

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МЭИ"

Методическое пособие

по дисциплине "ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА"

для студентов Инженерно-экономического института

Рецензент

канд. техн. наук, доцент И.В. Гордеева

Авторы:

О.В. Алымова, Е.Ю. Лутошкина

Методическое пособие предназначено для студентов очно-заочной формы обучения Инженерно-экономического института (ИнЭИ), изучающих курс инженерной графики. В пособии содержатся сведения о стандартах ЕСКД, относящихся к оформлению графических работ. Даются основные теоретические положения построения изображений трехмерных объектов на плоском поле чертежа. Приведены условия задач и даны примеры их решения. Всё это повышает качество освоения учебного курса. Также включены вопросы для подготовки к практическим занятиям и задачи для самостоятельного решения.

ЧАСТЬ 1

Инженерная графика представляет собой научную дисциплину, которая изучает способы передачи информации с помощью конструкторских документов.

Конструкторский документ содержит информацию о конструкции технического предмета. Под конструкторским объектом, или просто предметом, мы понимаем любые изделия промышленности, а так же их составные части.

СТАНДАРТЫ ЕСКД

(ЕСКД ГОСТ 2.001-93)

В РФ действует Единая Система Конструкторской Документации (ЕСКД), созданная еще в Советском Союзе.

Единая Система Конструкторской Документации содержит комплекс стандартов, устанавливающих правила по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, изготовлении, эксплуатации, ремонте и др.).

*Конструкторская документация является товаром и на нее распространяются все нормативно-технические акты, как на товарную продукцию.

ГОСТ – государственный стандарт.

ОСТ – отраслевой стандарт.

МН – межведомственная нормаль.

Стандарты ЕСКД распределены по группам.

Стандарты ЕСКД отнесены ко второму классу и распределены по следующим группам:

Содержание стандартов в группе	Номер стандарта
Общие положения	ГОСТ 2.001-70... ГОСТ 2.004-83
Основные положения	ГОСТ 2.101-68... ГОСТ 2.124-85
Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах	ГОСТ 2.201-80
Общие правила выполнения чертежей	ГОСТ 2.301-68... ГОСТ 2.321-84
Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения	ГОСТ 2.401-68... ГОСТ 2.430-85
Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений)	ГОСТ 2.501-68... ГОСТ 2.505-82
Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации	ГОСТ 2.601-68... ГОСТ 2.609-79
Правила выполнения схем	ГОСТ 2.701-76... ГОСТ 2.797-81

Каждой группе присваивается цифровой шифр от 0 до 9. В этом семестре мы знакомимся, в основном, со стандартами третьей группы, которая включает "Общие правила выполнения чертежей".

Структура обозначения стандарта:

ГОСТ 2.301-68 – Форматы

ГОСТ	2.	3	01	-68
	Класс стандарта (ЕСКД)	Номер группы	Порядковый номер в группе	Год принятия стандарта

ФОРМАТЫ

ГОСТ 2.301-68

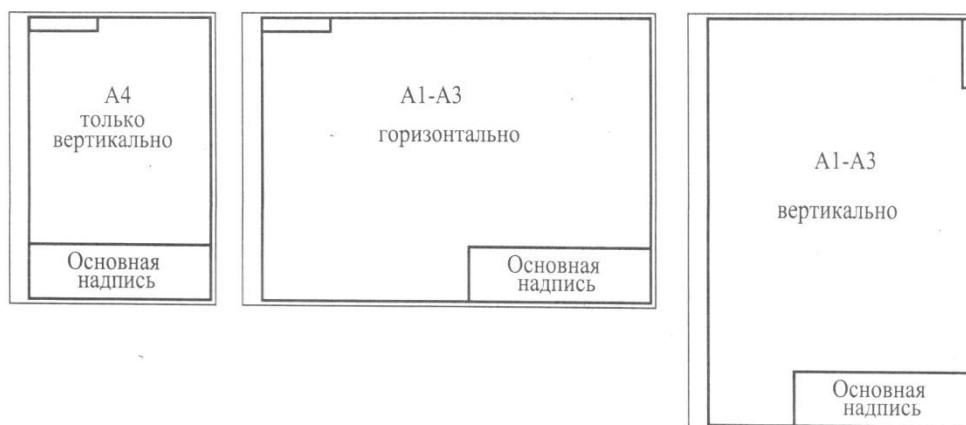
Все конструкторские документы, в том числе и чертежи, необходимо выполнять на бумаге стандартных размеров, определяемых ГОСТ 2.301-68.

Основные форматы

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841x1189 (1 м ²)
A1	594x 841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

Дополнительные форматы получают кратным увеличением коротких сторон.

Соотношение сторон формата равно $\sqrt{2}$, т.е. большая сторона в 1,414 раз > меньшей.



Формат А4 располагается только вертикально!!!!!!

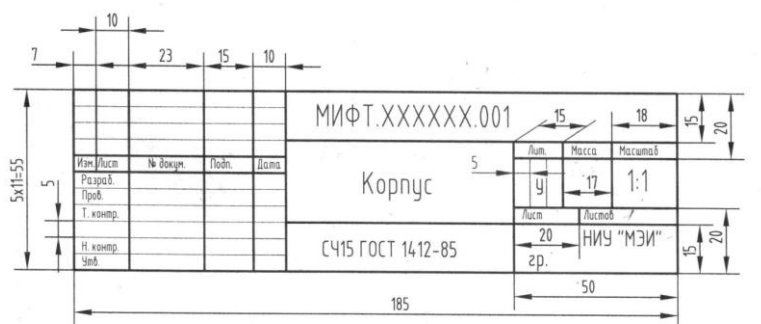
ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ

ГОСТ 2.104-68

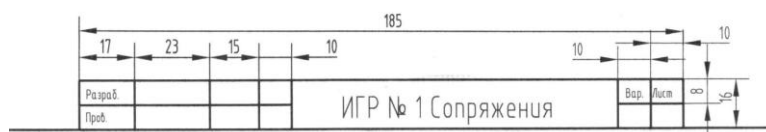
На всех конструкторских документах в правом нижнем углу располагают основную надпись.

Содержание, расположение и размеры граф основной надписи, а так же размеры рамок установлены ГОСТ 2.104-68.

Стандартная основная надпись для чертежей и схем



Учебная основная надпись для раздела ТПЧ



Чертежи и схемы имеют основную надпись - 55x185, текстовые КД - 40x185. Еще в левом верхнем углу размещается дополнительная графа 70x14 для размещения классификационного номера. В этом учебном семестре выполняется учебная основная надпись 16x185.

МАСШТАБЫ

ГОСТ 2.302-68

Масштаб – это отношение размера изображения к истинному размеру.

Натуральная величина 1:1.

Масштабы увеличения 2:1, 2,5:1, 4:1, 5:1, 10:1

Масштабы уменьшения 1:2, 1:2,5, 1:5, 1:10

ШРИФТЫ

ГОСТ 2.304-81

На всех чертежах и других технических документах применяют стандартные шрифты русского, латинского и греческого алфавитов, арабские и римские цифры и специальные знаки.

Размер шрифта характеризуется высотой (h) прописных букв в миллиметрах. Установлены следующие его размеры: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

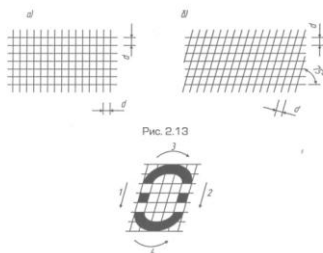
В зависимости от толщины линий установлены два типа шрифта:

- тип А с толщиной линии $d = \frac{1}{14}h$

- тип Б с толщиной линии $d = \frac{1}{10}h$

Оба типа шрифта выполняют с наклоном около 75° или без наклона (прямой шрифт).

Построение шрифта во вспомогательной сетке.



Параметры шрифтов

Параметр	Размеры, мм							
	Шрифт типа А							
h	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	
c	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	
a	0,35	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,8	
b	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	31,0	
e	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	
d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	
	Шрифт типа Б							
h	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	
c	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	
a	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,8	4,0	
b	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0	
e	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0	
d	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	

Примечания: 1. Обозначения: h — размер шрифта; c — высота строчных букв; a — расстояние между буквами; b — минимальный шаг строк; e — минимальное расстояние между словами; d — толщина линий шрифта.

2. Относительные размеры параметров шрифта:

	Тип А	Тип Б
h	$(\frac{14}{14})h = 14d$	$(\frac{10}{10})h = 10d$
c	$(\frac{10}{14})h = 10d$	$(\frac{7}{10})h = 7d$
a	$(\frac{2}{14})h = 2d$	$(\frac{2}{10})h = 2d$
b	$(\frac{22}{14})h = 22d$	$(\frac{17}{10})h = 17d$
e	$(\frac{6}{14})h = 6d$	$(\frac{6}{10})h = 6d$
d	$(\frac{1}{14})h = d$	$(\frac{1}{10})h = d$





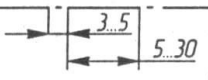
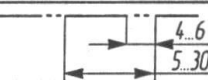
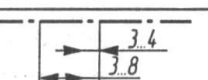
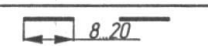

ЛИНИИ

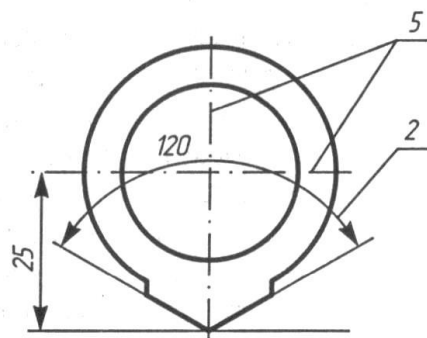
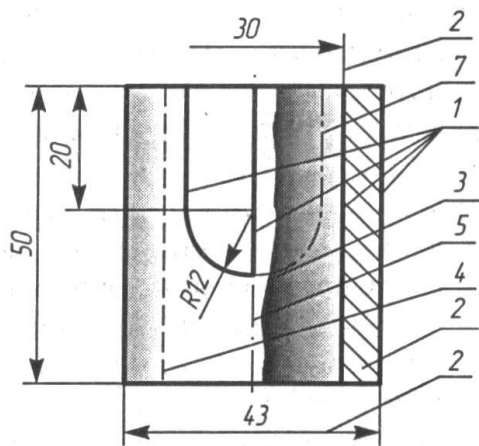
ГОСТ 2.303-68

Для большей выразительности, наглядности на чертежах применяют различные типы линий. Их определенное начертание и назначение стандартизованы. Толщина сплошной основной линии стандартизована от 0,5 до 1,4 мм, для учебных чертежей целесообразно применять толщину 0,8..1 мм.

Типовые примеры начертания и основного назначения некоторых линий

Наименование	Начертание	Толщина	Основное назначение
1. Сплошная основная		<i>s</i>	Линия видимого контура Линия перехода видимая Линия контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2. Сплошная тонкая		<i>s/3 ... s/2</i>	Линия контура наложенного сечения Линии размерные выносные Линии штриховки Линии-выноски Полки линий-выносок и подчеркивание надписей Линии для изображения пограничных деталей («обстановка») Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях Линии перехода воображаемые Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях

Наименование	Начертание	Толщина	Основное назначение
3. Сплошная волнистая		$s/3 \dots s/2$	Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
4. Штриховая		$s/3 \dots s/2$	Линии невидимого контура Линии перехода невидимые
5. Штрих-пунктирная		$s/3 \dots s/2$	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для вынесенных или наложенных сечений
6. Штрих-пунктирная с двумя точками		$s/3 \dots s/2$	Линии сгиба на развертках Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях Линии для изображения развертки, совмещенной с видом
7. Штрих-пунктирная утолщенная		$s/2 \dots \frac{2}{3}s$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
8. Разомкнутая		$s \dots 1\frac{1}{2}s$	Линия сечения
9. Сплошная тонкая с изломами		$s/3 \dots s/2$	Длинные линии обрыва



ЧАСТЬ 2

МЕТОД ПРОЕКЦИРОВАНИЯ

В основе правил построения изображений, применяемых в техническом черчении, лежит метод проекций.

Изучение начинают с построения проекций точки, так как при построении изображения любой пространственной формы рассматривается ряд точек, принадлежащих этой форме.

В основе построений графических изображений предметов лежит принцип отображения геометрических фигур, который заключается в том, что каждой точке M изображаемой фигуры Φ ставится в соответствие единственная точка M' изображения фигуры Φ' . При этом точка M' называется образом точки M .

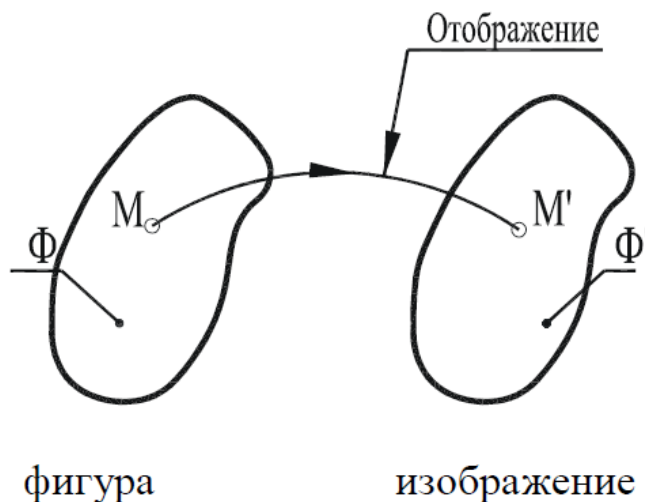
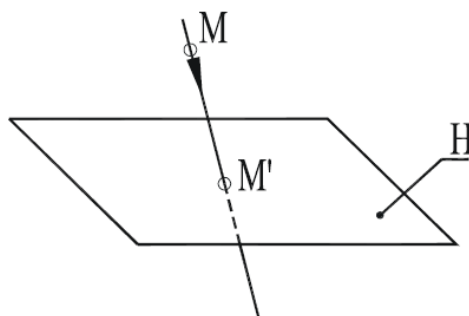


Рис. 2.1

Способы отображения могут быть различными. В инженерной графике принцип отображения находит применение в виде метода проекций или метода проецирования.

