Приложение 3

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

краткий курс лекций

для студентов I курса

Направление подготовки
20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

Саратов 2016

УДК 744
ББК 30.11я 723
Л79

Рецензенты:

Кандидат технических наук, профессор кафедры «Начертательная геометрия и компьютерная графика» ФГОУ ВПО «СГТУ»
Ю.А. Зайцев

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Детали машин, подъемно-транспортные машины и сопротивление материалов» ФГОУ ВО Саратовский ГАУ
В.В. Криловецкий

Л79

Инженерная графика: краткий курс лекций для студентов I курса направления подготовки 20.03.02 **«Природообустройство и водопользование»**/ Сост.: М.Г. Загоруйко, А.М. Марадудин, А.В. Перетятько, А.А. Леонтьев // ФГОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2016. – 107 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Инженерная графика» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для студентов направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование». Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам начертательной геометрии, направлен на формирование у студентов знаний об основных методах проецирования любых геометрических объектов на плоскости.

УДК 744
ББК 30.11я 723

©.М.Г. Загоруйко, А.М. Марадудин, А.В. Перетятько, А.А. Леонтьев, 2016
© ФГОУ ВО Саратовский ГАУ, 2016

Введение.

Дисциплина «Инженерная графика» является фундаментальной дисциплиной в подготовке специалистов. Это одна из основных дисциплин профессионального цикла.

Потребность в изображениях пространственных предметов на плоскости возникла в связи с решением различных практических вопросов (например, строительство зданий и других инженерных сооружений, развитие живописи и архитектуры, техники и т.п.). Особенно большое значение имеют чертежи, получаемые проектированием (проецированием) данной фигуры на плоскость (проекционные чертежи).

Краткий курс лекций по дисциплине «Инженерная графика» предназначен для студентов направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование». Он раскрывает теоретические основы построения технических чертежей, которые представляют собой полные графические модели конкретных инженерных изделий.

Курс лекций рассматривает сведения о методах и свойствах проецирования, проекциях точки, отрезка прямой линии, плоскостей, геометрических тел, об образовании аксонометрических чертежей. В нем изложены правила выполнения и оформления чертежей деталей и сборочных единиц. Рассмотрены правила деталирования сборочных чертежей, приведены сведения о разъемных и неразъемных соединениях, в том числе о стандартных крепежных резьбовых изделиях.

Курс нацелен на формирование ключевых компетенций, необходимых для эффективного решения профессиональных задач, использование в профессиональной деятельности графической и технической документации, разработанной с применением графических редакторов.

Лекция №1

МЕТОДЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ. ЧЕРТЕЖ ТОЧКИ

1.1. Задачи, структура курса

Начертательная геометрия – область науки, занимающаяся разработкой научных основ построения геометрических моделей проектируемых объектов и процессов их графического отображения.

Изучение начертательной геометрии способствует развитию пространственного воображения и навыков правильного логического мышления. Совершенствуя нашу способность - по плоскому изображению мысленно создавать представления о форме предмета и наоборот создание изображений мысленно созданных образов – визуализация мысли.

В курсе начертательной геометрии изучаются:

- методы отображения пространственных объектов на плоскости;
- способы графического и аналитического решения различных геометрических задач;
- приемы увеличения наглядности и визуальной достоверности изображений проецируемого объекта;
- способы преобразования и исследования геометрических свойств изображенного объекта;
- основы моделирования геометрических объектов.

1.2. Условные обозначения

- ***A,B,C,D*** – точки пространства;
- ***a,b,c,d*** – прямые линии, кривые линии;
- ***P,R,Q,V*** – плоскости в пространстве;
- ***П$_1$*** – горизонтальная плоскость проекций;
- ***П$_2$*** – фронтальная плоскость проекций;
- ***П$_3$*** – профильная плоскость проекций;
- ***КЧ*** – комплексный чертеж;
- ***НВ*** – натуральная величина;
- ***ЛПС*** – линия проекционной связи.

1.3. Методы проецирования

Все правила построения изображений основаны на методе проекций.

Проекция – это точка пересечения проецирующей прямой линии с плоскостью проекций.

Для получения проекции геометрического образа нужно иметь (рис. 1.1):

- геометрический образ - точка ***A***;
- плоскость проекций - ***P***;
- центр или направление проецирования - ***S***.

В процессе проецирования решаются две задачи:

- получение изображения геометрического образа, то есть чертежа;

- воспроизведение геометрического образа по чертежу.

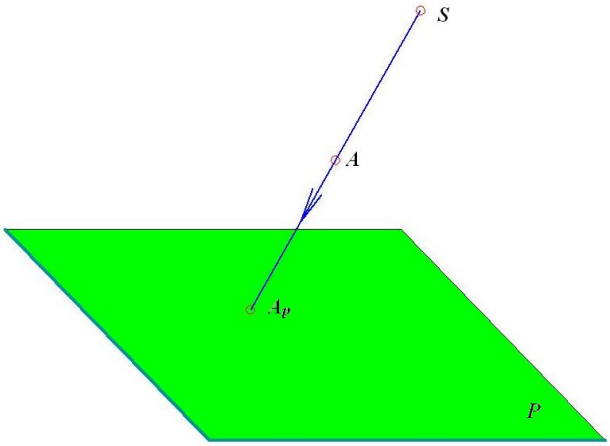


Рисунок 1.1. Проецирование точки ***A*** на плоскость ***P***

Если в процессе проецирования решаются обе эти задачи, то полученные изображения называются обратимыми.

Существуют два способа получения изображений: центральное проецирование и параллельное проецирование.

1.3.1. Центральное проецирование

Для получения центральных проекций необходимо:

- задаться плоскостью проекций;
- центром проекций – точкой, не лежащей в этой плоскости.

При заданных центре проекций и плоскости, можно построить проекцию точки, а следовательно и всего образа, но имея проекцию, нельзя по ней определить положение самой точки в пространстве.

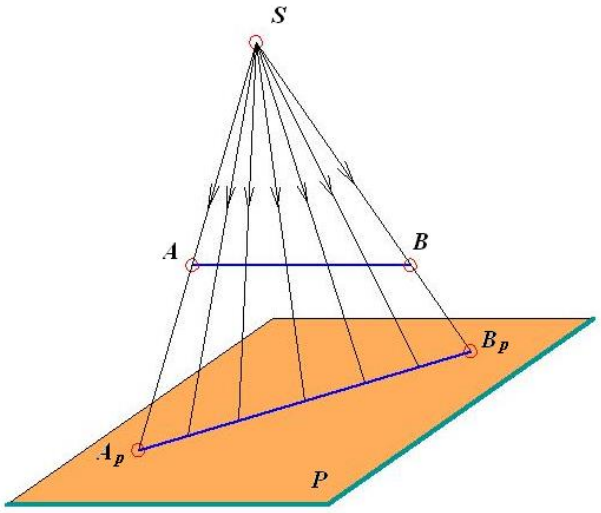


Рисунок 1.2. Центральное проецирование отрезка прямой ***AB*** на плоскость ***P***: ***S*** – центр проецирования; ***P*** – плоскость проекций; ***A,B*** – проецируемый образ; $\boldsymbol{A_p,B_p}$ – центральные проекции точек ***A,B***; ***SA,SB*** – проецирующие прямые линии.

Свойства центральных проекций

- проекция точки, есть точка, причем единственная;
- проекция прямой линии, есть прямая;
- проекция кривой линии – кривая в общем случае (в частном случае – это прямая, если она расположена в проецирующей плоскости);
- если точка принадлежит отрезку прямой линии, то центральная проекция ее, расположена на проекции этого отрезка;
- если геометрический образ лежит на плоскости проекций, то его проекция совпадает с ним;
- точка на плоскости проекций может быть проекцией множества точек, если через них проходит проецирующая прямая.

1.3.2. Параллельное проецирование

Параллельное проецирование может рассматриваться, как частный случай центрального, если принять, что центр проекций бесконечно удален.

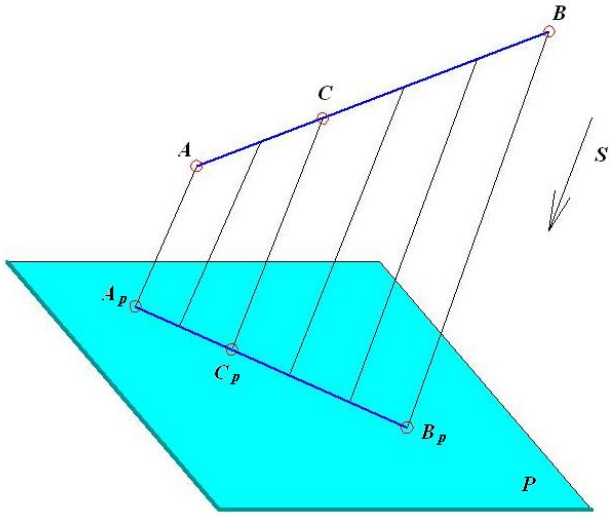


Рисунок 1.3. Параллельное проецирование отрезка прямой ***AB*** на плоскость ***P***: ***S*** – направление проецирования; ***AB*** – проецируемый геометрический образ; ***P*** – плоскость проекций.

