

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по инженерной графике
ВЫПОЛНЕНИЕ ОБЪЁМНЫХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ

по специальности 26.02.02 «Судостроение»

Методические указания по выполнению чертежей для студентов специальности 26.02.02 Судостроение Колледжа сервиса и дизайна Владивостокского государственного университета разработаны с целью оказания помощи студентам при вычерчивании аксонометрических проекций деталей и выполнении технических рисунков деталей

Составитель:

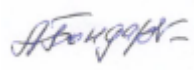
Гостыслова С.И., преподаватель *Колледжа сервиса и дизайна ВГУЭС*

Рассмотрено на заседании ЦМК

Рассмотрено и одобрено на заседании ЦМК Судостроение

Протокол № 9 от « 17 » май _____ 2022 г.

Председатель ЦМК



Бондарь А.Т.

АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

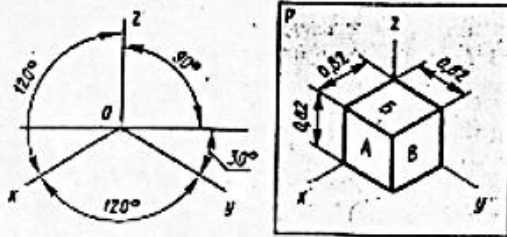
АксонOMETРИЧЕСКАЯ проекция - это наглядное изображение предмета с отражением всех трёх его пространственных измерений (по осям X, Y, Z).

Предмет располагают так, чтобы его высота, ширина и длина совпали с осями координат и вместе с ними спроецировались бы на плоскость. Направление проецирования не должно совпадать с направлением осей, иначе одна из осей спроецируется в точку и полной наглядности изображения не будет. Нормальное наглядное изображение получают как при прямоугольном проецировании, так и с помощью косоугольного проецирования.

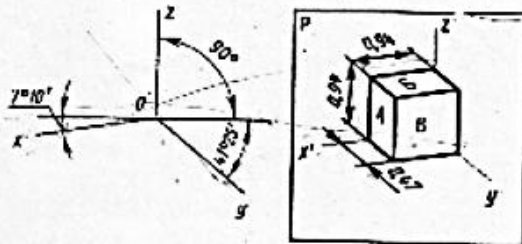
ГОСТ 2.317-69 предусматривает прямоугольные изометрическую и диметрическую проекции; косоугольные фронтальную и горизонтальную изометрические проекции и косоугольную фронтальную диметрическую проекцию.

1. Прямоугольные аксонометрические проекции.

Прямоугольная изометрическая проекция



Прямоугольная диметрическая проекция



Изометрическая проекция (изометрия)

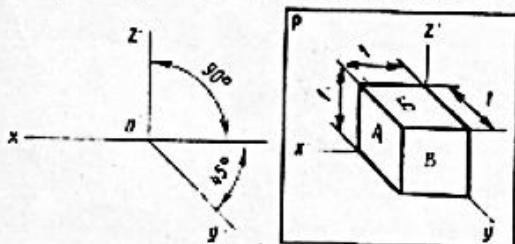
отличается большой наглядностью и широко применяется в практике. Координатные оси проецируются на аксонометрическую плоскость проекций под одинаковым углом (120°) и с одинаковым коэффициентом искажения по ним (0,82). В практике коэффициент искажения по осям обычно принимают равным единице. Изображение получается увеличенным в 1,22 раза, не искажая формы предмета.

Диметрическая проекция (диметрия) увеличивает изображение в 1,06 раза, также не сказываясь на наглядности изображения.

Координатные оси располагают: ось Z - вертикально, ось X под углом $7^\circ 10'$, а ось Y под углом $41^\circ 25'$ к горизонтальной прямой. Коэффициенты искажения по осям X и Z равны 0,94, а по оси Y - 0,47. В практике их обычно принимают равными единице, а по оси Y - 0,5.

2. Косоугольные аксонометрические проекции.

Косоугольная фронтальная изометрическая проекция

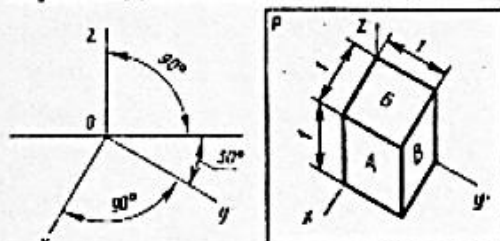


Фронтальная изометрия

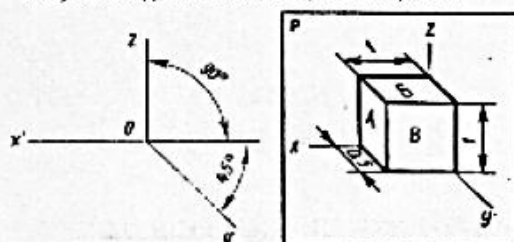
характеризуется тем, что по всем осям изображение производится в натуральный размер (коэффициент искажения равен единице). Оси располагают: ось X - горизонтально, ось Z - вертикально, ось Y - под углом 45° к оси X (допускается 30° или 60°).