Сущность метода проецирования заключается в следующем:

1. Изображение любой фигуры, в том числе и пространственной, строится на плоскости, которая называется плоскостью проекций. Плоскость проекций обозначена буквой H .
2. Образ M' любой точки M фигуры Φ получается в результате пересечения прямой, проходящей через точку M , с плоскостью проекций H . Полученный в результате построения образ M' носит название проекционное изображение или **проекция точки M** на плоскость H .



Прямая (MM') называется **проецирующей прямой**.

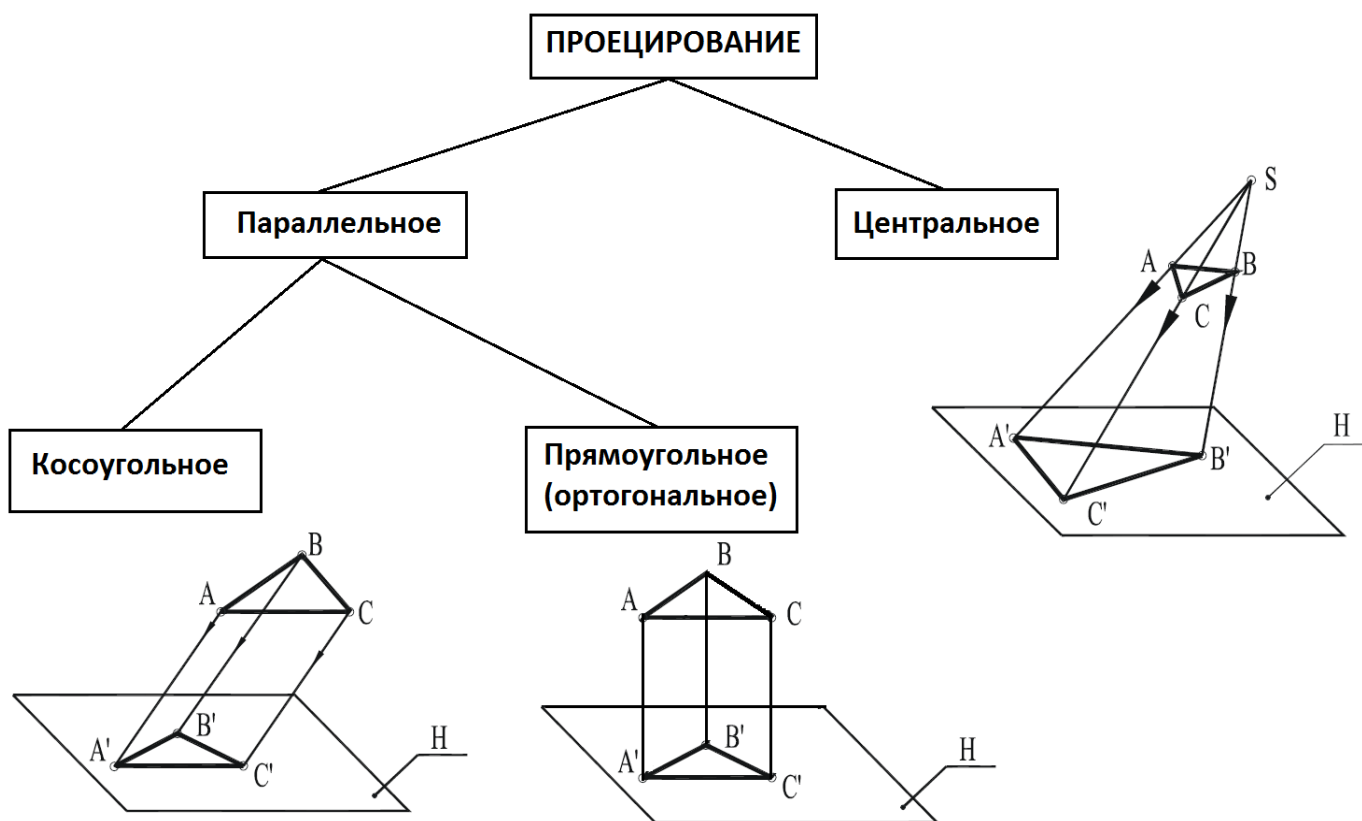


Рис. 2.2

При **центральном проецировании** – построении центральных проекций – задают плоскость проекций и центр проецирования – точку, не лежащую в плоскости проекций. На рисунке плоскость H – плоскость проекций, точка S – **центр проецирования**.

Для проецирования произвольной точки через нее и центр проецирования проводят прямую. Точка пересечения этой прямой с плоскостью проекций и является центральной проекцией заданной точки на выбранной плоскости проекций.

Параллельное проецирование можно рассматривать, как частный случай центрального проецирования, при котором центр проецирования удален в бесконечность ($S \rightarrow \infty$). При параллельном проецировании применяют параллельные проецирующие прямые, проведенные в заданном направлении относительно плоскости проекций. Если направление проецирования перпендикулярно плоскости проекций, то проекции называют **прямоугольными или ортогональными**, в остальных случаях – **косоугольными**.

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ. РАСПОЛОЖЕНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ПО НАГЛЯДНОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ

По информации, полноте изображения и оформлению виды разделяются на основные, дополнительные, местные и развернутые.

Основные виды - это виды, которые получаются при проецировании вдоль координатных осей на перпендикулярные к ним плоскости проекций.

При проецировании вдоль координатных осей две оси оказываются параллельными соответствующей плоскости проекций. Поэтому координаты характерных точек предмета вдоль этих осей сохраняются истинными на изображении, то есть проецируются без искажения.

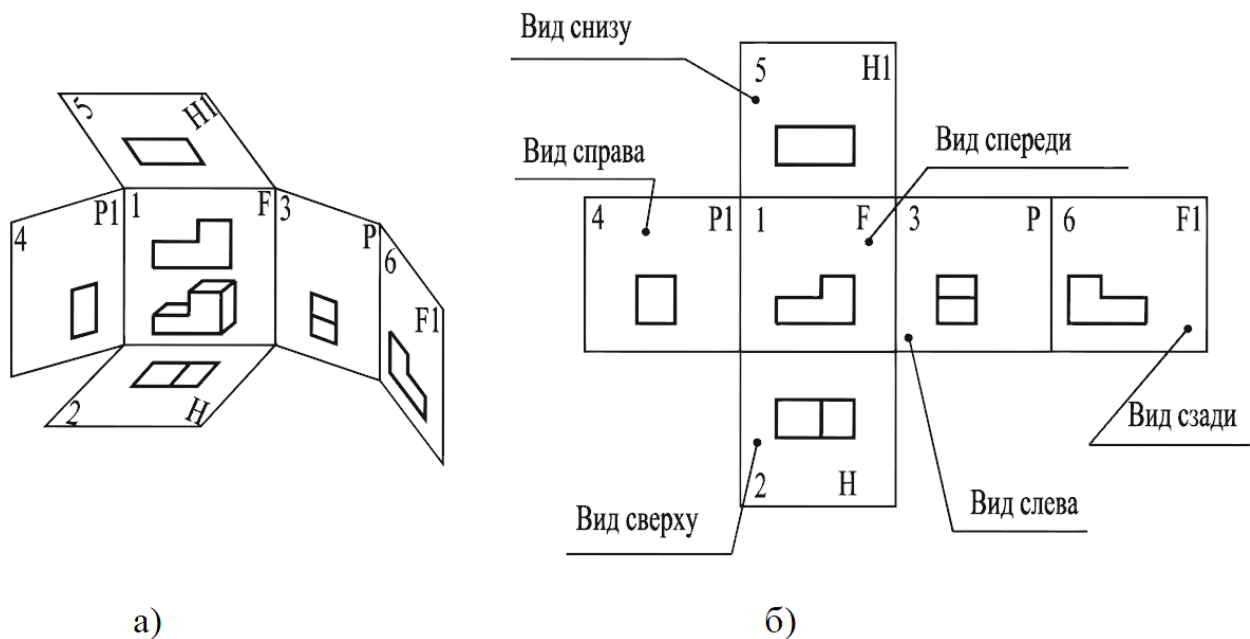


Рис. 2.3

Построение рекомендуется начинать с изображения проекций осей, направленных вдоль основных измерений предмета: длины, ширины, высоты, а затем уже строить проекции характерных точек.

На рис. 2.3 а показан пространственный объект, связанный с осями координат, и плоскости проекций с видами, а на рис. 2.3 б – расположение видов на плоскости чертежа в соответствии с ГОСТ 2.305–2008.

Основные плоскости проекций – фронтальная 1, горизонтальная 2, профильная 3 и три им параллельные (грани куба).

ГОСТ устанавливает следующие названия видов: 1) *вид спереди*; 2) *вид сверху*; 3) *вид слева*; 4) *вид справа*; 5) *вид снизу*; 6) *вид сзади*.

Вид спереди принимается за **главный**. Он должен давать наибольшую информацию о форме и размерах предмета и обеспечить наилучшую компоновку чертежа.

Виды, как и проекции геометрических элементов (точек, линий, плоскостей), могут обозначаться буквами и цифрами со штрихами. Например: A' - *вид сверху*, A'' - *вид спереди*, A''' - *вид слева*.

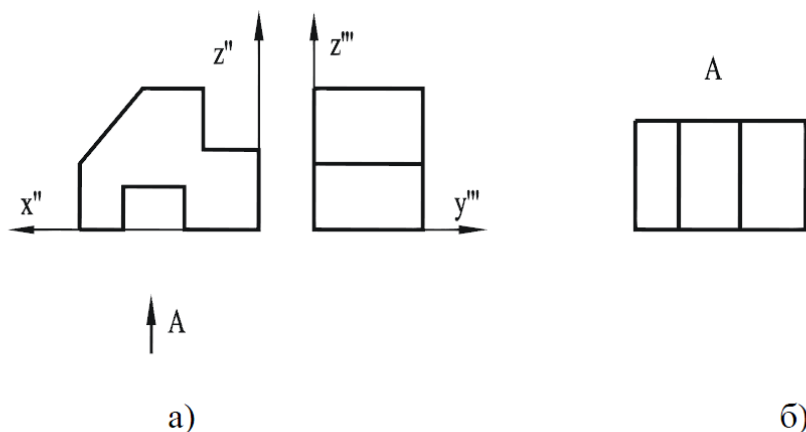


Рис. 2.4

Если вид расположен не в проекционной связи с главным видом, то необходимо указать направление проецирования (со стрелкой и прописной буквой русского алфавита (рис. 2.4а).

Вид обозначается по типу: А и не подчеркивается (рис. 2.4б). Надписи выполняются над изображениями.

ПОСТРОЕНИЕ ТРЕТЬЕГО ОСНОВНОГО ВИДА ПО ДВУМ ЗАДАНЫМ ВИДАМ

При построении третьего вида необходимо определить характер поверхностей, которыми ограничивается предмет, их взаимное положение относительно плоскостей проекций. На элементах поверхностей задаются характерные точки и определяются их координаты. По этим координатам строится третий вид. При этом размеры по оси, разделяющей один из заданных видов и строящийся, определяются по линиям проекционной связи, проведенным через характерные точки, а по другой оси – координатами точек из второго вида. Полученные проекции точек соединяются в логической последовательности линиями с учетом видимости элементов предмета.

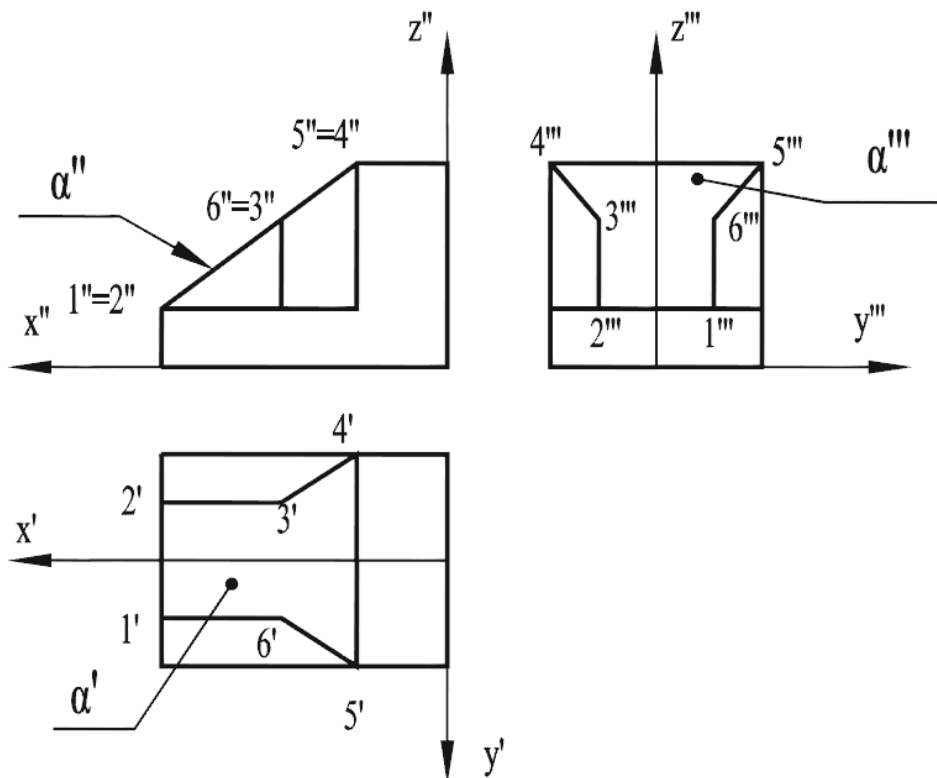


Рис.2.5

Для примера на рис. 2.5 показаны два заданных вида гранного предмета (вид спереди и вид сверху) и построенный вид слева с выделенным элементом поверхности – фронтально-проецирующей плоскостью $\alpha=\{1, 2, \dots, 6\}$. Через характерные точки этой плоскости проведены горизонтальные линии проекционной связи и на них найдены проекции точек на виде слева по координате Y вида сверху. Например: $[1', 2']=[1''', 2''']$, $[5', 6']=[5''', 6''']$ и т.д. Полученные проекции точек соединены линиями. Подобным образом построены и остальные видимые на виде слева элементы поверхности предмета.

