

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Городского строительства, архитектуры и дизайна»

Утверждено на заседании кафедры
«ГСАиД»
«28» января 2021 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой ГСАиД
_____ К.А. Головин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по самостоятельной работе студентов
по дисциплине (модулю)
«Технический рисунок»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
54.03.01 Дизайн

с направленностью (профилем)
Промышленный дизайн

Форма обучения: *очная*

Идентификационный номер образовательной программы: 540301-03-21

Тула 2021 год

Разработчик методических указаний

Ушакова Ирина Владимировна, доц. каф., к. т. н, доц.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Цель и задачи самостоятельной работы

Целью самостоятельной работы является изучение литературы по темам, предусмотренных рабочей программой; выполнение заданий и подготовка к контрольным аттестационным мероприятиям (экзамен)

Содержание самостоятельной работы обучающегося

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>1 семестр</i>	
1	Подготовка к практическим занятиям
	Самостоятельное изучение материала по следующим темам дисциплины: 1. Классификация линий. 2. Классификация поверхностей 3. Ортогональные и аксонометрические проекции группы геометрических тел с отмывкой. 4. Технические рисунки геометрических тел 5. Методы построения линии пересечения поверхностей. 6. Методы построения перспективы. Геометрические операции в перспективе.
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
3	Изучение дополнительной литературы

1. Классификация линий

ЛИНИЯ — это множество всех последовательных положений движущейся точки.

Евклид: “Линия же — длина без ширины”.

Прямая — разновидность линии, которая получается, если движущаяся точка не изменяет направления движения.

Кривая — разновидность линии, которая получается, если движущаяся точка изменяет направление движения.

Плоские линии — линии, все точки которых принадлежат одной плоскости.

Пространственные линии (линии двойкой кривизны) — линии, все точки которых не принадлежат одной плоскости (например, линии пересечения поверхностей).

Алгебраические линии определяются алгебраическими уравнениями в декартовой системе координат (окружность, эллипс, парабола, гипербола и др.).

Трансцендентные линии описываются трансцендентными уравнениями (синусоида, спираль Архимеда и др.).

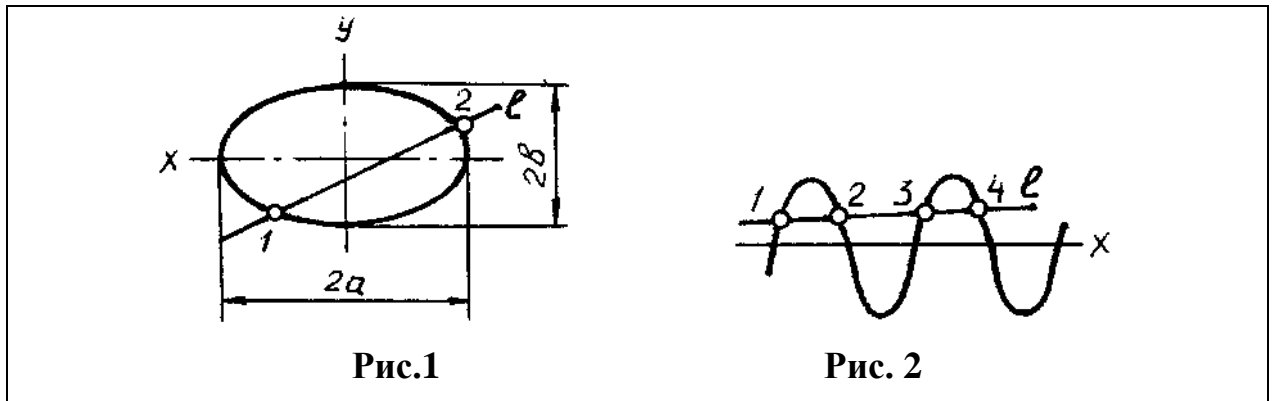
Если алгебраическое уравнение линии n -й степени, то алгебраическая кривая считается n -го порядка, то есть **ПОРЯДКОМ КРИВОЙ** называют наибольшую степень ее уравнения.

Геометрически порядок плоской кривой определяется наибольшим числом точек ее пересечения с прямой, лежащей в плоскости кривой, а для пространственной кривой — пересечением ее с плоскостью.

Для алгебраических кривых это число точек всегда конечно. Для трансцендентных — бесконечно. Например, для эллипса (рис. 1)

$$x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$$

имеем $n = 2$, т.е. это — кривая второго порядка.



Для синусоиды (рис. 2) $y = \sin x$ имеем $n = \infty$.

Кривые бывают закономерные и незакономерные, как, например, горизонтали на географической карте.

Винтовая линия

Пространственная кривая, широко применяемая в технике.

Цилиндрическая винтовая линия — пространственная кривая, получающаяся в результате двойного равномерного движения точки: вращения вокруг оси и поступательного движения вдоль прямой, параллельной этой оси (рис. 3).

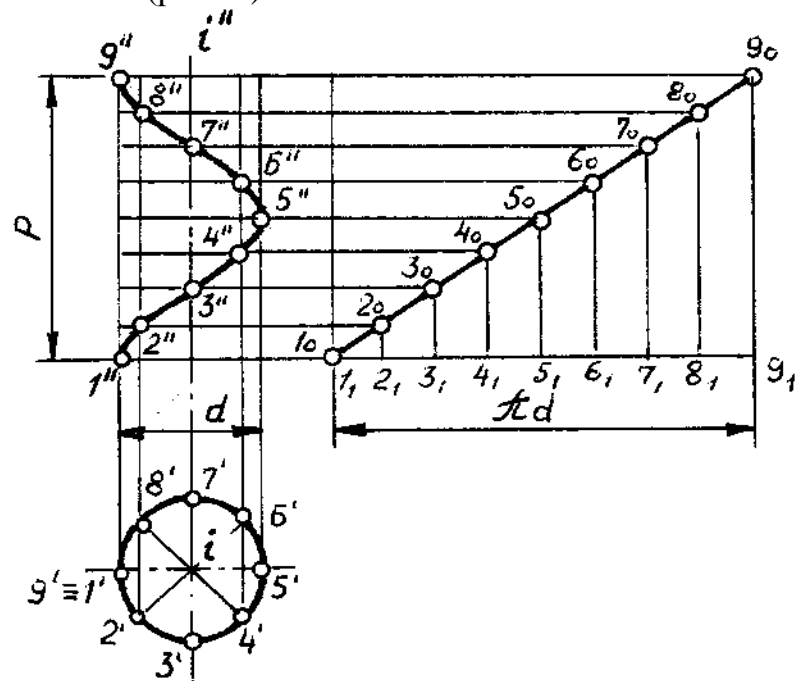


Рис. 3

p — шаг винтовой линии или расстояние между двумя ее соседними витками в направлении, параллельном оси i . Шаг определяет величину перемещения точки в направлении оси за один оборот этой точки вокруг оси. Проекция цилиндрической винтовой линии на горизонтальную плоскость проекций (при $i \perp H$) — окружность, на фронтальную плоскость проекций — синусоида.

Отрезок $[l_0 l_{01}]$ — развертка цилиндрической винтовой линии.

φ° — угол подъема винтовой линии.

$$\varphi^\circ = \arctg \frac{P}{[l_1 l_{01}]} = \arctg \frac{P}{\pi D}$$

Цилиндрические винтовые линии бывают правые и левые. Основание для такого деления — направление движения точки, спускающейся по винтовой линии. Если проекция этого направления на плоскость, перпендикулярную к оси винтовой линии, совпадает с направлением движения часовой стрелки — винтовая линия ПРАВАЯ. В противном случае — ЛЕВАЯ.

Коническая винтовая линия — пространственная кривая, получающаяся в результате двойного равномерного движения точки: вращения вокруг оси и поступательного движения вдоль прямой, пересекающей с этой осью (рис. 4).

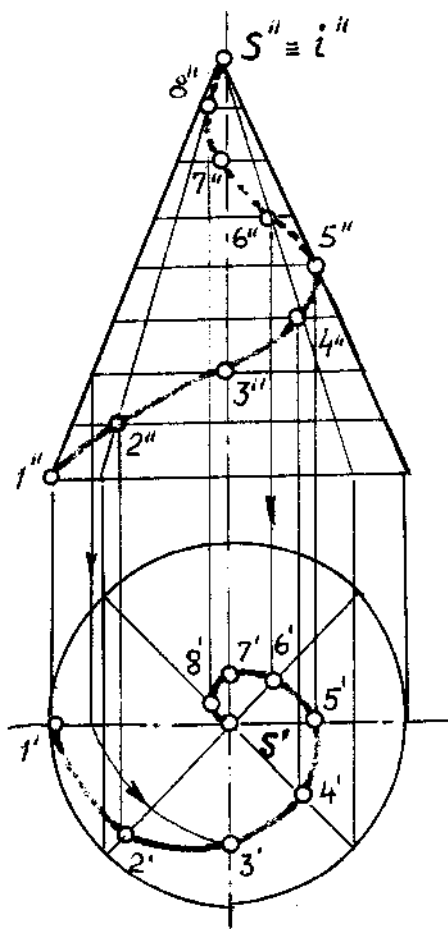


Рис. 4

При $i \perp H$ горизонтальная проекция конической винтовой линии — архимедова спираль, фронтальная — затухающая синусоида.

2. Классификация поверхностей

В технической практике принято рассматривать образование поверхности (как и линии) с позиций кинематики — движения.

ПОВЕРХНОСТЬ — это множество последовательных положений движущейся линии — образующей. Образующая может сохранять свою форму или изменять ее — деформироваться. Закон перемещения образующей определяется направляющими линиями, по которым скользит образующая и характером движения образующей. Например, поверхности Каталана (названы так по имени бельгийского ученого, их исследовавшего), или — поверхности с плоскостью параллелизма. Прямолинейная образующая “а” перемещается — скользит по двум направляющим — “n” и “m”, оставаясь параллельной плоскости параллелизма \square .

Для изображения поверхности на чертеже, используют КАРКАС — множество линий, заполняющих поверхность так, что через каждую точку поверхности проходит в общем случае хотя бы одна линия каркаса. Проекция каркаса можно построить, если известен определитель поверхности.

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ПОВЕРХНОСТИ — совокупность независимых условий, однозначно задающих поверхность.

Различают две части определителя:

— геометрическая часть указывает на геометрические фигуры (точки, линии, поверхности), с помощью которых образовывается поверхность; обозначается (Г);

— алгоритмическая (описательная) часть содержит указания о характере изменения образующей и законе ее перемещения; обозначается [А].

Таким образом, определитель пишется в следующей форме: $\square(\Gamma)[A]$

Определитель находят, исходя из кинематического способа образования поверхности. Например, для поверхностей Каталана:

$$\square(m,n)[a \parallel \square]$$

Для задания этих поверхностей на эюре Монжа достаточно указать проекции направляющих **m** и **n** и положение плоскости параллелизма \square (рис. 5).

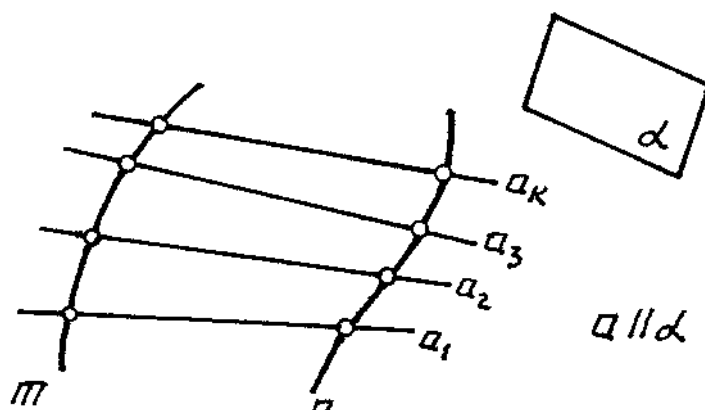


Рис. 5

В геометрическую часть определителя не записывают образующую **а**. Поверхность линейчатая (образующая — прямая линия). Поэтому априорно известно, что **а** — прямая.

В алгоритмической части содержится указание, что поверхность Каталана является поверхностью с плоскостью параллелизма. Поэтому в геометрическую часть определителя не записывают также и плоскость параллелизма.

Поверхности линейчатые

Л и н е й ч а т ы е поверхности — поверхности, образующей которых является прямая. Они могут быть развертывающиеся и неразвертывающиеся.

Р а з в е р т ы в а ю щ и е с я поверхности — поверхности, которые после разреза их, например, по образующей, можно односторонне совместить с плоскостью без появления разрывов и складок (рис. 6).

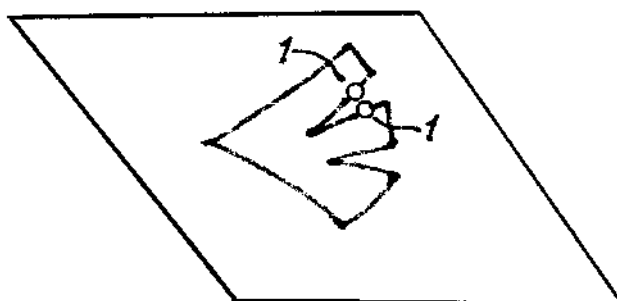


Рис. 6

Н е р а з в е р т ы в а ю щ и е с я поверхности — поверхности, которые нельзя совместить таким образом с плоскостью.

У развертывающихся поверхностей смежные образующие параллельны или пересекаются.

У неразвертывающихся поверхностей смежные образующие скрещиваются.

Поверхности линейчатые развертывающиеся

Эти поверхности делятся на три вида:

- с одной направляющей и вершиной в собственной точке;
- с одной направляющей и вершиной в несобственной точке;
- с ребром возврата (торсы).

К поверхностям с одной направляющей и вершиной в собственной точке относятся коническая (направляющая — кривая) (рис. 7) и пирамидальная (направляющая — ломаная) (рис. 8).

Определитель имеет вид:

$$\square(m)[(Sa \in m); (a \in S)],$$

причем “m” может быть соответственно \tilde{m} или \hat{m} .

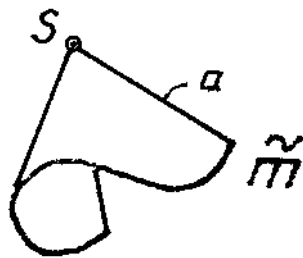


Рис. 7

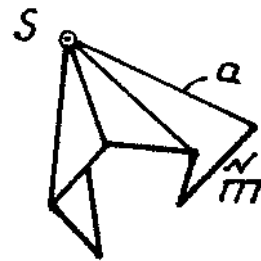


Рис. 8

К поверхностям с одной направляющей и вершиной в несобственной точке относятся цилиндрическая (направляющая — кривая) (рис. 9) и

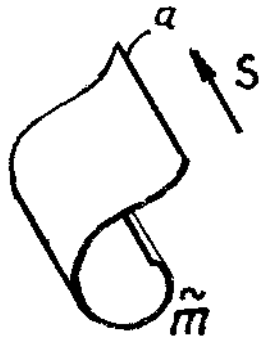


Рис. 9

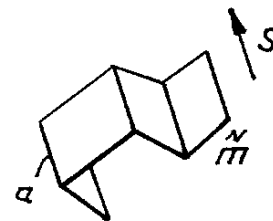


Рис. 10

призматическая (направляющая — ломаная) (рис. 10).

Определитель имеет вид:

$$\Phi(m)[(S_{\infty}; (a \parallel S)],$$

причем “m” может быть соответственно \tilde{m} или \hat{m} .

Поверхность с ребром возврата имеет одну направляющую — пространственную кривую (ребро возврата). Образующая во всех своих положениях касательна к ребру возврата (рис. 11).



Рис. 11

Определитель имеет вид:

$$\Phi(m)[a \cup m]$$

Поверхности линейчатые неразвертывающиеся

Наиболее распространены в этой разновидности поверхностей поверхности Каталана или поверхности с двумя направляющими и плоскостью параллелизма. Образующие параллельны этой плоскости. Обычно принимают, что плоскости параллелизма совпадают с одной из плоскостей проекций, т.е. $\alpha \parallel H$ или $\alpha \parallel V$.

В числе поверхностей Каталана различают: цилиндроид, коноид и косую плоскость или гиперболический параболоид.

Цилиндроид образуется, когда обе направляющие — кривые. Его определитель имеет вид:

$$\Phi(\tilde{m}, \tilde{n})[a \parallel \alpha]$$

Цилиндроид общего вида и пример применения этого вида поверхности для соединения двух трубопроводов одинакового диаметра, оси которых пересекаются под некоторым углом, показаны на рисунке 12 и рисунке 13.

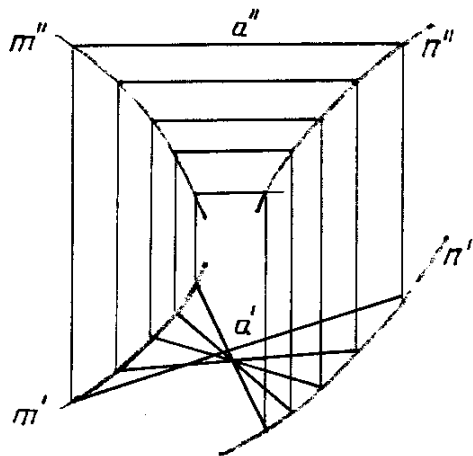


Рис. 12

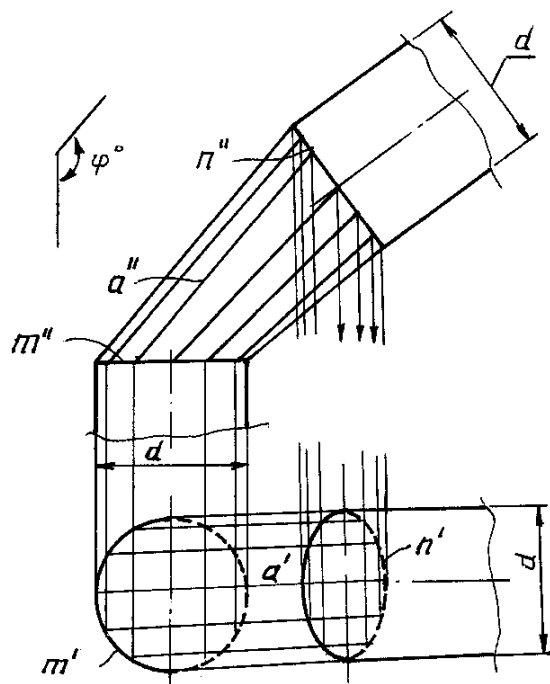


Рис. 13

Коноид образуется, когда одна направляющая — прямая, другая — кривая. Определитель имеет вид:

$$\Phi(\tilde{m}, \bar{n})[a \parallel \alpha]$$

На рисунках показаны коноид общего вида (рис. 14), коноид, у которого прямая направляющая перпендикулярна плоскости параллелизма (прямой коноид) (рис. 15) и аксонометрическая проекция, поясняющая происхождение названия “коноид” (рис. 16).