Горизонтальная изометрия характеризуется тем, что по всем осям изображение производится в натуральный размер (коэффициент искажения равен единице). Оси располагают: между осями X и Y угол всегда 90° ; угол наклона оси Y к горизонту обычно равен 30° (допускается 45° или 60°); ось Z - вертикальна.

Косугольная горизонтальная изометрическая проекция



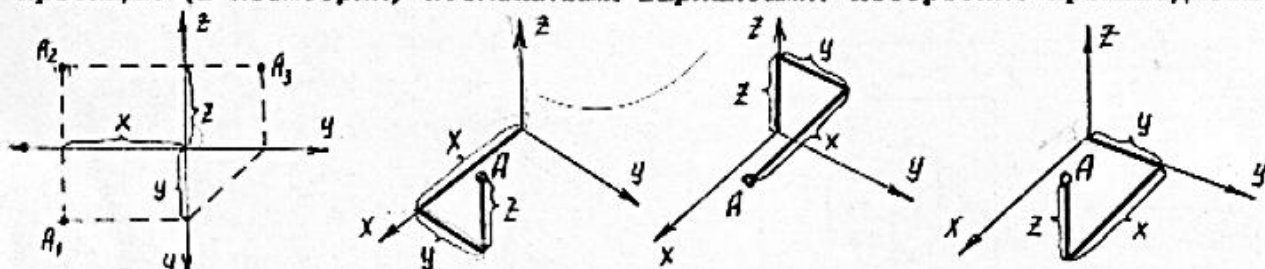
Косугольная фронтальная диметрическая проекция



Фронтальная диметрия характеризуется тем, что по осям X и Z изображение производится в натуральный размер (коэффициент искажения равен единице), а по оси Y уменьшается в половину (коэффициент искажения равен 0,5). Положение осей одинаково с фронтальной изометрией.

3. Построение аксонометрической проекции точки.

На рисунке а) дан комплексный чертёж точки A, имеющей координаты X, Y, Z. На рисунке б) дано построение этой точки в аксонометрической проекции (в изометрии) несколькими вариантами. Построение производится



следующим образом: из начала координат на любой из осей откладывается отрезок, равный данной оси; из конца этого отрезка проводится прямая, параллельная любой из оставшихся осей, на которой откладывается соответствующий этой оси отрезок; из конца второго отрезка проводится прямая, параллельная оставшейся оси и на ней откладывается отрезок, равный третьей оси. Конец этого отрезка фиксирует данную точку в пространстве (в изометрии). В диметрии построение аналогично, только по оси Y откладывается не целый отрезок, а его половина.

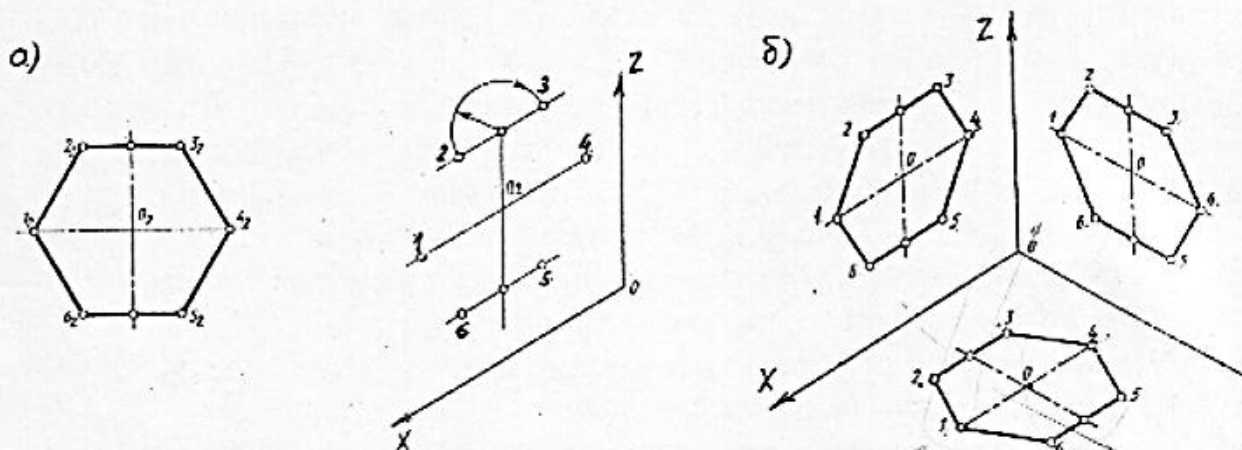
По точкам можно выполнить аксонометрию любой фигуры.

4. Построение аксонометрических проекций плоских фигур.

К плоским фигурам относятся треугольники, многоугольники и окружности. Построение в аксонометрии треугольников выполняется методом координат, когда каждую вершину строят в аксонометрии как отдельную точку.

ку и затем построенные точки соединяют отрезками. Этим методом можно строить аксонометрические проекции и многоугольников, однако есть и другие методы.