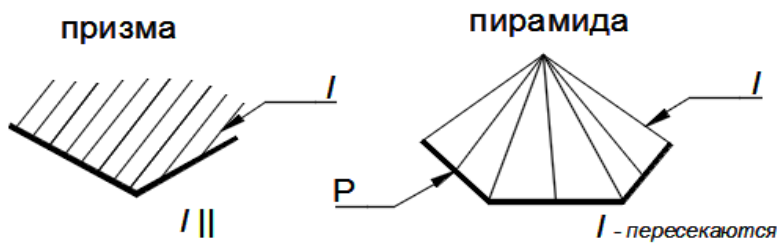
ЧАСТЬ 3

ПОВЕРХНОСТИ

Кинематический способ образования поверхности – непрерывное движение линии в пространстве по определённому закону. Движущая линия называется *образующей*. Обозначается *l*.

Линия, определяющая направление перемещения образующей, называется *направляющей*. Обозначается *p*. Через любую точку поверхности можно провести образующую. Получаем каркас образующих. Также, через каждую точку поверхности можно провести направляющую. Получаем каркас направляющих. В совокупности они образуют каркасную сеть поверхности.

Если в качестве направляющей возьмём линию, которая лежит в одной плоскости, а образующая прямая, то получится многогранник (призма).



ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ПОВЕРХНОСТИ

Определитель поверхности – это совокупность условий однозначно определяющих поверхность в пространстве.

Определитель состоит из двух частей:

- геометрическая часть (изображение на чертеже образующей и направляющей)
- алгоритмическая часть (задаёт закон перемещения образующей).

Порядок поверхности определяется порядком уравнения, описывающим её.

ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ

Поверхность вращения образована вращением линии (прямой или кривой) вокруг неподвижной оси.

Если вращается прямая линия – поверхность называется линейчатая. (Мы будем рассматривать цилиндр и конус.)

Если вращается окружность или дуга окружности – поверхность называется нелинейчатая. (Мы будем рассматривать сферу.)

ЛИНЕЙЧАТЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

(Рабочая тетрадь, стр. 21)

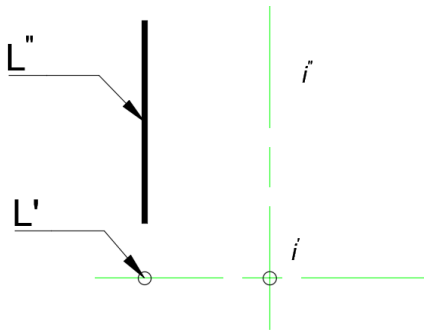
Цилиндрическая поверхность

Вверху изображён цилиндр. Его каркас образующая – прямая, направляющая – окружность.

Цилиндрическая поверхность образуется вращением прямой вокруг неподвижной оси, причём прямая и ось параллельны друг другу.

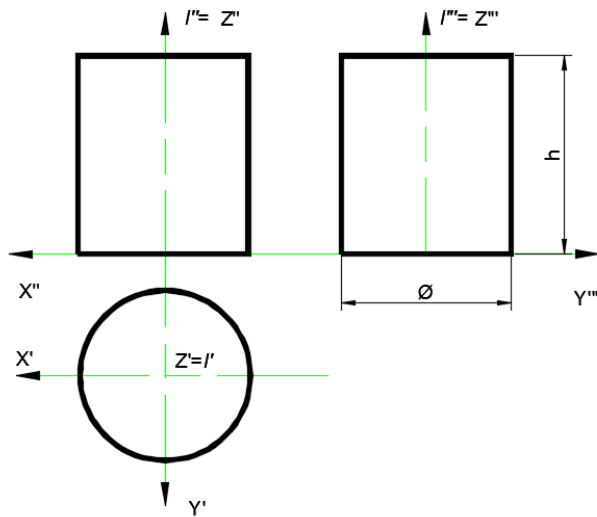
В Рабочей тетради показаны:

- Ось, занимающая горизонтально-проецирующее положение. На виде сверху – проецируется в точку.
- Образующая, задаётся прямой. На виде сверху – точка.



Наиболее наглядное изображение на чертеже с помощью линии очерка.

Очерк – это проекция контура границы видимости поверхности на чертеже.



Для более наглядного изображения на виде сверху - окружность, а на главном виде – прямоугольник.

Определитель цилиндрической поверхности

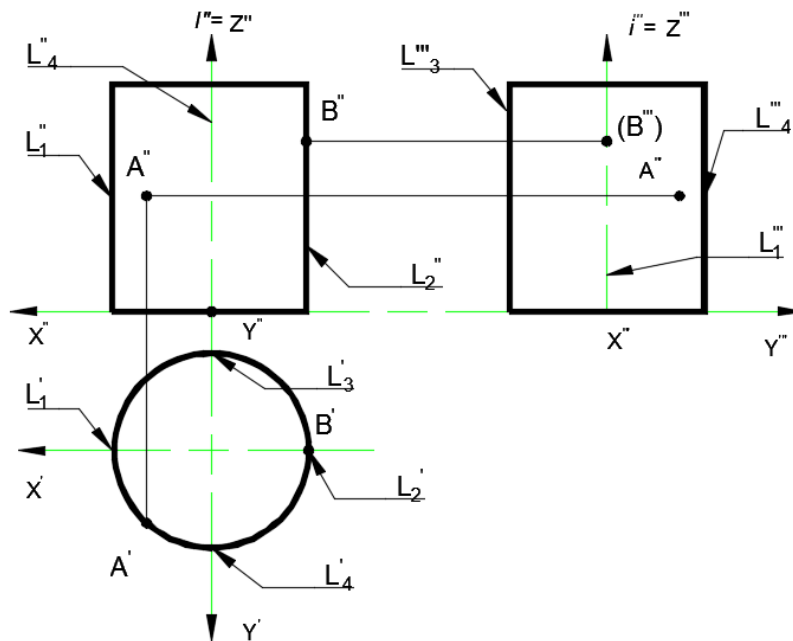
$\Pi_4 = (L, i, R)$,

где L – высота цилиндра, i – ось, R – радиус основания.

Мы говорим о боковой поверхности. У поверхности есть очерковые образующие L_1 и L_2 .

L_1 и L_2 – фронтальные очерковые образующие. Это границы видимости на виде спереди. (Их проекции совпадают с осью на виде слева.)

L_3 и L_4 – профильные очерковые образующие.



Мы начертили горизонтально-проецирующий цилиндр. Так же бывают фронтально-проецирующиеся и наклонные. Построение точек A и B . A – видима, B – не видима.

Коническая поверхность

Коническая поверхность образуется путём вращения прямой вокруг пересекающейся с ней неподвижной осью i . При вращении образующая и ось пересекаются в точке S , называемой вершиной конуса. (Рабочая тетрадь, стр. 21, внизу).

Параллель – линия на поверхности конуса, расположенная в плоскости перпендикулярной оси вращения.

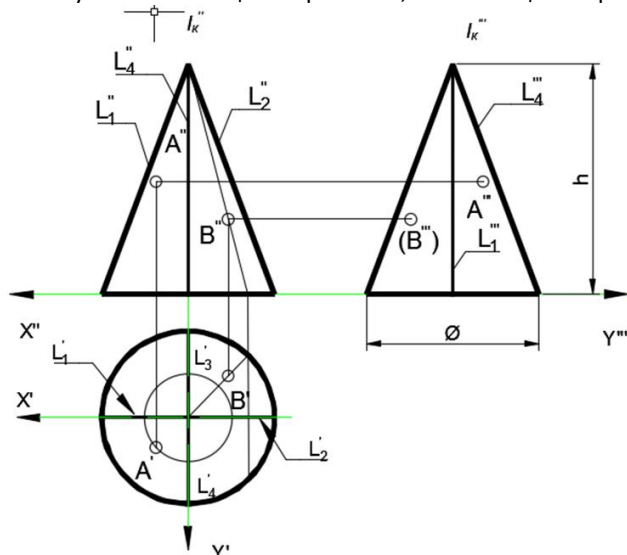
Определитель конической поверхности $\Pi_k = (L, i, S, R)$.

Полная коническая поверхность может быть задана высотой h , \varnothing основания и φ – углом наклона.

L_1 и L_2 – фронтальные очерковые образующие. Определяют границу видимости на главном виде.

L_3 и L_4 – профильные очерковые образующие. Определяют границу видимости для вида слева.

Строим точки A и B на поверхности конуса. A с помощью параллели, B с помощью образующей.



Цилиндр и конус – линейчатые поверхности.

Сферическая поверхность

(Рабочая тетрадь, стр. 22)

Сферическая поверхность образуется путём вращения окружности вокруг неподвижной оси, расположенной в плоскости окружности и проходящей через её центр. (Т.е. окружность вращается вокруг своего диаметра.)

У сферической поверхности бесконечное число диаметров и осей вращения.

L_1 – главный фронтальный меридиан. Плоскость, проходящая через ось вращения, называется меридиональной. Линия на поверхности этой плоскости называется *меридианом* (она же образующая). L_1 на виде сверху совпадает с осью x , на виде слева с осью z , на главном виде – граница видимости.

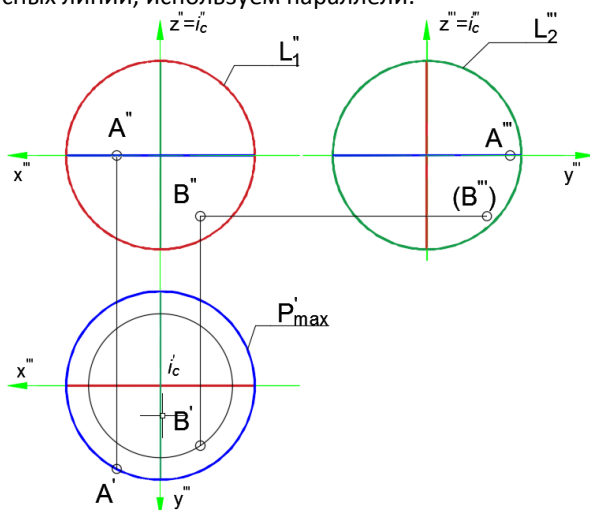
L_2 – главный профильный меридиан.

Экватор – это параллель максимального радиуса на поверхности вращения (P_{max}).

Строим точки A и B .

Точка A'' лежит на экваторе. Строится по линиям проекционной связи с учётом видимости.

Точка B'' строится с помощью каркасных линий, используем параллели.



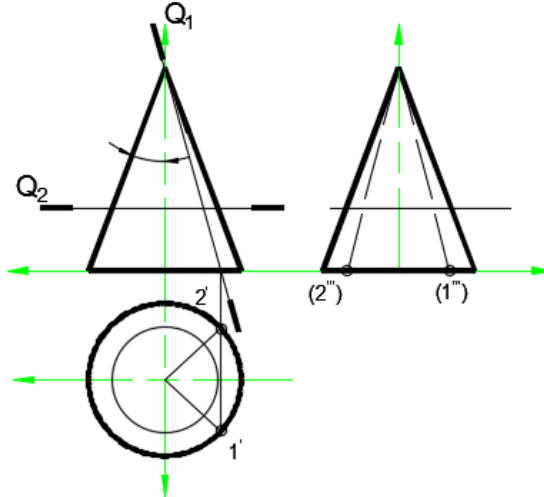
Плоские линии на поверхности конуса

(Рабочая тетрадь, стр.36-37)

Характер линий зависит от расположения плоскости относительно вершины и оси конуса.

1. Плоскость проходит через поверхность конуса. Обозначим плоскость Q_1 . Вершина конуса S'' . Одна из характеристик конуса φ (угол наклона образующей к оси). Угол наклона Q_1 меньше угла наклона образующей. Возникают две прямые линии (образующие). Образующие проходят через вершину конуса, заканчиваются на основании.

$S'' \in Q_1$ ($Q_1 \wedge i$) $< \varphi$. Результат – две прямые образующие.

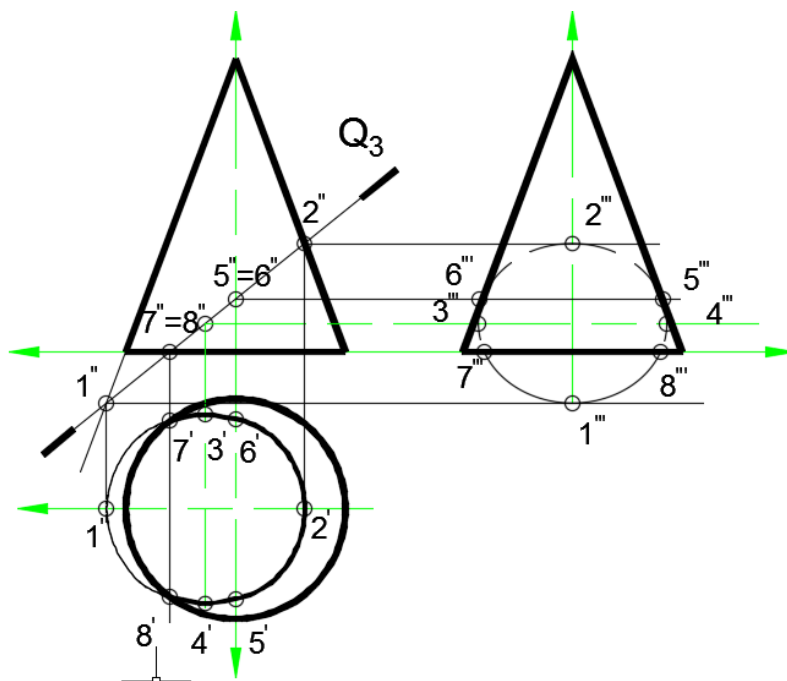


2. Плоскость Q_2 . $S \notin Q_2$ ($Q_2 \wedge i$) $= 90^\circ$ результат на виде сверху окружность – параллель, на виде слева – прямая.