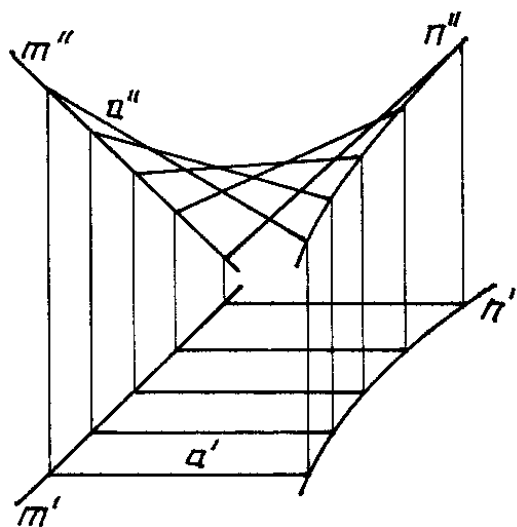


Рис. 14

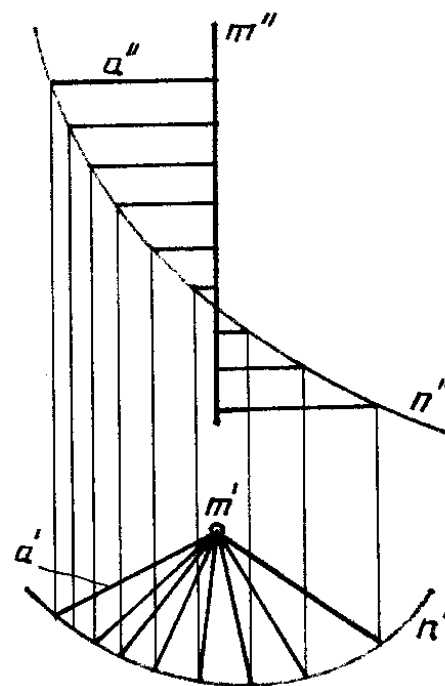


Рис. 15

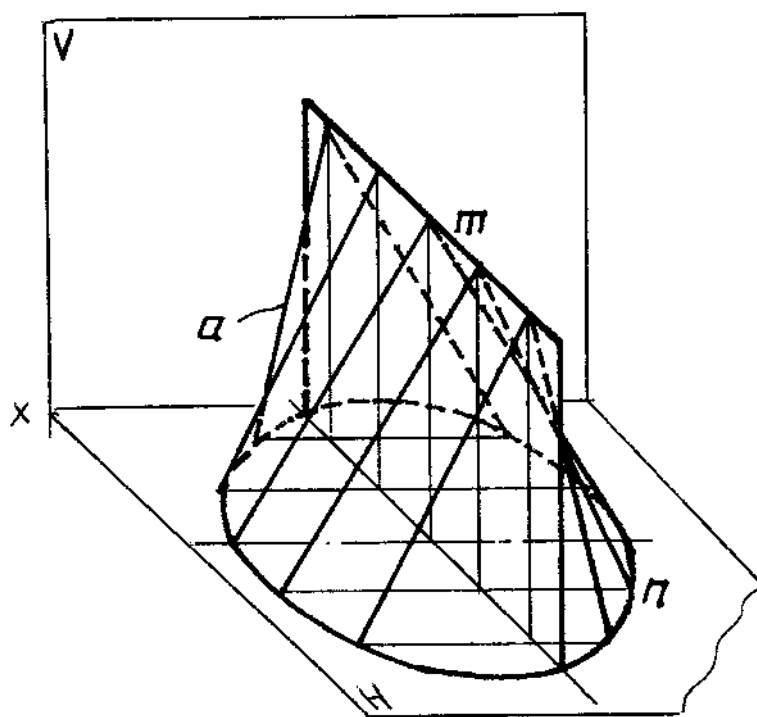


Рис. 16

Косая плоскость или гиперболический параболоид образуется, когда обе направляющие — прямые (скрещивающиеся).

Для случая (рис. 17) определитель имеет вид:

$$\Phi(\bar{m}, \bar{n})[a \parallel H]$$

Наглядное изображение косой плоскости показано на рис. 18.

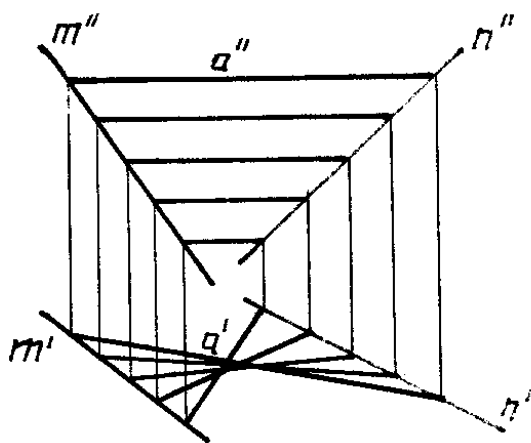


Рис. 17

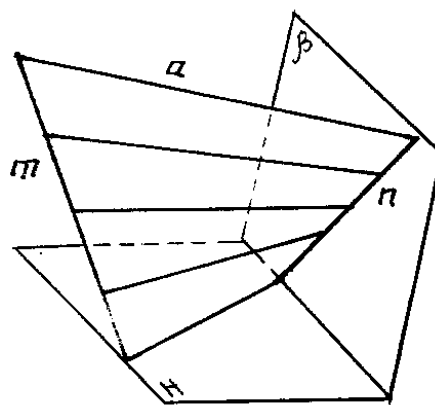


Рис. 18

Здесь $a \parallel H$, то есть определитель имеет вид:

$$\Phi(\bar{m}, \bar{n})[a \parallel H]$$

Наглядное изображение косой плоскости при $a \parallel V$ показано на рис. 19

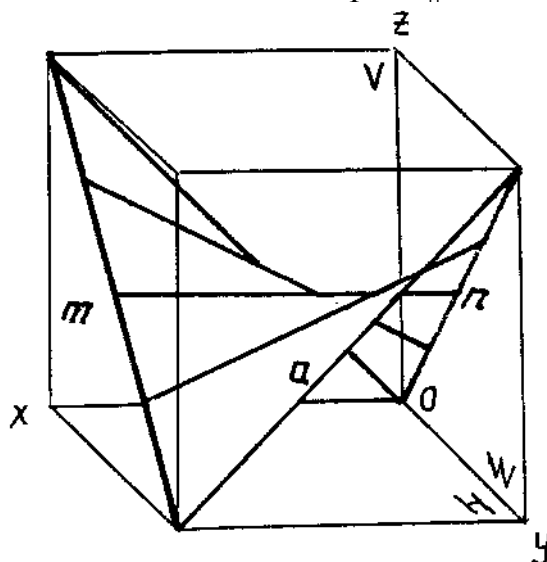


Рис. 19

Здесь m и n лежат в плоскостях, параллельных плоскости W . Определитель имеет вид:

$$\Phi(\bar{m}, \bar{n})[a \parallel V]$$

Поверхности нелинейчатые

Различают нелинейчатые поверхности с образующей переменного вида и с образующей постоянного вида.

Поверхности с образующей переменного вида имеют определитель

$$\Phi(a, m)[A, A_1],$$

где a — образующая переменного вида;

m — направляющая;

A — закон перемещения образующей по направляющей;

A_1 — закон изменения формы образующей.

Примером нелинейчатой поверхности с образующей переменного вида может служить каналовая поверхность (рис. 20).

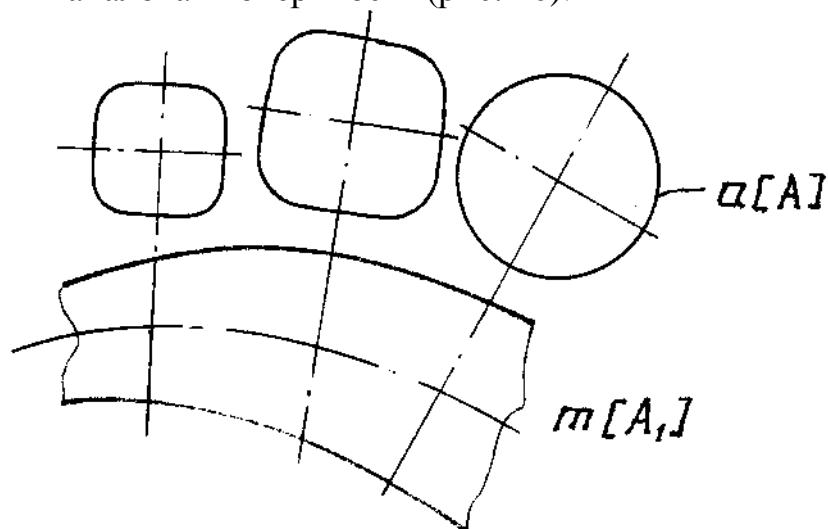


Рис. 20

К а н а л о в а я поверхность — поверхность, образованная каркасом замкнутых плоских сечений, определенным образом ориентированных в пространстве. Площади этих сечений монотонно изменяются в процессе их перемещения по направляющей.

Плоскости образующих ориентируют в инженерной практике двумя способами:

— параллельно какой-либо плоскости (каналовые поверхности с плоскостью параллелизма);

— перпендикулярно к направляющей линии (нормальные или прямые каналовые поверхности). Нормальная каналовая поверхность показана на рис.

Ц и к л и ч е с к а я поверхность — частный случай каналовой (рис. 21).

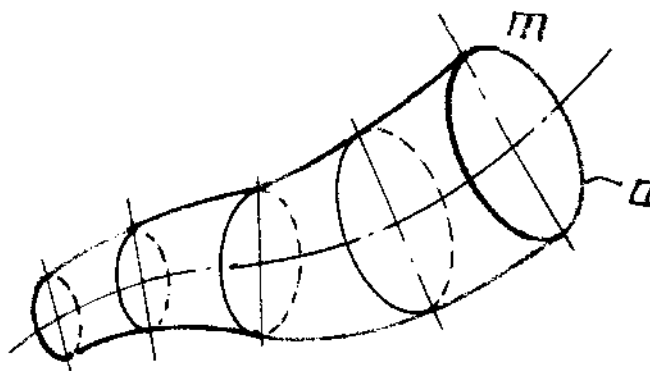


Рис. 21

Она образуется окружностью, центр которой перемещается по криволинейной направляющей.

Поверхность с образующей постоянного вида имеет определитель $\Phi(a, m)[A]$,

где a — образующая;
 m — направляющая;

A — закон перемещения образующей.

Примером является трубчатая поверхность, которая получается при движении центра окружности постоянного диаметра (образующая) по криволинейной направляющей; плоскость окружности все время остается перпендикулярной к направляющей (рис. 22).

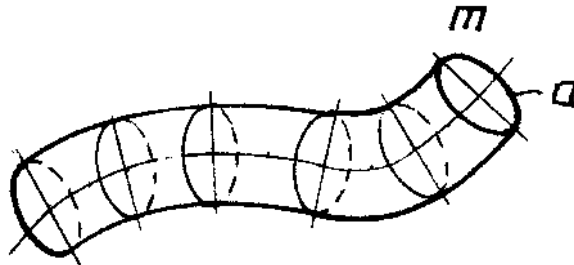


Рис. 22

По форме образующей — частный случай циклической поверхности.

По закону движения образующей — частный случай канальной поверхности.

Трубчатая поверхность может быть получена движением сферы постоянного диаметра.

Поверхности вращения

Поверхность вращения общего вида — поверхность, которая образуется произвольной кривой (плоской или пространственной) при ее вращении вокруг неподвижной оси.

Определитель поверхности вращения:

$\Phi(a, i)[A]$,

где a — образующая;

i — ось вращения;

$[A]$ — условие о том, что образующая “ a ” вращается вокруг оси i .

Каждая точка образующей $a(A, B, C, D, E)$ при вращении вокруг оси i описывает окружность с центром на оси вращения. Эти окружности называют параллелями.

Наибольшая параллель — экватор.

Наименьшая параллель — горло (горловина).

Плоскости, проходящие через ось i , называют меридиональными (плоскость α на рис. 23).

Линии пересечения меридиональных плоскостей с поверхностью называют меридианами.

Меридиональная плоскость α_1 , параллельная плоскости проекций, называется главной меридиональной плоскостью. Линия ее пересечения с поверхностью — главный меридиан.

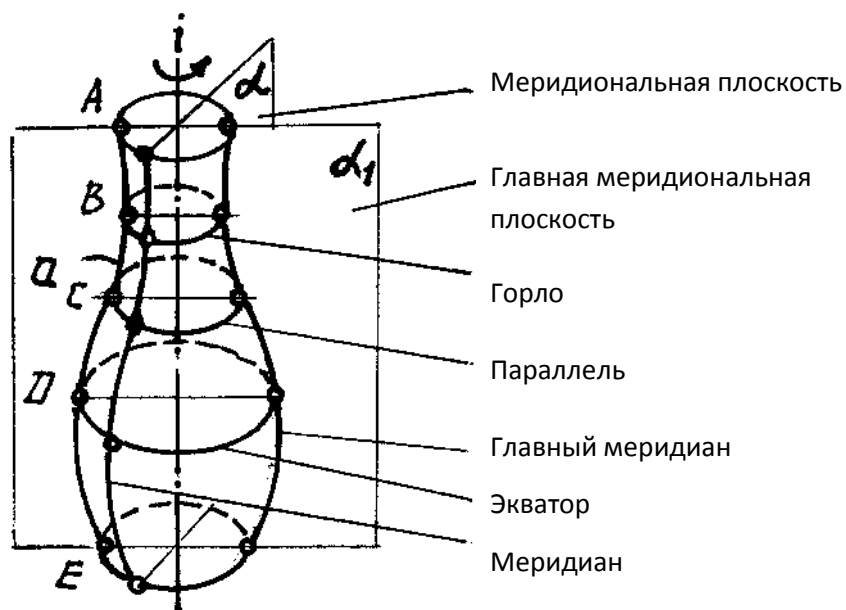


Рис. 23

Линейчатые поверхности вращения (поверхности, образованные вращением прямой)

Возможны три случая расположения прямой образующей a относительно оси вращения i — образующая параллельна оси вращения, пересекает ось или скрещивается с ней. Соответственно имеются три вида линейчатых поверхностей вращения (рис 24).

- цилиндр вращения;
- конус вращения;
- однополостный гиперболоид вращения.

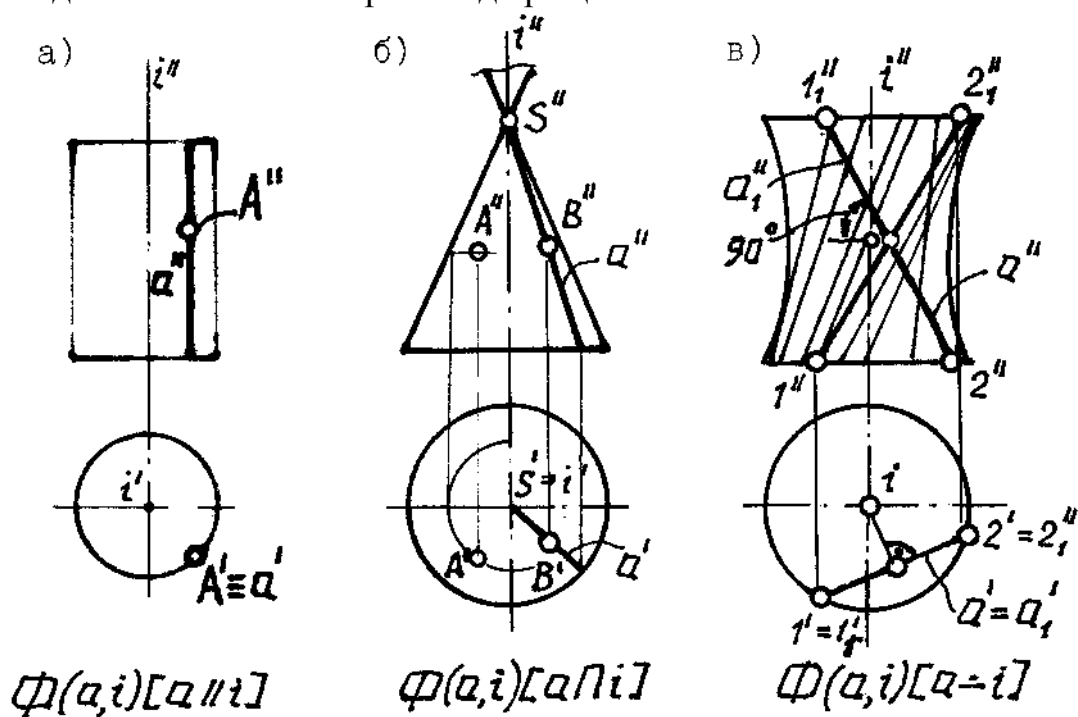


Рис. 24

Цилиндр вращения образуется вращением прямолинейной образующей a при условии, что $a \parallel i$, где i — ось вращения.

Конус вращения образуется вращением прямолинейной образующей a при условии, что $a \cap i = S$,

где i — ось вращения,

S — вершина конуса.

Однополостный гиперboloид вращения образуется вращением прямолинейной образующей a вокруг оси вращения i при условии, что $a \perp i$.

Однополостный гиперboloид вращения также может быть образован вращением гиперболы вокруг своей мнимой оси.

Однополостный гиперboloид вращения имеет два семейства образующих — a и a_1 .

Цилиндр, конус и однополостный гиперboloид вращения — поверхности второго порядка.

Поверхности, образованные вращением окружности

В зависимости от взаимного расположения окружности и оси вращения можно получить различные поверхности (рис.25).

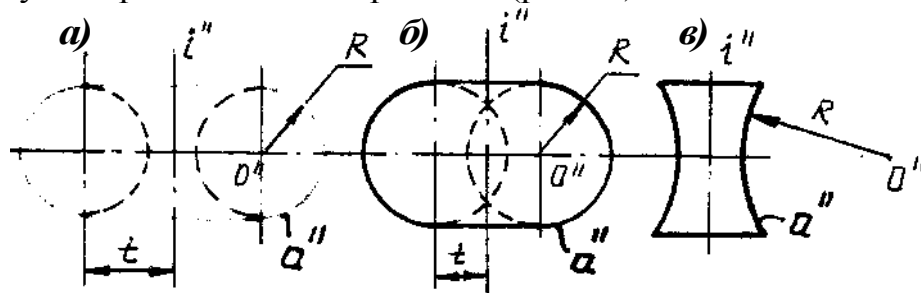


Рис. 25

Т о р (рис. 26). Образуется вращением окружности a вокруг оси i , принадлежащей плоскости этой окружности a , но не проходящей через ее центр O . Это поверхность четвертого порядка.

С ф е р а (рис.26) — частный случай тора, когда центр O принадлежит оси вращения. Поверхность второго порядка.

Г л о б о и д (рис. 26). Образующая — дуга окружности, обращенная выпуклостью к оси.