Параллельная проекция точки – это точка пересечения проецирующей прямой, проведенной параллельно заданному направлению, с плоскостью проекций.

Все свойства центральных проекций присущи и параллельному проецированию, но они обладают и собственными.

Свойства параллельных проекций

- если отрезок прямой делится точкой, то проекция этой точки делит проекцию отрезка в том же соотношении (***$AC/CB=A_pC_p/C_pB_p$***);
- отрезок прямой, параллельный плоскости проекций, проецируется на эту плоскость в натуральную величину;
- проекции параллельных прямых параллельны.

При параллельном проецировании мы представляем себя удаленными от предмета на бесконечно большое расстояние, что не естественно. На самом деле лучи, идущие в глаз зрителя, образуют коническую поверхность. Если требуется, чтобы изображение

соответствовало самому предмету, то применяют центральное проецирование. Но простота построения параллельных проекций, сохранение натуральных размеров объясняют широкое применение их в практике.

Слово «прямоугольный» часто заменяют словом «ортогональный», что в переводе с греческого языка означает «прямой» «угол».

Параллельные проекции могут быть прямоугольными и косоугольными.

Если проецирующие лучи располагаются нормально к плоскости проекций, то такие проекции называются ***прямоугольными или ортогональными.***

Основным методом составления технических чертежей, разработанным ***Гаспаром Монжем,*** является метод ортогонального проецирования на две взаимно-перпендикулярные плоскости проекций. Он обеспечивает выразительность изображений предметов или геометрических образов.

1.4. Точка в системе двух и трех плоскостей проекций

На рисунке 1.4. изображены две взаимно-перпендикулярные плоскости проекций $\boldsymbol{П_1}$ и $\boldsymbol{П_2}$. Одна из них $\boldsymbol{П_1}$ расположена горизонтально и называется ***горизонтальной плоскостью проекций***. Другая расположена вертикально и называется фронтальной плоскостью проекций $\boldsymbol{П_2}$. Эти плоскости образуют систему плоскостей проекций $\boldsymbol{П_1, П_2}$.

Линия пересечения плоскостей проекций называется ***осью проекций.***

На рисунке 1.4. $\boldsymbol{A_1}$ – горизонтальная проекция точки $\boldsymbol{A}$; $\boldsymbol{A_2}$ – фронтальная проекция точки $\boldsymbol{A}$. Эти точки получились, как точки пересечения перпендикуляров к плоскостям $\boldsymbol{П_1}$ и $\boldsymbol{П_2}$, проведенных через точку $\boldsymbol{A}$. Проецирующие прямые образовали проецирующую плоскость, перпендикулярную к плоскостям $\boldsymbol{П_1, П_2}$ и к оси проекций. Это плоскость $\boldsymbol{AA_1A_xA_2}$. Следовательно проекции точки расположены на прямых перпендикулярных к оси проекций и пересекающих эту ось в одной точке.

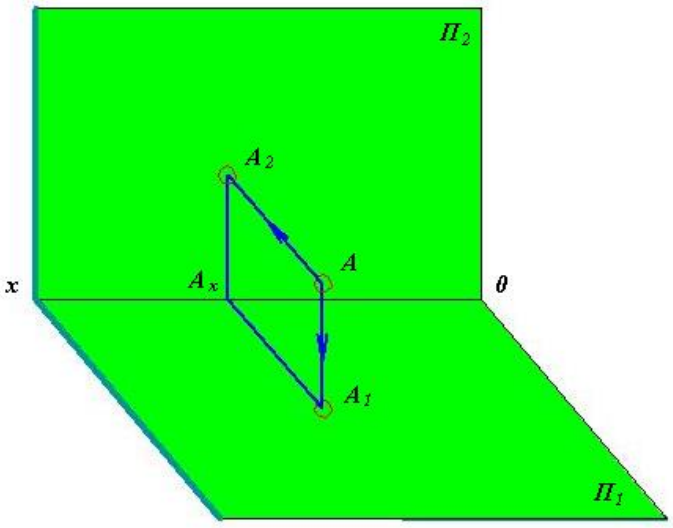


Рисунок 1.4. Проецирование точки $\boldsymbol{A}$ на две плоскости проекций $\boldsymbol{П_1, П_2}$.

Повернув плоскость $\boldsymbol{П_1}$ на угол $\boldsymbol{90^0}$ вниз, получим одну плоскость – плоскость чертежа, а ***эпюру Монжа*** будем называть просто чертежом. При наличии оси проекций положение точки $\boldsymbol{A}$ относительно $\boldsymbol{П_1}$ и $\boldsymbol{П_2}$ можно измерить и отложить на чертеже (рис. 1.5).

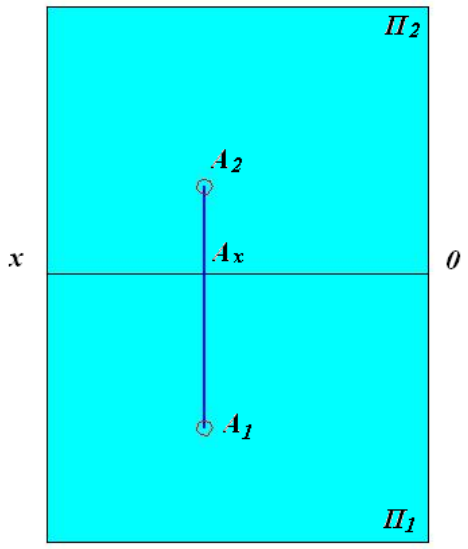


Рисунок 1.5. Чертеж точки ***A*** в двух проекциях: A_1A_x – расстояние от точки ***A*** до фронтальной плоскости проекций $П_2$; A_2A_x – расстояние от точки ***A*** до горизонтальной плоскости проекций $П_1$; A_1A_2 – линия проекционной связи.

Чтобы определить положение точки в трехмерном пространстве, вводят еще одну плоскость проекций $П_3$. Эта плоскость перпендикулярна к плоскостям $П_1$, $П_2$ и ее называют ***профильной плоскостью проекций***. Данная плоскость при пересечении с $П_1$ и $П_2$ образовала еще две оси проекций ***У*** и ***Z*** (рис. 1.6).

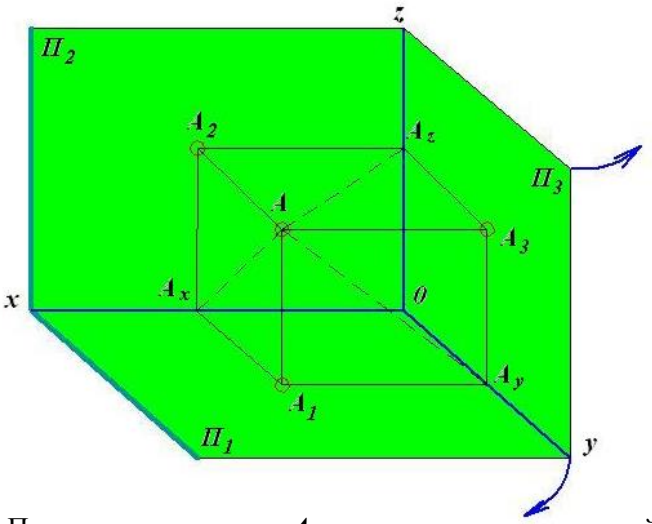


Рисунок 1.6. Проецирование точки ***A*** на три плоскости проекций $П_1$, $П_2$, $П_3$.

Совместив все три плоскости проекций с плоскостью чертежа, получим ***комплексный чертеж точки A*** (рис. 1.7).

Таким образом получаем обратимый чертеж, то есть по чертежу можно найти размеры всех элементов геометрического образа.

В пространстве точка задается координатами, а на комплексном чертеже она задается проекциями.

Построение профильной проекции можно произвести или с помощью дуги окружности или биссектрисой угла ***УОУ***.

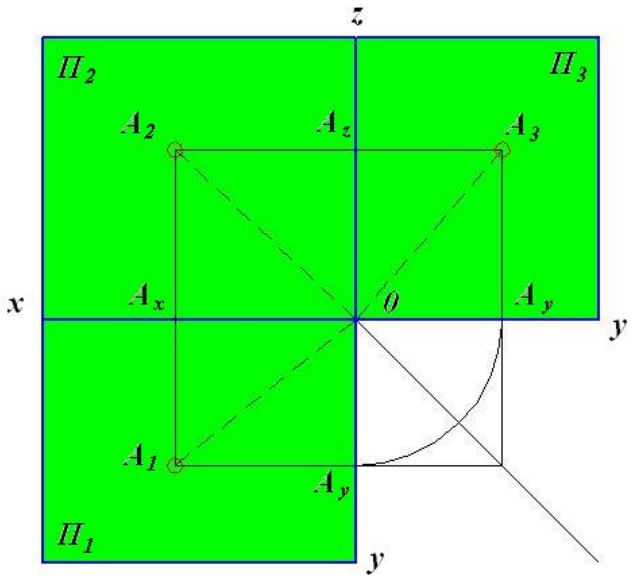


Рисунок 1.7. Комплексный чертеж точки А.