3. Плоскость Q_3 . Угол наклона может быть различен. Пересекаются все образующие. Линия пересечения замкнута. Результат - эллипс. Четыре характерные точки (ХТ) определяют положение эллипса – большая и малая ось эллипса (Б и МОЭ). Это точки на очерковых образующих. Центр эллипса – середина отрезка $[1''; 2'']$. Делим отрезок пополам. Находим точки $3''=4''$. Точки $5''=6''$ лежат на оси вращения конуса. Это граница видимости для вида слева. Характеристика точек:

- очерковые 1, 2, 5, 6
- экстремальные 1, 2, 3, 4
- граничные 7, 8 (точки на основании конуса)
- очевидные 1, 2, 5, 6

$S \notin Q_3$
 $(Q_3 \wedge i) > \varphi$

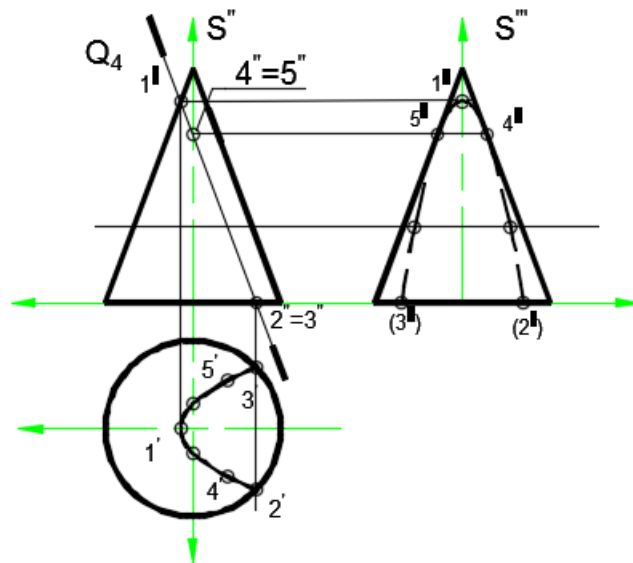


Алгоритм построения:

- а. Построить очевидные точки.
 - б. Построить точки 3 и 4.
 - в. Провести параллель $\perp z''$.
 - г. Построить параллель на виде сверху. Проецируем точки 3' и 4'. Это малая ось эллипса
 - д. Строим точки 3''' и 4'''.
 - е. Строим точки 7''' и 8'''.
 - ж. Определяем видимость.
 - з. Достаиваем вид сверху.
4. Плоскость Q_4 параллельна одной из образующей конуса. Результат – парабола. У параболы три характерные точки: вершина и концы ветвей. Точки на оси – граница видимости ($4''=5''$).

$$S \neq Q_4$$

$$(Q_4 \wedge j) \parallel \varphi$$



Алгоритм построения:

- а. Строим на виде слева точку 1'''
 - б. Точки 4''' и 5''' лежат на очерковых образующих.
 - в. Точки 2''' и 3''' требуют построения.
 - г. Строим линию плавную в области вершины.
 - д. Определяем видимость.
 - е. Достаиваем вид сверху.
5. Плоскость Q_5 параллельна двум образующим.

Угол меньше угла наклона образующей. Плоскость не проходит через вершину S. Результат – гипербола. Гипербола обладает вершиной, относительно неё ветви гиперболы симметричны. Концы гиперболы точки 1' и 2'. Вершина 3' - середина $[1'; 2']$ (перпендикуляр к хорде из центра окружности). Две точки пересечения с осевыми линиями – точки на границе видимости.

Характеристика точек:

- очерковые 4, 5,
- экстремальные 3,
- граничные 1, 2 (точки на основании конуса),
- очевидные 1, 2, 4.

Алгоритм построения:

- а. Точки 1'' и 2'' лежат на основании конуса. На главном виде т.1'' невидима (в скобках).

ЧАСТЬ 4

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Способ «посредника»

Посредником называют вспомогательную поверхность, применяемую в операциях пересечения поверхностей, для облегчения построения их линий пересечения.

В общем случае. В результате пересечения геометрических поверхностей, которые являются множеством точек, получается линия пересечения или новое множество.

Линиями пересечения могут быть:

1. Кривые линии, пространственные и плоские (одна кривая), в случае пересечения кривых поверхностей или кривой поверхности с плоскостью.
2. Прямые линии или одна прямая в случае пересечения гранной поверхности с плоскостью.
3. Точки или одна точка – пересечения прямой с плоскостью или с поверхностью.

Т.к. линии пересечения – множество точек, то для графического задания линии пересечения необходимо и достаточно, чтобы точки ее принадлежали некоторым вспомогательным линиям, лежащим в заданных поверхностях и пересекающимся между собой.

Выбор посредника должен определяться:

1. простотой построения проекций его линии пересечения с заданными поверхностями. Окружность и сфера.

2. взаимным расположением этих поверхностей.

Алгоритм построения линии пересечения

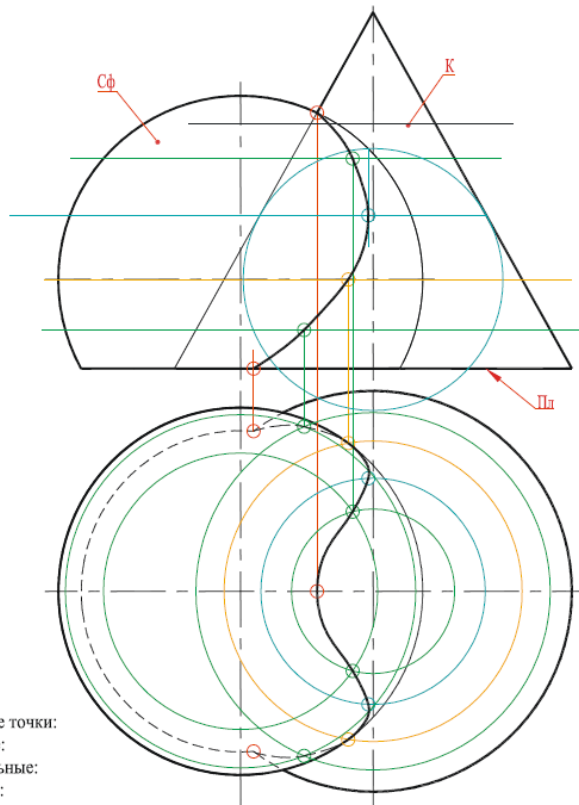
1. Анализ заданных поверхностей.
2. Выбор поверхности-посредника.
3. Построение линии пересечения заданных поверхностей с посредником.
4. Построение точек пересечения этих линий.
5. Соединение точек пересечения в определенной последовательности.
6. Определение видимости.

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ

Оси двух пересекающихся поверхностей вращения могут:

1. быть параллельными прямыми
2. совпадать
3. пересекаться
4. скрещиваться

Оси параллельны



1. Характерные точки:
 - а) очевидные:
 - б) экстремальные:
 - в) очерковые:
- 2) Промежуточные:

Оси совпадают.

Поверхности вращения с общей осью называются **соосными**.

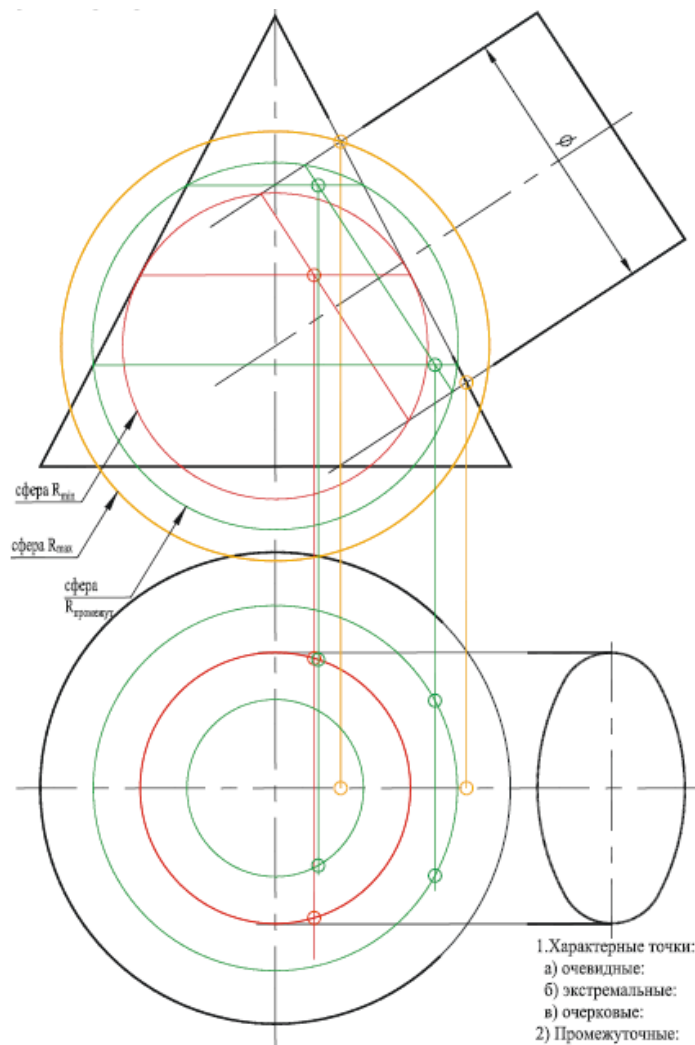
Если две соосные поверхности имеют хотя бы одну общую точку, то через нее можно провести общую **параллель**.

Сфера – поверхность, имеющая бесчисленное множество осей. Поэтому с любой поверхностью вращения сфера пересекается по параллелям.

Оси пересекаются.

Сфера в качестве посредника применяется при выполнении 3 условий:

1. Пересекаются поверхности вращения.
2. Оси этих поверхностей пересекаются.
3. Плоскость, образованная пересекающимися осями, должна быть параллельна плоскости чертежа.



Центр вспомогательных сфер размещаем в точке пересечения осей.

ЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ

Это случаи, когда одна или обе пересекающихся поверхностей – проецирующие.

Если одна из пересекающихся поверхностей проецирующая, то линия пересечения определяется без посредника. В этом случае одна из проекций линии пересечения задана, а вторую проекцию определяют по принадлежности непроецирующей поверхности.

ЧАСТЬ 5

СЕЧЕНИЯ И РАЗРЕЗЫ

ГОСТ 2.305-2008 ВЗАМЕН ГОСТ 2.305-68

Термины и определения

Вертикальный разрез: Разрез, выполненный секущими плоскостями, перпендикулярными к горизонтальной плоскости проекций.

Вид предмета (вид): Ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета, расположенного между ним и плоскостью проецирования.

Вынесенное сечение: Сечение, расположенное на чертеже вне контура изображения предмета или в разрыве между частями одного изображения.

Выносной элемент: Дополнительное, обычно увеличенное, отдельное изображение части предмета.

Главный вид предмета (главный вид): Основной вид предмета на фронтальной плоскости проекции, который дает наиболее полное представление о форме и размерах предмета, относительно которого располагают остальные основные виды.

Горизонтальный разрез: Разрез, выполненный секущими плоскостями, параллельными горизонтальной плоскости проекций.

Дополнительный вид предмета (дополнительный вид): Изображение предмета на плоскости, непараллельной ни одной из основных плоскостей проекций, применяемое для неискаженного изображения поверхности, если ее нельзя получить на основном виде.

Ломаный разрез: Сложный разрез, выполненный пересекающимися плоскостями.

Местный вид предмета (местный вид): Изображение отдельного ограниченного участка поверхности предмета.

Местный разрез: Разрез, выполненный секущей плоскостью только в отдельном, ограниченном месте предмета.

Наклонный разрез: Разрез, выполненный секущей плоскостью, составляющей с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Наложное сечение: Сечение, расположенное непосредственно на изображении предмета вдоль следа секущей плоскости.

Ортогональная (прямоугольная) проекция: Параллельная проекция предмета или его части на плоскость, перпендикулярную к направлению проецирующих лучей, представляющую совмещенную с чертежом одну из граней пустотелого куба, внутри которого мысленно помещен предмет.

Основной вид предмета (основной вид): Вид предмета, который получен путем совмещения предмета и его изображения на одной из граней пустотелого куба, внутри которого мысленно помещен предмет, с плоскостью чертежа.

Примечание - Основной вид предмета может относиться к предмету в целом, его разрезу или сечению.

Параллельная проекция: Изображение предмета или его части, полученное проецированием их воображаемым параллельным пучком лучей на плоскость.

Поперечный разрез: Разрез, выполненный секущей плоскостью, направленной перпендикулярно к длине или высоте предмета.

Продольный разрез: Разрез, выполненный секущей плоскостью, направленной вдоль длины или высоты предмета.

Простой разрез: Разрез, выполненный одной секущей плоскостью.

Профильный разрез: Вертикальный разрез, выполненный секущими плоскостями, параллельными профильной плоскости проекций.

Разрез предмета (разрез): Ортогональная проекция предмета, мысленно рассеченного полностью или частично одной или несколькими плоскостями для выявления его невидимых поверхностей.

Сечение предмета (сечение): Ортогональная проекция фигуры, получающейся в одной или нескольких секущих плоскостях или поверхностях при мысленном рассечении проецируемого предмета.

Примечание - При необходимости в качестве секущей допускается применять цилиндрическую поверхность, развертываемую на плоскость чертежа.

Сложный разрез: Разрез, выполненный двумя и более секущими плоскостями.

Ступенчатый разрез: Сложный разрез, выполненный параллельными секущими плоскостями.

Фронтальный разрез: Вертикальный разрез, выполненный секущими плоскостями, параллельными фронтальной плоскости проекций.

При выполнении разреза мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (см. рисунок 5.1). Допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета (см. рисунок 5.2).

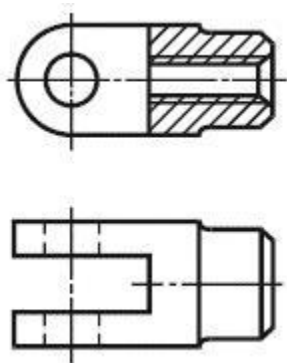


Рис. 5.1

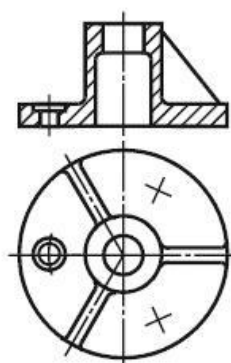


Рис. 5.2

На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (см. рисунок 5.3).

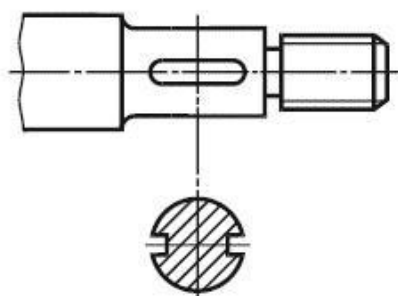


Рис. 5.3

Допускается в качестве секущей применять цилиндрическую поверхность, развертываемую затем в плоскость (см. рисунок 5.4).