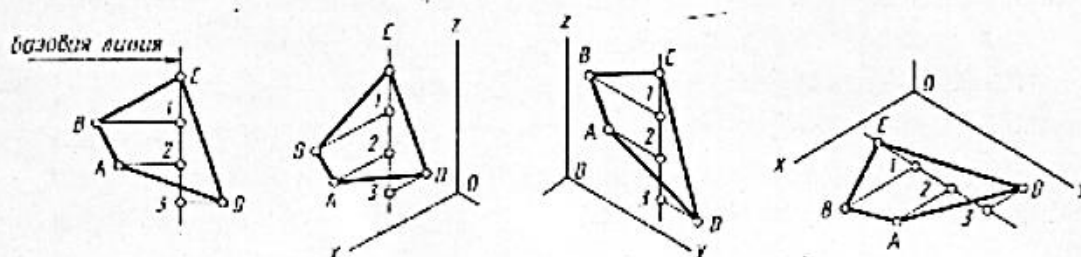
Правильные многоугольники лучше строить по осям симметрии. Их проводят параллельно осям координат той плоскости, в которой лежит многоугольник. Рассмотрим построение на примере шестиугольника, лежащего во фронтальной плоскости проекций XOZ (см. рисунок а). Ось симметрии, па-



раллельная оси X , проходит через вершины 1 и 4, а ось симметрии, параллельная оси Z , проходит через середины сторон 2-3 и 5-6. В аксонометрии в плоскости XOZ берётся произвольно точка O (центр шестиугольника) и через неё проводятся оси симметрии шестиугольника, параллельные осям X и Z . На них от точки O откладывают отрезки, замеренные по ортогональному чертежу от точки O_2 до точки 1_2 (4_2) и до середины стороны 2_2-3_2 (5_2-6_2). На оси, параллельной оси X , отмечают вершины 1 и 4. Через концы второй оси проводят параллельно оси X линии, на которых откладывают отрезки, равные стороне шестиугольника, и получают вершины 2, 3, 5 и 6. Построенные точки последовательно соединяют прямыми линиями и получают изображение шестиугольника в аксонометрии.

На рисунке б) дано изображение этого шестиугольника в аксонометрии в трёх плоскостях (XOZ , ZOY и XOY).

Неправильные многоугольники в аксонометрии можно строить с помощью базовой линии, которая проводится в плоскости многоугольника параллельно одной из осей координат. На рисунке базовая линия проходит через



вершину С параллельно оси Z для плоскостей XOZ и ZOY и параллельно оси Y для плоскости XOY. Из оставшихся вершин многоугольника на базовую линию опускают перпендикуляры и отмечают полученные на ней точки (на рисунке точки 1, 2, 3).

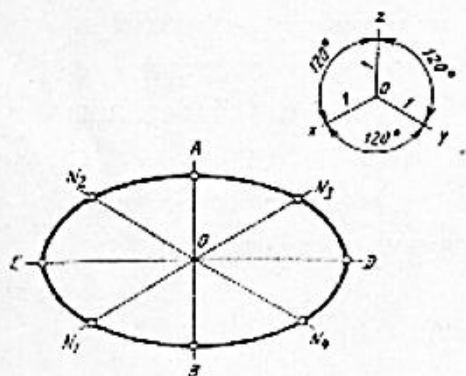
При построении аксонометрии в любой плоскости произвольно берётся точка С и через неё проводится базовая линия параллельно выбранной по условию оси. На базовой линии откладывают замеренные по ортогональному чертежу отрезки (С-1, 1-2, 2-3) и через полученные точки проводят прямые линии, параллельные второй оси плоскости. На этих линиях откладывают замеренные по ортогональному чертежу отрезки до соответствующих вершин (1-В, 2-А, 3-Д). Полученные вершины последовательно соединяют прямыми линиями и получают изображение многоугольника в аксонометрии.

Построение многоугольников во всех видах аксонометрических проекций и во всех их плоскостях одинаково, только в диметрии по оси Y откладывается не полный размер, а его половина.

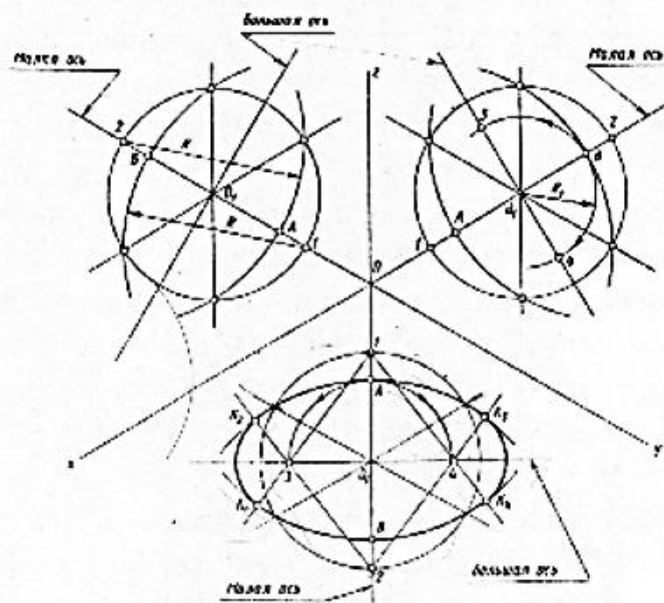
Окружности в разных аксонометрических проекциях и даже в некоторых их плоскостях строятся не одинаково.