Расстояние от точки ***A*** до оси ***X*** измеряется в пространстве отрезком AA_x, а на чертеже отрезком A_3O. Аналогично, расстояние от точки ***A*** до оси ***У*** выражается отрезком A_2O и расстояние от оси ***Z*** до точки ***A*** - отрезком A_1O.

1.5. Четверти пространства

Плоскости $П_1$ и $П_2$ при пересечении образуют четыре двугранных угла, которые называются ***четвертями пространства или квадрантами*** (рис. 1.8).

Ось проекций делит каждую из плоскостей $П_1$ и $П_2$ на полуплоскости (полы), то есть $П_1$ и $-П_1$, $П_2$ и $-П_2$. Считают, что зритель всегда находится в первой четверти, а плоскости проекций непрозрачны, поэтому видимы только точки находящиеся в первой четверти.

На рисунке 1.9 показано, как образуются проекции точек, расположенных в различных четвертях пространства.

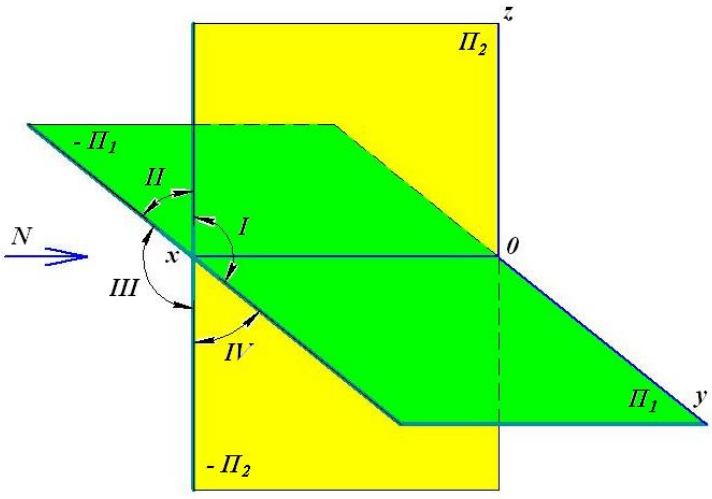


Рисунок 1.8. Четверти пространства.

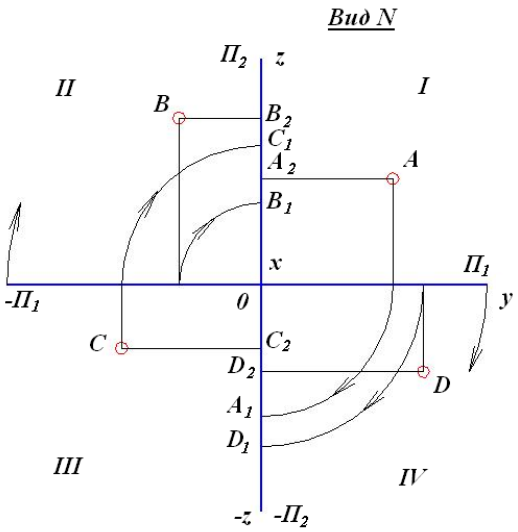


Рисунок 1.9. Образование проекций точек.

На рисунке 1.10 «а» дан чертеж точки ***A***, она расположена в первой четверти: A_1 - лежит ниже оси ***OX,*** а A_2 – выше оси ***OX***. Координаты точки ***A*** (x, y, z) – имеют положительное значение.

На рисунке 1.10 «б» показан чертеж точки B, расположенная во второй четверти, то есть над «- $П_1$» и сзади $П_2$. В этом случае проекции B_1 и B_2 лежат выше оси ***OX***. Координаты точки B (x, -y, z).

Точка ***C*** (рис. 1.10 «в») расположена в третьей четверти. Ее координаты ***C*** (x, - y, -z).

Точка ***D*** (рис. 1.10 «г») расположена в четвертой четверти, ее координаты ***D*** (x, y, -z).

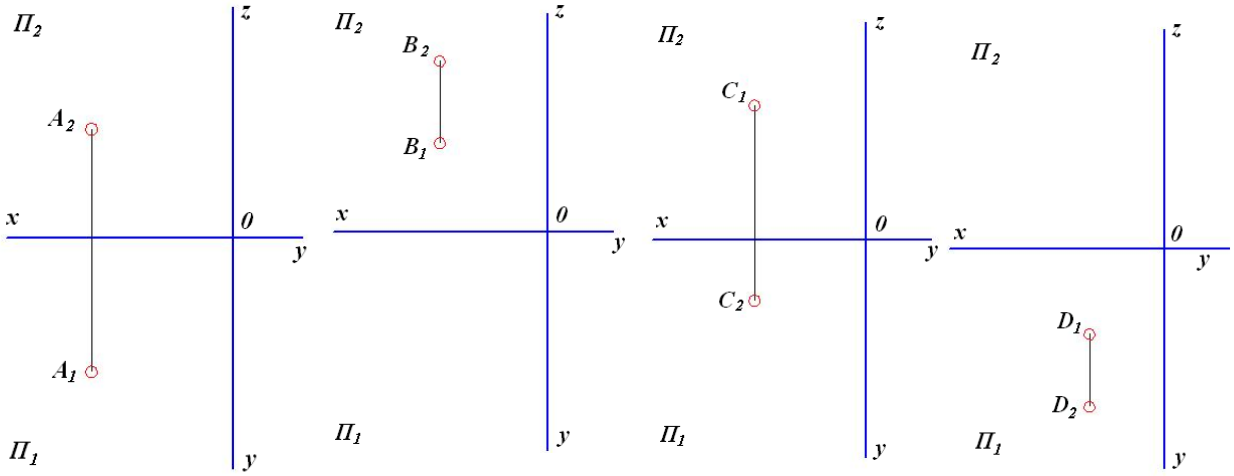


Рисунок 1.10. Чертежи точек A, B, C, D.

Если среди координат точки есть отрицательные значения, то она располагается:

- во второй четверти, при «- y»;
- в третьей четверти, при «- z» и «- y»;
- в четвертой четверти, при «- z».
-

Вопросы для самоконтроля

1. Проанализируйте построение точек по заданным координатам: ***A*** (80, 20, 40); ***B*** (50, 0, 20); ***C*** (30, 26, 0). Постройте три проекции каждой точки.
2. Сколько проекций точки необходимо, чтобы определить ее положение в пространстве?
3. Почему одна проекция точки не определяет положение точки в пространстве?
4. Где находятся расстояния на чертеже от точки в пространстве до плоскости проекций?
5. Как найти расстояния от точки до осей проекций?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.** Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2012.
2. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012.

3. **Тарасов Б.Ф. и др.** Начертательная геометрия. Санкт - Петербург: Издательство «Лань», 2012.
4. **Чекмарев А.А.** Начертательная геометрия и черчение: Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.- М.: ВЛАДОС, 2012.

Дополнительная

1. **Балягин С.Н.** Черчение. – М.: Астрель, 2005. – 420 с.
2. **Виницкий И.Г.** Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1975. – 358 с.
3. **Кириллов А. Ф.** Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1987.

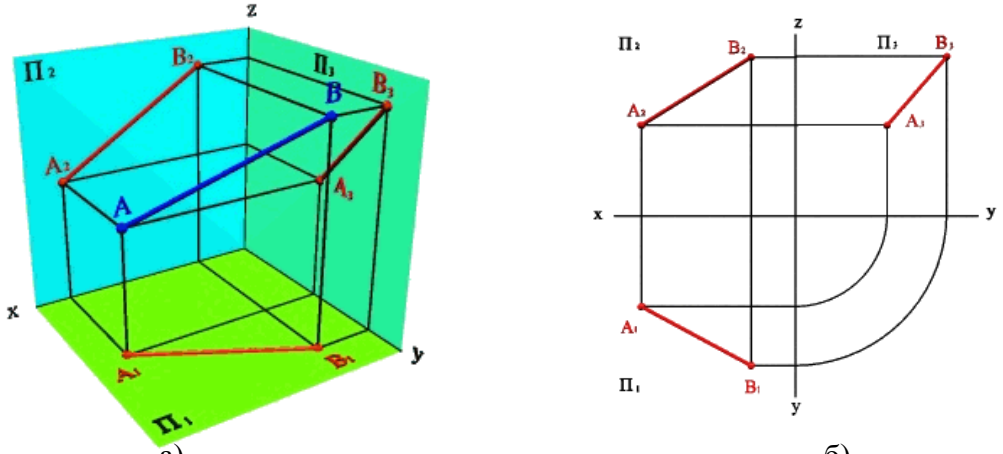
Лекция №2

ЧЕРТЕЖ ПРЯМОЙ ЛИНИИ

2.1.Комплексный чертеж прямой линии

Прямая линия - одно из основных понятий геометрии. При систематическом изложении геометрии прямая линия обычно принимается за одно из исходных понятий, которое лишь косвенным образом определяется аксиомами геометрии. Если основой построения геометрии служит понятие расстояния между двумя точками пространства, то прямую линию можно определить как линию, вдоль которой расстояние между двумя точками является кратчайшим.

Прямую линию в пространстве можно задать двумя точками (рис. 2.1 «а»), а на комплексном чертеже проекциями этих точек (рис. 2.1 «б»).