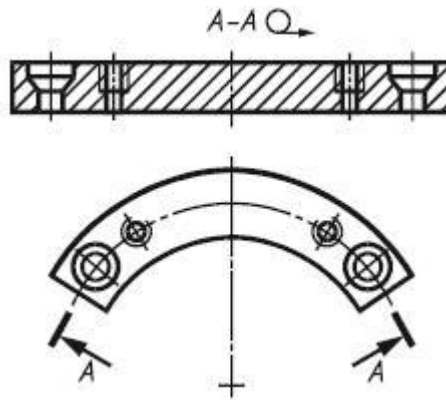


Рис. 5.4

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей.

Если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади не находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекции), то направление проецирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву (см. рисунок 5.5).

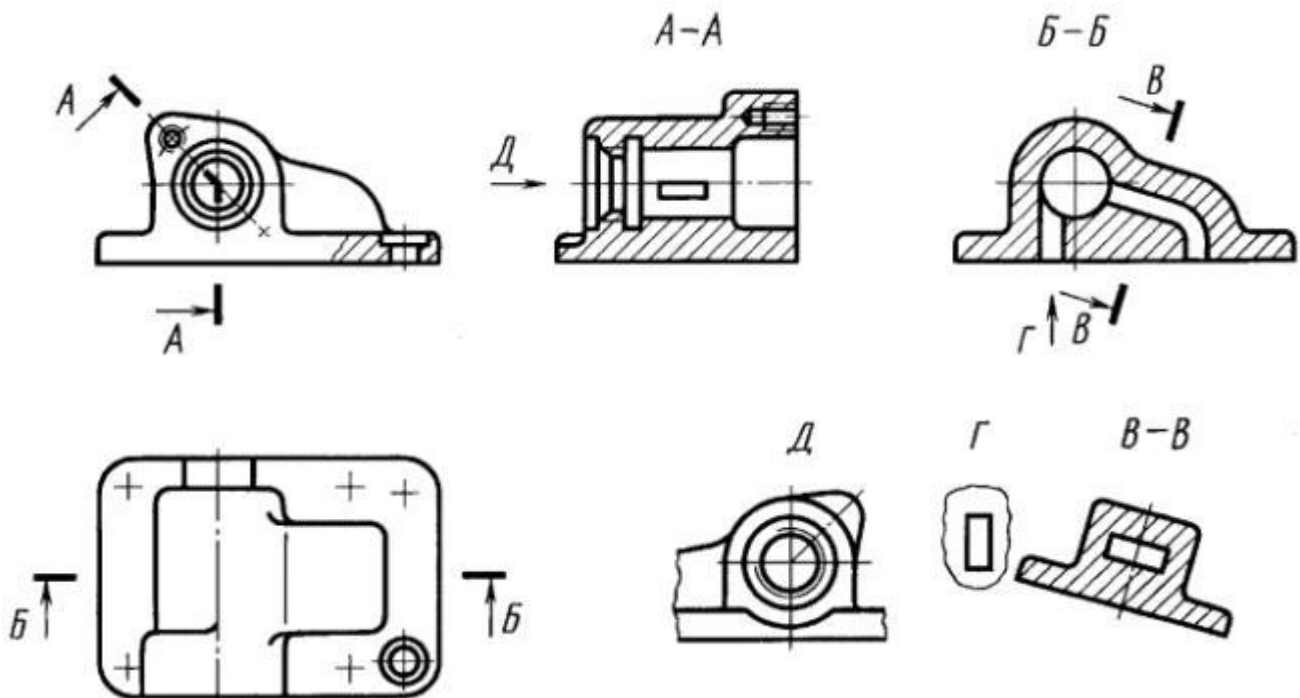


Рис. 5.5

Чертежи оформляют так же, если перечисленные виды отделены от главного изображения другими изображениями или расположены не на одном листе с ним.

Если какую-либо часть предмета на чертеже невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций (см. рисунки 5.6-5.8).

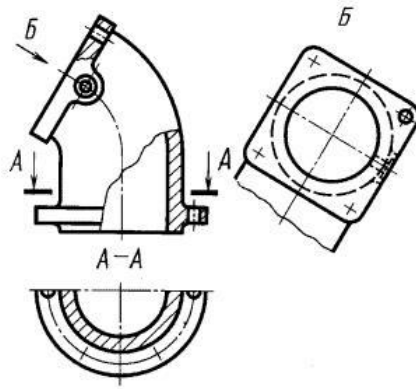


Рис. 5.6

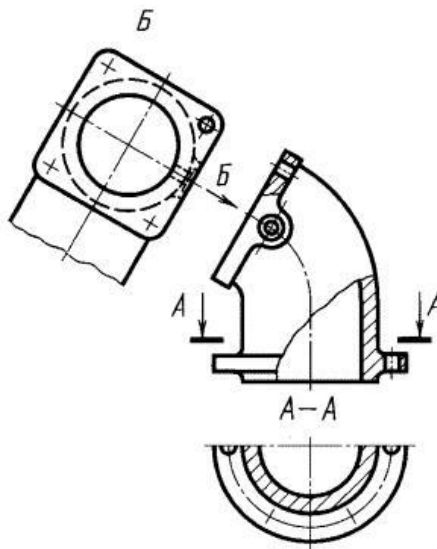


Рис. 5.7

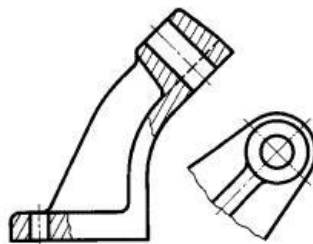


Рис. 5.8

Дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже прописной буквой (см. рисунки 5.6, 5.7), а у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (например, стрелка *Б*, рисунки 5.6, 5.7).

Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (см. рисунок 5.8).

Дополнительные виды располагают, как показано на рисунках 5.6- 5.8. Расположение дополнительных видов по рисункам 5.6 и 5.8 предпочтительнее.

Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении, при этом обозначение вида должно быть дополнено условным графическим обозначением. При необходимости указывают угол поворота (см. рисунок 12).

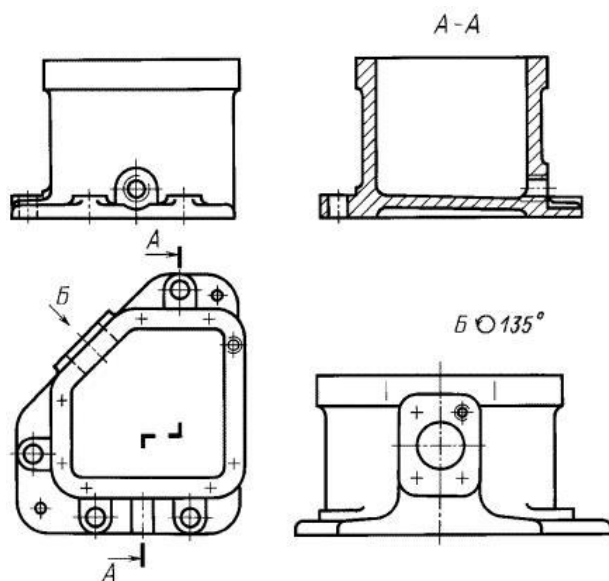


Рис. 5.9

Несколько одинаковых дополнительных видов, относящихся к одному предмету, обозначают одной буквой и вычерчивают один вид. Если при этом связанные с дополнительным видом части предмета расположены под различными углами, то к обозначению вида условное графическое обозначение не добавляют.

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере (вид Д, рисунок 13), или не ограничен (вид Г, рисунок 5.10). Местный вид должен быть отмечен на чертеже подобно дополнительному виду.

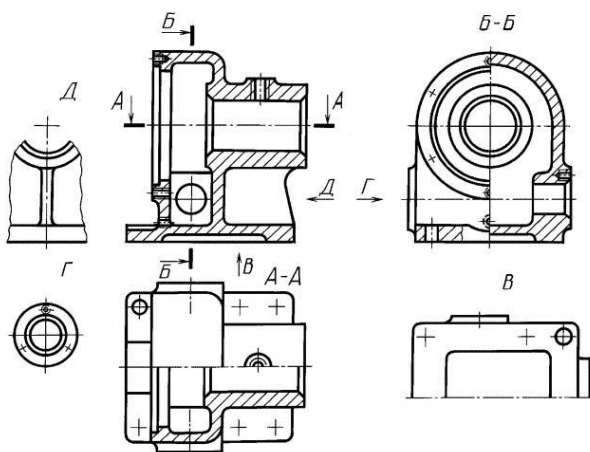


Рис. 5.10

Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, должно соответствовать приведенным на рисунке 5.11.

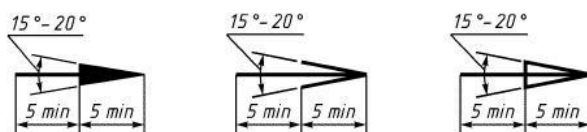


Рис. 5.11

РАЗРЕЗЫ

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяют на:

- **горизонтальные** (например, разрез Б-Б, рисунок 5.12).

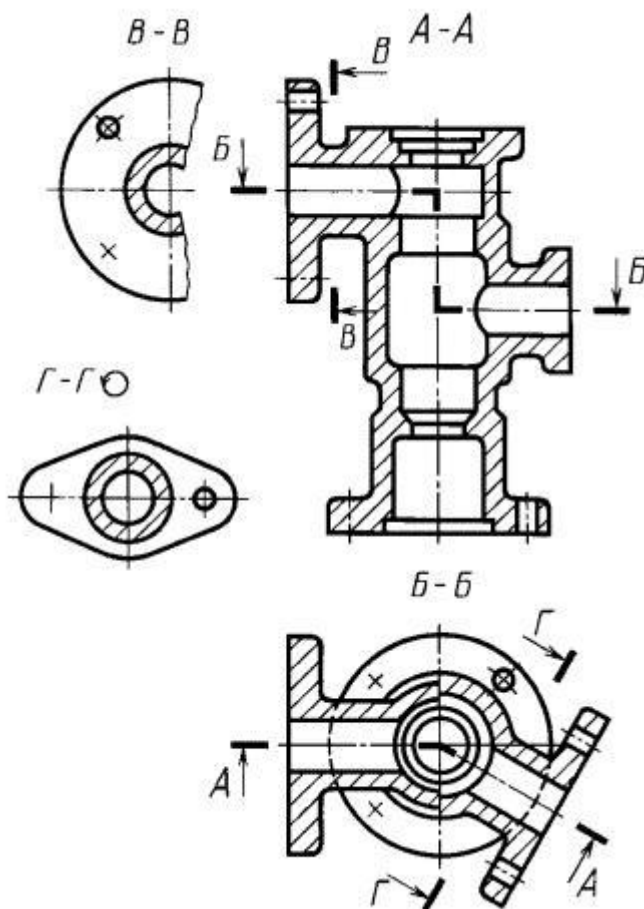


Рис. 5.12

- **вертикальные** (например, разрезы А-А, В-В, Г-Г, рисунок 5.12);

- **наклонные** (например, разрез В-В, рисунок 5.5).

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяют на:

- **простые** (например, разрез В-В, рисунок 5.12);

- **сложные** (например, разрез Б-Б, рисунок 5.12).

Вертикальный разрез бывает фронтальным, и профильным.

Сложные разрезы бывают **ступенчатыми** (например, ступенчатый горизонтальный разрез Б-Б, рисунок 5.12; ступенчатый фронтальный разрез А-А, рисунок 5.13) и ломаными (например, разрезы А-А, рисунки 5.5 и 5.12).

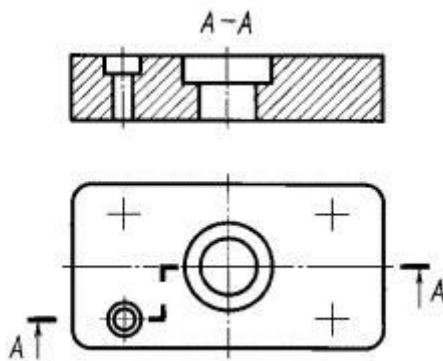


Рис. 5.13

Разрезы бывают **продольными** (см. рисунок 5.14) и **поперечными**, если секущие плоскости направлены перпендикулярно к длине или высоте предмета (например, разрезы А-А и Б-Б, рисунок 5.15).

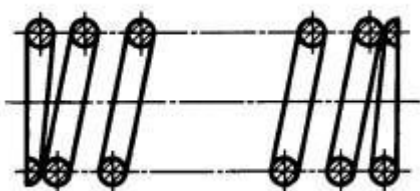


Рис. 5.14

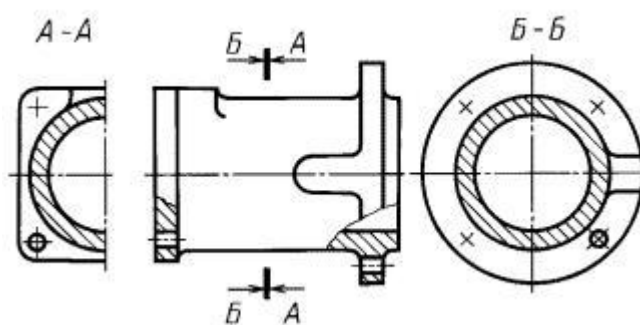


Рис. 5.15

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения следует применять разомкнутую линию. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда (см. рисунки 5.5-5.7); стрелки следует наносить на расстоянии 2-3 мм от конца штриха.

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения.

В случаях, подобных указанному на рисунке 18, стрелки, указывающие направление взгляда, наносят на одной линии.

У начала и конца линии сечения, а при необходимости, и у мест пересечения секущих плоскостей ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда, и в местах пересечения со стороны внешнего угла.

Разрез должен быть отмечен надписью по типу "А-А" (всегда двумя буквами через тире).

Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости и разрез надписью не сопровождают (например, разрез на месте главного вида, рисунок 5.10).

Фронтальным и профильным разрезам, как правило, придают положение, соответствующее принятому для данного предмета на главном изображении чертежа (см. рисунок 5.9).

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (см. рисунок 5.10).

Вертикальный разрез, когда секущая плоскость не параллельна фронтальной или профильной плоскостям проекций, а также наклонный разрез должны строиться и располагаться в соответствии с направлением, указанным стрелками на

линии сечения.

Допускается располагать такие разрезы в любом месте чертежа (разрез *B-B*, рисунок 5.5), а также с поворотом до положения, соответствующего принятому для данного предмета на главном изображении. В последнем случае к надписи должно быть добавлено условное графическое обозначение (разрез *Г-Г*, рисунок 5.12).