Окружность в прямоугольной изометрии во всех трёх плоскостях изображается эллипсами одинаковой формы.

а)



б)



Малая ось эллипса всегда располагается по направлению отсутствующей в данной плоскости оси, а большая ось - ей перпендикулярно. Малая ось равна $0,71D$ (D - диаметр окружности), большая ось - $1,22D$.

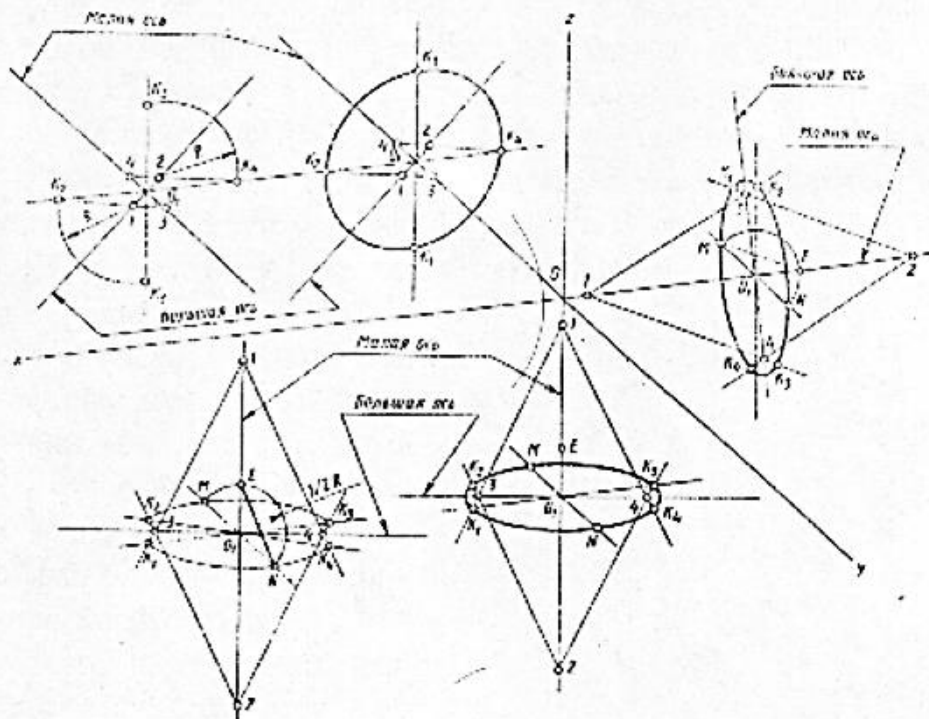
На рисунке а) изображён эллипс, построенный по восьми точкам, расположенным симметрично относительно центра O : точки A и B являются концами малой оси, направленной в сторону оси Z ($AB = 0,71D$); точки C и D

- концами большой оси ($CD = 1,22D$); точки N_1, N_2, N_3 и N_4 лежат на прямых, параллельных аксонометрическим осям X и Y и фиксируют отрезки, равные диаметру окружности ($N_1N_3 = N_2N_4 = D$). Полученные точки соединяют с помощью лекал.

Эллипс можно заменить овалом, построение которого показано на рисунке б). Полное построение овала дано в плоскости XOY , в двух других плоскостях указаны отдельные этапы построения.

Через произвольную точку O_1 (центр овала) проводятся прямые, параллельные аксонометрическим осям, и большая ось. Описывается окружность диаметром, равным диаметру изображаемой окружности. Из точек 1 и 2, лежащих на малой оси, проводятся дуги, проходящие через точки пересечения окружности с прямыми, параллельными аксонометрическим осям. Полученный отрезок AB является малой осью овала. Радиусом, равным половине отрезка AB , проводится другая окружность, фиксирующая на большой оси точки 3 и 4. Точки 1 и 2 соединяют прямыми линиями с точками 3 и 4, продолжая их до пересечения с проведёнными ранее дугами. Через полученные точки K_1 и K_2, K_3 и K_4 из точек 3 и 4 проводятся сопрягающие дуги.