Ортогональные проекции тора, сферы, глобоида и построение проекций точки, принадлежащей названным поверхностям, показаны на рисунка

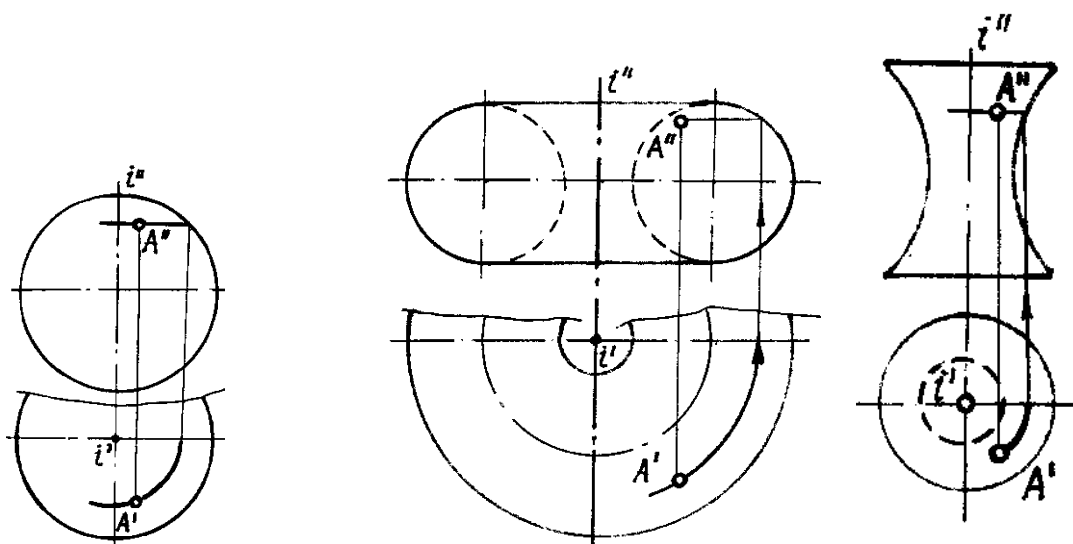


Рис.26

ПОВЕРХНОСТИ ВИНТОВЫЕ

Винтовая поверхность получается винтовым перемещением образующей. Как известно, винтовое перемещение характеризуется вращением вокруг оси и одновременно поступательным движением, параллельным этой оси. В зависимости от формы образующей, винтовые поверхности бывают линейчатые и нелинейчатые.

Винтовые поверхности широко применяются в машиностроении (резьба крепежных изделий, ходовых винтов, шнеков и др.).

Определитель винтовой поверхности:

$$\Phi(a, m)[A],$$

где a — образующая (кривая или прямая);

m — направляющая — винтовая линия;

$[A]$ — указания о характере винтового перемещения образующей.

Линейчатые винтовые поверхности называют **ГЕЛИКОИДАМИ**.

Если образующая пересекает ось, геликоид называют **закрытым**.

Если она скрещивается с осью, геликоид — **открытый**.

В зависимости от угла наклона образующей к оси, геликоиды различают — **прямые**, когда угол равен 90° ;

— **косые**, когда угол произвольный, отличный от 0° и 90° .

На рис. 50 показан закрытый прямой геликоид. Закрытый косой геликоид изображен на рис. 51.

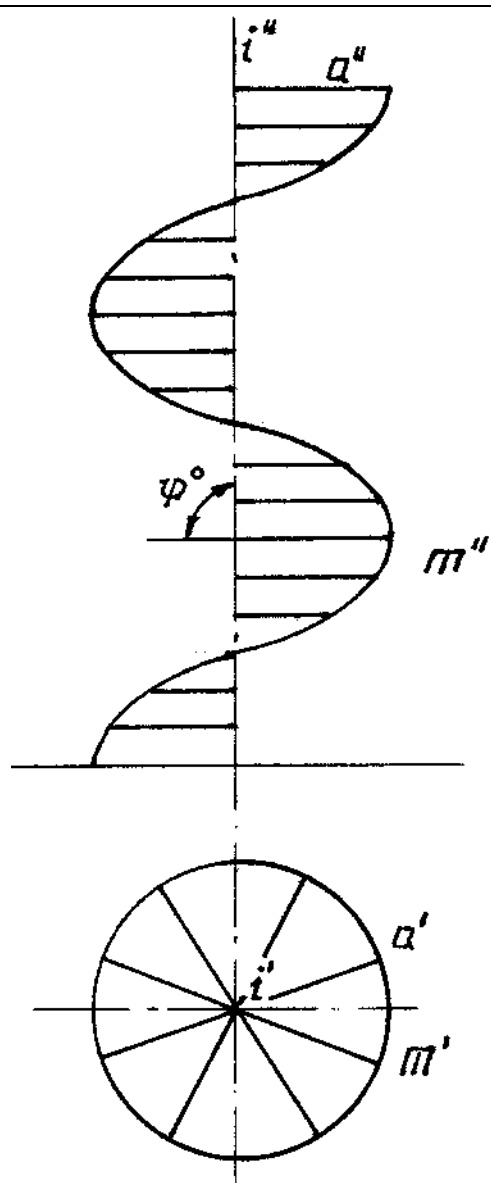


Рис. 50

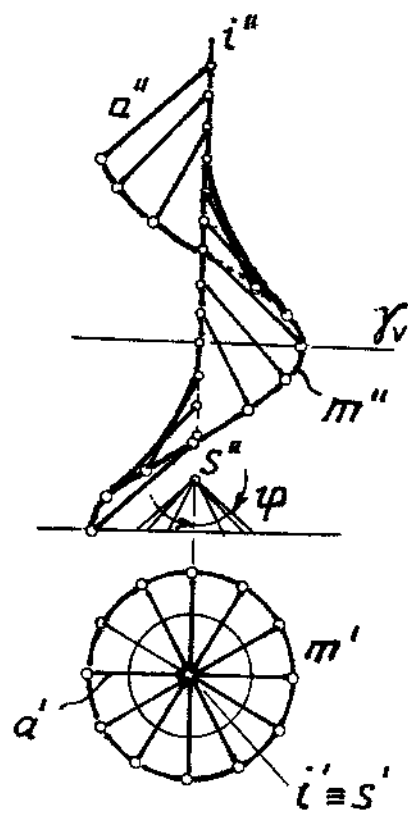


Рис. 51

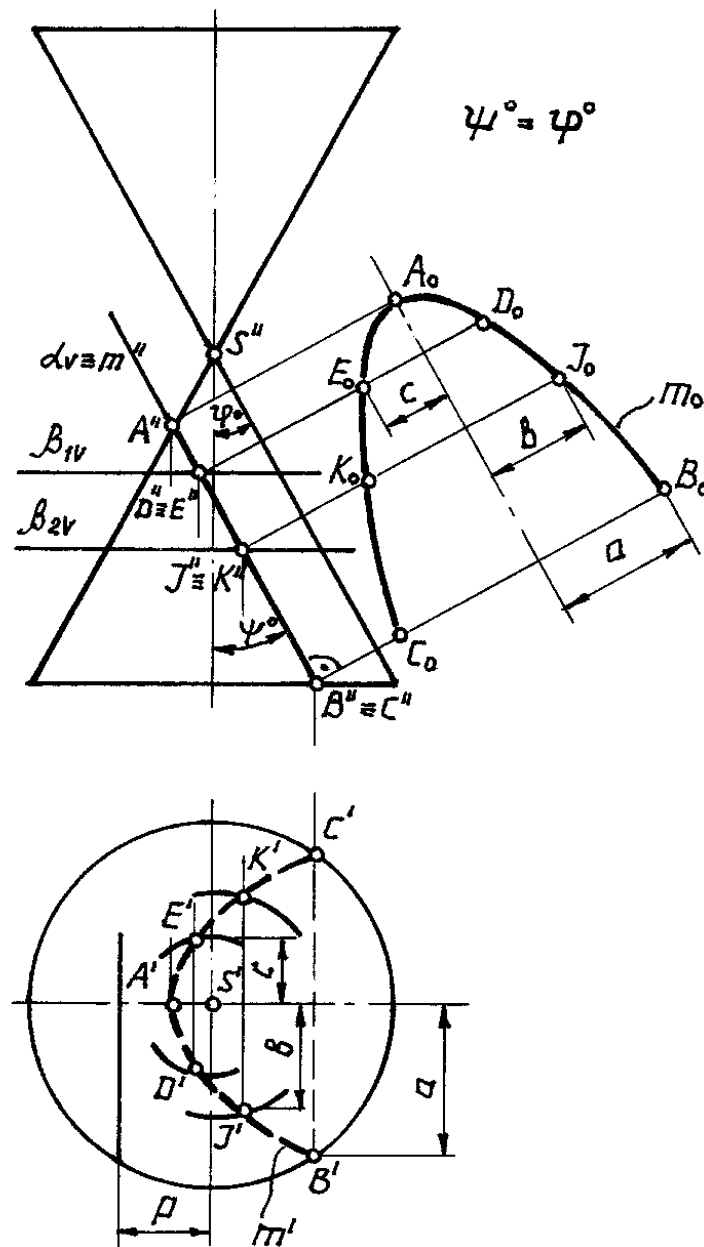


Рис. 52

7) Гипербола, когда секущая плоскость параллельна оси конуса (рис. 52). В этом случае угол φ равен нулю.

Так как секущая плоскость α - профильная плоскость, фронтальная и горизонтальная плоскости гиперболы являются отрезками прямых. Точки A'' и P'' являются фронтальными проекциями вершин параболы. Их горизонтальные проекции $A' \equiv P'$ определяются по линии связи (рис. 52). Промежуточные точки D, E, J, K найдены с помощью вспомогательных горизонтальных плоскостей (β_1, β_2).

Для построения натуральной величины гипербола совмещена с плоскостью H путем вращения вокруг хорды BC . Если образующие конуса, которым параллельна плоскость α , ортогонально спроецировать на эту плоскость, то получим асимптоты гиперболы, которые совмещены с горизонтальной плоскостью проекций H (рис. 53).

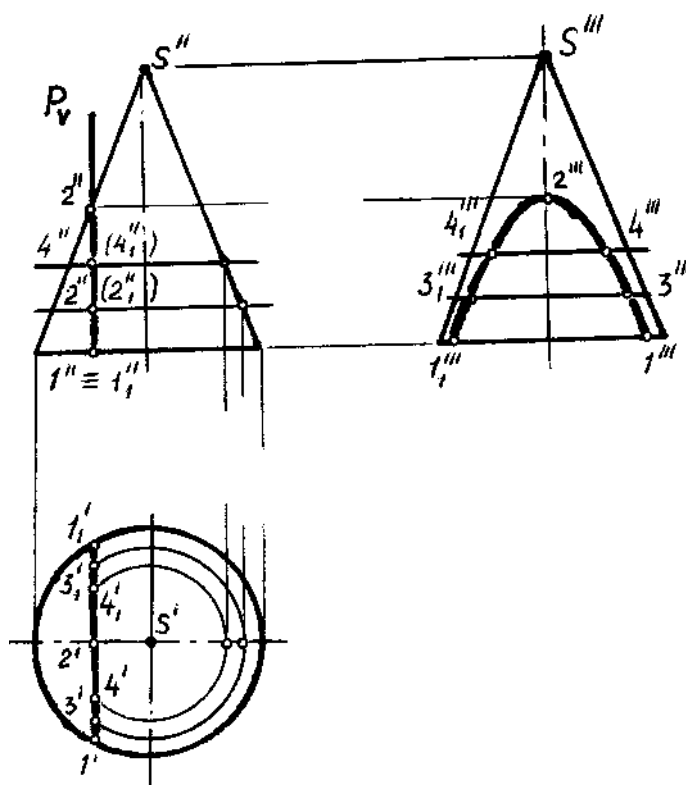


Рис. 53

3. Ортогональные и аксонометрические проекции группы геометрических тел с отмывкой.

Геометрические тела

В образовании форм деталей наибольшее применение находят различные формы геометрических фигур. Основные геометрические тела - это многогранники: куб, призма, пирамида (рис.80) и тела вращения: цилиндр, конус (рис.81). Будущий дизайнер должен уметь правильно изображать различные формы геометрических фигур, соблюдая правила построения аксонометрических, перспективных проекций и правильные пропорции. Для геометрических фигур принята наиболее простая ориентация в системе трех плоскостей проекций. Грани геометрических фигур ориентируют параллельно плоскостям проекций. Если геометрическая фигура имеет ось, то ее изображают параллельно двум плоскостям проекций и перпендикулярно третьей. Изображать геометрические фигуры начинают с аксонометрического или перспективного изображения.

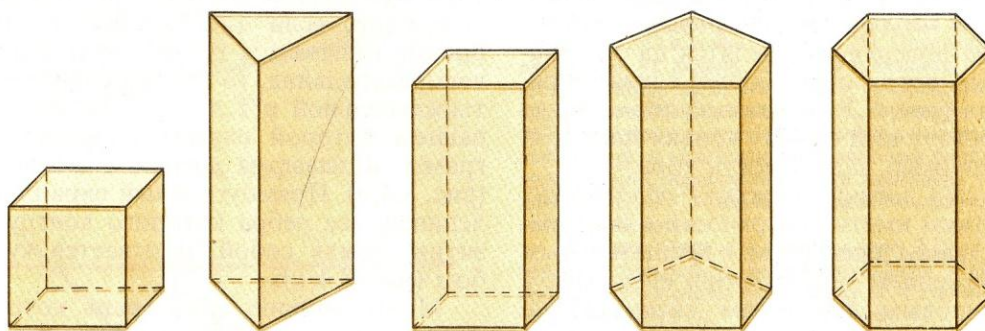


Рис.

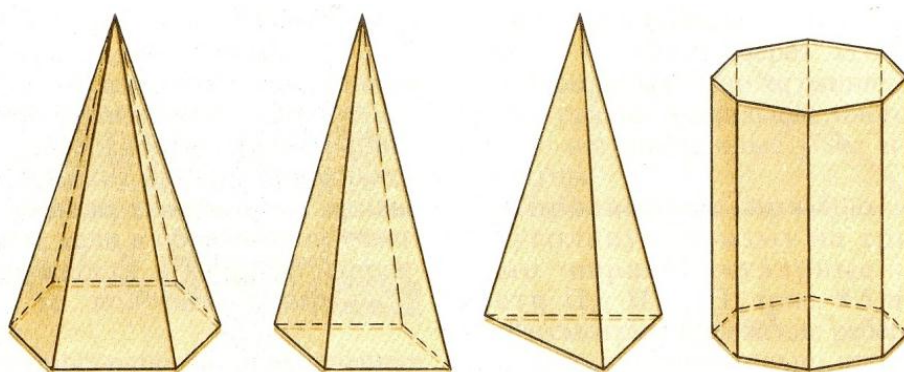


Рис.80

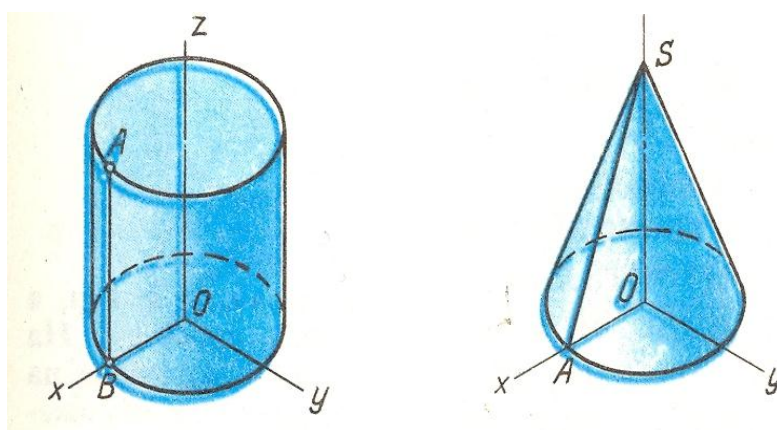


Рис.

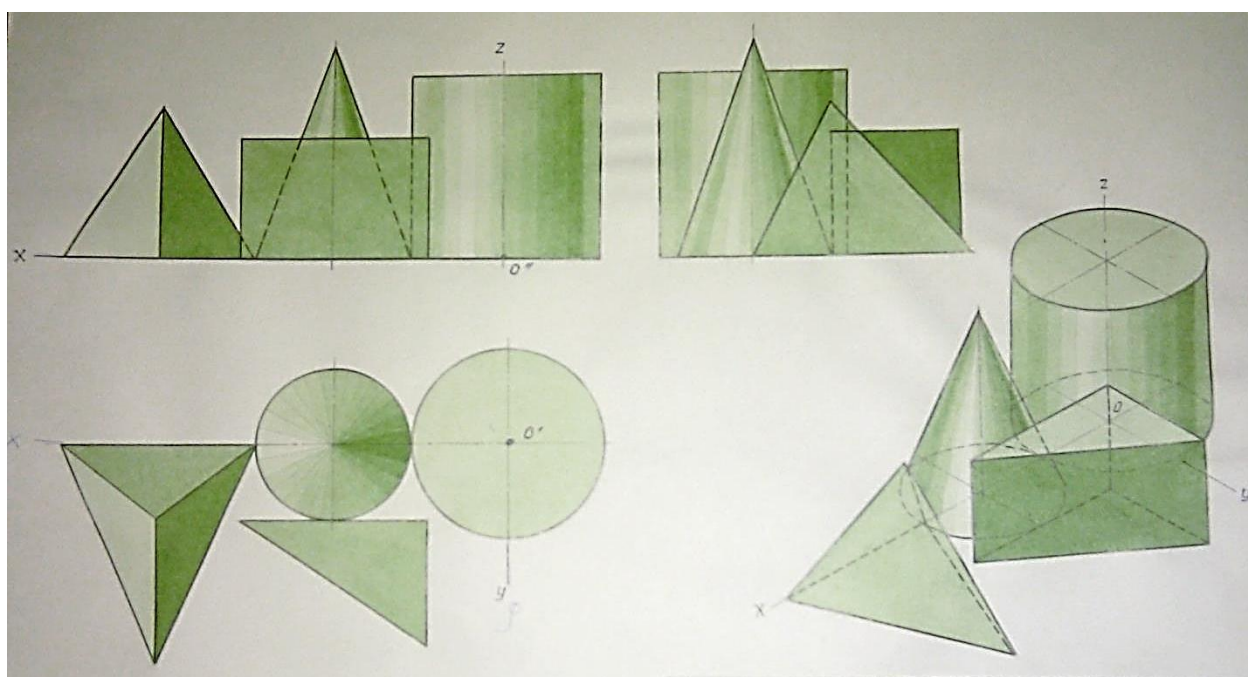


Рис.

3.1. Аксонометрическая проекция

Аксонометрическая проекция — один из способов изображения пространственных фигур на плоскости. Этот вид проекций обладает большой наглядностью и является обратимым изображением. Слово “аксонометрия” в переводе с греческого означает “измерение по осям”.