При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда (см. рисунок 5.16).

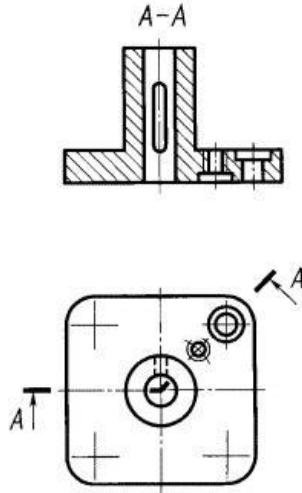


Рис. 5.16

Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (разрезы *A-A*, рисунки 5.5, 5.12). При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение (см. рисунок 5.17).

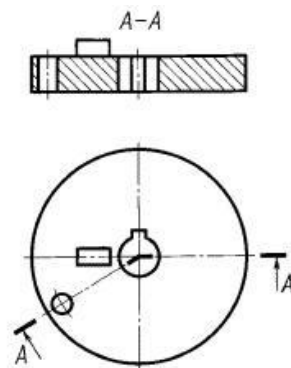


Рис. 5.17

Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией (см. рисунок 5.18) или сплошной тонкой линией с изломом (см. рисунок 5.19). Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

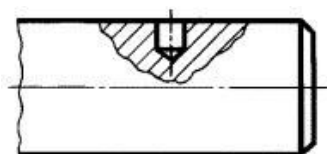


Рис. 5.18

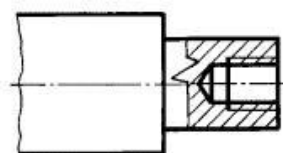


Рис. 5.19

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом (см. рисунки 5.20-5.22). Если при этом соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (см. рисунок 5.23). Допускается также разделение разреза и вида штрихпунктирной тонкой линией (см. рисунок 5.24), совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если она представляет собой тело вращения.

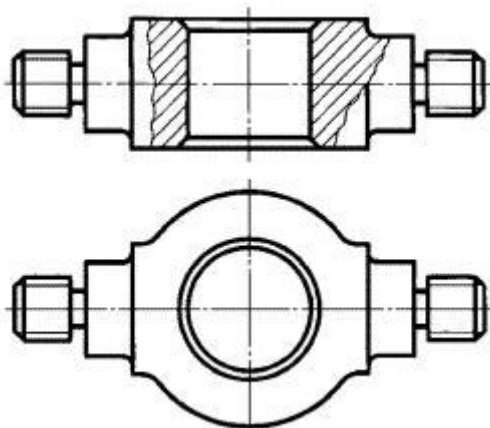


Рис. 5.20

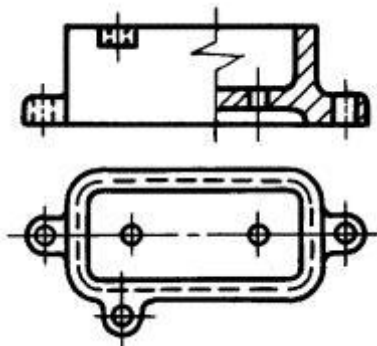


Рис. 5.21

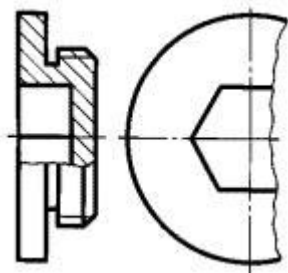


Рис. 5.22

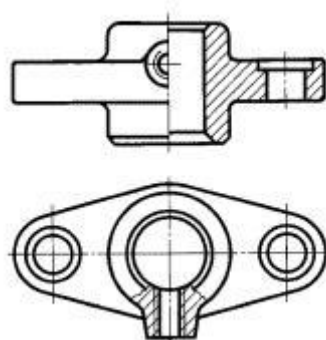


Рис. 5.23

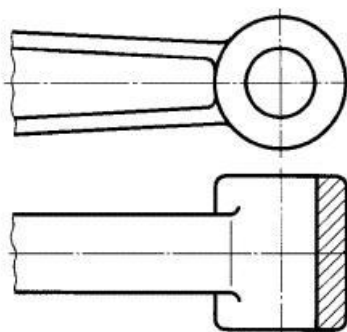


Рис. 5.24

Допускается соединять четверть вида и четверти трех разрезов: четверть вида, четверть одного разреза и половину другого и т.п. при условии, что каждое из этих изображений в отдельности симметрично.

СЕЧЕНИЯ

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на:

- **вынесенные** (рис 5.25);
- **наложенные** (см. рисунки 5.26-5.29).

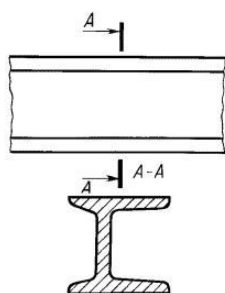


Рис. 5.25

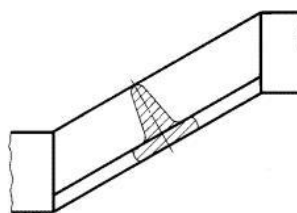


Рис. 5.26

Допускается располагать сечения на любом месте поля чертежа, а также с поворотом с добавлением условного графического обозначения .

Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (см. рисунок 5.27).

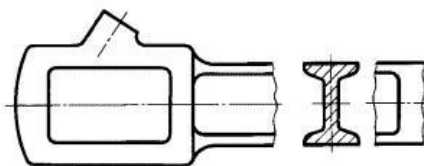


Рис. 5.27

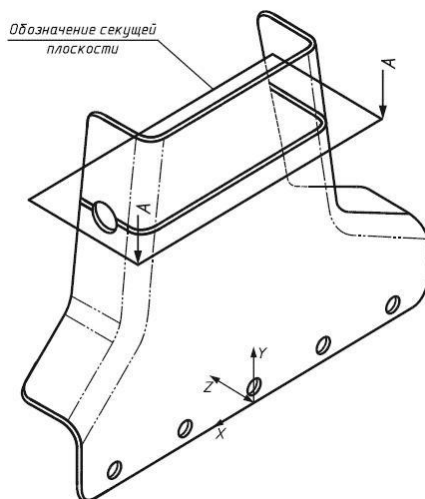


Рис. 5.28

На чертежах контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения - сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают (см. рисунки 5.25-5.26).

Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения (см. рисунок 5.26) указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят.

В случаях, подобных указанному на рисунке 5.27, при симметричной фигуре сечения линию сечения не проводят.

Во всех остальных случаях на чертежах для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направления взгляда и обозначают ее одинаковыми прописными буквами русского алфавита (в строительных чертежах - прописными или строчными буквами русского алфавита или цифрами).

На чертежах сечение сопровождают надписью по типу "А-А" (см. рисунок 5.25). В строительных чертежах допускается надписывать название сечения. На электронных моделях сечение надписью не сопровождают. Рекомендуется присваивать сохраненному виду, который служит для отображения сечения, одноименное с сечением наименование по типу "А-А".

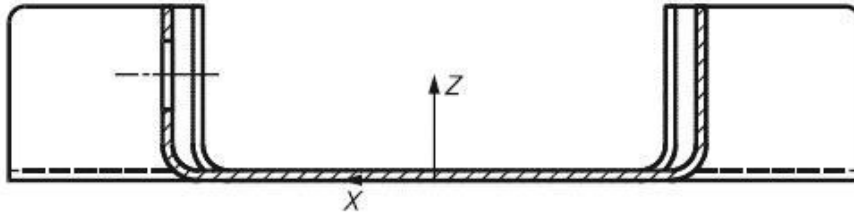


Рис. 5.29

На чертежах для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (см. рисунок 5.30) или наложенных (см. рисунок 5.31), линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

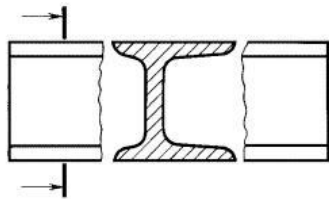


Рис. 5.30

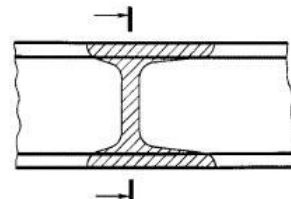


Рис. 5.31

Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками (для чертежа - рисунок 28, для электронной модели - рисунки 5.28, 5.29, 5.32).

Для указания направления взгляда на сечение следует применять видимые стрелки, как показано на рисунках 5.28, 5.29. Допускается указывать направления взгляда на сечение, как показано на рисунке 5.32.

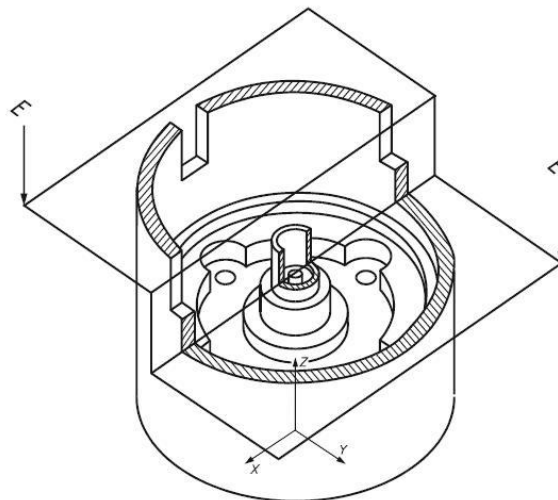


Рис. 5.32

Результат выполнения сечения может быть показан либо визуализацией линий, определяющих пересечение секущих плоскостей с предметом, отображаемых непосредственно на модели и перекрывающих ее изображение (см. рисунок 5.29), либо удалением материала с изображения модели предмета (см. рисунок 5.32).

При ломаных и ступенчатых разрезах секущие плоскости следует показывать соединенными между собой (см. рисунок 5.32).

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линию сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение (см. рисунки 5.33, 5.34).

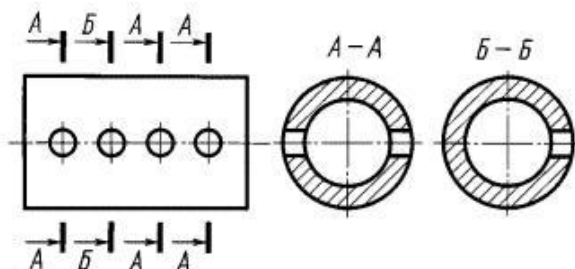


Рис. 5.33

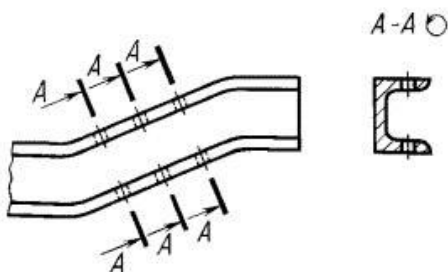


Рис. 5.34

Если при этом секущие плоскости направлены под различными углами (см. рисунок 5.35), то условное графическое обозначение не наносят.

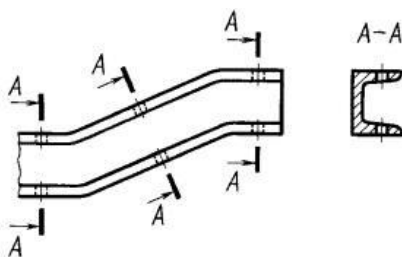


Рис. 5.35

Когда расположение одинаковых сечений точно определено изображением или размерами, допускается наносить одну линию сечения, а над изображением сечения указывать количество сечений.

Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения (см. рисунок 5.36).

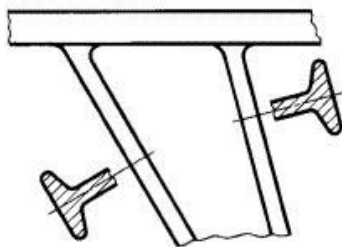


Рис. 5.36

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (см. рисунок 5.37).

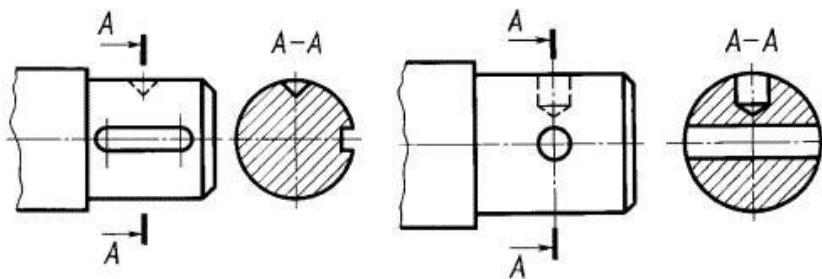


Рис. 5.37

Если сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы (см. рисунок 5.38).

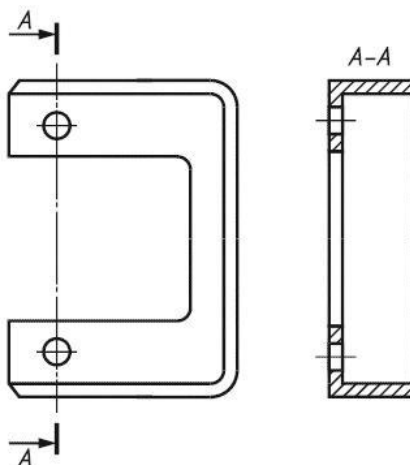


Рис. 5.38

Сохраненные виды должны быть ассоциативно связаны с моделью предмета, и изменения в модели должны вызывать соответствующие изменения сечений во всех сохраненных видах.

УСЛОВНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ

Если вид, разрез или сечение представляют собой симметричную фигуру, допускается вычерчивать половину изображения (вид В, рисунок 5.10) или немного более половины изображения с проведением в последнем случае линии обрыва (см. рисунок 5.22).

Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один - два таких элемента (например, одно - два отверстия, рисунок 5.12), а остальные элементы показывают упрощенно или условно (см. рисунок 5.40).

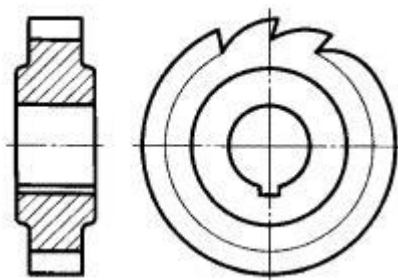


Рис. 5.39

Допускается изображать часть предмета (см. рисунки 5.41, 5.42) с надлежащими указаниями о количестве элементов, их расположении и т.п.