Окружность в прямоугольной диметрии изображается эллипсами. Положение осей эллипсов такое же, как и в прямоугольной изометрии: малая ось располагается по направлению отсутствующей в плоскости оси, большая - ей



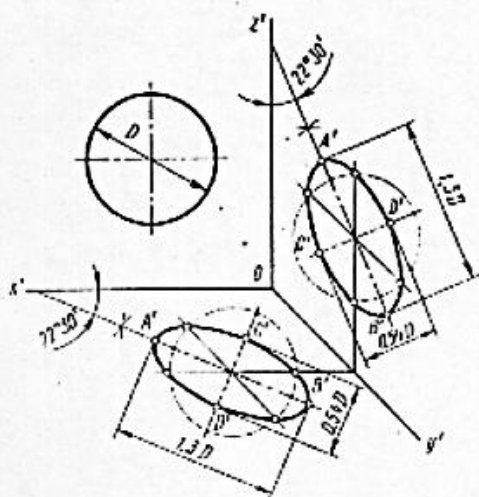
перпендикулярно. Форма эллипса в плоскости XOZ отличается от эллипсов в двух других плоскостях. Построение эллипсов начинается с проведения через точку O_1 (центр эллипса) прямых, параллельных аксонометрическим

осям, и большой оси. Далее построение в плоскости XOZ будет следующее. На прямых, параллельных осям X и Z, находят точки K_1 , K_2 , K_3 и K_4 , откладывая из центра O_1 отрезки, равные радиусу заданной окружности. Из точек K_2 и K_4 проводят горизонтальные линии до пересечения с малой осью. Полученные на большой оси точки 1 и 2, а на малой оси точки 3 и 4 являются центрами сопрягающихся дуг, образуемых овал: из центра 1 проводится дуга K_1K_2 , из центра 2 - дуга K_3K_4 , из центра 3 - дуга K_2K_3 и из центра 4 - дуга K_1K_4 .

В плоскости XOY, а также в плоскости ZOY овал (эллипс) можно строить следующим способом. Из центра O_1 радиусом, равным половине радиуса заданной окружности, проводится дуга до пересечения с прямой, параллельной оси Y. На этой прямой отмечают точки M и N, а на малой оси - точку E. Замеряется отрезок EN и от точки O_1 в обе стороны по малой оси откладывается два таких отрезка и отмечаются точки 1 и 2, а по большой оси - один отрезок и отмечаются точки 3 и 4. Из точки 1 проводится дуга через точку N, а из точки 2 - дуга через точку M. Точки 1 и 2 соединяют прямыми линиями с точками 3 и 4, продолжая их до пересечения с дугами в точках K_1 , K_2 , K_3 и K_4 . Из точки 3 проводится сопрягающая дуга K_1K_2 , а из точки 4 - дуга K_3K_4 .

Большая ось эллипса во всех случаях равна $1,06D$ (D - диаметр изображаемой окружности). Малая ось эллипса, расположенного в плоскости XOZ равна $0,95D$, в двух других плоскостях - $0,35D$. На линиях, параллельных аксонометрическим осям X и Z, изображается диаметр заданной окружности, а на линиях, параллельных оси Y - половина диаметра.

Окружность в косоугольной фронтальной изометрии в плоскости XOZ

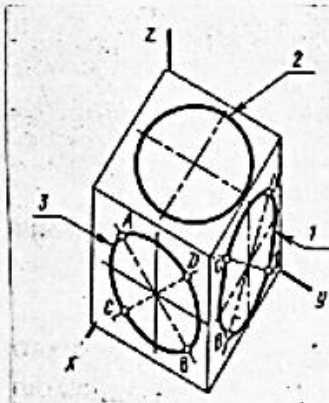


проецируется в окружность того же диаметра, в двух других плоскостях (XOY и ZOY) - в эллипсы. Большая ось эллипсов направлена по биссектрисе острого угла, образованного в центре каждого эллипса прямыми, параллельными аксонометрическим осям. В данном случае острый угол равен 45° . Малая ось всегда перпендикулярна большой оси.

Длина большой оси в обоих случаях равна $1,3D$, малой оси - $0,54D$. (D - диаметр окружности).

На прямых, параллельных аксонометрическим осям X, Y, Z, откладываются диаметр окружности. Полученные точки соединяют лекалом.

Окружность в косоугольной горизонтальной изометрии проецируется в горизонтальной плоскости XOY в натуральный размер, в двух других плоскостях (XOZ и YOZ)- искажается в эллипсы (на рисунке 1,3).



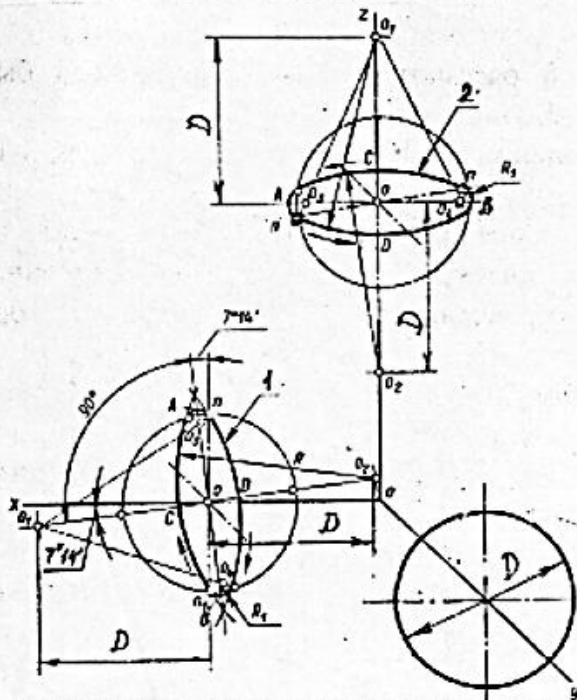
Большая ось эллипсов направлена по биссектрисе острого угла, образованного в центре каждого эллипса прямыми, параллельными аксонометрическим осям; малая ось перпендикулярна большой.