3.2. Аксонометрическое проецирование

Сущность способа аксонометрического проецирования показана на рис. 12: геометрическая фигура (предмет) вместе с осями прямоугольных (декартовых) координат, к которым она отнесена в пространстве, параллельно проецируется на картинную плоскость (аксонометрическую плоскость).

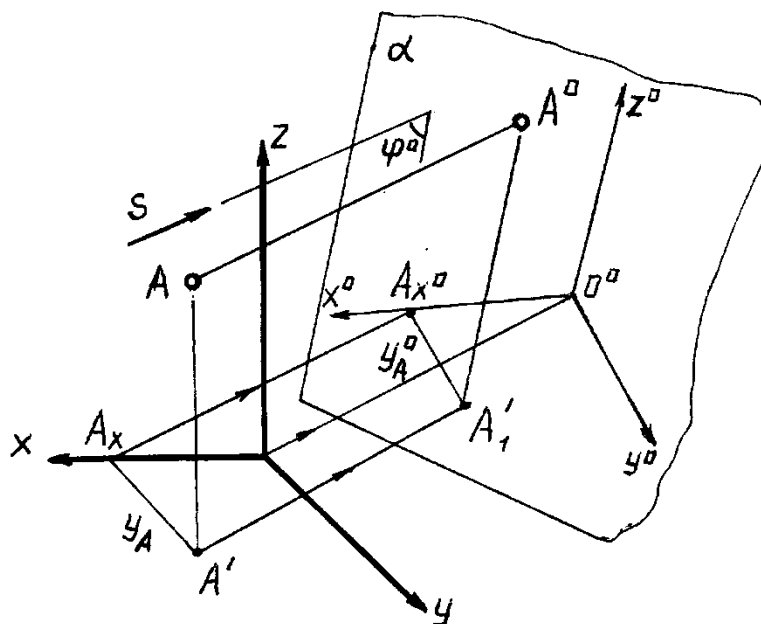


Рис. 12

На рис. 12 обозначено:

α — картинная (аксонометрическая) плоскость;

O_x, O_y, O_z — натуральные (декартовы) оси координат;

s — направление проецирования;

φ^0 — угол проецирования;

O_x, O_y, O_z — проекции натуральных осей координат на картинную плоскость — аксонометрические оси;

A^{α} — аксонометрическая проекция точки A ;

A_1' — вторичная проекция (горизонтальная) точки A .

Для определения точки A на аксонометрической проекции (в аксонометрии) необходимо кроме аксонометрической проекции этой точки иметь ее вторичную проекцию, например, горизонтальную A_1 , причем прямая $A^{\alpha}A_1'$ должна быть параллельна аксонометрической оси z^{α} .

Аксонометрическая проекция точки A и ее вторичная проекция A_1 (рис. 13) однозначно определяют положение точки в пространстве, что делает аксонометрическую проекцию обратимой. Если вторичная проекция не задана, ее можно будет задать произвольно, например, в точке A_2' , и тогда координаты x_A, y_A, z_A изменятся.

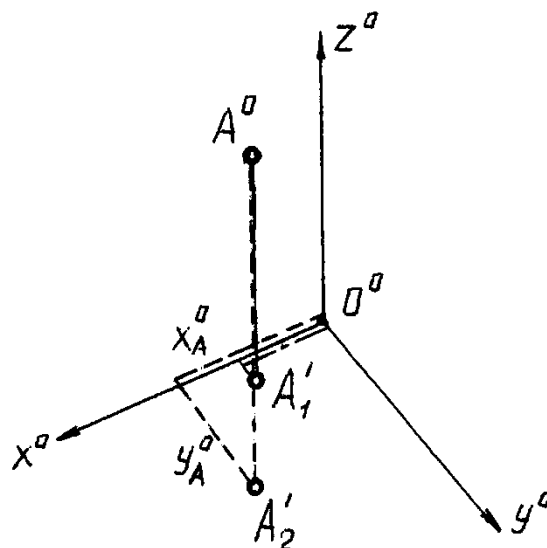


Рис. 13

Длина отрезков натуральной координатной ломаной OA_xAA в общем случае не равна длине их проекций $O^oA^o_xA'_1A^o$ на картинной плоскости α (рис. 13).

3.3. Коэффициенты искажения

Искажение отрезков осей координат при их проецировании на картинную плоскость характеризуется коэффициентами искажений по аксонометрическим осям.

Коэффициентом искажения называется отношение длины аксонометрической проекции отрезка оси к его натуральной длине.

Коэффициенты искажения по осям O^ox^o , O^oy^o и O^oz^o соответственно будут равны:

$$K_x = \frac{X_A^o}{X_A}; K_y = \frac{Y_A^o}{Y_A}; K_z = \frac{Z_A^o}{Z_A}.$$

3.4. Виды аксонометрических проекций

Принимая различное взаимное расположение натуральной системы координат и картинной плоскости и задавая разные направления проецирования, можно получить множество аксонометрических проекций, отличающихся друг от друга как направлением аксонометрических осей, так и величиной коэффициентов искажения по этим осям. В зависимости от соотношения коэффициентов искажения различают:

— **ИЗОМЕТРИЧЕСКУЮ ПРОЕКЦИЮ** (“изос” — равный), если коэффициенты искажения по всем трем осям равны между собой:

$$K_x = K_y = K_z;$$

— **ДИМЕТРИЧЕСКУЮ ПРОЕКЦИЮ**, если коэффициенты искажения по двум любым осям равны между собой, а по третьей — отличаются от первых двух, например:

$$K_x \neq K_y = K_z;$$

- **ТРИМЕТРИЧЕСКУЮ ПРОЕКЦИЮ**, если все три коэффициента искажения по осям различны:

$$K_x \neq K_y \neq K_z$$

В зависимости от угла, образуемого направлением проецирования s с картинной плоскостью α , различают:

- прямоугольную аксонометрическую проекцию, если $s \perp \alpha$;
- косоугольную аксонометрическую проекцию, если $s \nperp \alpha$.

3.5. Стандартные аксонометрические проекции

Из многообразия возможных видов аксонометрических проекций ГОСТ 2.317-(СТ СЭВ 1979-79) рекомендует для применения в чертежах всех отраслей промышленности и строительства ограниченное количество таких, которые меньше искажают изображение геометрических фигур и наиболее удобны при построении.

Из прямоугольных аксонометрических проекций к ним относятся изометрическая и диметрическая проекции, из косоугольных — фронтальная и горизонтальная изометрические проекции и фронтальная диметрическая проекция.

В чертежах машиностроительной промышленности более широко применяют прямоугольную изометрию и диметрию, а также косоугольную фронтальную диметрию. Все виды аксонометрических проекций характеризуются двумя параметрами: направлением аксонометрических осей и коэффициентами искажения по осям.

Прямоугольная изометрическая проекция

В прямоугольной изометрической проекции аксонометрические оси O^ox^o , O^oy^o и O^oz^o расположены под углом 120° друг к другу, или, что удобно для вычерчивания, составляют угол 30° с горизонтальной линией (рис. 13).

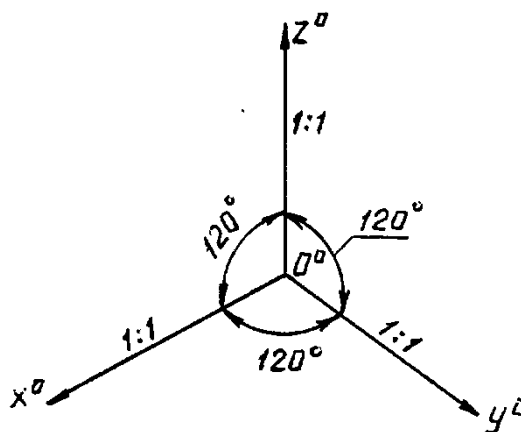


Рис. 13

В прямоугольной аксонометрии сумма квадратов коэффициентов искажения равна двум, то есть

$$K_x^2 = K_y^2 = K_z^2 = 2$$

Но в изометрии $K_x = K_y = K_z$ и, следовательно, имеем:

$3K_x^2 = 2$, откуда действительные коэффициенты искажения по осям равны

$$K_x = K_y = K_z = 0,82$$

Так как эти значения неудобны для подсчета размеров при построении, то стандарт рекомендует выполнять изометрическую проекцию без искажения по осям, что соответствует замене действительных коэффициентов искажения более удобными приведенными коэффициентами, равными единице:

$$K_x = K_y = K_z = 1$$

При этом изображение получается увеличенным в 1,22 раза ($1/0,82 = 1,22$).

Прямоугольную изометрию применяют, когда все три видимые на аксонометрическом изображении стороны предмета имеют примерно одинаковое количество особенностей, необходимых для характеристики изображаемого предмета.

Прямоугольная диметрическая проекция

В прямоугольной диметрической проекции аксонометрические оси O^ox^o и O^oz^o составляют между собой угол $97^\circ 10'$. Ось O^oy^o является биссектрисой оставшегося угла, составляя с двумя другими осями равные углы $131^\circ 25'$ (рис. 14). При построении этой проекции принимают, что

$$K_x = K_z \text{ и } K_y = 0,5K_x.$$

Тогда по основной теореме аксонометрии получаем из формулы

$$K_x^2 + K_y^2 + K_z^2 = 2, \text{ что } 2K_x^2 + (0,5K_x)^2 = 2,$$

тогда $K_x^2 = 8/9$; $K_x = 0,94$.

Приведенные коэффициенты искажения будут равны:

$$K_x = K_z = 1; K_y = 0,5,$$

что соответствует увеличению изображения в 1,06 раза ($1/0,94 = 1,06$).

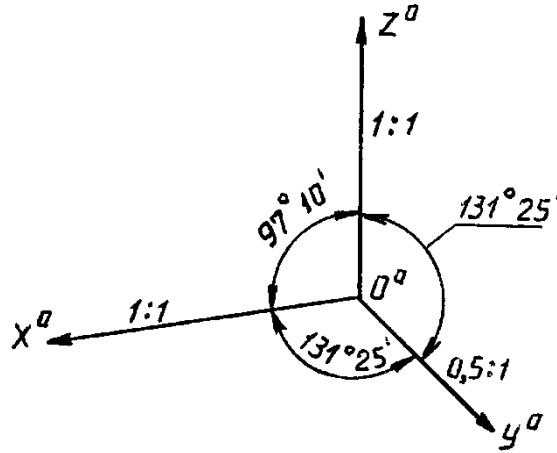


Рис. 14

Прямоугольная диметрия рекомендуется к применению в случае, когда наибольшее число характерных особенностей сосредоточено на одной стороне предмета. Наиболее отличающаяся особенностями сторона предмета располагается параллельно плоскости $X^0O^0Z^0$.

Косоугольная фронтальная диметрическая проекция

Аксонометрическая плоскость α располагается параллельно фронтальной плоскости проекций V (рис. 15). Поэтому аксонометрические оси O^0x^0 и O^0z^0 параллельны декартовым осям Ox и Oz . Соответственно, коэффициенты искажения $K_x = K_z$. Значение K_y принимается равным 0,5. Расположение аксонометрических осей показано на рисунке 15.

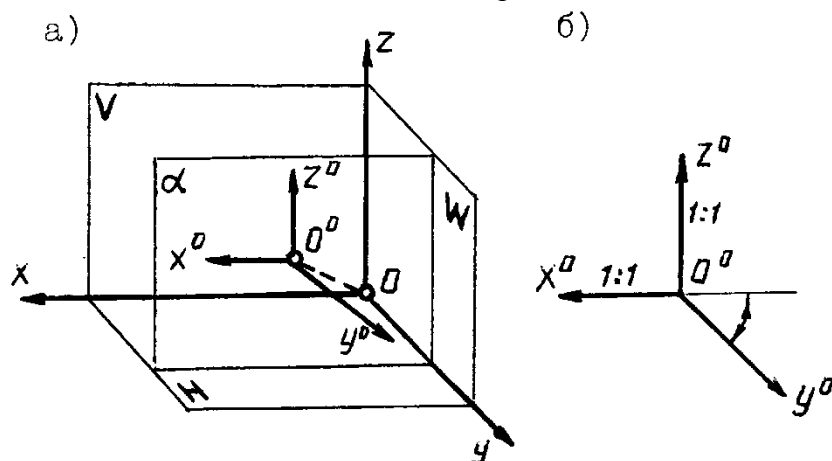


Рис. 15

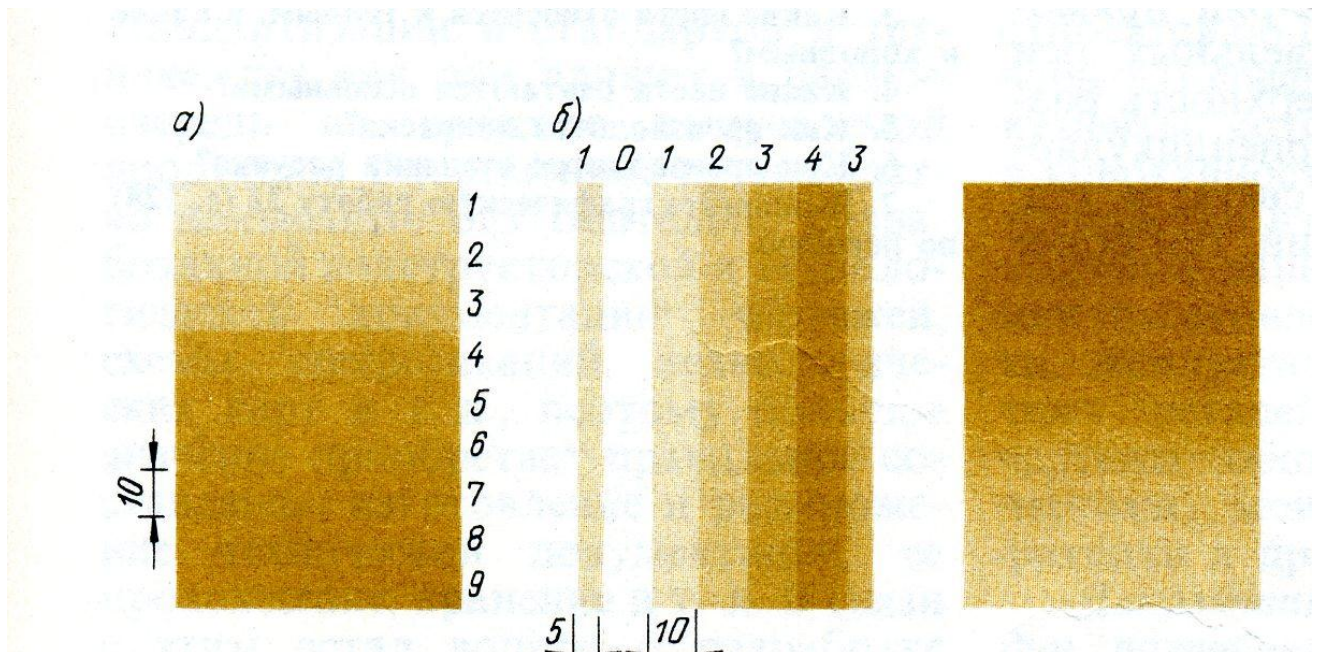
Косоугольная фронтальная диметрия удобна в тех случаях, когда изображаемая геометрическая фигура содержит большое число окружностей (или других кривых, состоящих из дуг окружностей), лежащих на взаимно параллельных плоскостях. При расположении этих плоскостей параллельно аксонометрической плоскости, все окружности будут проецироваться на ней также в виде окружностей, что упрощает построение.

Порядок выполнения отмывки

Отмывкой выражают объемность, следовательно, необходимо те или иные поверхности окрашивать в различные тона в зависимости от освещенности объема, от взаимного расположения, от цвета самого объема. Тень собственная всегда оказывается светлее, чем тень падающая. Круглые тела должны быть отмыты с плавным переходом от более светлых тонов к более темным. Все это достигается следующим образом: разводят слабый раствор краски (чая, кофе и т.п.) и покрывают им все отмываемые поверхности, за исключением самых светлых мест. После того, как покрашенные места высохнут, чертеж (изображение) покрывают тем же раствором вторично, но уже не везде, а только в тех частях, которые требуют усиления тона. После просыхания чертежа те места, которые требуют дальнейшего усиления тона, покрываются в третий раз и так далее. Таким образом, достигается различие тонов (рис. 46).

Кривые поверхности покрывают таким же образом многократно после того, как поверхность их разбита на части (рис.1). Так, поверхности цилиндра разбивают на ряд прямоугольных полос, параллельных оси цилиндра, шаровую поверхность разбивают на ряд колец, перпендикулярных направлению луча света, и т. д. Чем больше делений, тем более равномерным будет переход тона от светлого к темному.

Если необходимо получить поверхность контура с незаметным для глаз переходом тональностей, покраску производят способом размывки. В этом случае разводят краску сильного тона. На кисть набирают немного краски и наносят полосу сверху по контуру, а другой кистью (набирают чистую воду) с влажным концом размывают нанесенную краску в направлении осветления. По мере движения в сторону размыва кисть должна быть все суше. К работе с акварельными красками следует приступать с чистыми руками. От рук могут остаться пятна на бумаге, что препятствует ровному нанесению краски.



3.ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК

3.1. *ООБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО РИСУНКА*

Технические рисунки чаще всего применяются в конструкторской практике. Ими пользуются для того, чтобы быстро выразить свою мысль в наиболее наглядной форме или пояснить сложный чертеж. Эскизы и рисунки являются первичной формой изображения предмета, а чертеж вторичной и окончательной. Рисунки уступают чертежу в точности, но превосходят его в наглядности.

Технический рисунок предмета выполняется по правилам аксонометрии от руки на глаз без применения чертежных инструментов. Построение технического рисунка основано на свойствах параллельных проекций; этим он отличается от рисунка, построенного по правилам перспективы, основанным на свойствах центральных проекций. Приступая к выполнению технических рисунков, нужно поупражняться в проведении от руки на глаз линий различного направления и толщины, в глазомерном делении отрезков прямых и дуг на равные части, в изображении углов различной величины. Первоначальный контур изображения выполняется карандашом средней твердости «М» («В») с тем, чтобы можно было удалять резинкой лишние и неверные линии. Окончательно обводить изображение лучше более мягким карандашом «М» («В»), «2М» («2В»). Перед выполнением технического рисунка детали необходимо тщательно рассмотреть эту деталь, изучить ее геометрическую форму, взаимное положение и размерное соотношение его составных частей.

Для равномерного заполнения поля выбранного формата следует продумать компоновку рисунка. Построение технического рисунка начинается с построения аксонометрических осей.

Для построения угла 45° на сторонах угла 90° на глаз откладывают отрезки равной величины (рис.29,а) и полученные точки соединяют наклонной прямой линией. Построение углов 30° , 45° , 60° , 90° приемом деления дуги окружности на равные части на глаз показано на рис.29,б. Для построения угла 30° берут приближенное соотношение катетов прямоугольного треугольника 4:7 (рис.29,г) или 3:5 (рис.29,в).