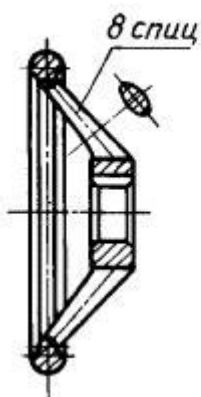


Рис. 5.40

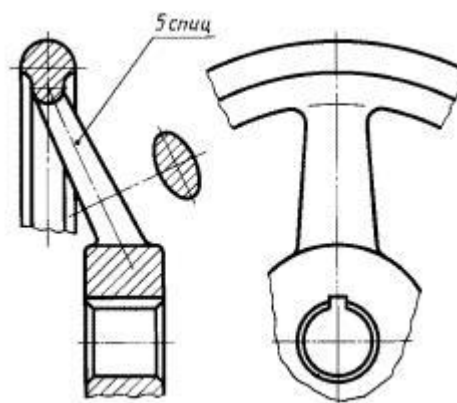


Рис. 5.41

На видах и разрезах допускается упрощенно изображать проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется точного их построения. Например, вместо лекальных кривых проводят дуги окружности и прямые линии (см. рисунки 5.43, 5.44).

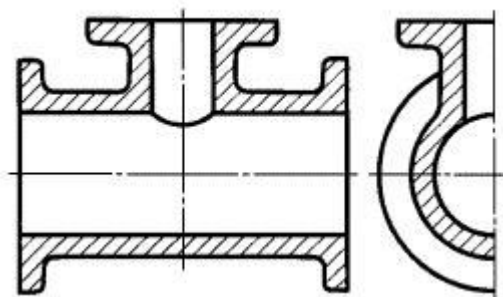


Рис. 5.42

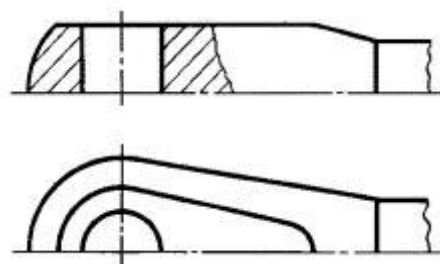


Рис. 5.43

Плавный переход от одной поверхности к другой показывают условно (см. рисунки 5.45-5.47) или совсем не показывают (см. рисунки 5.48-5.50).

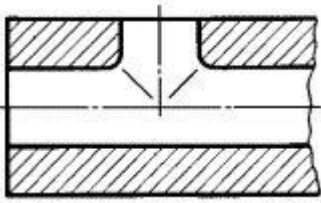


Рис. 5.44

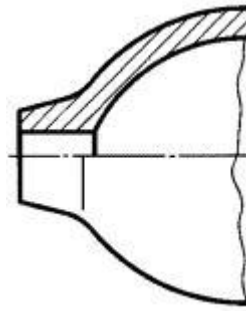


Рис. 5.45

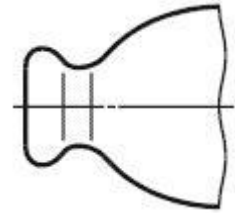


Рис. 5.46

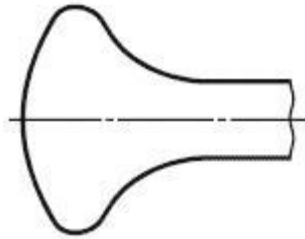


Рис. 5.47



Рис. 5.48

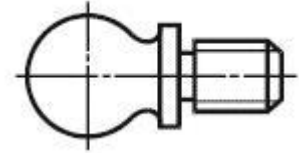


Рис. 5.49

Допускаются упрощения, подобные указанным на рисунках 5.51-5.54.

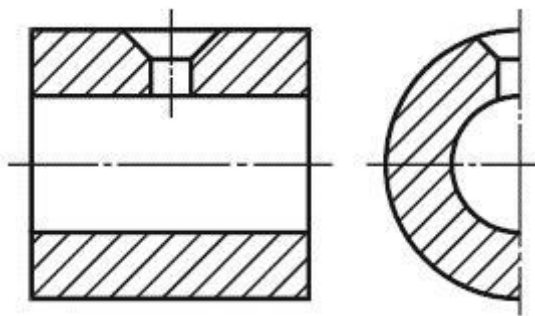


Рис. 5.50

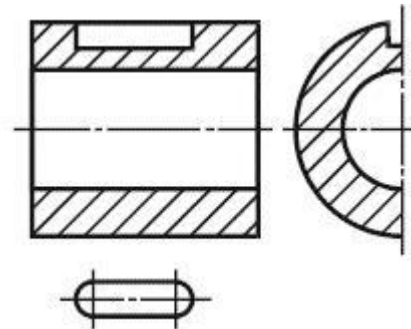


Рис. 5.51

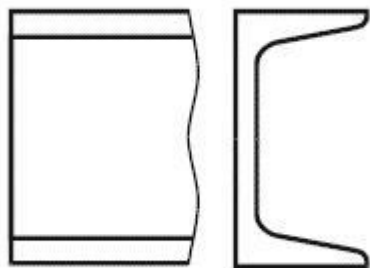


Рис. 5.52

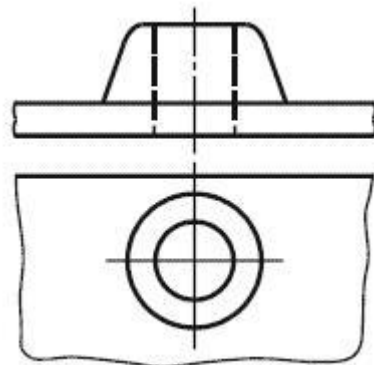


Рис. 5.53

Детали, такие как винты, заклепки, шпонки, непустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и т.п., при продольном разрезе показывают нерассеченными. Шарики всегда показывают нерассеченными.

Как правило, показывают нерассеченными на сборочных чертежах гайки и шайбы.

Элементы, такие как спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т.п., показывают незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента.

Если в подобных элементах детали имеется местное сверление, углубление и т.п., то делают местный разрез, как

показано на рисунках 5.18, 5.19.

Пластины, а также элементы деталей (отверстия, фаски, пазы, углубления и т.п.) размером (или разницей в размерах) не более 2 мм изображают на чертеже с отступлением от масштаба, принятого для всего изображения, в сторону увеличения.

Незначительную конусность или уклон допускается изображать с увеличением.

Если уклон или конусность отчетливо не выявляются, например главный вид на рисунке 5.6 или вид сверху на рисунке 5.54, то на изображениях проводят только одну линию, соответствующую меньшему размеру элемента с уклоном или меньшему основанию конуса.

При необходимости выделения на чертеже плоских поверхностей предмета на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями (см. рисунок 5.55).

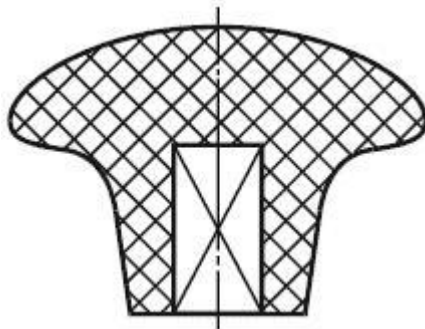


Рис. 5.54

Предметы или элементы, имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение (валы, цепи, прутки, фасонный прокат, шатуны и т.п.), допускается изображать с разрывами.

Частичные изображения и изображения с разрывами ограничивают одним из следующих способов:

а) сплошной тонкой линией с изломом, которая может выходить за контур изображения на длину 2-4 мм. Эта линия может быть наклонной относительно линии контура (см. рисунок 5.56);

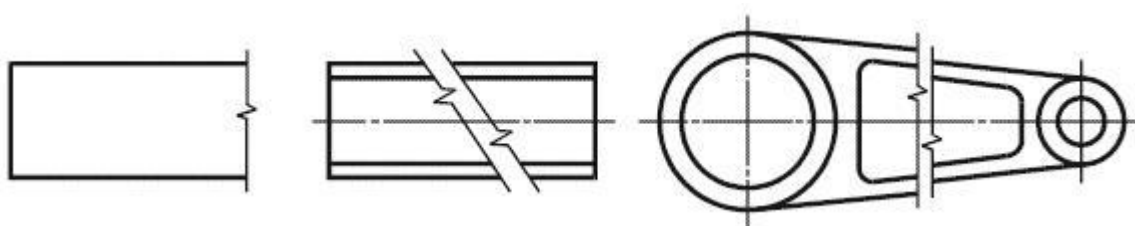


Рис. 5.55

б) сплошной волнистой линией, соединяющей соответствующие линии контура (см. рисунок 5.57);

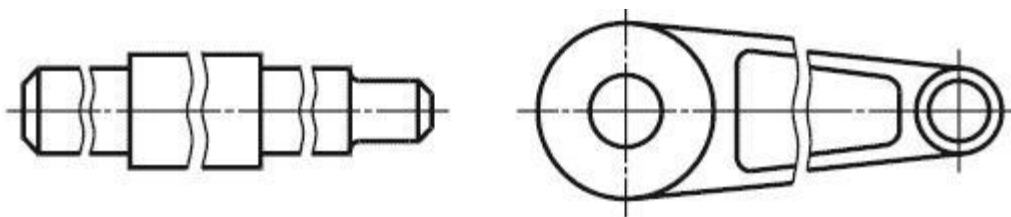


Рис. 5.56

в) линиями штриховки (см. рисунок 5.58).



Рис. 5.57

На чертежах предметов со сплошной сеткой, плетенкой, орнаментом, рельефом, накаткой и т.д. допускается изображать эти элементы частично с возможным упрощением (см. рисунок 5.59).

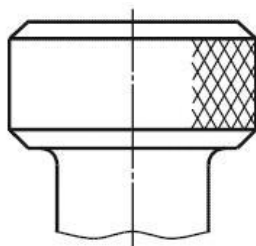


Рис. 5.58

Для упрощения чертежей или сокращения количества изображений допускается:

а) часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, изображать штрихпунктирной утолщенной линией непосредственно на разрезе (наложенная проекция, рисунок 5.60);

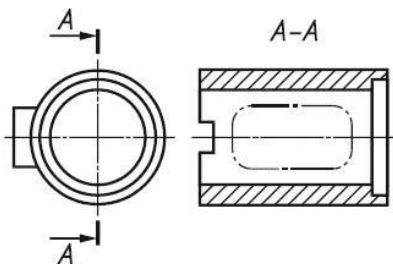


Рис. 5.59

б) применять сложные разрезы (см. рисунок 5.61);

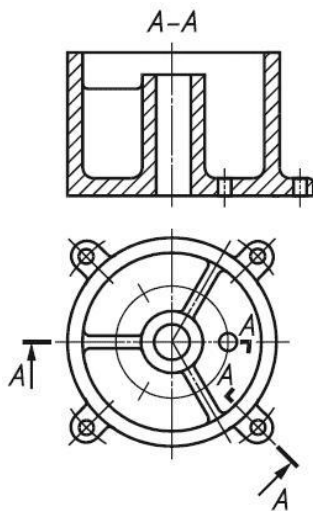


Рис. 5.60

в) для показа отверстия в ступицах зубчатых колес, шкивов и т.п., а также для шпоночных пазов вместо полного изображения детали давать лишь контур отверстия (см. рисунок 5.62) или паза (см. рисунок 5.52);

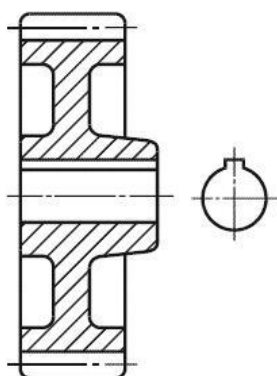


Рис. 5.61

г) изображать в разрезе отверстия, расположенные на круглом фланце, когда они не попадают в секущую плоскость (см. рисунок 5.12).

Если вид сверху не является необходимым и чертеж составляется из изображений на фронтальной и профильной плоскостях проекций, то при ступенчатом разрезе линия сечения и надписи, относящиеся к разрезу, наносят, как показано на рисунке 5.63.

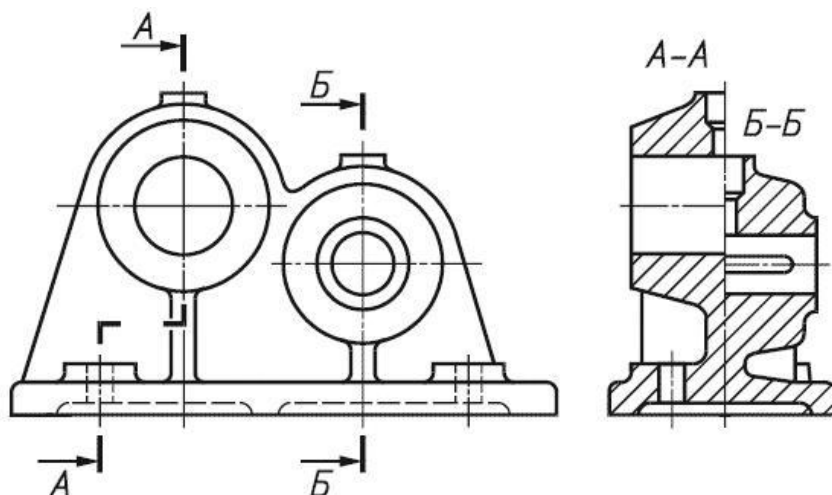


Рис. 5.62

Условности и упрощения, допускаемые в неразъемных соединениях, в чертежах электротехнических и радиотехнических устройств, зубчатых зацеплений и т.д. устанавливаются соответствующими стандартами.

Условное графическое обозначение "повернуто" должно соответствовать рисунку 67 и "развернуто" - рисунку 68.

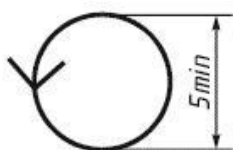


Рис. 5.63



Рис. 5.64

ЧАСТЬ 6

РЕЗЬБОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ. РЕЗЬБА

Цилиндр с винтовым выступом называют *цилиндрическим винтом*, который на практике часто получают нарезкой на токарном станке. Поэтому в технике винтовые выступы называют резьбой, а соединения деталей с их помощью – резьбовыми соединениями. Резьбовые соединения деталей относятся к разъемным соединениям.

