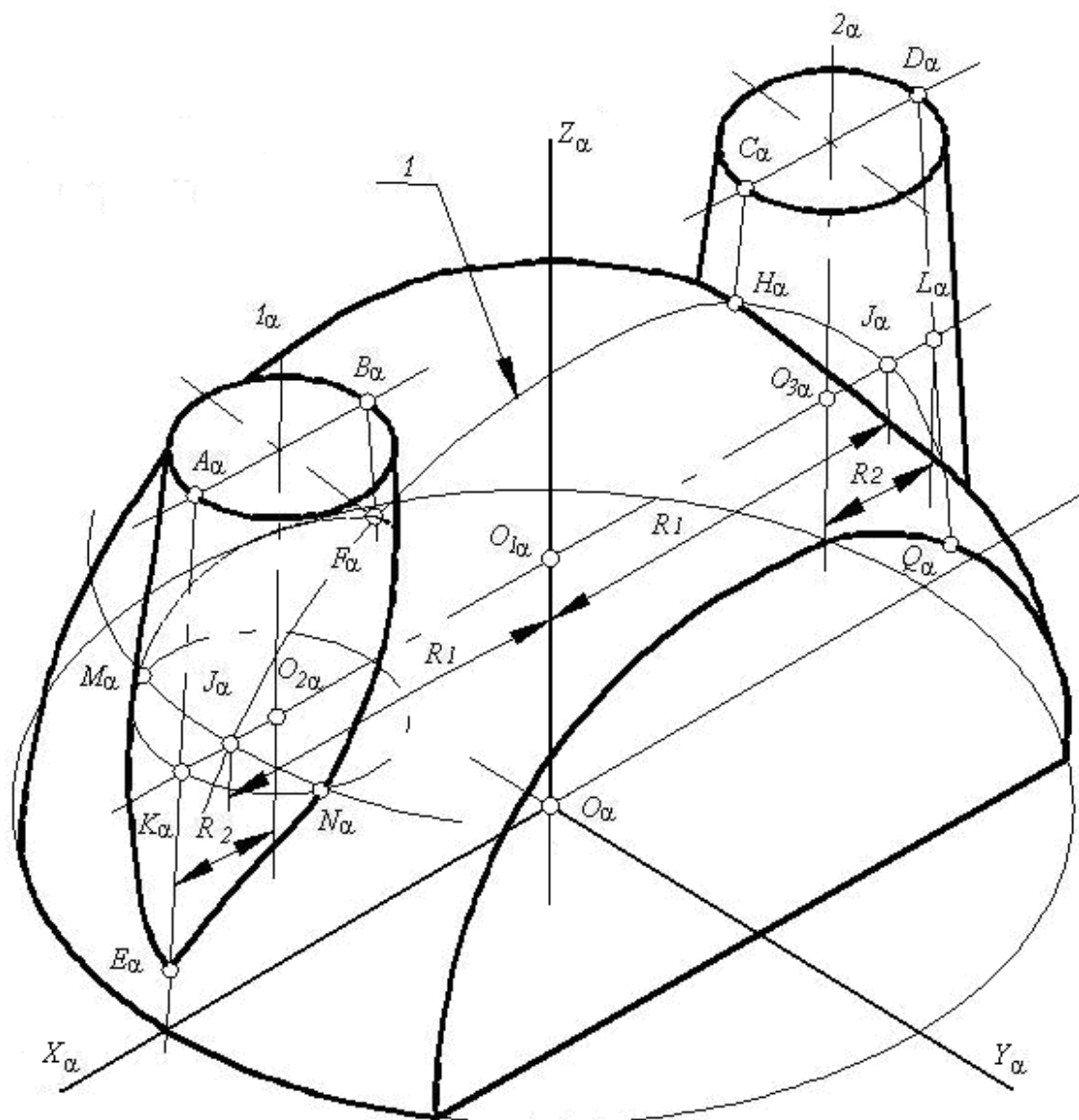


Рис. 39

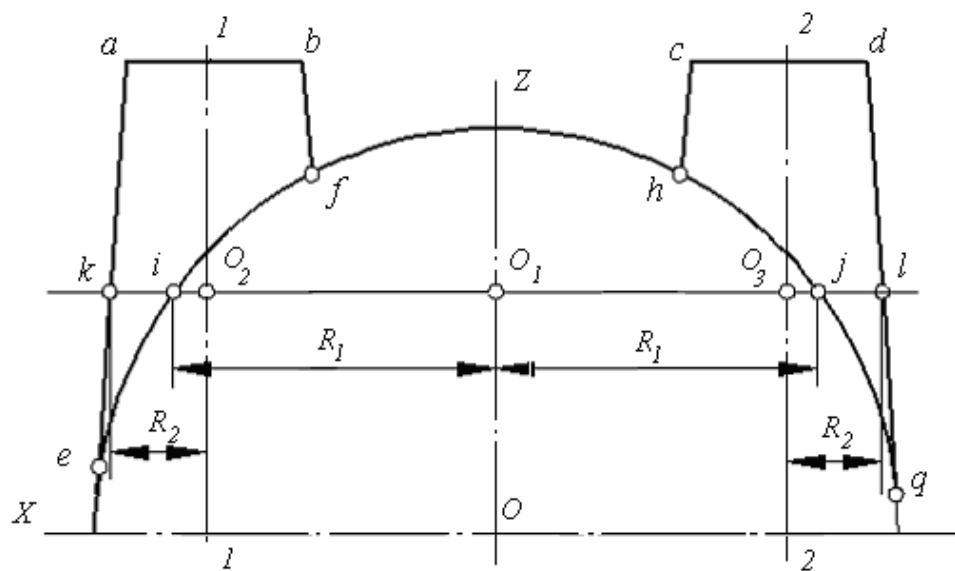


Рис. 40

На рис. 39 показано построение точек линии пересечения конических бобышек со сферической поверхностью крышки подшипника. Вспомогательная плоскость, проведенная через точку $O_{1\delta}$ 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 (эллипс1) и конусов (прямые, проходящие через точки A_{δ}, B_{δ}) плоскостью, проходящей через оси последних. На пересечении эллипса с центром $O_{2\delta}$ и дуги эллипса с центром $O_{1\delta}$ найдены точки M_{δ}, N_{δ} – проекции искомой линии пересечения.

Для определения радиусов R_1 и R_2 можно начертить (рис. 40) отдельно сечение сферы и конусов плоскостью, проходящих через оси последних. При построении проекции линии пересечения не следует использовать приближенное вычерчивание эллипсов.