а) б)

Рисунок 2.1.Определение положения прямой по двум точкам.

Но прямую линию можно задать в пространстве, как результат пересечения двух плоскостей, или задать точкой и лучом, а на комплексном чертеже проекциями этих определителей.

Прямая в пространстве может занимать какое-то случайное положение, то есть не параллельное и не перпендикулярное положение к плоскостям проекций. Такая прямая называется ***прямой общего положения***

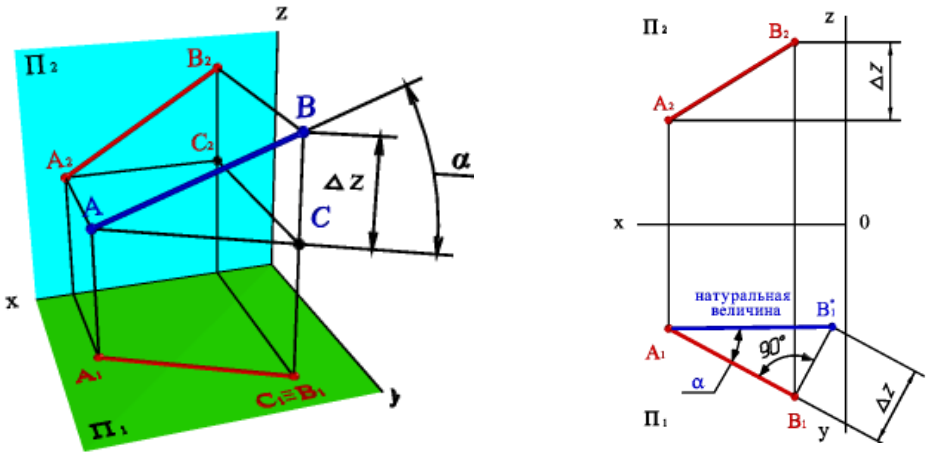
Отличительная черта прямой общего положения на комплексном чертеже заключается в том, что ни одна из проекций ее не перпендикулярна и не параллельна осям координат.

2.2. Определение натуральной величины отрезка прямой линии

Натуральную величину отрезка прямой линии можно определить ***методом прямоугольного треугольника***.

Рассмотрев рисунок 2.2, можно заключить, что отрезок ***AB*** является гипотенузой прямоугольного треугольника ***ABC***, в котором один катет равен проекции отрезка (***AC=A_1B_1***, так как они параллельны) на плоскость проекций, а другой катет равен разности расстояний от концов отрезка до плоскости проекций. Угол α–угол наклона отрезка к плоскости ***$П_1$,*** он лежит между натуральной величиной отрезка и его проекцией на эту плоскость.

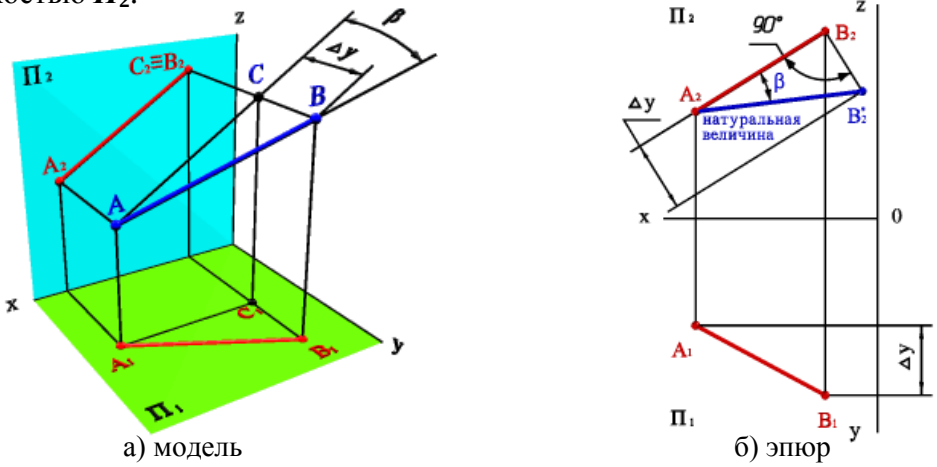
Прямоугольный треугольник можно построить в любом месте, лишь бы сохранялись условия: ***натуральная величина отрезка прямой равна гипотенузе прямоугольного треугольника, у которого один катет – его проекция, а второй - разность расстояний от концов отрезка до соответствующей плоскости проекций***.



а) модель б) эпюр

Рисунок 2.2. Определение натуральной величины отрезка и угла его наклона к горизонтальной плоскости проекций.

Для определения β – угол наклона отрезка к плоскости $П_2$ построения аналогичные (рис. 2.3). Только в треугольнике ABB^* сторона $BB^*= \Delta Y$ и треугольник совмещается с плоскостью $П_2$.



а) модель б) эпюр

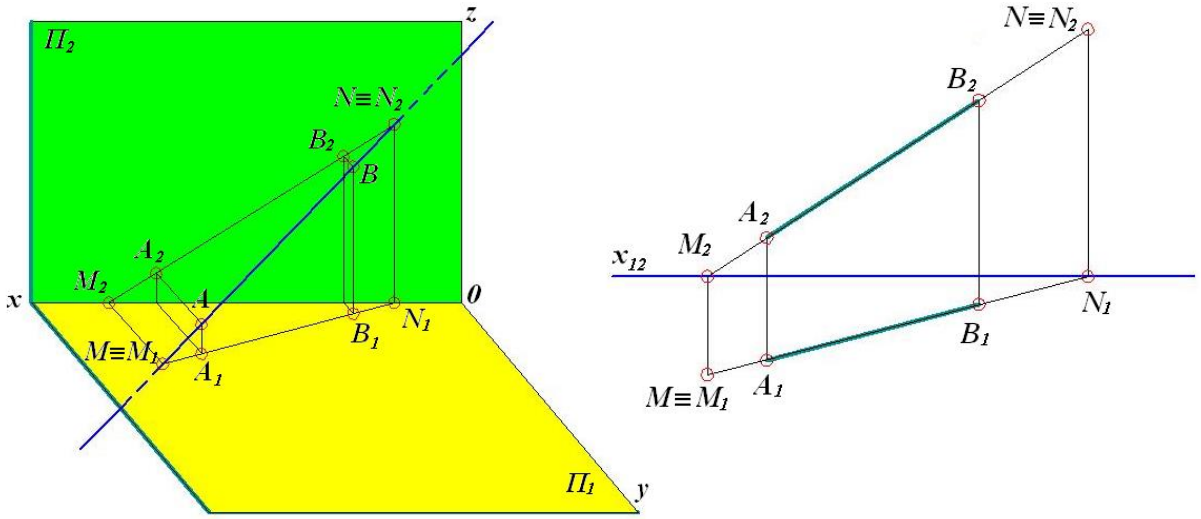
Рисунок 2.3. Определение натуральной величины отрезка и угла его наклона к фронтальной плоскости проекций.

2.3. Следы прямой линии

Следы прямой линии – это точки пересечения прямой линии с плоскостями проекций.

На рисунке 2.4 показаны точки M и N – это следы прямой AB: точка M - горизонтальный след прямой; точка N – фронтальный след прямой.

Горизонтальная проекция горизонтального следа (точка M_1) совпадает с самим следом, фронтальная проекция (точка M_2) лежит на оси проекций.



а) модель б) эпюр

Рисунок 2.4. Нахождение горизонтального и фронтального следов прямой линии.

Фронтальная проекция фронтального следа (точка N_2) совпадает с самим следом (точкой N), а горизонтальная проекция (точка N_1) лежит на оси проекций.

Следы являются границами перехода прямой линии из одной четверти пространства в другую.

Отмеченные особенности в расположении следов проекций позволяет сформулировать следующие правила:

1. Для построения горизонтального следа M прямой необходимо продолжить ее фронтальную проекцию до пересечения с осью $x0$ и в этой точке восстановить перпендикуляр к оси до пересечения с горизонтальной проекцией прямой.

2. Для построения фронтального следа N прямой нужно из точки пересечения горизонтальной проекции её с осью 0x восстановить перпендикуляр до пересечения с фронтальной проекцией прямой.

2.4. Прямые частного положения

Прямые линии параллельные или перпендикулярные какой-либо плоскости проекций называют ***прямыми частного положения***.