Резьба – это поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. При этом форма плоского контура, образующего резьбу, определяет профиль резьбы.

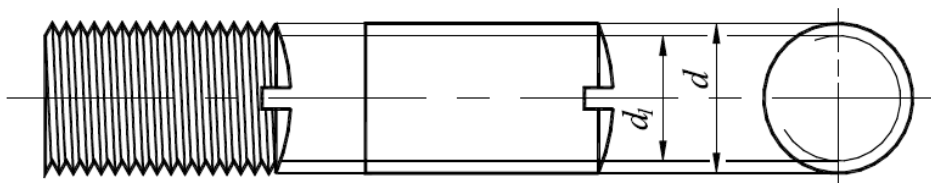
Резьбы классифицируют:

- 1) по форме профиля – треугольные, прямоугольные, трапецеидальные, круглые и др;
- 2) по форме поверхности, на которой нарезана резьба – цилиндрические, конические;
- 3) по расположению резьбы на поверхности стержня или отверстия – внешние и внутренние;
- 4) по назначению – крепежные, ходовые, специальные;
- 5) по направлению винтовой поверхности – правые и левые;
- 6) по числу заходов – однозаходные, многозаходные.

Кроме того, все резьбы делятся на две группы: стандартные и нестандартные.

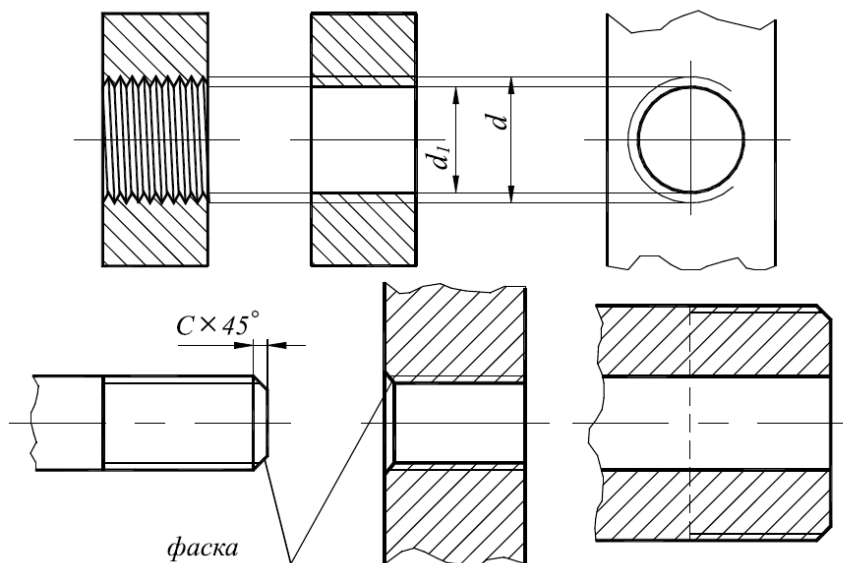
Изображение резьбы на чертежах регламентирует ГОСТ 2.311-68, согласно которому резьбу изображают следующим образом.

1. **На стержне** – сплошными толстыми основными линиями по наружному диаметру резьбы d и сплошными тонкими – по внутреннему диаметру d_1 . На виде, перпендикулярном торцу стержня, по внутреннему диаметру проводят сплошной тонкой линией дугу $3/4$ окружности, не оканчивающуюся на осях.

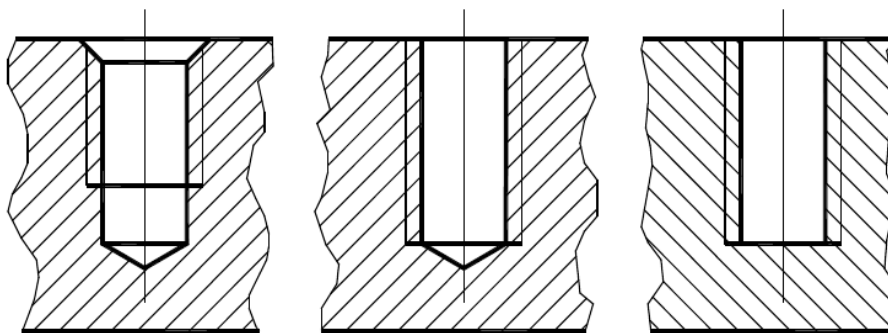


2. **В отверстии** — сплошными основными по внутреннему диаметру d и сплошными тонкими - по наружному диаметру d_1 . Штриховку в разрезах и сечениях проводят до сплошной основной линии.

Границу резьбы изображают сплошной толстой основной линией или штриховой, если резьба невидимая.



Несквозное (глухое) отверстие с резьбой называется гнездом. Заканчивается конусом, получающимся при сверлении. На чертеже, по которому резьбу не выполняют, допускается изображать резьбу доходящей до конца отверстия.

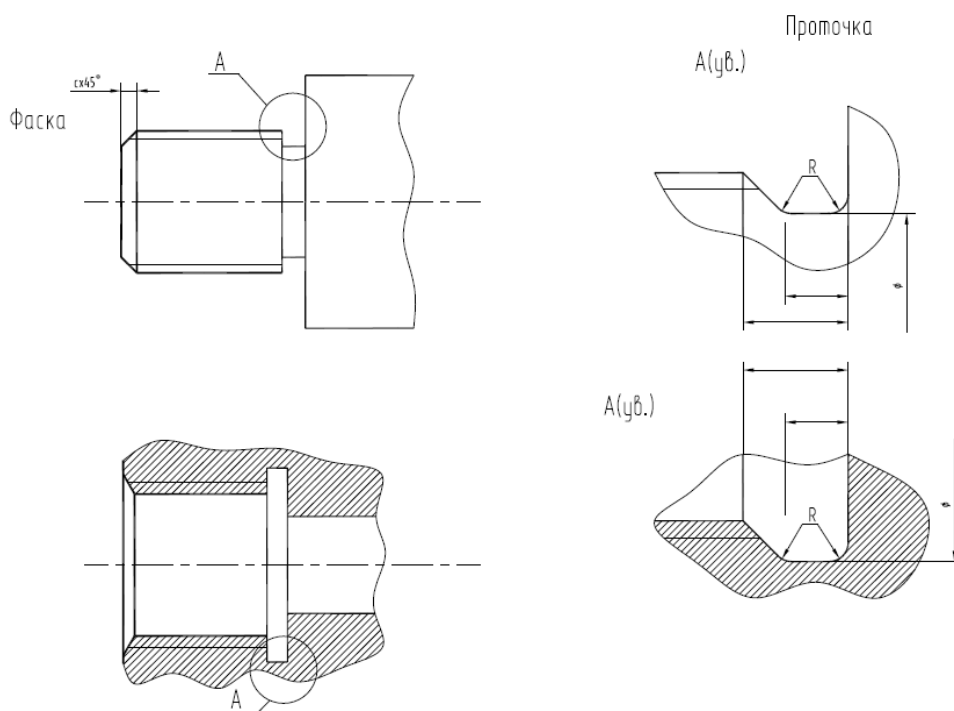


КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ

Фаска – срезанная в виде усеченного конуса кромка цилиндрического или конического стержня или отверстия. Фаска способствует центровке режущего инструмента при нарезании резьбы, облегчает соединение деталей, ликвидирует острую внешнюю кромку на торцах деталей.

Фаску обозначают: $C \times 45^\circ$ (C – высота конуса) и выбирают по ГОСТ 10549-80. Размер C можно принять равным шагу. На изображении, перпендикулярном торцу детали, фаску не показывают.

Проточка резьбовая – кольцевая канавка на стержне или кольцевая выточка в отверстии, выполняется для облегчения выхода стружки и вывода нарезающего инструмента.



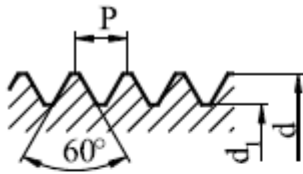
Основные параметры резьбы

Основными параметрами резьбы являются: профиль, наружный диаметр резьбы d , ее шаг P , направление и число заходов.

Шаг резьбы – это расстояние между средними точками ближайших одноименных боковых сторон профиля, в направлении, параллельном оси резьбы.

Профиль резьбы – это контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось. Существуют различные типы резьб, отличающихся профилем.

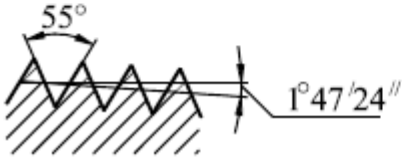
Размер резьбы определяется наружным диаметром профиля, его называют также **номинальным диаметром резьбы**.



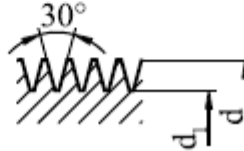
Резьба метрическая
ГОСТ 9150-81
ГОСТ 8724-81
ГОСТ 24705-81



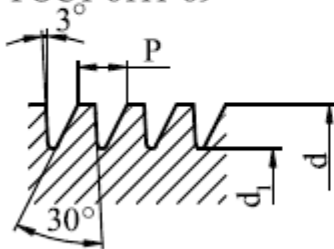
а) Резьба дюймовая
ОСТ НКТП 1260
б) Резьба трубная цилиндрическая
ГОСТ 6357-81



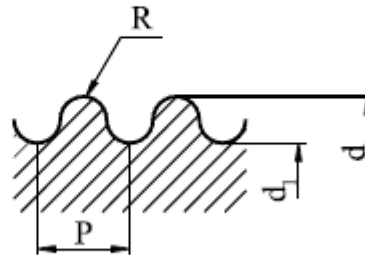
Резьба трубная коническая
ГОСТ 6211-81
- для дюймовой конической
угол = 60°
ГОСТ 6111-69



Резьба трапецидальная однозаходная
ГОСТ 9484-81
многозаходная
ГОСТ 24739-81



Резьба упорная
ГОСТ 10177-82

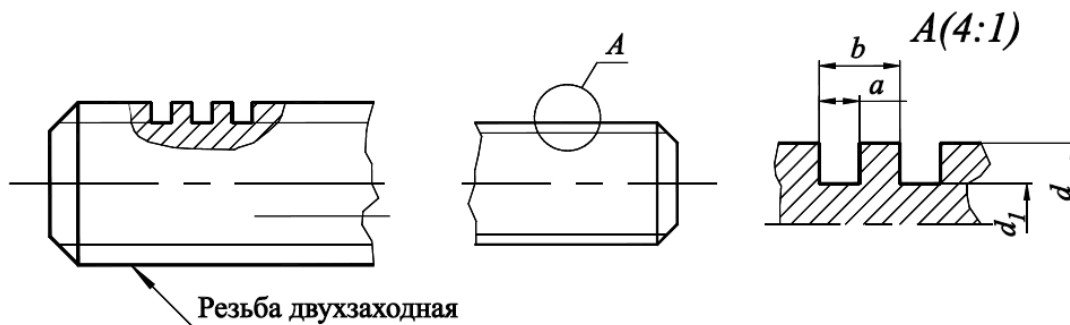


Резьба круглая
ГОСТ 13536-68

Направление резьбы бывает правым или левым. Для правой резьбы вращение детали по часовой стрелке приводит к ее перемещению вдоль оси от наблюдателя, а для левой - наоборот.

Резьба может быть однозаходной или многозаходной. Многозаходная резьба получается в результате одновременного винтового перемещения нескольких одинаковых профилей по поверхности цилиндра. Число профилей определяет число заходов, которое обозначается буквой *z*. Практически число заходов легко определяется в поперечном сечении многозаходного винта. Число их соответствует числу заходов винта. Для однозаходной резьбы ход равен шагу.

Резьбу с нестандартным профилем с нанесением всех размеров изображают при помощи местного разреза, либо выносного элемента (рис. 2.7). Дополнительные сведения – число заходов, направление резьбы и др. – наносят на полке линии-выноски в виде надписи с добавлением слова резьба.



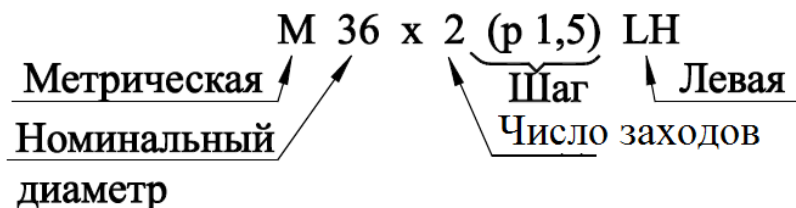
Резьба двухзаходная

В обозначении резьбы указывается ее основные параметры: тип резьбы, размер, шаг, направление, число заходов.

Резьба каждого типа имеет условное обозначение:

М- метрическая;
 G - трубная цилиндрическая;
 R- наружная трубная коническая;
 Rc - внутренняя трубная коническая;
 S - упорная;
 Tr- трапецеидальная;
 Rd- круглая.

Пример обозначения резьбы метрической, номинального диаметра 36 мм двухзаходной с шагом 1,5 мм, левой:



При одном и том же размере резьба может иметь несколько значений шагов. Наибольшее распространение имеет однозаходная правая резьба с крупным шагом. Для такой резьбы обозначение состоит из буквы *M* и значения номинального диаметра: *M36* .

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Боброва Т.А., Пивоваров В.Р., Капитанова Е.А. и др./ Под редакцией Касаткиной Е.П. **Техника чертёжно-графических работ. Метод проекций. Виды.** - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 64 с.
2. Т.А. Боброва, В.Р. Пивоваров, А.Б. Родин, А.А. Панарина, Е.А. Капитанова. **Виды соединений. Методическое пособие по курсу «Инженерная графика».** – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 68 с.
3. Боброва Т.А., Головина Л.Г., Гордеева И.В. и др. /Под ред. Бобровой Т.А., Горнова А.О., Губарёва А.Ю. **Рабочая тетрадь для лекционных и практических занятий по курсу «Теория построения чертежа»** - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 80 с.
4. ГОСТ 2.305-2008 ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ
5. ГОСТ 2.001-93 ЕСКД
6. ГОСТ 2.301-68 ФОРМАТЫ
7. ГОСТ 2.104-68 ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ
8. ГОСТ 2.302-68 МАСШТАБЫ
9. ГОСТ 2.304-81 ШРИФТЫ
10. ГОСТ 2.303-68 ЛИНИИ