Для эллипса 1 (в плоскости XOZ) большая ось равна 1,37, а малая - 0,37 диаметра заданной окружности. Для эллипса 3 (в плоскости YOZ) большая ось равна 1,22, а малая - 0,71 диаметра окружности.

По прямым, параллельным осям X , Y и Z , окружность проецируется в натуральный размер.

Окружность в косоугольной фронтальной диметрии проецируется во фронтальной плоскости XOZ в натуральный размер, в горизонтальной и профильной плоскостях XOY и YOZ искажается в эллипсы.

Малая ось CD эллипса 1, лежащего в профильной плоскости YOZ , отклонена от положения оси X на $7^{\circ}14'$; большая ось AB перпендикулярна малой. Малая ось CD эллипса 2, лежащего в горизонтальной плоскости XOY , направлена в сторону оси Z , большая AB - ей перпендикулярно.



Большая ось эллипсов 1 и 2 равна $1,07D$, а малая - $0,33D$. (D - диаметр изображаемой окружности).

Кроме построенных четырёх точек A, B, C и D находят ещё четыре точки, откладывая по направлению аксонометрических осей X и Z диаметр изображаемой окружности, а по направлению оси Y - полдиаметра. Полученные точки соединяют лекалом.

Для упрощения построений можно эллипсы заменить овалами. Способ их построения такой же, как в прямоугольной диметрии или как показано на данном рисунке.

Из центра овала проводится окружность заданного диаметра. На линии, параллельной оси Z (для овала 1), и линии, отклонённой от оси X на $7^{\circ}14'$ (для овала 2), отмечаются точки n

и n_1 . По осям X и Z в обе стороны откладываются отрезки, равные диаметру окружности. Из полученной точки O_1 проводится дуга через точку n , а из точки O_2 - через точку n_1 . Точка O_1 соединяется прямой линией с точкой n , а точка O_2 - с точкой n_1 . Линии продолжают до пересечения с большой осью, отмечая на ней точки O_3 и O_4 . Из полученных центров проводят сопрягающие дуги радиусами $O_3 n$ и $O_4 n_1$.

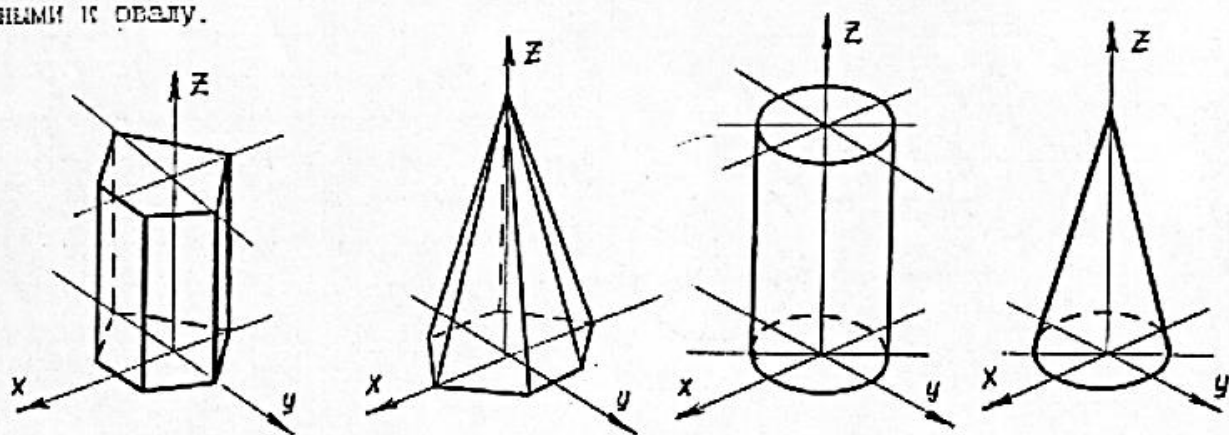
5. Построение аксонометрических проекций геометрических тел.

Геометрическое тело, ограниченное со всех сторон плоскостями, называется **многогранником**. К наиболее часто используемым в практике относятся призма и пирамида. Плоскости многогранников называются **гранями**, линии их пересечения - **ребрами**. Угол, образованный гранями, сходящимися в одной точке называется **вершиной**.

Геометрическое тело, ограниченное со всех сторон поверхностью, полученной в результате вращения около оси какой-либо линии, называется **телом вращения**. Вращающаяся линия называется **образующей** данного тела. В практике наиболее часто встречаются тела вращения: цилиндр, конус.