Нанесение размеров

При нанесении размеров выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии – параллельно измеряемому отрезку.

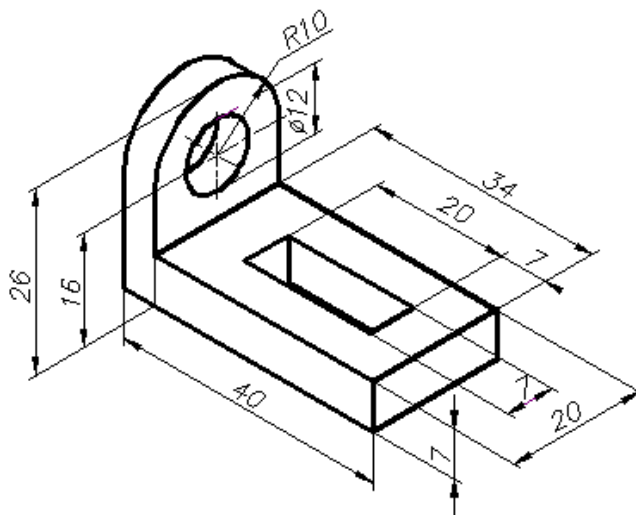


Рис. 41

Условности при выполнении аксонометрических проекций

Согласно ГОСТ 2.317-68 ЕСКД линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносятся параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям.

На рис. 42 показано построение направлений линий штриховки в **изометрии**. Для этого на осях $x_{\delta}, y_{\delta}, z_{\delta}$ (или линиях, им параллельных) откладывают равные отрезки произвольной длины и соединяют их концы.