Для приближенного построения углов 7° или 41° осей в прямоугольной диметрии берут соотношение катетов 1:8, 7:8 (рис.29,д). Построение угла 120° аналогично построению угла 30° (рис.29,е).

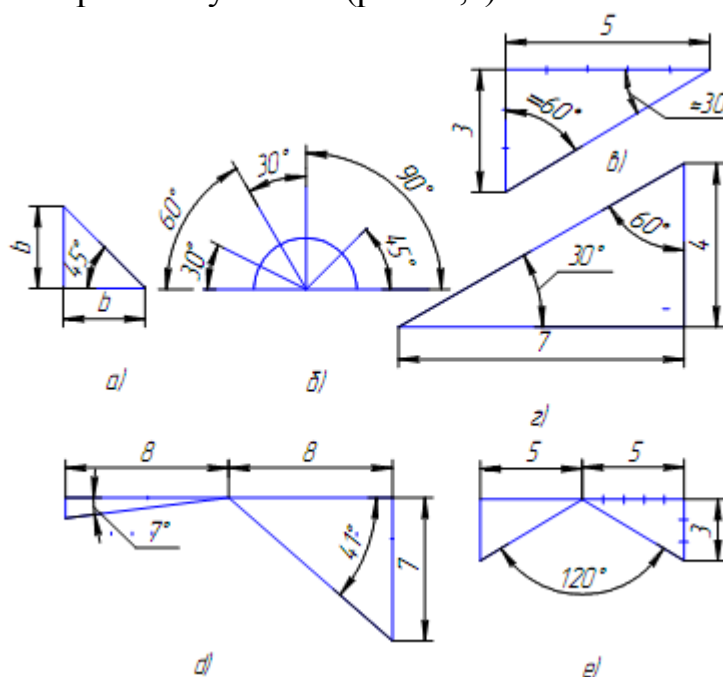


Рисунок 29

Ниже указаны отношения количества клеток, образующие некоторые углы:

$$\begin{array}{ll}
 10^\circ - \frac{1}{6} \left(\frac{2}{12} \right) & 50^\circ - \frac{6}{5} \\
 20^\circ - \frac{3}{8} & 60^\circ - \frac{7}{4} \\
 30^\circ - \frac{4}{7} & 70^\circ - \frac{8}{3} \\
 40^\circ - \frac{5}{6} & 80^\circ - \frac{6}{1} \left(\frac{12}{2} \right)
 \end{array}$$

3.2. РИСУНКИ ПЛОСКИХ ФИГУР

Равносторонний треугольник: Для построения равностороннего треугольника (рис.30) на прямой линии откладывают отрезок, равный стороне треугольника. Делят его пополам и в полученной точке 0 проводят

перпендикуляр. Половину стороны треугольника делят на равные части, на высоте (перпендикуляре) откладывают пять равных частей. Полученные точки на прямых линиях отмечают короткими штрихами. Через них сначала тонкими линиями проводят стороны треугольника.

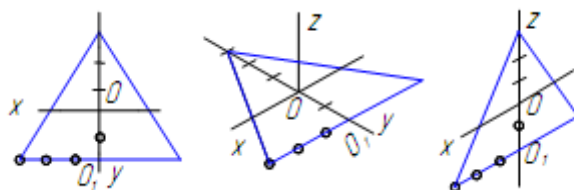


Рисунок 30

Квадрат. Построение квадрата или прямоугольника начинают с проведения сторон прямого угла, на которых на глаз отмечают заданные величины сторон, затем параллельно построенным сторонам проводят две другие стороны прямоугольного четырехугольника. Рисунки квадрата показаны на рис.31,а (изометрическая проекция) и рис. 31,б (диметрическая проекция). В аксонометрии сначала проводят аксонометрические оси, затем по осям от точки O откладывают половину заданных величин сторон.

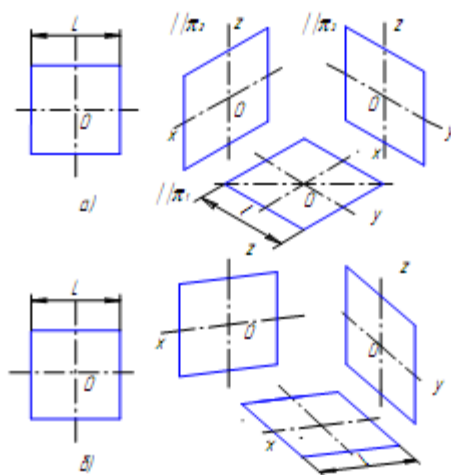


Рисунок 31

Правильный шестиугольник. Рисунок правильного шестиугольника выполняют на основании рисунка квадрата, сторона которого равна большей диагонали шестиугольника. Сторону квадрата делят на равные части и через точки деления проводят параллельные линии, рис.32,а (изометрическая проекция), рис. 32,б (диметрическая проекция).

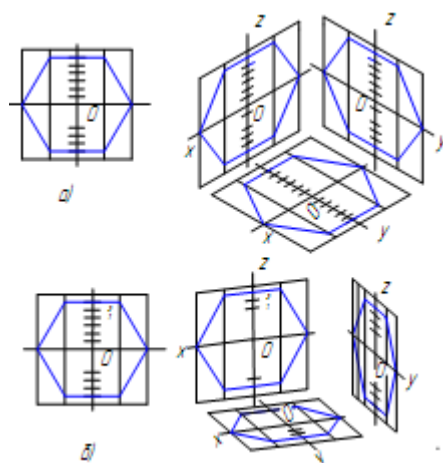


Рисунок 32

Правильный восьмиугольник. Для построения рисунка восьмиугольника также удобнее сначала построить квадраты, а затем вписать в них правильные многоугольники.

Для построения в прямоугольной изометрии правильного восьмиугольника следует разделить половину стороны квадрата на пять равных частей (рис. 33) и через вторые единицы, считая от оси координат, провести вертикальный и горизонтальный отрезки до пересечения со сторонами изометрии квадрата.

Противоположные стороны восьмиугольника строят, проводя вертикальные и горизонтальные прямые или прямые, параллельные осям координат через построенные вершины восьмиугольника.

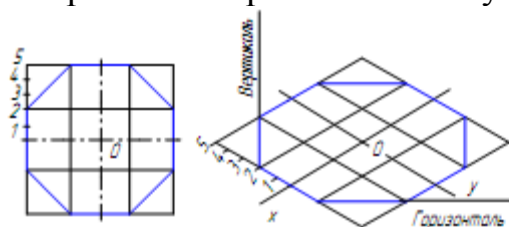


Рисунок 33

Правильный пятиугольник. В изометрии стороны квадрата делят на пять равных частей. Вершинами служит точка деления половины сторон – третья от оси Ox , строим остальные вершины и стороны пятиугольника (рис.34)

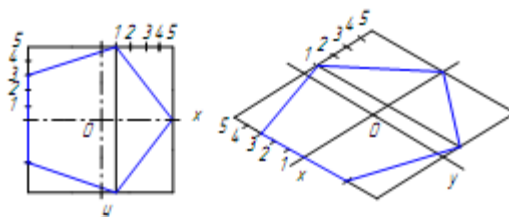


Рисунок 34

Окружность. Для изображения окружности в изометрии и диметрии сначала рисуют квадрат, а затем вписывают в него окружность. На

пересечении сторон квадрата с осями симметрии отмечают точки касания Е, G, F, H, затем проводят диагонали квадрата и на них отмечают точки А, В, С и D для этого нужно разделить одну из осей в пределах квадрата на 6 частей и через точки 1 и 2 провести прямые, параллельные сторонам квадрата. Через полученные восемь точек можно провести эллипс (рис.35).

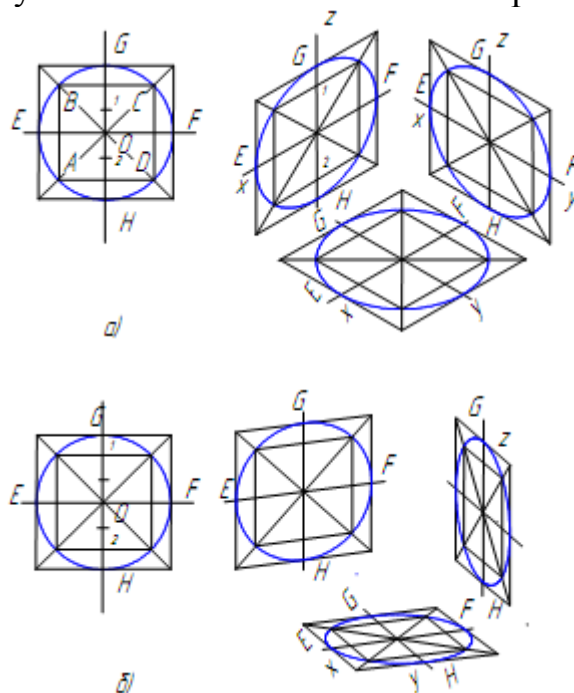


Рисунок 35

На рис. 36 также приведены рисунки окружности в прямоугольной изометрии и прямоугольной диметрии. Сначала строят аксонометрические оси, на осях откладывают половину диаметра (в диметрии на оси Oy в два раза меньше). Параллельно осям проводят стороны описанного квадрата (ромб). В диметрии через начало координат проводят горизонтальную прямую – направление большой оси эллипса. Отмечают концы осей эллипсов, выдерживая соотношение размеров осей (в прямоугольной изометрии $3/5$, в диметрии $1/3$). Рисуют эллипс тонкой линией, обводят.

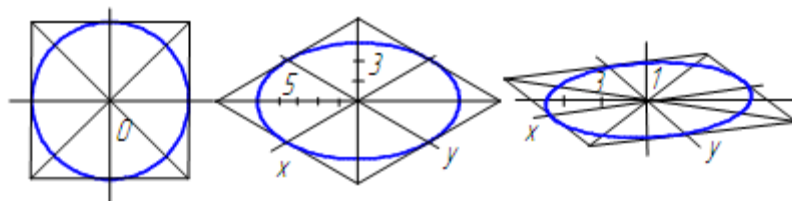


Рисунок 36

3.3. РИСОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Детали всегда можно мысленно расчленить на основные геометрические тела – параллелепипед, призму, пирамиду, цилиндр, конус, шар. Рисунки геометрических тел выполняют в той же последовательности, в какой составляют аксонометрические чертежи. Для

призмы, прежде всего, рисуют основание. При вертикальном расположении призмы удобнее начинать рисунок с верхнего основания, а при горизонтальном с переднего. Нарисовав основание, из его вершин проводят ребра призмы; видимые стороны второго основания проводят параллельно сторонам первого. Если на рисунке необходимо сохранить невидимые линии, то меняют последовательность и рисуют, начиная с оснований (рис. 37).

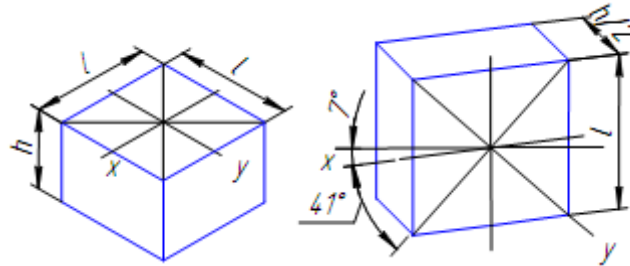


Рисунок 37

Пирамиду рисуют, начиная с основания, затем проводят линию высоты и намечают на ней вершину S , ее соединяют с вершинами основания (рис. 38).

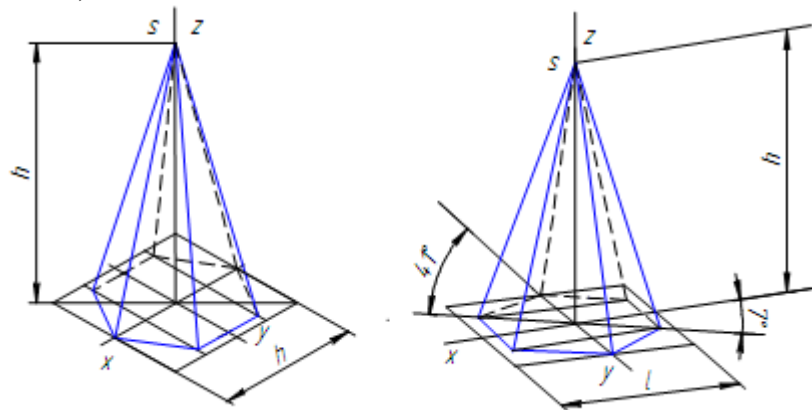


Рисунок 38

Вертикально расположенный цилиндр начинают рисовать с верхнего основания (рис.39), затем проводят касательные к эллипсу, образующие цилиндра; параллельно построенному основанию строят нижнее основание.

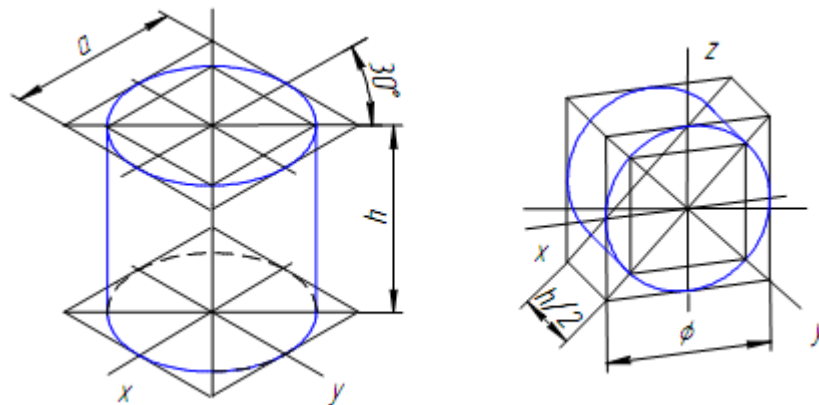


Рисунок 39

На рис.40 приведен рисунок конуса, стоящего на горизонтальной плоскости. Рисунок следует начинать с изображения основания конуса. Затем рисуют вершину конуса и крайние видимые образующие, которые касаются эллипса.

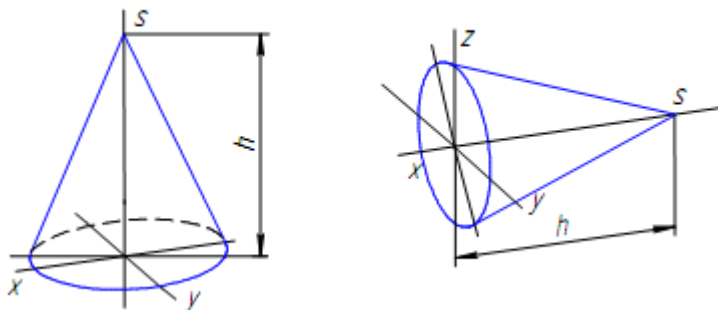


Рисунок 40

Шар в прямоугольной аксонометрии изображается окружностью (рис. 41).

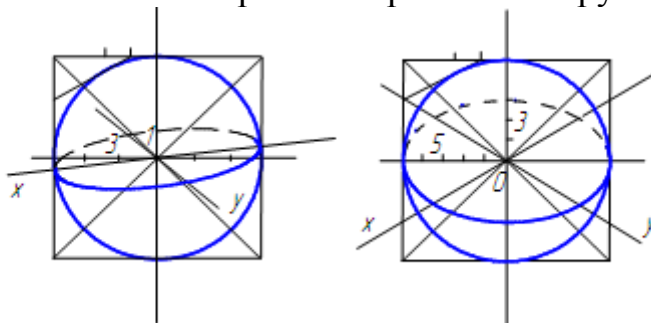


Рисунок 41

3.4. НАНЕСЕНИЕ СВОТОТЕНИ

Для придания рисунку большей наглядности на него наносят светотень. Светотень показывает распределение света на поверхности предмета, она способствует восприятию объемной формы предмета. Светотень состоит из собственной тени, падающей тени, рефлекса, полутени и блика.

Собственная тень – тень, образующаяся на неосвещенной части предмета.

Падающая тень – тень, отбрасываемая самим предметом на какую-либо поверхность. Она на техническом рисунке не показывается.

Полутень – слабоосвещенные места, постепенный переход от тени к свету.

Рефлекс – высветление собственной тени отраженными лучами. На неосвещенную часть предмета падают отраженные лучи, которые ее подсвечивают, создавая рефлекс, значит рефлекс – отраженный свет на поверхности предмета.

Свет – наиболее освещенная часть предмета.

Блик – наиболее освещенное место (пятно) на поверхности предмета. В техническом рисунке блики показывают на поверхностях вращения.

Наиболее освещенными частями поверхности являются те части, к которым лучи света перпендикулярны. В техническом рисовании принято направление лучей света сверху, слева направо. Наиболее освещенные участки поверхности оттеняют светлее, чем расположенные от света дальше (рис. 42).

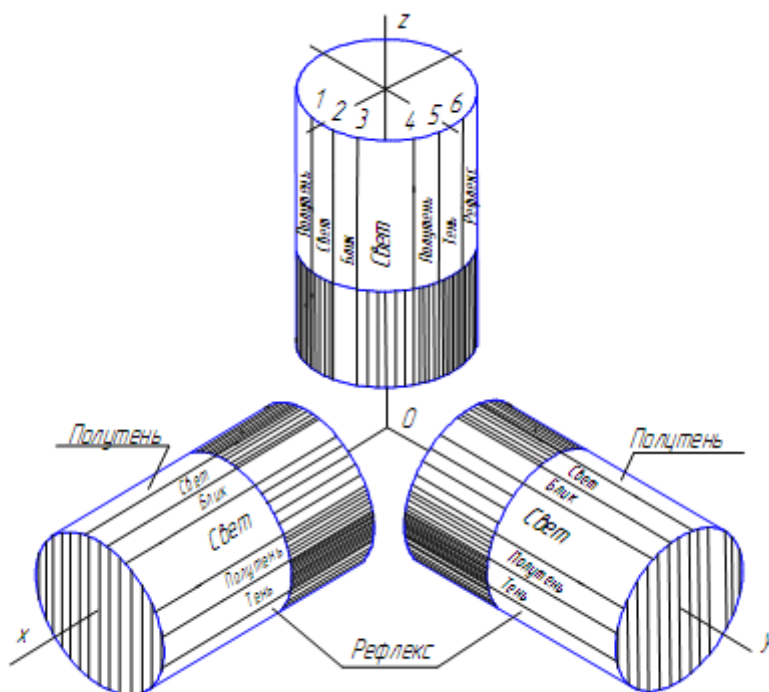


Рисунок 42

Для нанесения теней на техническом рисунке применяют **параллельную штриховку, шраффировку, точки.**

Параллельная штриховка (рис. 43). Способ оттенения параллельной штриховкой является самым простым и наиболее распространенным. Штриховку наносят от руки по форме изображаемого предмета. Этим способом пользуются при выявлении объемной формы деталей, обработанных точением, сверлением и резанием. Направление штрихов, их длина и толщина, так же расстояние между штрихами зависят от формы изображаемого предмета. На поверхностях многогранников направление штрихов соответствует направлению аксонометрических осей. Наклонные плоскости штрихуют прямыми, параллельными их образующей. Грани пирамиды штрихуют прямыми линиями, совпадающими с образующими.