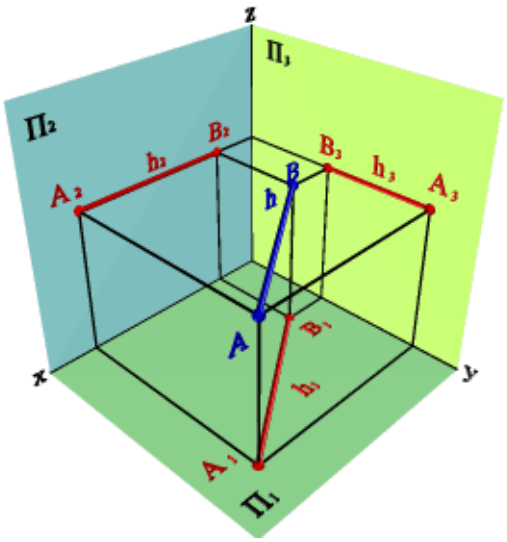
2.4.1. Прямые параллельные одной плоскости проекций

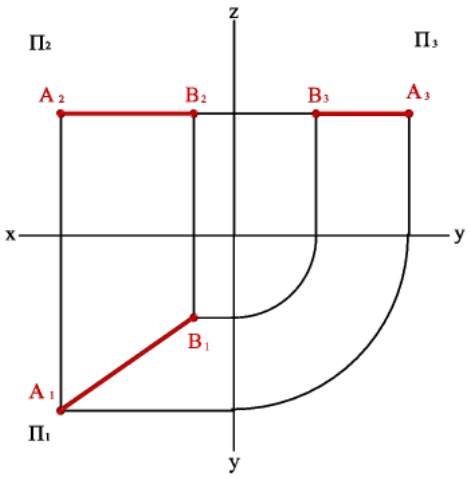
Прямые линии параллельные плоскостям проекций, занимают частное положение в пространстве и называются ***прямыми уровня***.

а) ***горизонтальная прямая*** – прямая параллельная горизонтальной плоскости проекций $П_1$.

Отличительные признаки на чертеже:

- фронтальная проекция A_2B_2 параллельна оси проекций $x0$;
- горизонтальная проекция A_1B_1 – натуральная величина;
- горизонтальная проекция A_1B_1 составляет с осью $x0$ угол β – угол наклона прямой к плоскости $П_2$.

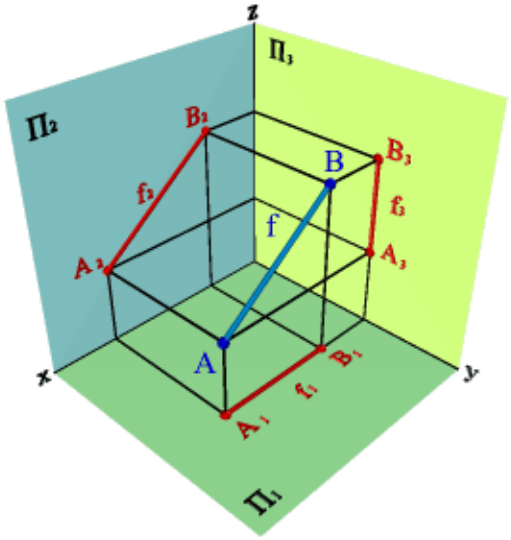


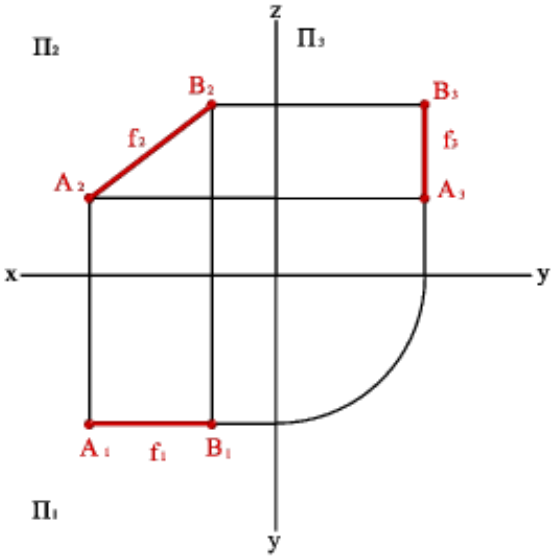


а) модель б) эпюр

Рисунок 2.5. Горизонтальная прямая.

б) ***фронтальная прямая линия*** – прямая параллельная фронтальной плоскости проекций ***П₂***.





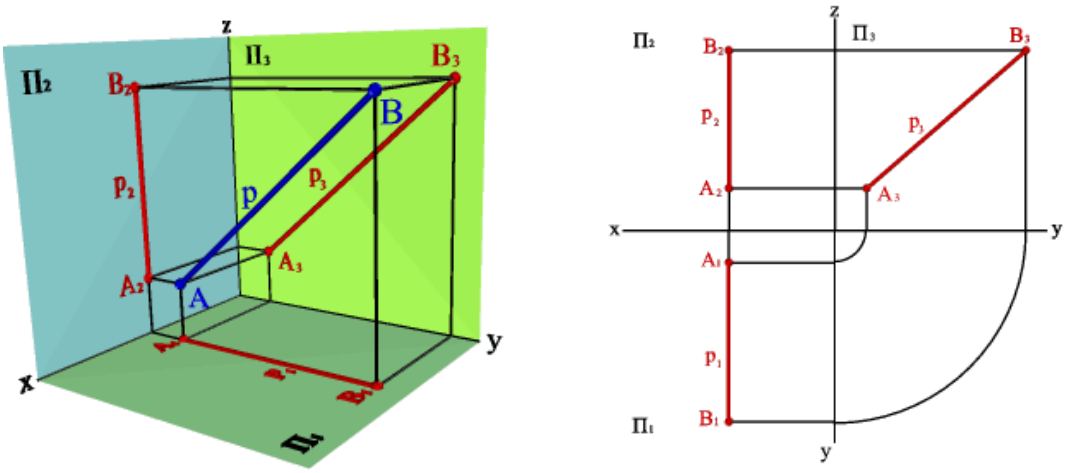
а) модель б) эпюр

Рисунок 2.6. Фронтальная прямая.

Отличительные признаки на чертеже:

- горизонтальная проекция A_1B_1 параллельна оси ***x0***;
- фронтальная проекция A_2B_2 – натуральная величина;
- фронтальная проекция A_2B_2 составляет с осью ***x0*** угол α – угол наклона прямой ***AB*** к плоскости проекций $П_1$.

г) ***профильная прямая линия*** – линия параллельная профильной плоскости проекций.



а) модель б) эпюр

Рисунок 2.7. Профильная прямая.

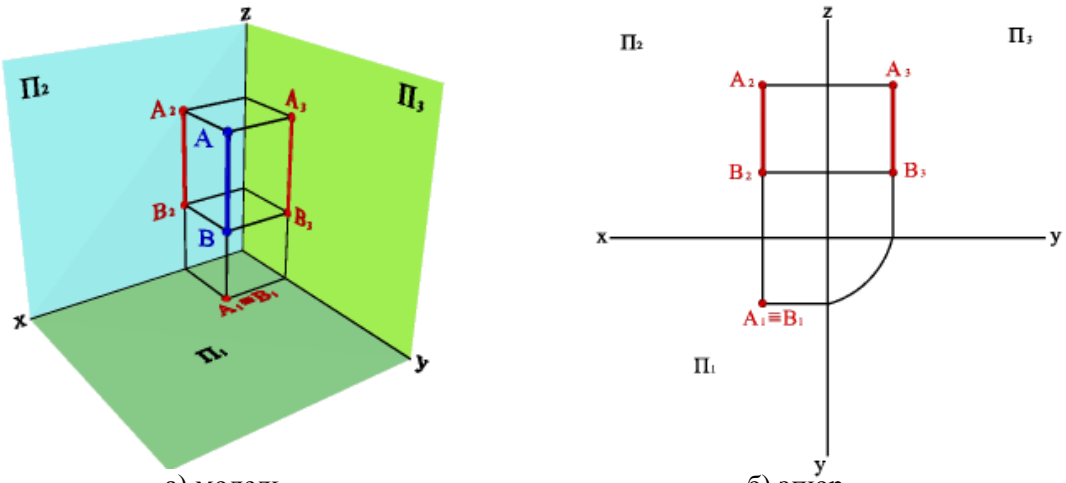
Отличительные признаки на чертеже:

- горизонтальная и фронтальная проекции прямой A_1B_1 и A_2B_2 перпендикулярны оси $x0$;
- профильная проекция прямой A_3B_3 – натуральная величина;
- профильная проекция прямой A_3B_3 наклонена к оси $y0$ под углом α, а к оси $z0$ под углом β.

2.4.2. Прямые линии параллельные двум плоскостям проекций

Прямые линии параллельные двум плоскостям проекций будут перпендикулярны третьей плоскости проекций и называются ***проецирующими прямыми***.

а) ***горизонтально проецирующая прямая –*** прямая линия перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций.



а) модель б) эпюр

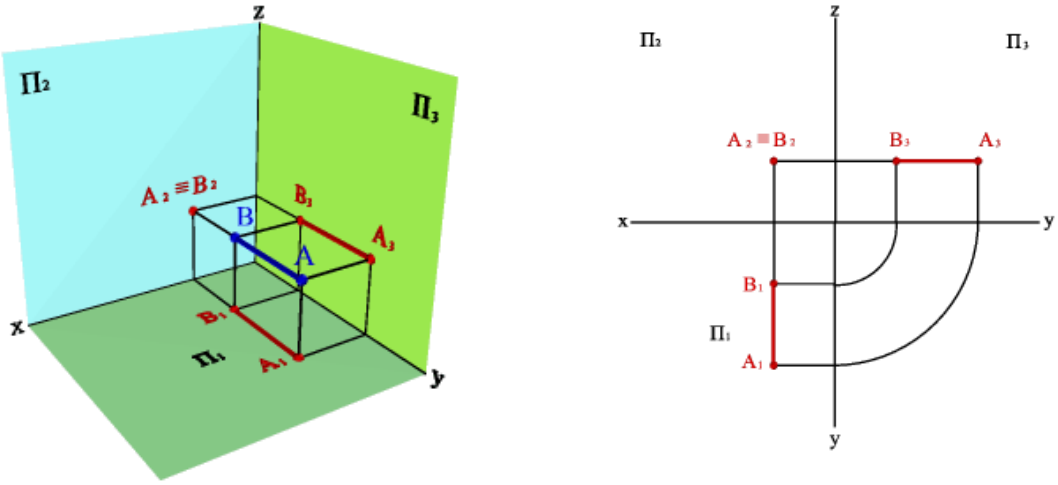
Рисунок 2.8. Горизонтально-проецирующая прямая.