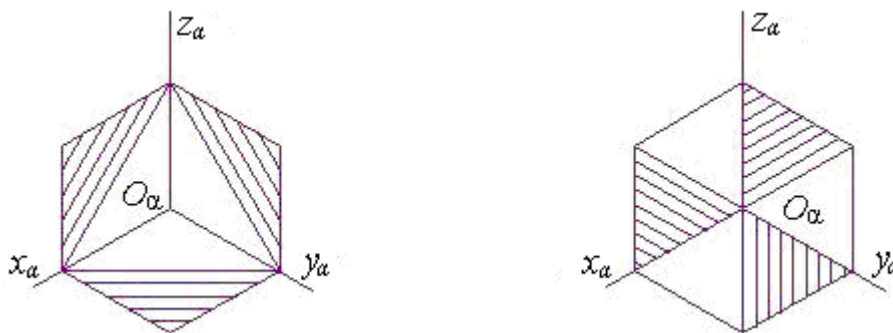


Рис. 42

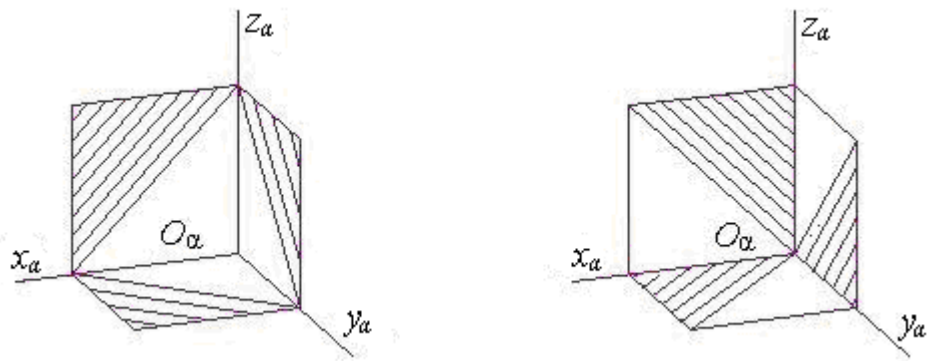


Рис. 43

На рис. 43 показано построение направлений линий штриховки в **диметрии**. Для этого на осях x_0 и z_0 (или линиях, им параллельных) откладывают равные отрезки произвольной длины, а на оси y_0 , (или линии, ей параллельной) – отрезок, вдвое меньший, и соединяют их концы.

Разрезы на аксонометрических проекциях выполняют, как правило, путем сечения предмета координатными плоскостями. При этом ребра жесткости, спицы маховиков, шкивов и подобные элементы штрихуют.

В аксонометрических проекциях резьбу изображают по ГОСТ 2.311-68 ЕСКД. Следовательно, резьбу изображают условно. Допускается изображать нестандартный профиль резьбы полностью или частично.

Фаски на стержне с резьбой или в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекциях на плоскость, перпендикулярных к оси стержня или отверстия, не изображают.

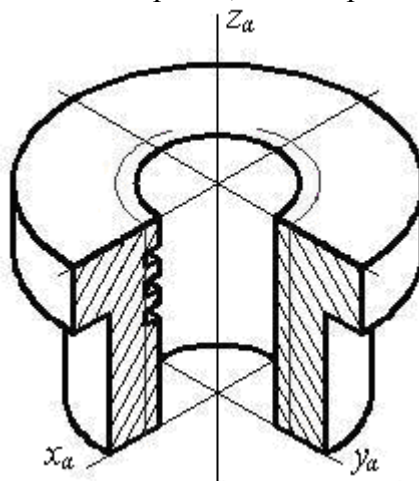


Рис. 44

При выполнении в аксонометрических проекциях зубчатых колес, реек, червяков и подобных элементов допускается применять условности по ГОСТ 2.402-68.

Последовательность вычерчивания аксонометрических проекций

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

Пример 1. Построение проекции детали (рис. 45) без выреза ее части.

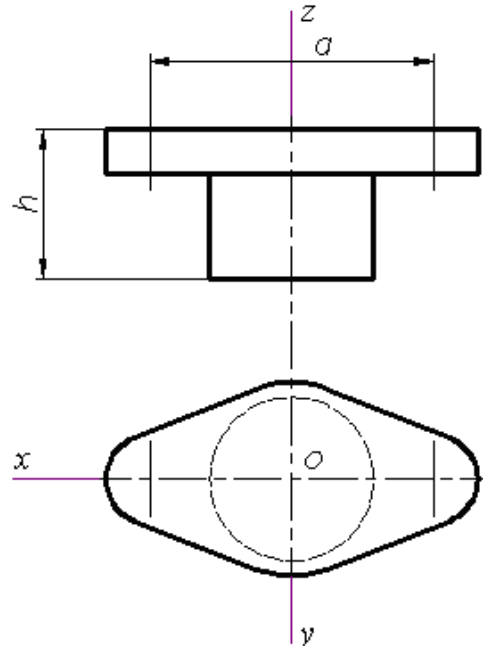


Рис. 45

Этап 1. Нанесение осей (рис. 46).

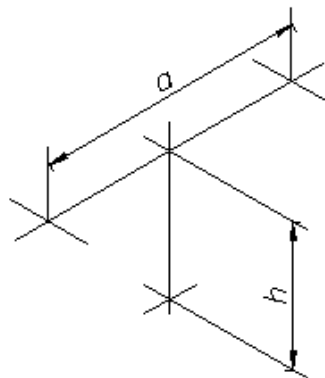


Рис. 46

Этап 2. Вычерчивание очертаний верхней плоскости фланца (рис. 47).

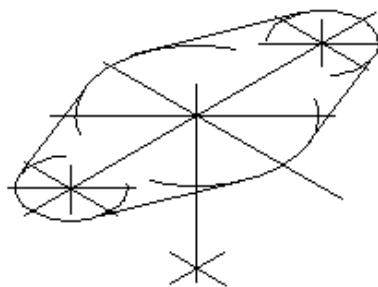


Рис. 47

Этап 3. Вычерчивание очертаний видимой части нижней плоскости фланца (рис. 48).