Округлость и освещенность выявляются соответствующим направлением и плотностью штрихов. Можно уменьшать расстояние между штрихами и увеличивать толщину линий штрихов. Расстояние между штрихами принимают равным от 1 до 3 мм.

Штриховка в техническом рисовании не имеет ничего общего со штриховкой, принятой для условного изображения различных материалов в разрезах и сечениях.

Прежде чем приступить к нанесению штриховки, необходимо определить самые темные и светлые поверхности.

Горизонтальные поверхности считают более освещенными, их оттеняют слабее.

Штриховку сначала наносят тонкими параллельными линиями, затем обводят. В тени штрихи наносят чаще, толще и ярче.

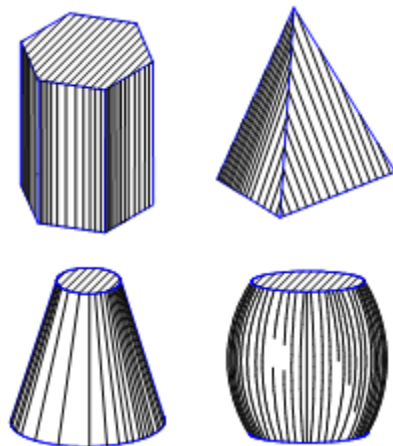


Рисунок 43

Шраффировка (рис. 44) – штриховка в виде сетки, линии ее наносят параллельно линиям образующей и направляющей изображаемой поверхности. На рисунке цилиндра и конуса линии штриховки параллельны образующим и их основанию.

На рисунке граненого тела линии шраффировки параллельны ребрам и сторонам основания. На наклонных плоскостях проводят сначала наклонные линии, затем линии, параллельные сторонам основания. При работе над рисунком отдельные штрихи могут получаться слишком яркими. Яркость штрихов можно уменьшить с помощью мягкой резинки. Резинку следует прикладывать, но не растирать, иначе рисунок может получиться смазанным.

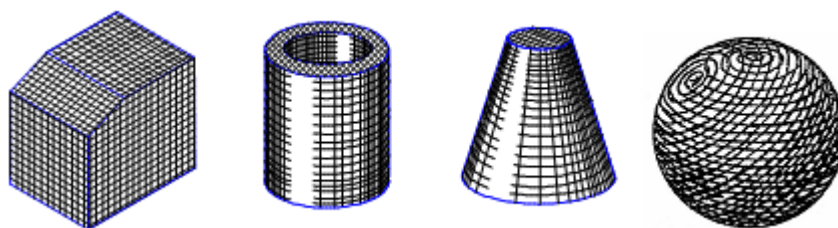


Рисунок 44

Оттенение точками (рис. 45) При точечном методе оттенения светотень наносят точками. На темные части предмета точки наносят ближе друг к другу, с увеличением освещенности поверхности расстояния между ними увеличивают.

Оттенение точками применяют на рисунках, содержащих изображение необработанных деталей (литых, кованных, горячештампованных) и неметаллических материалов (мягких, пористых, сыпучих). Нужно выполнять плавный переход от темного к светлому. Оттенение следует наносить так, чтобы точки не сливались. Точки наносят одновременно

на все затененные части, постепенно сгущая их в теневых местах, затем переходят к полутени и свету.

Оттенение точками выполняют пером, наполненным тушью, краской или мягким карандашом.

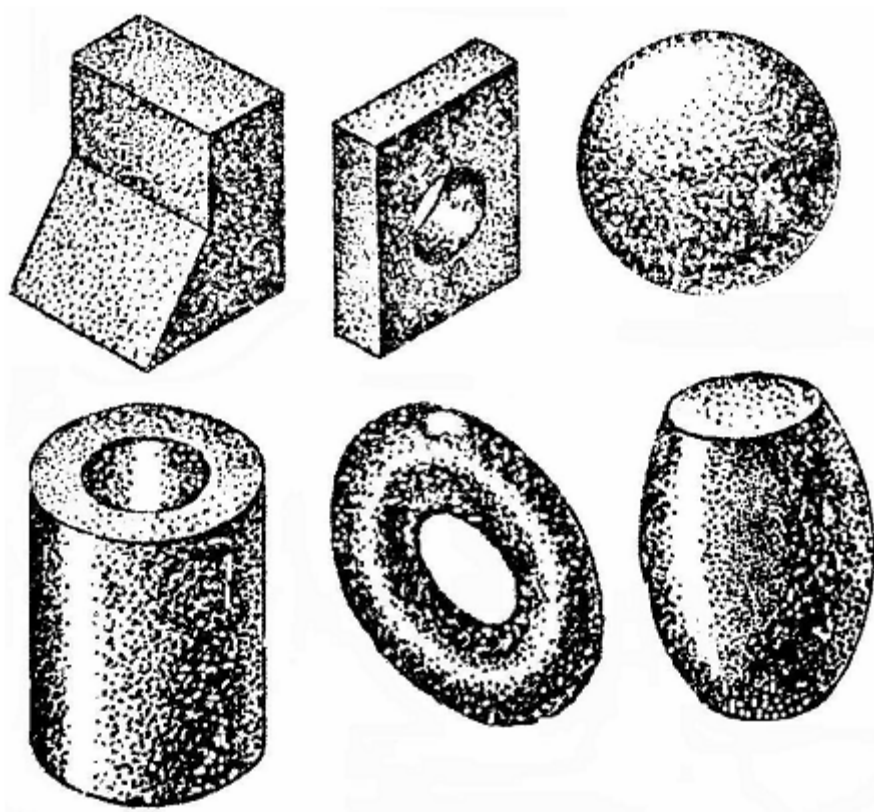


Рисунок 45

3.5 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РИСУНКА

Отдельные элементы композиции должны быть связаны между собой, а внимание сосредоточено на главном предмете (композиционном центре), которому должно подчиняться все второстепенное (элементы). Расположение всех относительно главного должно быть таким, чтобы создалось зрительное равновесие между их рисунками и пустыми местами между ними.

Компоновка рисунка на листе, т.е. расположение его пропорционально формату листа, имеет большое значение для построения целостного произведения. Положение листа может быть горизонтально или вертикально по отношению к рисующему и зависит от конфигурации изображаемого предмета. Изображение предмета должно занимать на листе примерно около $\frac{3}{4}$ полезной площади листа. Изображение не должно быть слишком мелким

или очень крупным по отношению к формату. Недопустимо изображение предмета, которое будет выходить за пределы формата.

Чтобы композиционно правильно расположить рисунок, необходимо слегка наметить линиями общую форму и взаимное расположение его основных частей. Рекомендуется при компоновке изображения сначала выполнить нескольких схематических (упрощенных) рисунков и выбрать из них лучший. В процессе выполнения таких упрощенных изображений получают возможность полнее представить в своем воображении будущий рисунок и определить наиболее удачное его размещение на листе бумаги.

Основными характерными признаками любого рисуемого предмета являются его конструкция и пропорции. Начиная рисунок, необходимо, прежде всего, понять объемную форму предмета и ясно представить его строение. Анализируя конструкцию формы, нужно правильно понять как располагаются в пространстве поверхности предмета и как образуется его объемная форма. Например, рисуя с натуры многогранник (призму, пирамиду, призматойд и др.), не следует ограничиваться анализом видимых поверхностей, а надо представить остальные, не видимые с данной точки зрения поверхности.

ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

П л а н: 6.1. Общие положения

6.2. Пересечение многогранников

6.3. Способ секущих плоскостей

6.4. Способ концентрических сфер

6.5. Способ эксцентрических сфер

6.6. Особые случаи пересечения. Теорема Монжа.

6.1. Общие положения

В пересечении поверхностей получаются плоские или пространственные линии, которые рассматриваются как множество точек, принадлежащих одновременно обеим поверхностям. Обычно линию пересечения двух поверхностей строят по ее отдельным точкам.

Общим способом построения этих точек является **способ поверхностей-посредников**:

— *секущих плоскостей*;

— *сферических поверхностей*.

Каким бы способом ни производилось построение линии пересечения поверхностей, при нахождении точек этой линии необходимо соблюдать определенную последовательность.

1. Для построения линий пересечения выбирают вспомогательную плоскость (или поверхность) с таким расчетом, чтобы в пересечении с каждой из заданных поверхностей получились простые линии: прямые или окружности.

2. Далее обе поверхности пересекают этой вспомогательной плоскостью (или поверхностью) и определяют линию пересечения сначала с одним телом, а затем — с другим. В пересечении этих линий находят общие точки:

в первую очередь — опорные (высшую, низшую и т.д.), так как они всегда позволяют видеть, в каких пределах расположены проекции линии пересечения, и где между ними

имеет смысл определять промежуточные точки для более точного построения линии пересечения поверхностей;
затем — промежуточные.

3. Найденные точки соединяют ломаной или плавной кривой, которая будет искомой линией пересечения заданных поверхностей.

4. Определение видимости линии пересечения производят отдельно для каждого участка, ограниченного точками видимости, при этом видимость всего участка совпадает с видимостью какой-нибудь случайной точки этого участка.

На рис. 54 показано построение точек 1 и 2 линии пересечения; K и K_1 — пересекающиеся поверхности; P — одна из вспомогательных секущих плоскостей.

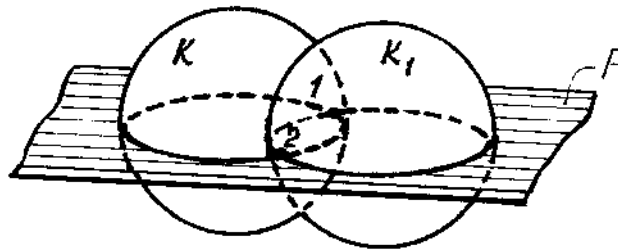


Рис. 54

6.2. Пересечение многогранников

Для построения линии пересечения поверхностей двух многогранников определяют точки встречи ребер одного многогранника с гранями другого. В этом случае каждую грань многогранника рассматривают самостоятельно и построение сводят к определению точек встречи прямых с плоскостью. Для этого проводят проецирующие плоскости через ребра одного из многогранников.

Правило:

- соединять между собой можно только те точки искомой линии пересечения, которые лежат в одной и той же грани какой-либо из двух данных поверхностей;
- каждую точку соединяют только с двумя другими точками.

В результате должен получиться замкнутый контур или два замкнутых контура.

ПРИМЕР 1.

Даны прямая треугольная призма, стоящая на плоскости H , и произвольно расположенная треугольная пирамида. Построить линию пересечения заданных поверхностей (рис. 55).

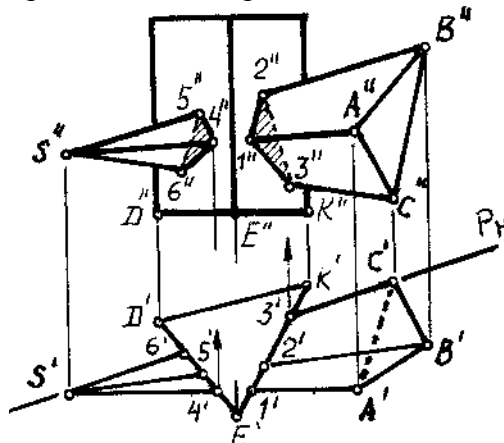


Рис. 55

Ребра призмы обозначим одной буквой (D, E, K), а пирамиды — двумя буквами (SA, SB, SC).

Задачу сводим к определению точек встречи ребер пирамиды с гранями призмы.

Особенность этого примера — грани призмы являются проецирующими плоскостями (ее

ребра перпендикулярны к плоскости Н). Горизонтальные проекции 1-2-3 и 4-5-6 линий пересечения уже имеются, они совпадают с горизонтальной проекцией самой призмы. С помощью линий связи находят фронтальные проекции этих точек на соответствующих ребрах. В результате получают две замкнутые ломаные линии: 1''-2''-3'' у входа и 4''-5''-6'' у выхода. Отрезки 2''-3'' и 5''-6'' этих линий невидимые, так как они лежат на задней грани пирамиды.

ПРИМЕР 2.

Даны треугольные призмы, одна из них стоит на плоскости Н, а другая расположена произвольно. Построить линию пересечения заданных поверхностей рис. 56.

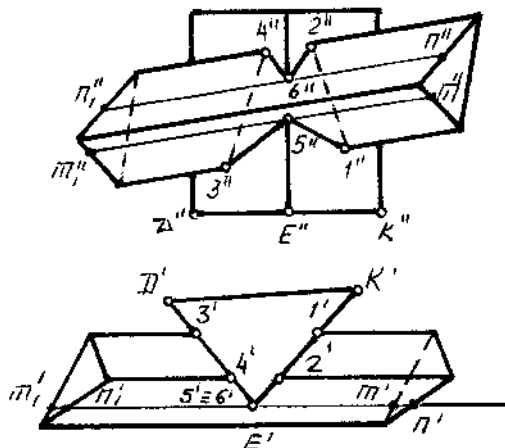


Рис. 56

Как и в предыдущем примере, грани одной призмы являются проецирующими поверхностями. По известным горизонтальным проекциям 1', 2', 3', 4', ... точек линии пересечения находят их фронтальные проекции. Ребро А не участвует в пересечении. Ребро Е пересекает грани АС и АВ в точках 5' и 6'. Чтобы найти эти точки, проводят через ребро Е горизонтально-проецирующую плоскость Р, которая пересечет грани АС и АВ по прямым линиям ММ₁ и NN₁. Пересечение этих прямых с ребром Е определяет точки 5 и 6. Найденные точки последовательно соединяют прямыми, в результате получают замкнутую ломаную линию пересечения заданных многогранников.

6.3. Способ секущих плоскостей

Рассмотрим частный случай — способ вспомогательных ПРОЕЦИРУЮЩИХ плоскостей. Он заключается в следующем: вводится ряд плоскостей частного положения (уровня или проецирующих), пересекающих данные поверхности по графически простым линиям (прямым или окружностям). Пересечение этих линий между собой дает точки, которые будут общими для каждой из данных поверхностей и, следовательно, будут принадлежать искомой линии пересечения.

Рассмотрим случай пересечения двух поверхностей вращения: конуса и цилиндра (рис. 57).

Построение линии пересечения начинаем с определения опорных точек 1 и 2 (рис. 57). Их фронтальные проекции находятся на пересечении очерковых линий пересекающихся поверхностей. Горизонтальные проекции 1' и 2' находятся по линиям связи (рис. 57).

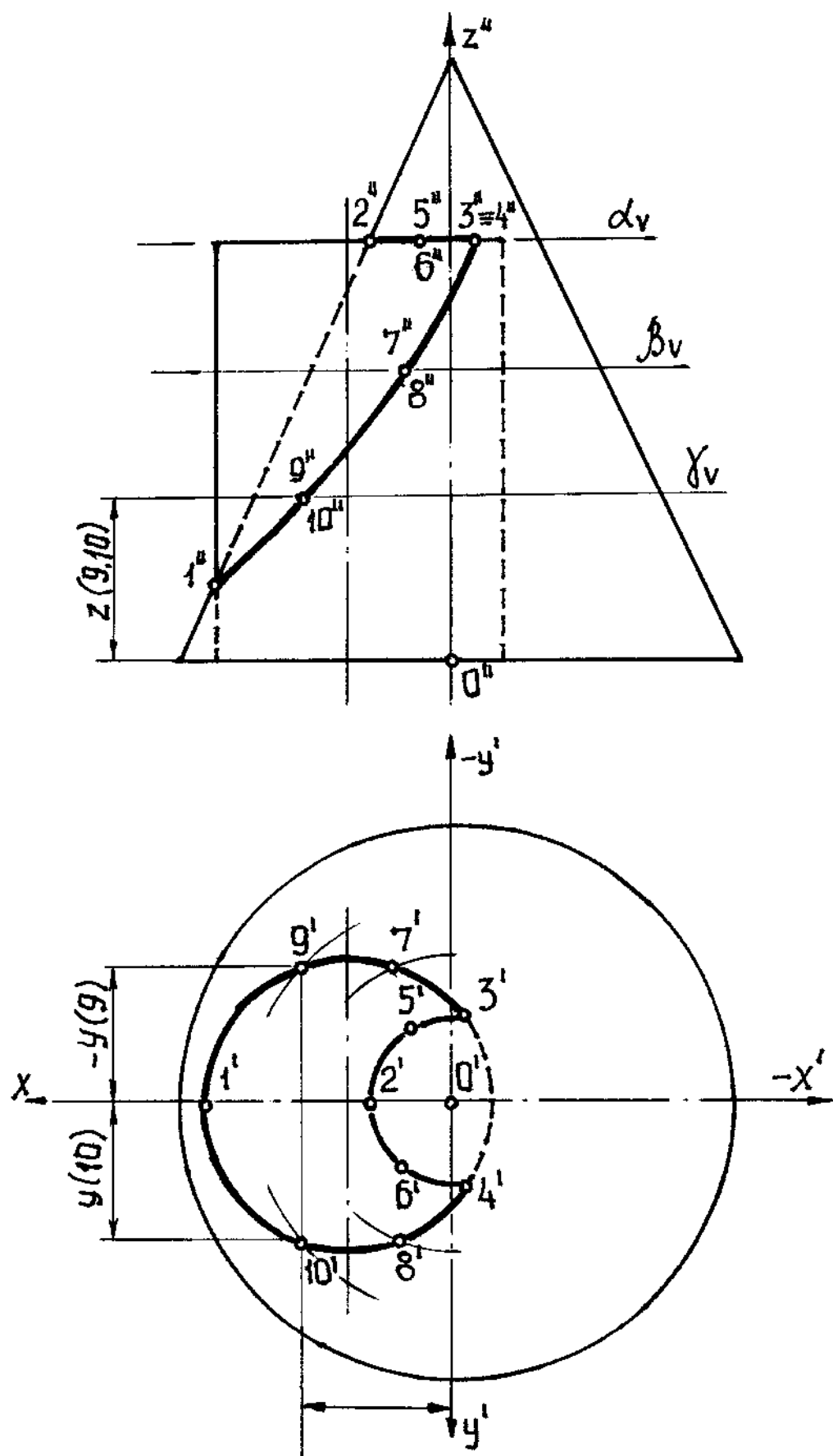


Рис. 57

Для нахождения промежуточных точек вводим вспомогательные горизонтальные плоскости α , β , γ , пересекающие обе поверхности по окружностям. Пересечение

окружностей между собой дает горизонтальные проекции точек ($3', 4', 5', \dots 10'$), общих для конуса и цилиндра. Фронтальные проекции $3'', 4'' \dots$ находятся по линиям связи (рис. 57). Соединяя найденные точки, получим искомую линию пересечения на комплексном чертеже (рис. 57).