Отличительные признаки на чертеже:

- прямая AB перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций $П_1$, параллельна фронтальной $П_2$ и профильной $П_3$ плоскостям проекций;

- горизонтальная проекция A_1B_1 – точка;
- фронтальная A_2B_2 и профильная A_3B_3 проекции – натуральная величина, и расположены они перпендикулярно оси ***x0***.

б) ***фронтально проецирующая прямая*** – прямая линия перпендикулярная фронтальной плоскости проекций.



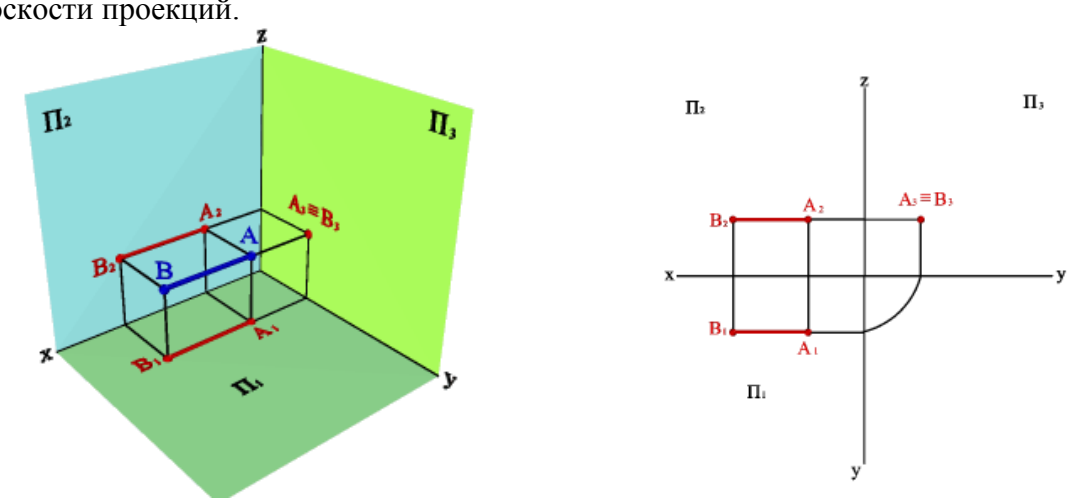
а) модель б) эпюр

Рисунок 2.9. Фронтально-проецирующая прямая.

Отличительные признаки на чертеже:

- пряма ***AB*** перпендикулярная к фронтальной плоскости проекций $П_2$, параллельная горизонтальной $П_1$ и профильной $П_3$ плоскостям проекций.
- фронтальная проекция A_2B_2 – точка;
- горизонтальная проекция A_1B_1 перпендикулярна к оси ***x0*** и является натуральной величиной прямой ***AB***;
- профильная проекция A_3B_3 перпендикулярна к оси ***z0*** и является натуральной величиной.

в) ***профильно проецирующая прямая*** – прямая линия перпендикулярная профильной плоскости проекций.



а) модель б) эпюр

Рисунок 2.10. Профильно-проецирующая прямая

Отличительные признаки на чертеже:

- прямая АВ перпендикулярна к профильной $П_3$ плоскости проекций, параллельна горизонтальной $П_1$ и фронтальной $П_2$ плоскостям проекций;
- профильная проекция A_3B_3 – точка;
- горизонтальная A_1B_1 и фронтальная A_2B_2 проекции параллельны оси x0, проецируются на $П_1$ и $П_2$ в натуральную величину.

2.5. Проекции плоских углов

Угол - геометрическая фигура, состоящая из двух различных лучей, выходящих из одной точки. ***Углом между прямыми*** называется меньший из двух углов между лучами, параллельными этим прямым. ***Углом между плоскостью и не перпендикулярной ей прямой*** называется угол между прямой и её проекцией на данную плоскость.

2.5.1. Свойств ортогональных проекций плоских углов

1. Если хотя бы одна из сторон прямого угла параллельна плоскости проекций, а другая не перпендикулярна ей, то на эту плоскость прямой угол проецируется без искажения (***Теорема о проецировании прямого угла***).

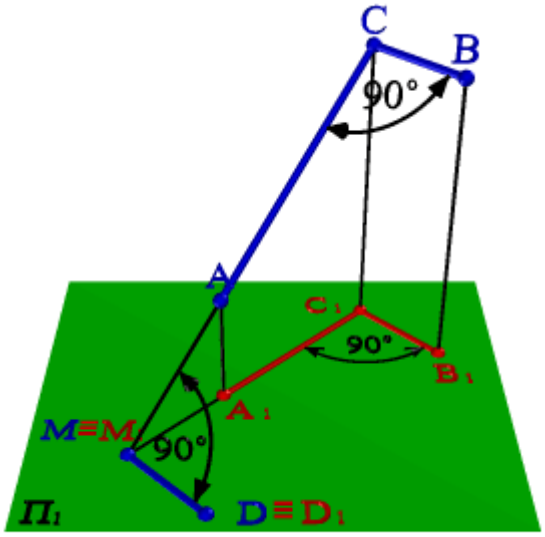


Рисунок 2.11. Теорема о проецировании прямого угла.

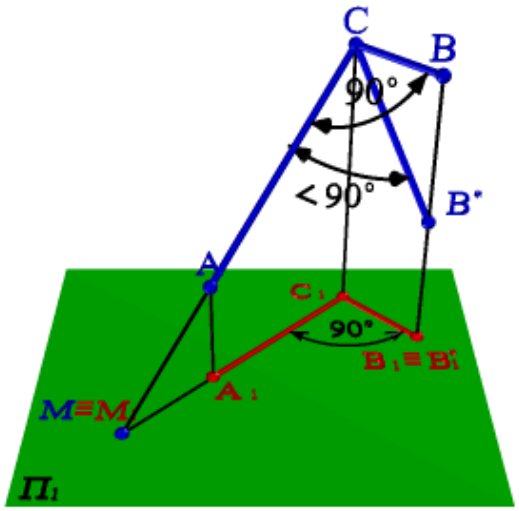


Рисунок 2.12. Обратная теорема о проецировании прямого угла.

2. Если проекция угла представляет угол 90^0, то проецируемый угол будет прямым лишь при условии, что одна из сторон этого угла параллельна плоскости проекций (рисунок 2.12).

3. Если обе стороны любого угла параллельны плоскости проекций, то его проекция равна по величине проецируемому углу.

4. Если стороны угла параллельны плоскости проекций или одинаково наклонены к ней, то деление проекции угла на этой плоскости пополам соответствует делению пополам и самого угла в пространстве.

5. Если стороны угла не параллельны плоскости проекций, то угол на эту плоскость проецируется с искажением.

Вопросы для самоконтроля

1. Проанализируйте построение отрезков по заданным координатам: ***A*** (80, 30, 40) и ***B*** (20, 30, 40); ***C*** (40, 60, 10) и ***D*** (40, 10, 20); ***E*** (50, 0, 50) и ***F*** (0, 60, 20). Постройте три проекции заданных прямых.
2. Сколько нужно иметь проекций, чтобы определить положение прямой в пространстве?
3. Что представляет собой прямая общего положения?
4. Какие частные положения прямой в пространстве вы знаете?
5. Что такое след прямой линии?
6. Как находится натуральная величина отрезка?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.** Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2012.
2. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012.
3. **Тарасов Б.Ф. и др.** Начертательная геометрия. Санкт - Петербург: Издательство «Лань», 2012.
4. **Чекмарев А.А.** Начертательная геометрия и черчение: Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.- М.: ВЛАДОС, 2012.

Дополнительная

1. **Балягин С.Н.** Черчение. – М.: Астрель, 2005. – 420 с.
2. **Виницкий И.Г.** Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1975. – 358 с.
3. **Кириллов А. Ф.** Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1987.