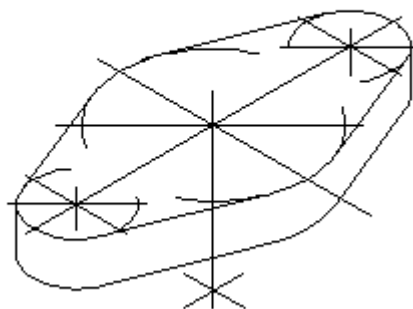


Рис. 48

Этап 4. Вычерчивание видимой части эллипса – проекции окружности основания цилиндра и образующих цилиндра (рис. 49).

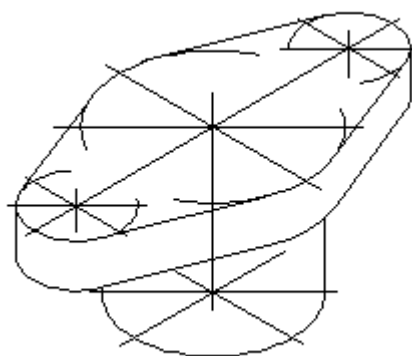


Рис. 49

Этап 5. Удаление лишних линий и обводка изображения (рис. 50).

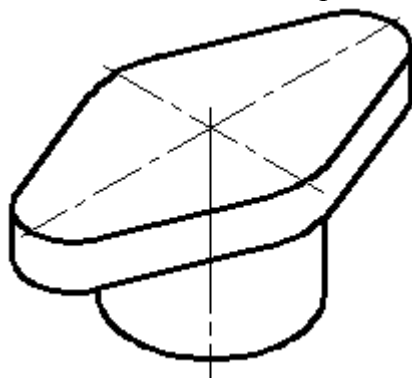


Рис. 50

Пример 2. Построение аксонометрической проекции детали с вырезом $\frac{1}{4}$ части детали (рис. 51).

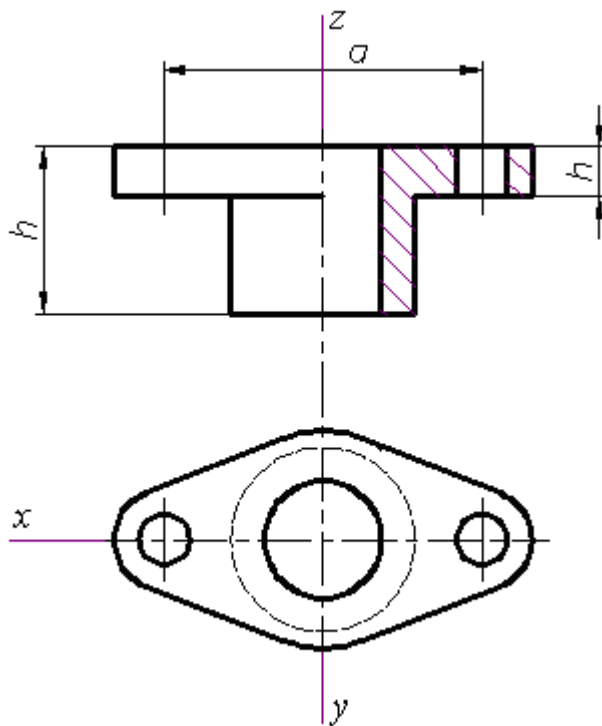


Рис. 51

Этап 1. Нанесение осей (рис. 52).

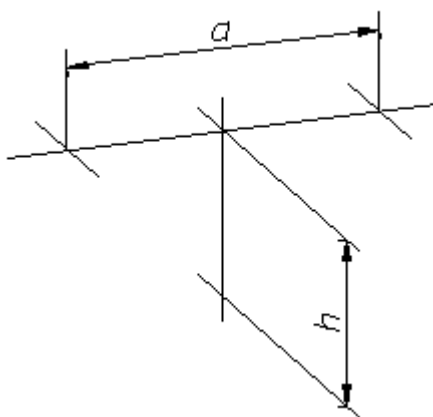


Рис. 52

Этап 2. Вычерчивание фигур сечений, расположенных в плоскостях, ограничивающих вырез (рис. 53).

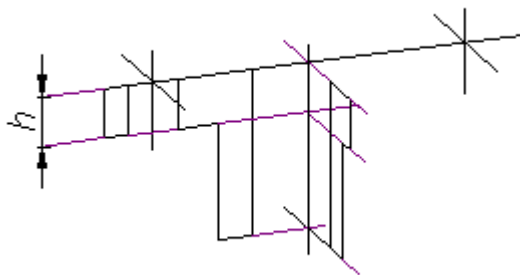


Рис. 53

Этап 3. Вычерчивание очертаний верхней плоскости фланца (рис. 54).