Для нахождения линии пересечения в аксонометрии, строим изометрическую проекцию данных поверхностей (рис. 58). Для обеспечения точности аксонометрического изображения пересекающихся поверхностей устанавливаем оси координат (x, y, z) также и на комплексном чертеже.

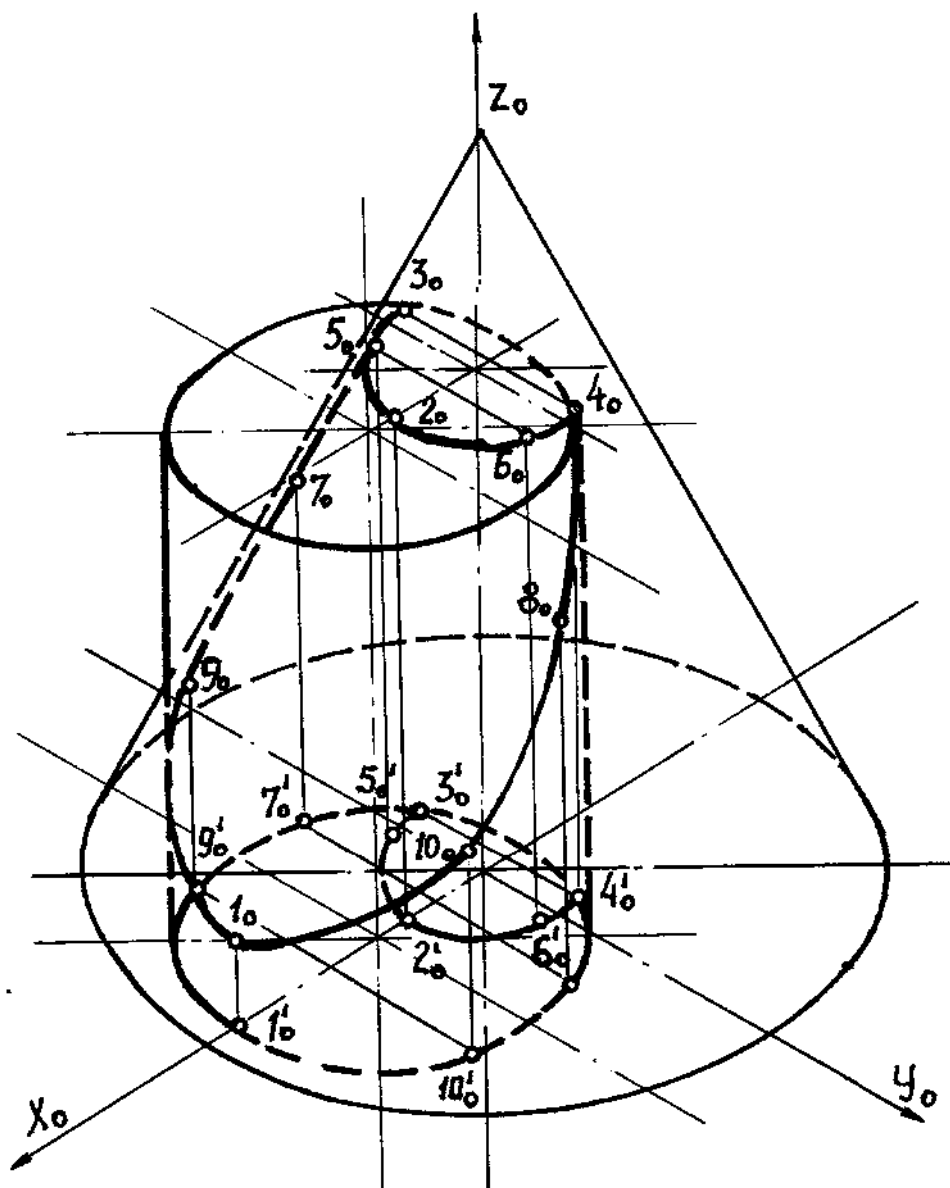


Рис. 58

Далее выполняем в изометрии построение линии пересечения в координатной плоскости x_0y_0 , то есть построение вторичной проекции (рис. 58). От каждой отмеченной линии пересечения откладываем по вертикальной линии (параллельной оси z_0) высоту, измеренную на комплексном чертеже. То есть получаем аксонометрические проекции точек $1_0, 2_0, 3_0, \dots 10_0$ (рис.). Соединяя найденные точки плавной кривой, получим аксонометрическое изображение линии пересечения данных поверхностей (рис. 58). Построение разверток цилиндра и конуса с нанесением линии пересечения видно из чертежей (рис.).

Развертка боковой поверхности цилиндра — прямоугольник, длина которого равна длине окружности основания радиуса R , а высота — высоте цилиндра H (рис.). Разбиваем

основание цилиндра (горизонтальная проекция) на 8 равных частей и через каждую точку деления проводим соответствующие образующие, откладывая на них высоты точек линии пересечения. Дальнейшее построение развертки цилиндра видно из чертежа (рис.).

Развертка конуса представляет собой сектор круга радиуса L , с углом при вершине $\varphi = 360 R/L$ (рис.), где R — радиус основания конуса, L — образующая конуса. Для нанесения линии пересечения делим окружность основания на 12 равных частей, проводя затем через каждую точку деления соответствующие образующие.

На определенном расстоянии от них строим дополнительные образующие через каждую точку линии пересечения. Поскольку, кроме очерковых фронтальных, образующие конуса представляют собой прямые общего положения, истинный размер расстояния от основания или вершины до лежащих на них точек можно получить, относя его к натуральным образующим, то есть пользуясь методом вращения.

6.4.Способ концентрических сфер

Этот способ применяется в случае, когда оси двух поверхностей вращения пересекаются под некоторым углом и находятся в плоскости, параллельной какой-либо плоскости проекций (особенно в том случае, когда на чертеже дана только одна проекция деталей).

Шар со всякой поверхностью вращения, ось которой проходит через центр шара, пересекается по окружностям. Эти окружности находятся в плоскостях, перпендикулярных к оси поверхности вращения, и проецируются на одну из плоскостей проекций в виде прямых, в этом состоит преимущество способа сфер.

На рис. 59 дана фронтальная проекция шара, пересекающегося с конусом и цилиндром. Как видно, центр шара находится на пересечении осей данных поверхностей, а линии его пересечения с ними — окружности диаметров: 1-2, 3-4, 5-6.

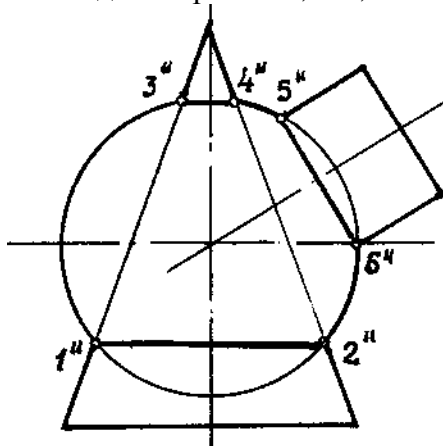


Рис. 59

Пример.

Даны конус и цилиндр, оси которых пересекаются под некоторым углом. Построить линию пересечения заданных поверхностей (рис.60).

Наивысшую и наинизшую точки 1 и 2 линии пересечения находят непосредственно в пересечении крайних образующих на фронтальной проекции заданных поверхностей.

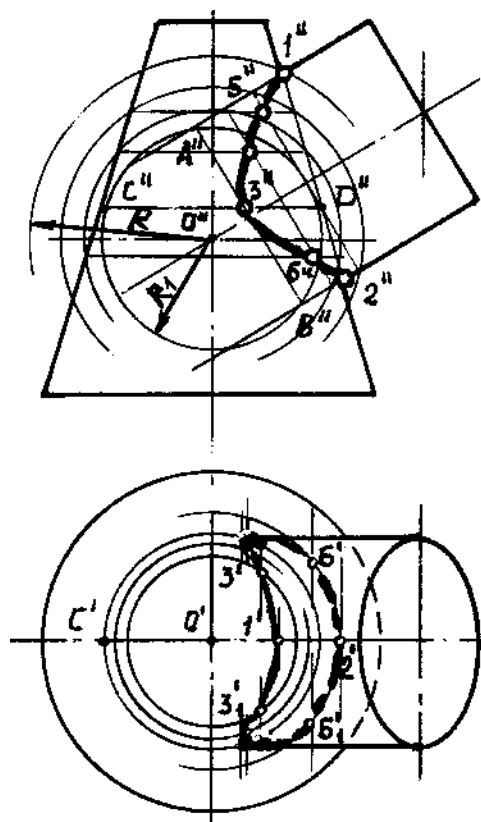


Рис. 60

Для нахождения промежуточных точек 3, 4, 5, ... проводят из центра O'' ряд вспомогательных концентрических сфер радиуса от R до R_1 , которые пересекают заданные тела по окружностям. На фронтальной проекции эти окружности проецируются в прямые линии и, пересекаясь между собой, определяют точки линии перехода.

Так, для нахождения точек 3 (одна из них невидима) проводят сферу радиуса R_1 , которая пересечет цилиндр по окружности диаметра $a''b''$, конус — по окружности диаметра c'' . В пересечении указанных окружностей определяются точки 3. Горизонтальные проекции этих точек находятся на окружности (параллели), проведенной из центра O' радиусом, равным $c''d''/2$. Все остальные промежуточные точки определяются аналогично.

Так как пересекающиеся тела симметричны, их линия пересечения также симметрична.

На фронтальной проекции невидимая часть линии пересечения сливается с видимой.

Точки 4 (на горизонтальной проекции) служат границами раздела видимой и невидимой части линии пересечения. Найденные точки соединяют плавной кривой по лекалу.

6.5. Способ эксцентрических сфер

Указанный способ построения линии пересечения двух поверхностей состоит в применении вспомогательных сфер, имеющих различные центры.

Пример 1 (рис. 61).

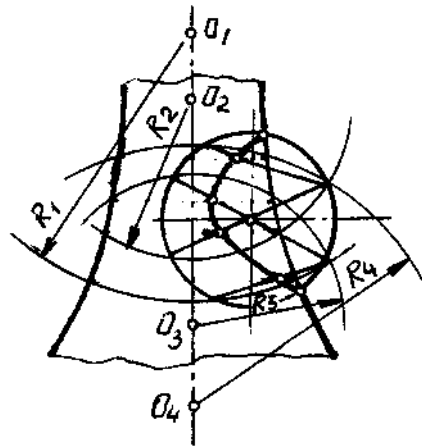


Рис. 61

В этом примере центры вспомогательных сфер можно брать в любой точке оси поверхности вращения. Поэтому построение линии пересечения в этом случае можно выполнить не только способом концентрических сфер, но и способом эксцентрических сфер.

В примере проведены четыре сферы радиусов r_1, r_2, r_3, r_4 из различных центров O_1, O_2, O_3, O_4 , расположенных на оси i поверхности вращения. Каждая из этих сфер пересекается с данными поверхностями по окружностям, точки пересечения которых и будут точками линии пересечения поверхностей.

Пример 2 (рис. 62).

Даны усеченный конус и четверть кольца, оси которых пересекаются под углом 90° .

Построить линию пересечения заданных поверхностей.

Наивысшую и наинизшую точки 1 и 2 линии пересечения заданных поверхностей находят непосредственно в пересечении крайних образующих на фронтальной проекции. Для нахождения промежуточных точек 3 через центр кругового кольца проводят фронтально-проецирующую плоскость P . Она пересечет кольцо по окружности; a'' — ее фронтальная проекция, которая находится на сфере, проведенной из центра O_1 . Проекцию O_1 центра сферы находят на пересечении оси конуса и касательной $t''O_1$ к направляющей окружности кольца в точке t'' . Сфера с центром в точке O_1 пересекает конус по окружности d'' .

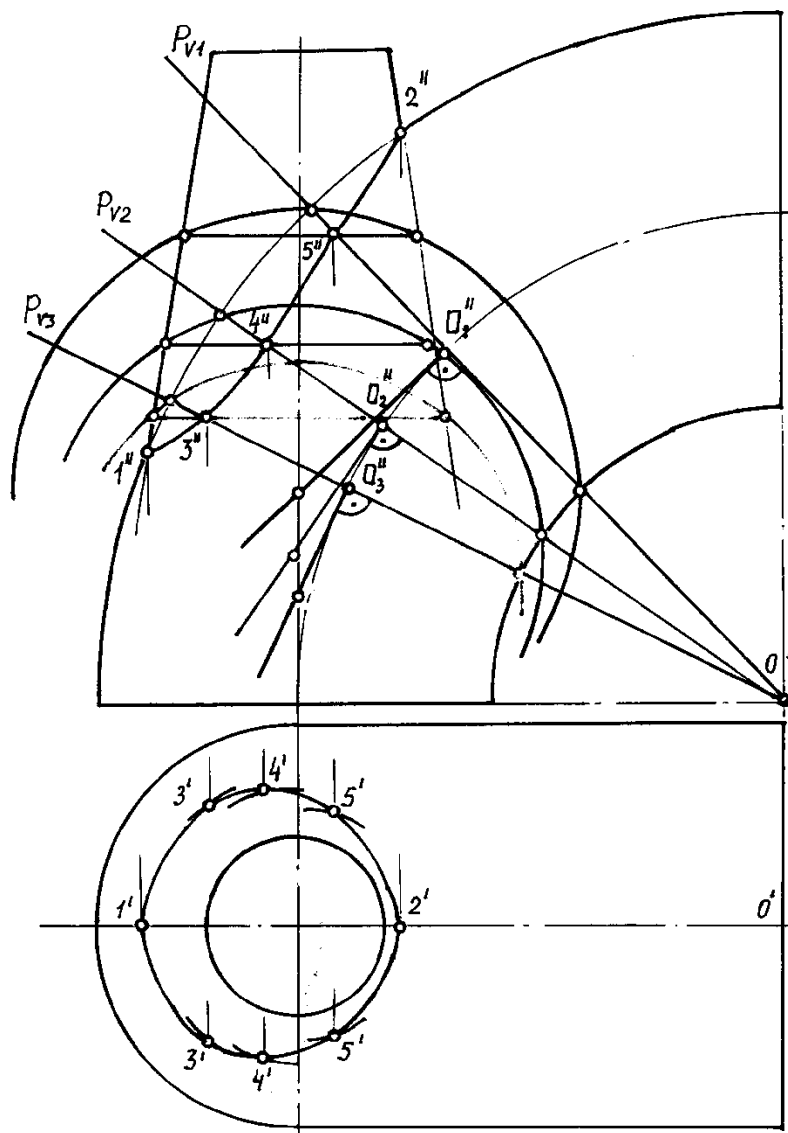


Рис. 62

В пересечении a'' и c'' получают две общие точки 3 и 3₁ линии пересечения.

Промежуточные точки 4 и 5 определяют аналогично.

Горизонтальные проекции точек 3, 4, 5 линии пересечения определяют при помощи фронтальной плоскости Q. Эта плоскость рассекает кольцо по параллели, что видно из чертежа. Точки 4 лежат на крайних образующих горизонтальной проекции конуса и служат границами раздела между видимой и невидимой частями линии пересечения. Найденные точки соединяют плавной кривой по лекалу.

Часто этот способ называют **способом скользящего шара**.

6.6. Особые случаи пересечения. Теорема Монжа

1. Поверхности в точках касания имеют общие касательные плоскости.

Т е о р е м а (о двойном соприкосновении).

Если две поверхности второго порядка имеют две точки соприкосновения и общие касательные плоскости в этих точках, то линия их пересечения распадается на две плоские кривые второго порядка.

Сфера и эллиптический цилиндр пересекаются по двум окружностям. Они имеют две общие точки А и В и две общие касательные плоскости в этих точках. Пространственная линия пересечения распалась на две плоские кривые — окружности (рис. 63).

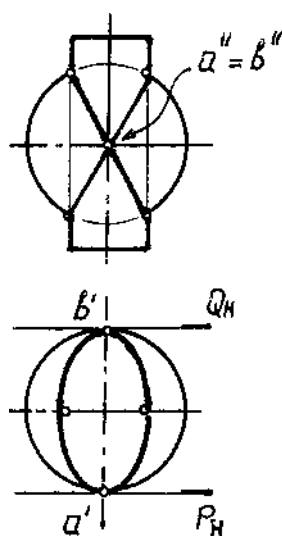


Рис. 63

2. Две пересекающиеся поверхности касаются третьей поверхности второго порядка.
Т е о р е м а (теорема Г.Монжа).

Если две пересекающиеся поверхности второго порядка могут быть описаны вокруг третьей поверхности второго порядка или вписаны в нее, то они пересекаются по двум плоским кривым второго порядка.

Теорема Монжа — частный случай теоремы о двойном соприкосновении. Например, поверхности конуса и цилиндра с общей фронтальной плоскостью симметрии касаются сферы по окружностям 1''-2'' и 3''-4''. Линия пересечения поверхностей представляет собой два эллипса, плоскости которых перпендикулярны фронтальной плоскости проекций (рис. 64).

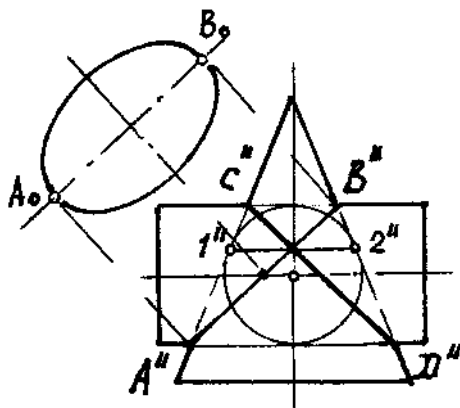


Рис. 64

На рис. 65 даны два конуса, описанные вокруг одного и того же шара. Оси которых пересекаются под прямым углом. Построить линию пересечения заданных поверхностей.

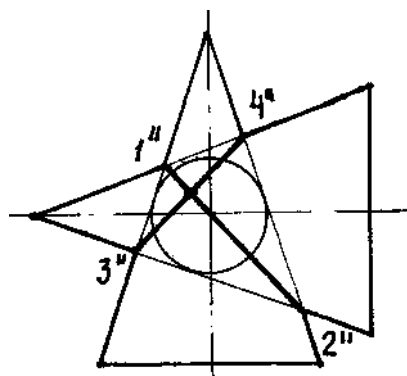


Рис. 65

Наивысшие 1, 3 и наинизшие 2, 4 точки линии перехода находят в пересечении крайних образующих на фронтальной проекции заданных поверхностей. Если сфера касается обеих поверхностей, то линия их пересечения распадается на две плоские кривые (в нашем примере — на два различных эллипса). На фронтальной проекции эти эллипсы изображаются отрезками прямых, а на горизонтальной — эллипсами.

Точки 5 и 6 пересечения эллипсов находят на окружности радиуса $c''/2$. Построение промежуточных точек ясно из чертежа.