Лекция №3

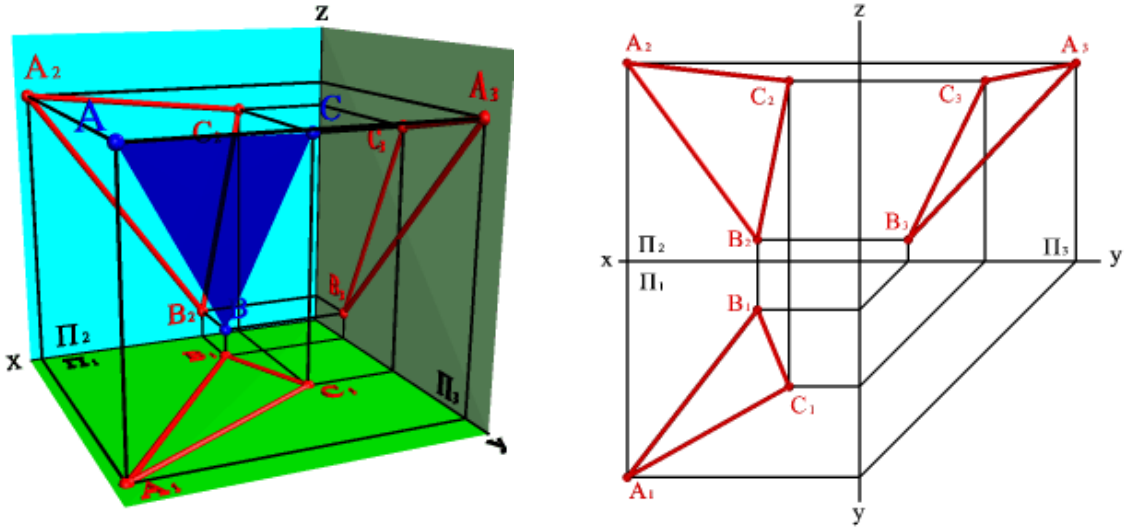
ЧЕРТЕЖ ПЛОСКОСТИ

3.1. Способы задания плоскости

Плоскость – одно из основных понятий геометрии. При систематическом изложении геометрии понятие плоскость обычно принимается за одно из исходных понятий, которое лишь косвенным образом определяется аксиомами геометрии.

Положение плоскости в пространстве можно определить:

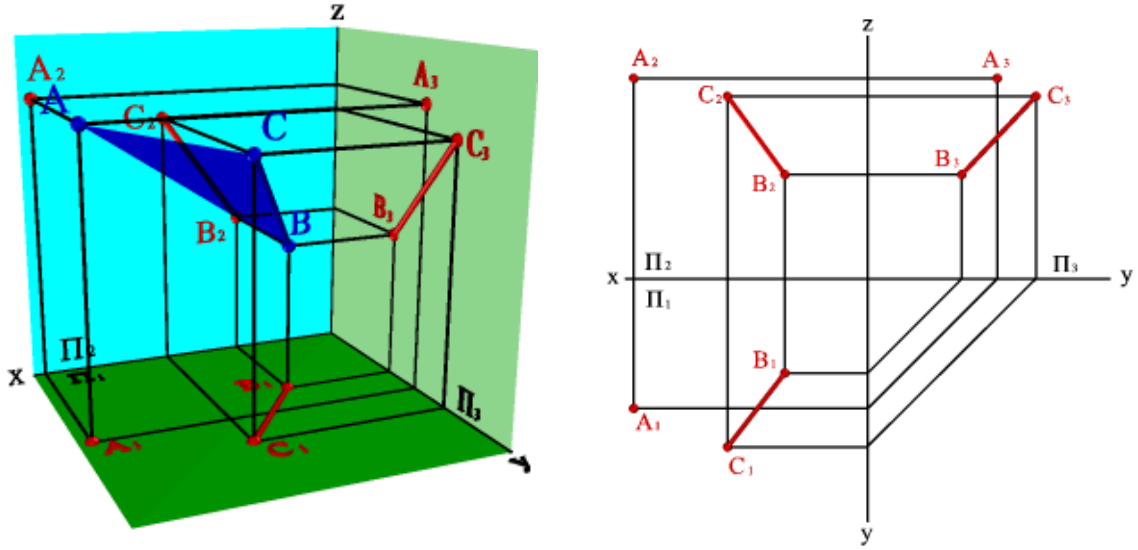
1. Тремя точками, не лежащими на одной прямой линии (рис. 3.1);



а) модель б) эпюр

Рисунок 3.1. Плоскость заданная тремя точками, не лежащими на одной прямой.

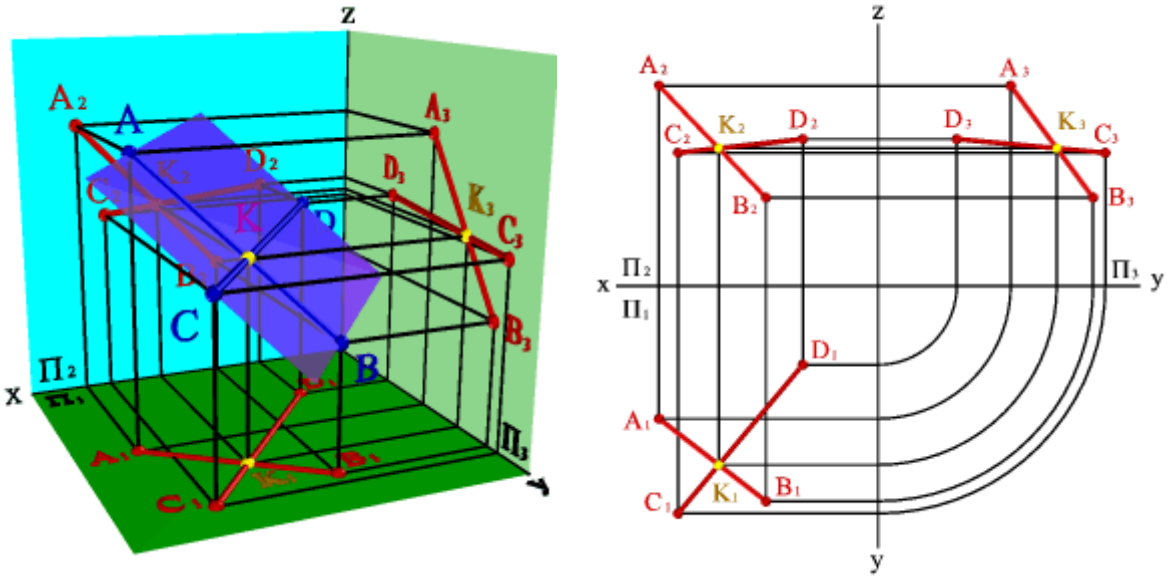
2. Прямой линией и точкой, не принадлежащей этой прямой (рис. 3.2);



а) модель б) эпюр

Рисунок 3.2. Плоскость заданная прямой линией и точкой, не принадлежащей этой линии.

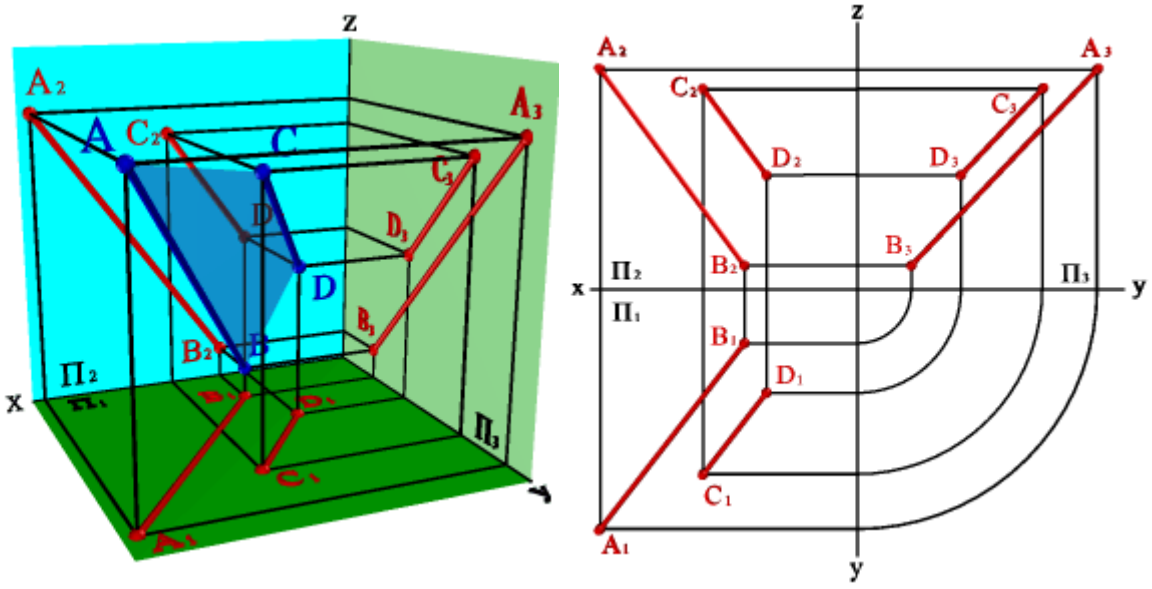
3. Двумя пересекающимися прямыми (рис. 3.3);



а) модель б) эпюр

Рисунок 3.3. Плоскость заданная двумя пересекающимися прямыми линиями.