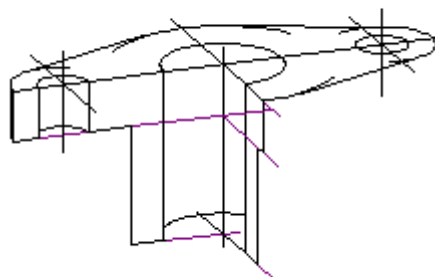


Рис. 54

Этап 4. Вычерчивание очертаний видимой части нижней плоскости фланца, окружности основания цилиндра и образующих цилиндра (рис. 55).

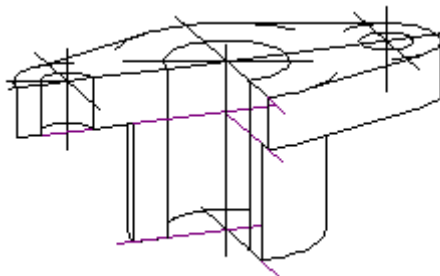


Рис. 55

Этап 5. Обводка и нанесение линий штриховки (рис. 56).

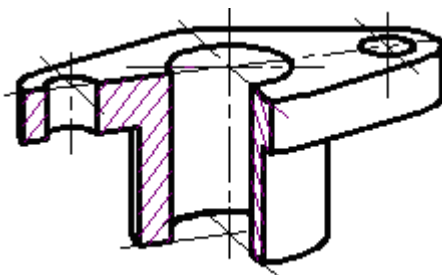


Рис. 56

Построение координатных отрезков для точек, заданных на поверхности 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 аксонометрических 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 $A_б$ точки, принадлежащей цилиндрической поверхности. Построить ее координатные отрезки.

Через точку $A_б$ (рис. 57) проведена прямая параллельно оси $z_б$, и найдена вторичная проекция точки $a_б$. Через $a_б$ проведена прямая параллельно оси $y_б$ до пересечения с осью $x_б$. Отрезки $O_б a_{x_б}$, $a_{x_б} a_б$, $a_б A_б$ -- искомые.

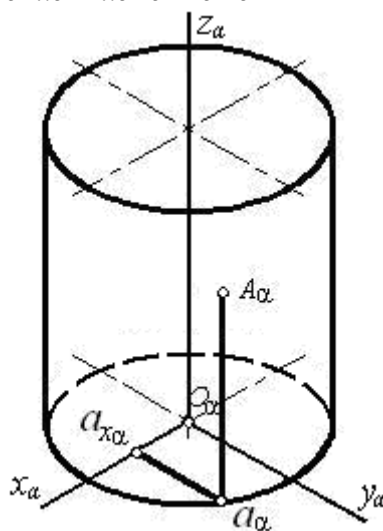


Рис. 57

Пример 2. Задана аксонометрическая проекция $A_{\bar{6}}$ точки, принадлежащей конической поверхности. Построить ее координатные отрезки.

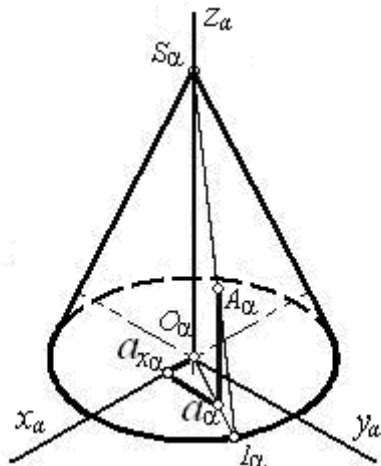


Рис. 58

Через точку $A_{\bar{6}}$ (рис. 58) проведена образующая $S_{\bar{6}}-I_{\bar{6}}$ и построена ее вторичная проекция $O_{\bar{6}}-I_{\bar{6}}$. Затем через точку $A_{\bar{6}}$ проведена прямая параллельно оси $z_{\bar{6}}$ до пересечения с $O_{\bar{6}}-I_{\bar{6}}$ в точке $a_{\bar{6}}$ (вторичная проекция точки). Отрезки $O_{\bar{6}}a_{x\bar{6}}$, $a_{x\bar{6}}a_{\bar{6}}$, $a_{\bar{6}}A_{\bar{6}}$ – искомые.

Если на чертеже нельзя достроить усеченный конус до полного, то рассуждаем следующим образом. Предположим, что мы имеем сечение конуса плоскостью, проходящей через его ось и точку A (рис. 59). Проводим прямую SC параллельно 1-2 и прямую OA . Из чертежа очевидно, что $\frac{OB}{BA} = \frac{OC}{C-2}$. Это соотношение сохранится и в аксонометрии.