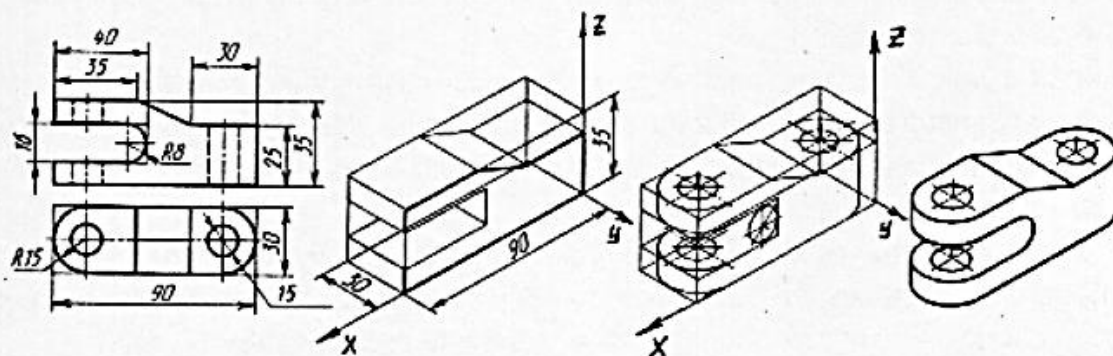
Плоскости, пересекающие поверхности вращения или все грани тела, называются **основаниями** тел. У пирамиды и конуса - по одному основанию. У призмы и цилиндра, а также у усеченных пирамиды и конуса - по два основания. Грани или поверхность вращения, заключенные между основаниями, называются **боковой поверхностью** тела.

При построении аксонометрических проекций геометрических тел вначале строятся их основания, т. е. плоские фигуры (у призмы и пирамиды - это многоугольники, у цилиндра и конуса - это овалы). Их построение показано выше. Основания соединяются ребрами (у призмы) или образующими, касательными к овалам (у цилиндра). Для пирамиды и конуса кроме оснований строятся вершины (точки, их построение см. выше). У пирамиды вершина соединяется с основанием ребрами, у конуса - образующими, касательными к овалу.



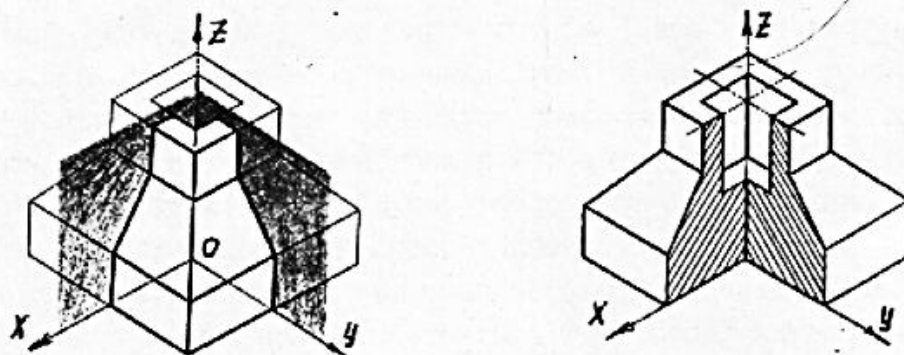
6. Построение аксонометрических проекций моделей.

Построение модели в аксонометрии показано на примере прямоугольной изометрической проекции. На рисунке дан комплексный чертёж модели и показана последовательность построения её наглядного изображения.

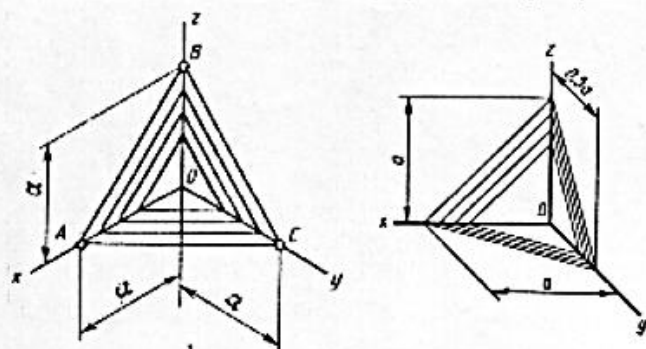


Модель мысленно расчленяют на отдельные простейшие геометрические элементы, в данном случае на призматические. Затем находят центры окружностей и строят эллипсы и полуэллипсы. Лишние построения удаляют, контур изображения обводят сплошной основной линией.

Если модель имеет внутренние полости, то для их выявления применяют вырез одной четверти модели. Построенную в тонких линиях аксономет-



рическую проекцию модели мысленно разрезают фронтальной (XOZ) и профильной (ZOY) плоскостями. При удалении близлежащей между ними четверти становится видно внутреннее устройство модели. Толщину стенок модели, попавшую в разрез, заштриховывают.



Линии штриховки наносят параллельно линиям, отсекаемым на координатных осях X , Y , Z равные отрезки (на рисунке отрезок a), а для диаметрической проекции на оси Y - половину этого отрезка, т.е. $0,5 a$.