Для определения видимости линий пересечения на горизонтальной проекции проводят секущую плоскость P (через ось конуса с вершиной S). Точки 7, 8 и 9, 10 служат границами раздела между видимой и невидимыми частями линий пересечения.

На фронтальной проекции невидимая часть линии пересечения сливается с видимой.

Прямые 1-4 и 2-3 — большие оси эллипсов. Прямые 5-6 и 11-12 — малые оси эллипсов.

На рис. 66 даны два цилиндра с одинаковыми диаметрами. Оси цилиндров пересекаются под прямым углом.

Здесь в пересечении цилиндров получаются два одинаковых эллипса 1-2 и 3-4, которые проецируются на плоскость V в виде прямых, а на плоскость H — в виде окружностей, сливающихся с проекцией основания одного из цилиндров.

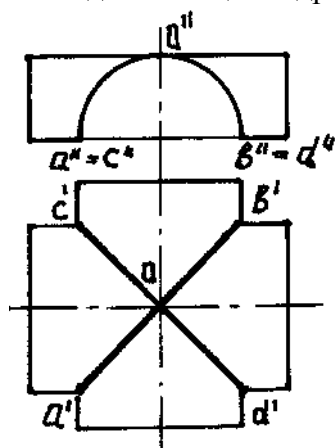


Рис. 66

Методы построения перспективы. Геометрические операции в перспективе.

4.1. Выбор точки зрения и положения картинной плоскости

Для получения хорошего перспективного изображения рекомендуется при выборе точки зрения и положения картинной плоскости руководствоваться следующими правилами, выработанными практикой.

1. **Положение точки зрения** должно обеспечивать хорошую обозреваемость предмета. Его составные части не должны загораживать друг друга.

Угол зрения φ - угол между проецирующими лучами, направленными в крайние точки плана предмета (рис. 50), можно брать в пределах от 18° до 53° .

Для того чтобы предмет был ясно виден без поворота головы, угол зрения должен быть не более 23° . Так как размеры картины всегда немного больше размеров изображаемого на ней предмета, то **наилучшим углом зрения для картины** считается угол $\varphi = 28^\circ$. При этом значении наибольший размер (00) картины (ширина или высота) **вдвое меньше** её удаленности (d) от точки зрения, т.е. $d/00 = 2$.

2. Картинную плоскость ориентируют так, чтобы главная точка P оказалась в пределах средней трети ширины картины, а горизонтальный след K_I картинной плоскости с одной из сторон плана (чаще всего - с главным фасадом) составлял угол от 25° до 35° .

Целесообразно, кроме того, картинную плоскость совместить с одним из ребер предмета, которое на перспективной проекции будет изображено в истинную величину.

На практике для выбора точки зрения и положения картинной плоскости применяют шаблон, изготовленный из листового картона по размерам, указанным на рис. 51.

Для переноса точек с комплексного чертежа на картину применяют поворотную линейку, изготовленную также из листового картона по размерам (рис. 52).

3. Высоту горизонта обычно принимают на уровне глаз человека, стоящего на земле, т.е. $h = 1,5 - 1,7$ м. При изображении застройки большого

Итак, на первом этапе построения перспективы по заданным прямоугольным проекциям здания или предмета необходимо:

-

Рисунок 51

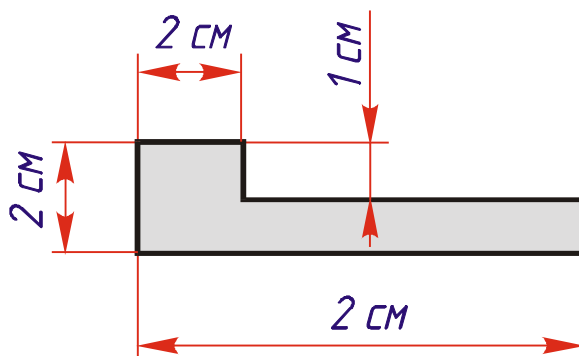


Рисунок 52

4.2 Метод архитекторов

В практике работы архитектурных мастерских широко применяется метод построения перспективных изображений с использованием точек схода параллельных прямых.

Построение перспективы данным методом основано на использовании ортогональных проекций предмета и может осуществляться на отдельном листе. Сущность метода сводится к построению перспективы основания (плана) предмета и к последующему определению положения отдельных точек изображения по высоте.

ПРИМЕР. Построить перспективу геометрического тела, заданного в ортогональных проекциях на рис. 53.

Построение проводим в следующем порядке.

1. Руководствуясь вышеизложенными правилами назначения точки зрения и картины, через ребро $D_I \equiv E_I$ плана тела проводим след $K_I(0_I 0_I)$ картинной плоскости, намечаем основания точки зрения S_I (точку зрения) и главной точки P_I . Проводим линию горизонта на расстоянии h от линии основания картины (на фронтальной проекции).

2. На горизонтальной проекции (см. рис. 53) проводим прямые, соединяющие основание точки зрения S_I со всеми видимыми вершинами основания предмета.

3. Проводим на горизонтальной проекции прямые S_1F_1 и S_1F_1' (проекции лучей SF и SF'), параллельные сторонам основания предмета, до пересечения с основанием картины K_1 в точках F_1 и F_1' (горизонтальные проекции точек схода); определяем (см. рис. 54) на линии горизонта точки схода F и F' горизонтальных ребер данного тела.

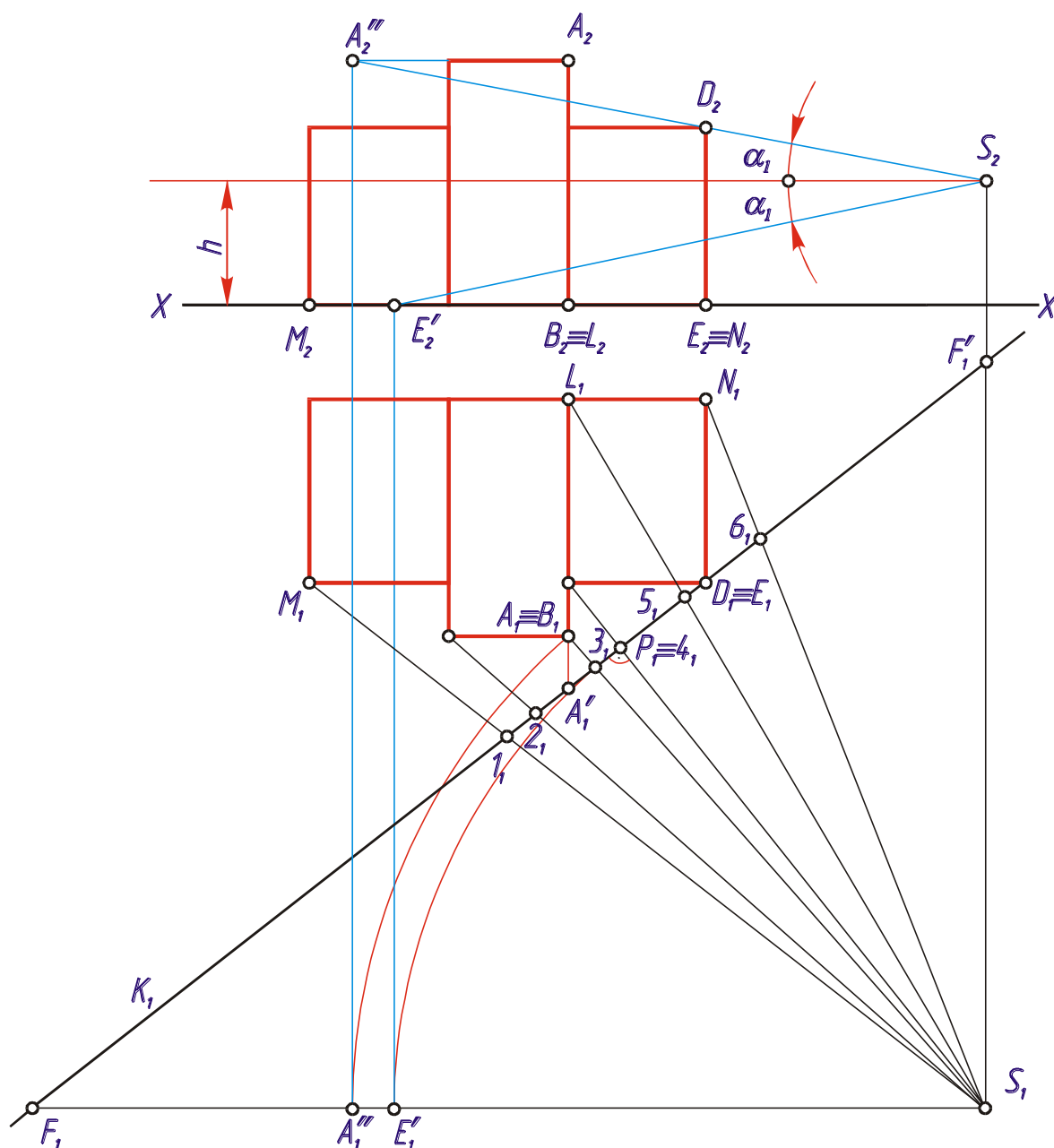


Рисунок 53

Отрезок $A_1'A_1'$ можно рассматривать или как проекцию ребра AB на плоскости K , или как линию пересечения с плоскостью картины продолженной грани предмета.

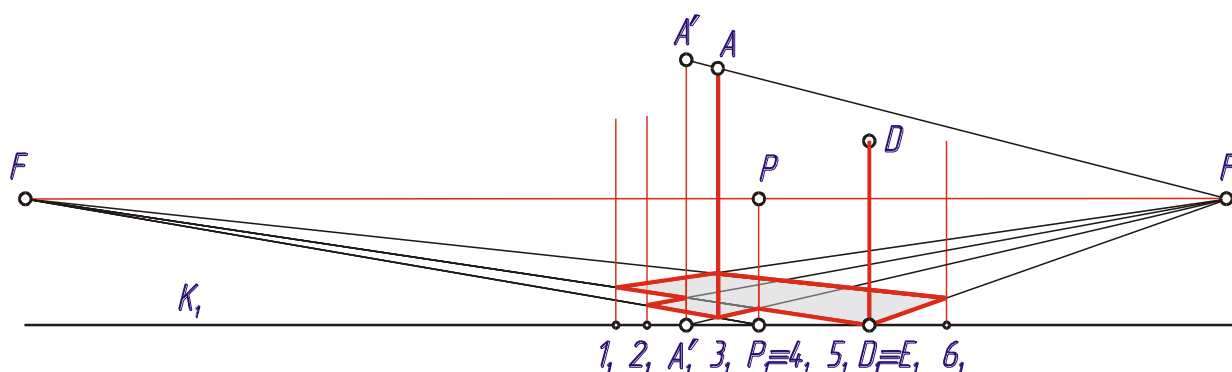


Рисунок 54

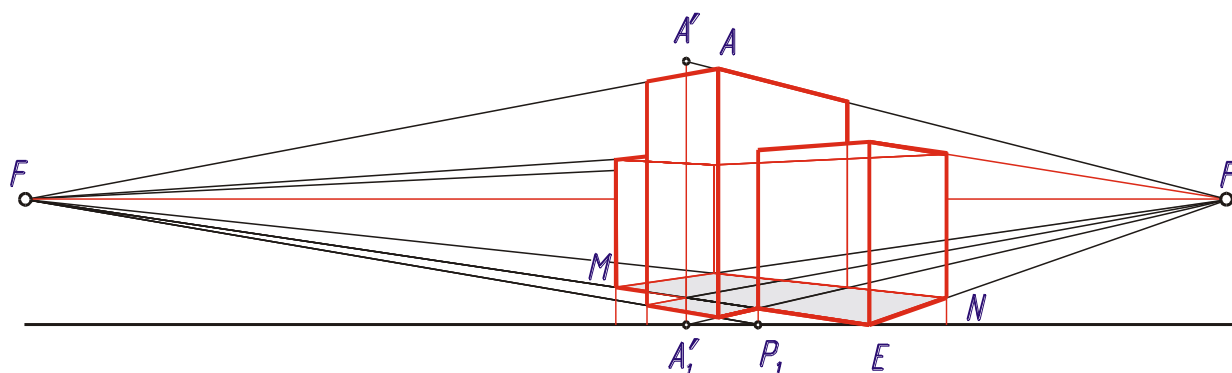


Рисунок 55

7. Дальнейшие построения выполнены на рис.55 и заключаются в проведении горизонтальных ребер предмета, идущих в точки схода F и F' .

Примечание. Перспектива тела на рис. 54 и 55 построена в масштабе 2:1 по отношению к размерам ортогонального чертежа (см. рис. 53).

Геометрические операции в перспективе

Детальная проработка элементов здания возможна только при достаточно крупном изображении. Из-за насыщенности чертежа линиями построения основных объемов здания на втором этапе рекомендуется построенную ранее перспективу пропорционально увеличить в n раз в зависимости от формата чертежа и продолжить работу по детальной проработке (рис.157).

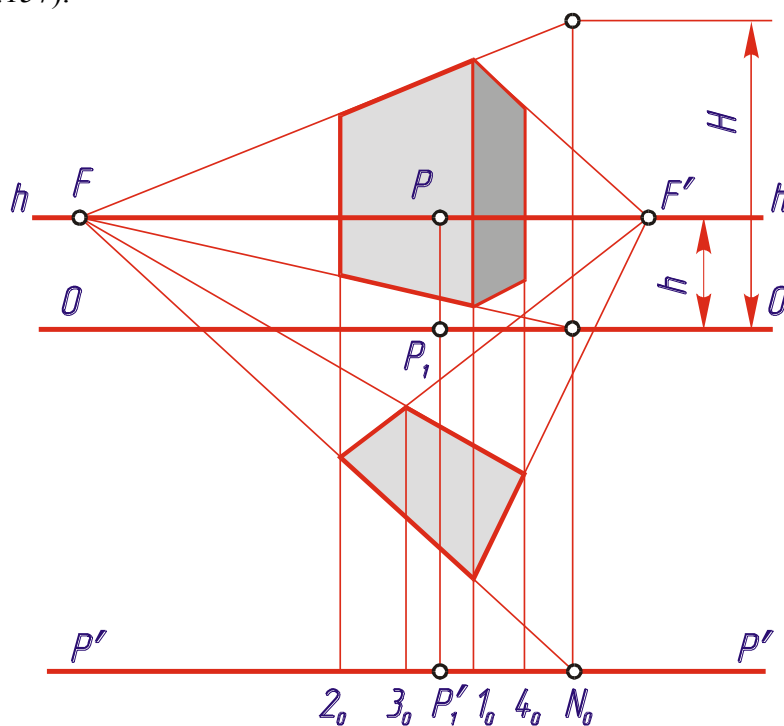


Рис. 157

Список литературы

1. Фролов, С.А. Начертательная геометрия : учебник для вузов / С.А.Фролов .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Инфра-М, 2007 .— 286с. : ил.
2. Киселева Л.И. Технический рисунок. Методические указания по курсу “Машиностроительное черчение”, Ижевск: Издательство ИжГТУ, 2005 г. - 21 с.
3. Тени и перспектива. Ушакова И.В., Морозова Л.А., Воронкина Д.В. : учеб. пособие. Тула, ТулГУ, 2006. -164 с..
4. Королев, Ю.И. Начертательная геометрия : учебник для вузов / Ю.И.Королев .— М.[и др.] : Питер, 2007 .— 252с. : ил
5. Справчикова Н.А. Построение и реконструкция перспективы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Справчикова Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 80 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20498>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю ISBN:978-5-9585-0309-4
6. Захарова Н.В. Технический рисунок. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Захарова Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Комсомольск-на-Амуре: Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет, 2012.— 91 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22258>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю SSN:2227-8397
7. Георгиевский О.В. Начертательная геометрия:, Метод. Пособие. М.: Столицдат. 2002.- 80с., ил.
8. Грожан, Д.В. Справочник начинающего дизайнера / Д.В.Грожан .— 4-е изд. — Ростов-н/Д : Феникс, 2006 .— 318с
9. Проектирование и моделирование промышленных изделий: Учеб. для вузов / С.А.Васин, А.Ю.Талашук, В.Г.Бандорин, Ю.А.Грабовенко, Л.А.Морозова, В.А.Редько; Под ред. С.А.Васина, А.Ю.Талашука. — М.: Машиностроение — 1, 2004 — 692 с.
10. Пугачев С.А., Никольский Л.П. Техническое рисование: Учеб. пособие. Изд 3-е перераб. и доп., М., Машиностроение, 1976.
11. Проектирование в графическом дизайне: Учеб. Для вузов / С.А. Васин, А.Ю. Талашук, Ю.В. Назаров, Л.А. Морозова, В.В. Сумароков; Под ред. С.А. Васина — М.: Машиностроение-1, 2006 — 320 с., ил.
12. Янес, М.Д. Рисунок для архитекторов / М.Д. Янес, Э.Р. Домигез; пер. с исп. Ю.В.Севостьяновой .— М. : АРТ-РОДНИК, 2005 .— 191с. : ил.
13. Капица Г.П. Оформление чертежей. Шрифты чертежные, надписи, спецификации [Электронный ресурс]: методические указания/ Капица Г.П., Саблина Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013.— 56 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21765>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю ISSN:2227-8397
14. М.Н.Макарова Перспектива. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Изобразительное искусство». — М.: Академический Проект, 2002. — 512 с.
15. ГОСТ 2.104-2006. Основные надписи — Взамен ГОСТ 2.104-68 ; введ. 2006-09-01. — М. : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М. : Стандартиформ. — 14 с. — (Единая система конструкторской документации).
16. Единая система конструкторской документации. ГОСТ 2.301-68 — ГОСТ 2.303-68, ГОСТ 2.304-81, ГОСТ 2.305-68 — ГОСТ 2.307-68, ГОСТ 2.308-79, ГОСТ 2.309-73, ГОСТ 2.310-68, ГОСТ 2.311-68, ГОСТ 2.312-72, ГОСТ 2.313-82, ГОСТ 2.314-68 — ГОСТ 2.316-68, ГОСТ 2.317-69, ГОСТ 2.318-81, ГОСТ 2.320-82, ГОСТ 2.321-84 : сборник. — М. : Изд-во стандартов, 2004. — 159 с. : ил. — (Национальные стандарты)

Периодические издания

Периодические издания не предусмотрены

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. http://www.cherch.ru/graficheskoe_otobrazhenie/technicheskiy_risunok.html
2. http://www.granitvtd.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=24&Itemid=7
3. http://www.extraform.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=46&Itemid=62

Интернет ресурсы

1. *Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ”* : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. С экрана
2. ЭБС *IPRBooks* универсальная базовая коллекция изданий.-Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю.- .- Загл. с экрана
3. Научная Электронная Библиотека *eLibrary* – библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.
4. НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа, режим доступа <http://cyberleninka.ru/> ,свободный.- Загл. с экрана.
5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://window.edu.ru>. - Загл. с экрана