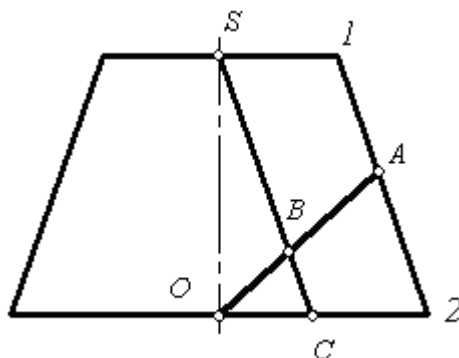


Рис. 59

Поэтому на рис. 60 проводим прямую $O_{\bar{6}} A_{\bar{6}}$ и строим конус с вершиной $S_{\bar{6}}$ и образующей, параллельной образующей усеченного конуса ($S_{\bar{6}}-5_{\bar{6}} // 3_{\bar{6}}-4_{\bar{6}}$). Соединяем точку $4_{\bar{6}}$ с $A_{\bar{6}}$ и проводим через точку $S_{\bar{6}}$ прямую, параллельную $A_{\bar{6}}-4_{\bar{6}}$. Точка $B_{\bar{6}}$ делит отрезок $O_{\bar{6}}A_{\bar{6}}$ в отношении $\frac{O_{\alpha} B_{\alpha}}{B_{\alpha} A_{\alpha}} = \frac{O_{\alpha} 5_{\alpha}}{5_{\alpha} 4_{\alpha}}$. Затем проводим образующую $S_{\bar{6}}B_{\bar{6}}$ и параллельно ей прямую $A_{\bar{6}}-2_{\bar{6}}$. Отрезок $O_{\bar{6}}-2_{\bar{6}}$ – вторичная проекция образующей $1_{\bar{6}}2_{\bar{6}}$. На ней находим вторичную проекцию $a_{\bar{6}}$ точки A . Отрезки $O_{\bar{6}}a_{y\bar{6}}$, $a_{y\bar{6}}a_{\bar{6}}$, $a_{\bar{6}}A_{\bar{6}}$ – искомые.

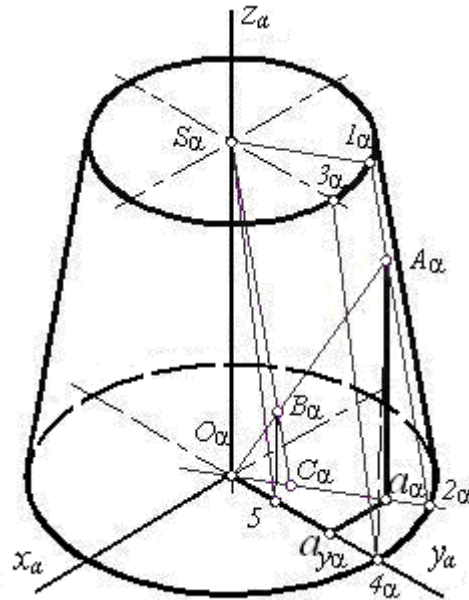


Рис. 60

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

Для определения искомых отрезков следует найти одну из вторичных проекций a_β точки A . На рис. 61 построены проекции z_Q, x_Q, y_Q координатных осей на плоскости Q , перпендикулярной картинной плоскости и параллельной оси z . Построение проекций z_Q, x_Q, y_Q 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_β . Отрезки $O_\beta a_{x_\beta}, a_{x_\beta} a_\beta, a_\beta A_\beta$ – искомые.