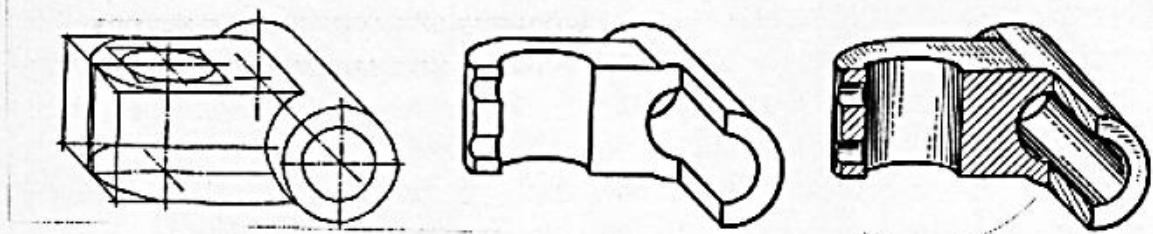
ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК

Технический рисунок - это аксонометрическая проекция, построенная без чертёжных инструментов от руки, на глаз. Рисунок используют для быстрого наглядного пояснения чертежа.

При выполнении рисунка необходимо соблюдать пропорции, иначе деталь будет искажена.

Чтобы показать внутреннее устройство, на рисунке вырезают четверть детали, а разрезанные стенки заштриховывают по тем же правилам, как и в аксонометрии. Для наглядности на изображённых поверхностях наносят условную светотень.

Перед началом выполнения рисунка изучают форму и внутреннее строение предмета и выбирают такую аксонометрическую проекцию, которая даёт более наглядное изображение с более лёгкими построениями.

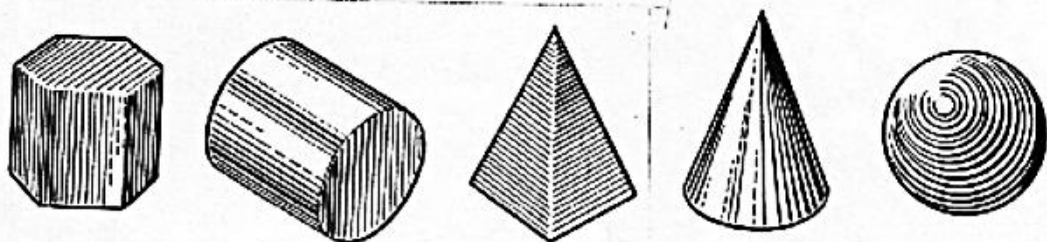


Начинают построение рисунка с проведения осей симметрии параллельно аксонометрическим осям. Аксонометрические оси проводят без чертёжных инструментов с применением приближённых геометрических построений. Затем строят габаритные очертания предмета, мысленно разбивают его на отдельные геометрические элементы и постепенно строят их в координатных осях, как показано выше при построении аксонометрических проекций.

Если в детали есть внутренние полости, у неё вырезают координатными плоскостями четверть и разрезанные стенки заштриховывают.

При нанесении светотеней считают, что лучи света падают на предмет справа и сверху или слева и сверху.

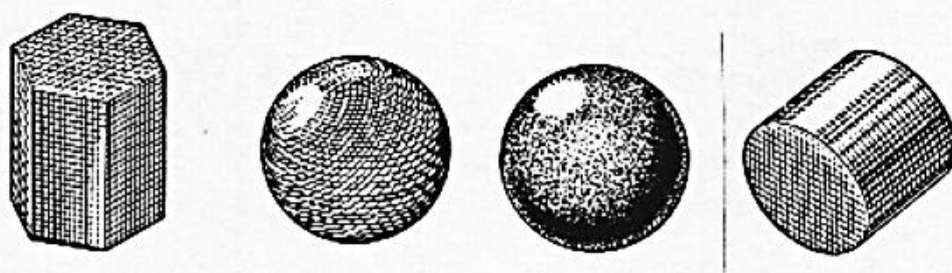
Освещённые поверхности штрихуют тонкими линиями на большом расстоянии друг от друга, а теневые - более толстыми частыми линиями.



Штриховые линии для граничных призматических поверхностей проводят параллельно рёбрам, для пирамидальных - параллельно основаниям. Для бо-

ковых поверхностей тел вращения (цилиндра и конуса) штрихи проводят по образующим, а иногда по кривым линиям, параллельным основаниям. На сферических поверхностях наносят криволинейные штрихи разной толщины и с разными промежутками между ними в зависимости от освещённости.

Иногда для большей выразительности рисунков на геометрических телах и деталях светотени наносят с помощью *шраффировки*, т.е. сложной штриховки в виде сетки или точек, как показано на изображённых ниже рисунках.



Л И Т Е Р А Т У Р А

1. С.К. Боголюбов. ЧЕРЧЕНИЕ. Учебник. М.: Машиностроение, 1985.
2. Б.Р. Миронов, Р.С. Миронова. ЧЕРЧЕНИЕ. Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1991.
3. Л.П. Никольский. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ И СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ. Учебник. Л.: Судостроение, 1981.