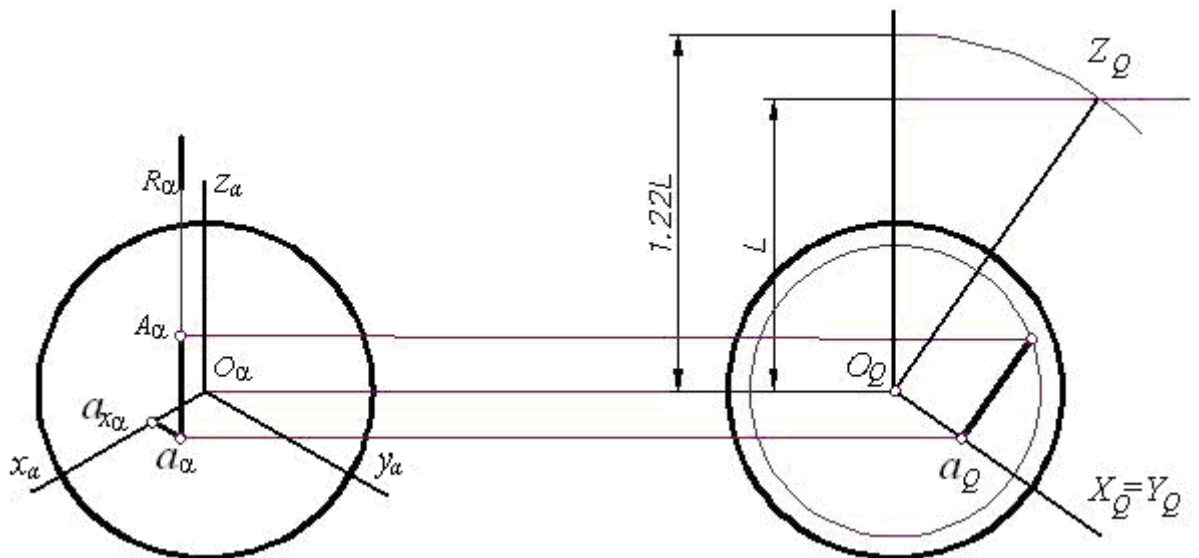


Рис. 61

Пример 4. Задана изометрическая проекция $A_{\bar{b}}$ точки, принадлежащей тору. Построить ее координатные отрезки.

На рис. 62 построены проекции z_Q, x_Q, y_Q 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 $a_{\bar{b}}$. Отрезки $O_{\bar{b}}a_{x\bar{b}}, a_{x\bar{b}}a_{\bar{b}}, a_{\bar{b}}A_{\bar{b}}$ – искомые.

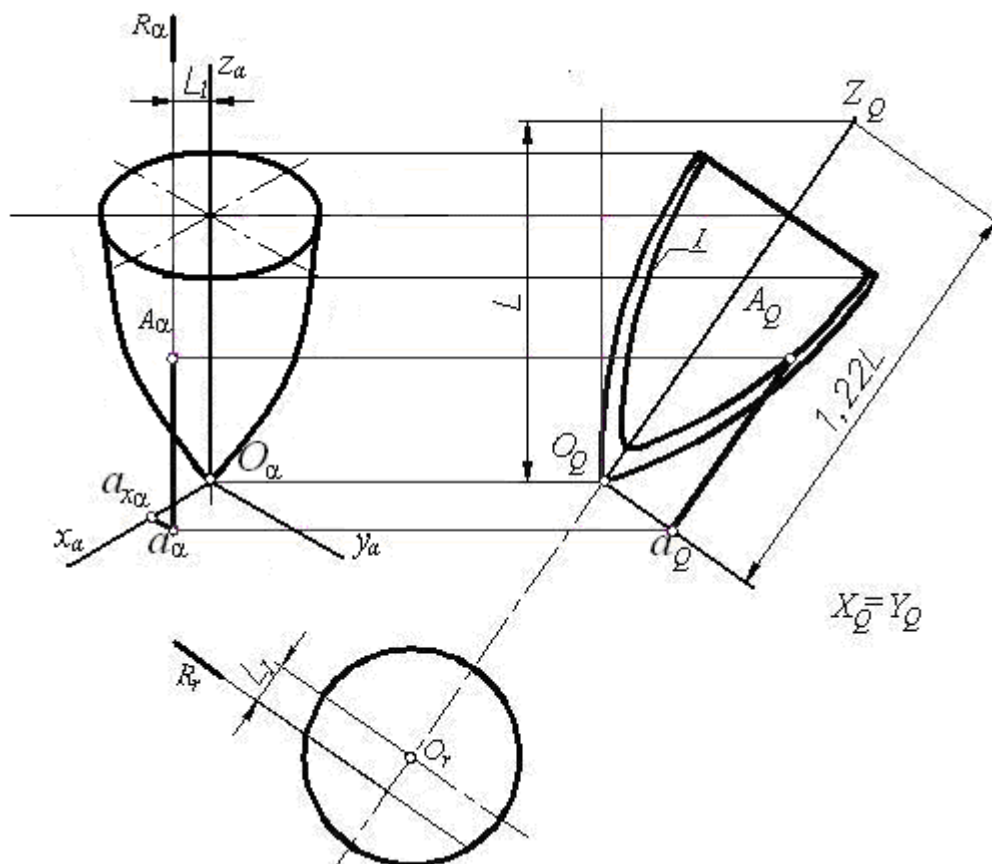


Рис. 62

Пример 5. Задана изометрическая проекция $A_{\bar{b}}$ точки, принадлежащей поверхности кругового кольца. Построить ее координатные отрезки.

На рис. 63 построены проекции z_Q, x_Q, y_Q координатных осей и заданного кольца на плоскости Q , перпендикулярной картинной плоскости и параллельной оси z , а также проекции кольца на плоскости T , перпендикулярной оси z .

Строим проекцию на плоскости Q линии пересечения кольца с плоскостью R (кривая 1) и находим точку a_Q . По a_Q определяем $a_{\bar{b}}$. Отрезки $O_{\bar{b}}a_{x\bar{b}}, a_{x\bar{b}}a_{\bar{b}}, a_{\bar{b}}A_{\bar{b}}$ – искомые.

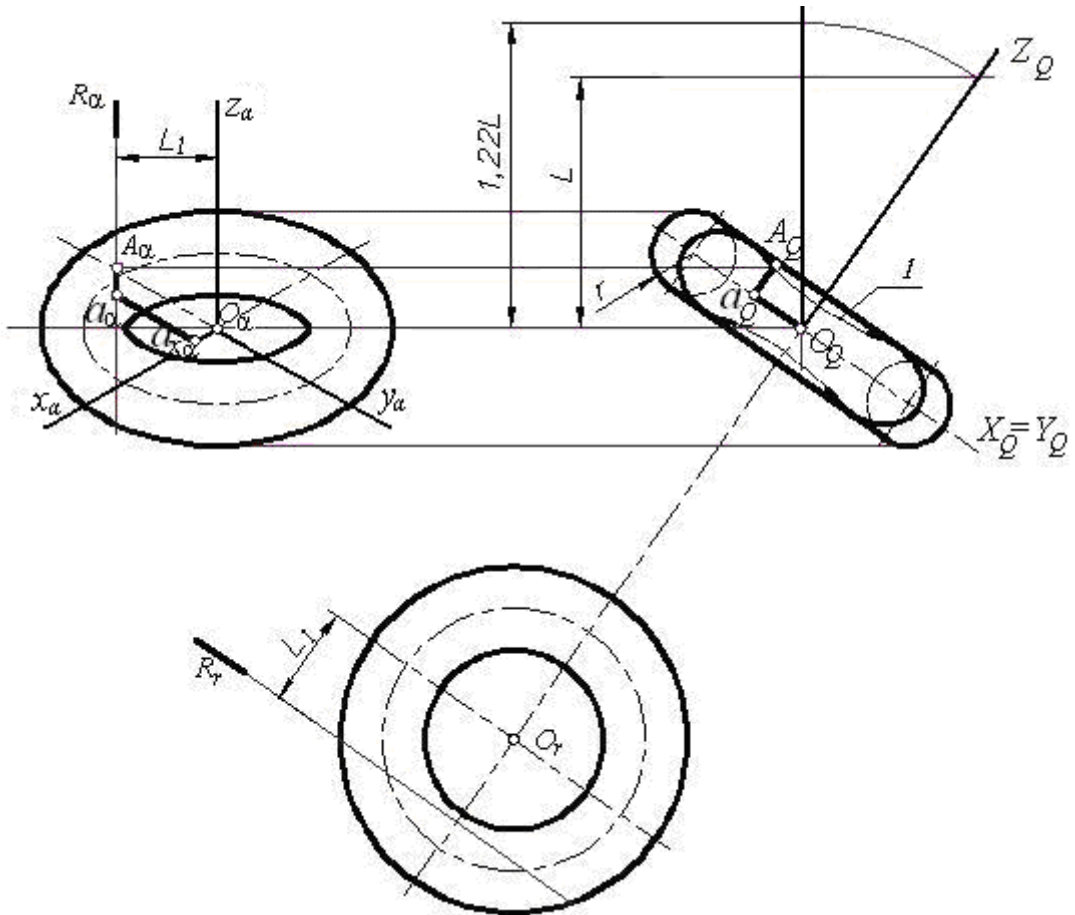


Рис. 63

ОГЛАВЛЕНИЕ

Цель и содержание задания	3
Требования к выполнению задания	3
АксонOMETрические проекции. Общие сведения	5
Коэффициенты искажения	7
Углы между аксонOMETрическими осями.....	8
Построение аксонOMETрических проекций плоских фигур	9
Построение аксонOMETрических проекций многоугольников	11
Построение аксонOMETрической проекции окружности.....	12
Вычерчивание эллипсов	15
Примеры построения аксонOMETрических проекций некоторых кривых поверхностей	17
Поверхности вращения	17
Винтовые поверхности.....	21
Построение аксонOMETрических проекций линий пересечения кривых поверхностей	22
Нанесение размеров	27
Условности при выполнении аксонOMETрических проекций	27
Последовательность вычерчивания аксонOMETрических проекций	29
Построение координатных отрезков для точек, заданных на поверхности вращения, в аксонOMETрических проекциях	33