4. Двумя параллельными прямыми (рис. 3.4);



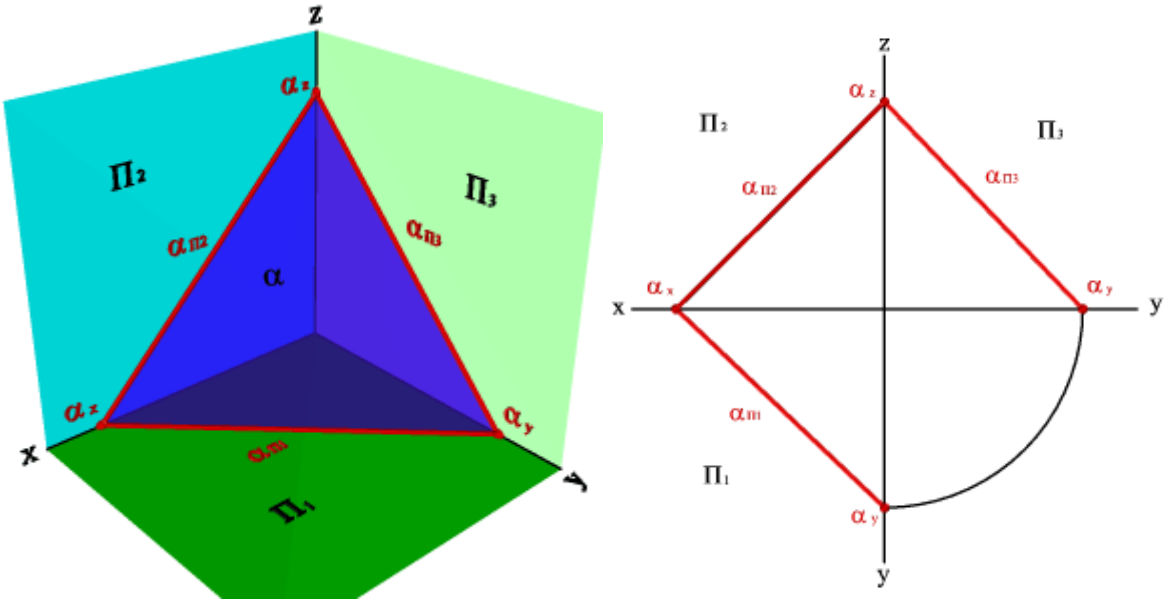
а) модель б) эпюр

Рисунок 3.4. Плоскость заданная двумя параллельными прямыми линиями

3.2. Следы плоскости

О положении плоскости относительно плоскостей проекций удобно судить по её ***следам*** (рис. 3.5).

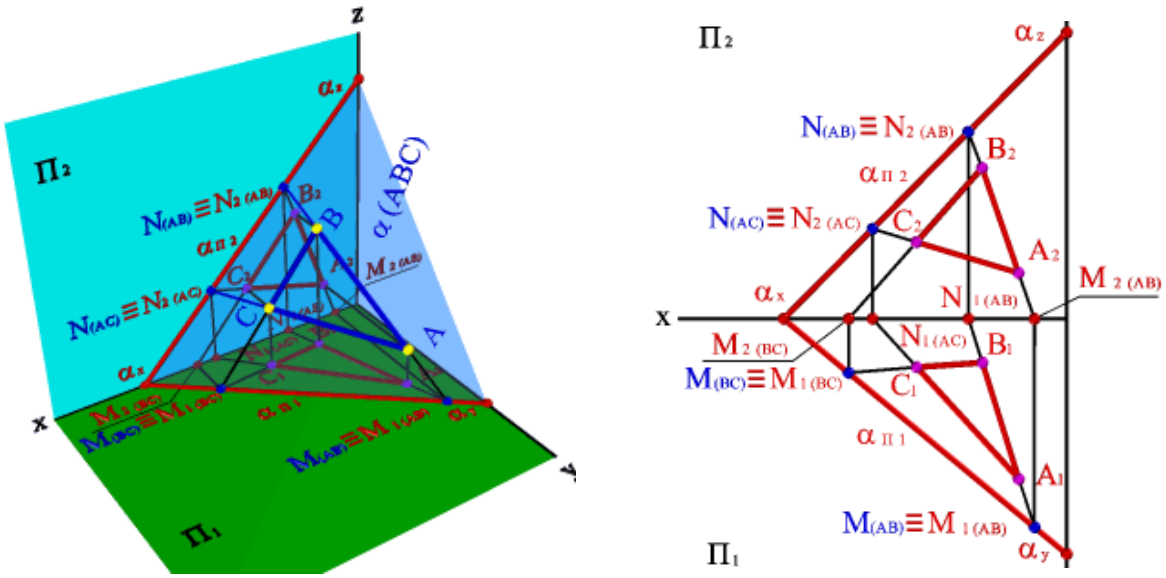
Следом плоскости называется прямая линия по которой плоскость пересекается с плоскостью проекций. В зависимости от того, какую плоскость проекций пересекает данная α плоскость различают ***горизонтальный*** $\alpha_{П1}$, ***фронтальный*** $\alpha_{П2}$ и ***профильный*** $\alpha_{П3}$ следы.



а) модель б) эпюр

Рисунок 3.5. Плоскость заданная следами.

Каждый след плоскости является прямой линией, для построения которых необходимо знать две точки, либо одну точку и направление прямой(как для построения любой прямой). На рисунке 3.6 показано нахождение следов плоскости ***α(ABC).*** Фронтальный след плоскости $\alpha_{П2}$, построен, как прямая соединяющая две точки $N_{(AC)}$ и $N_{(AB)}$, являющиеся фронтальными следами соответствующих прямых, принадлежащих плоскости ***α.*** Горизонтальный след $\alpha_{П1}$ – прямая, проходящая через горизонтальные следы прямых ***BC*** и ***AB***. Профильный след $\alpha_{П3}$ – прямая соединяющая точки (α_y и α_z) пересечения горизонтального и фронтального следов с осями.



а) модель б) эпюр

Рисунок 3.6. Построение следов плоскости.

3.3. Положения плоскости в пространстве

В зависимости от положения плоскости по отношению к плоскостям проекций она может занимать как общее, так и частные положения.

3.3.1. Плоскость общего положения

Плоскость не перпендикулярная ни одной плоскости проекций называется ***плоскостью общего положения***. Такая плоскость пересекает все плоскости проекций (имеет три следа: - горизонтальный $\alpha_{П1}$; - фронтальный $\alpha_{П2}$; - профильный $\alpha_{П3}$).

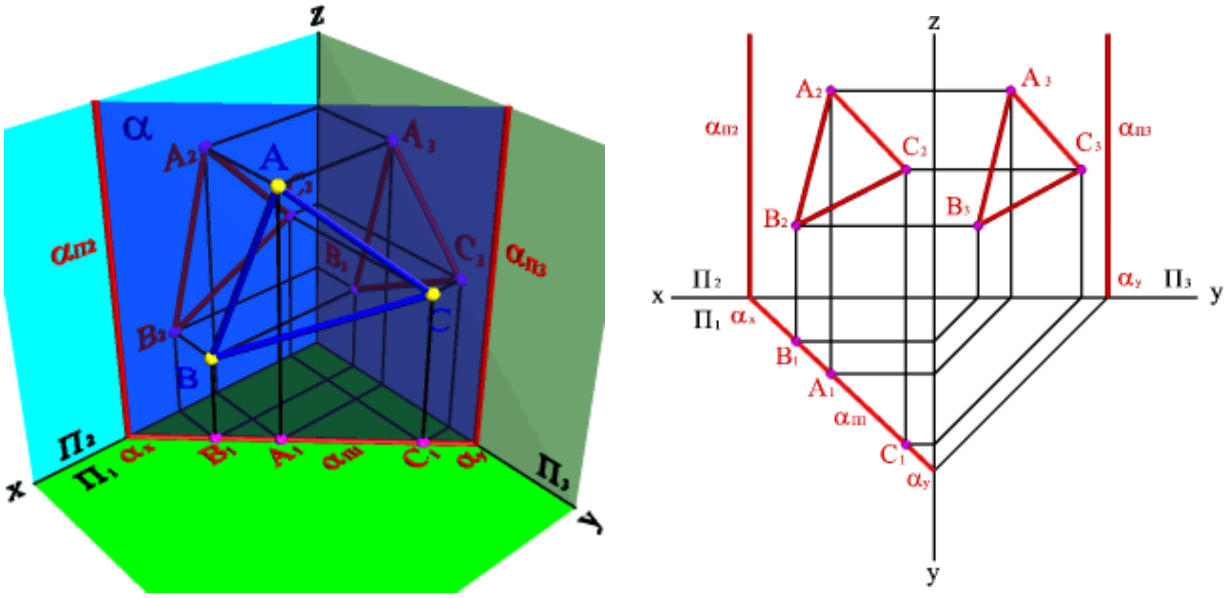
Следы плоскости общего положения пересекаются попарно на осях в точках $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$. Эти точки называются точками схода следов, их можно рассматривать как вершины трехгранных углов, образованных данной плоскостью с двумя из трех плоскостей проекций.

Каждый из следов плоскости совпадает со своей одноименной проекцией, а две другие разноименные проекции лежат на осях (рис.3.5).

3.3.2. Проецирующие плоскости

Плоскости перпендикулярные плоскостям проекций – занимают частное положение в пространстве и называются ***проецирующими***. В зависимости от того, какой плоскости проекций перпендикулярна заданная плоскость, различают:

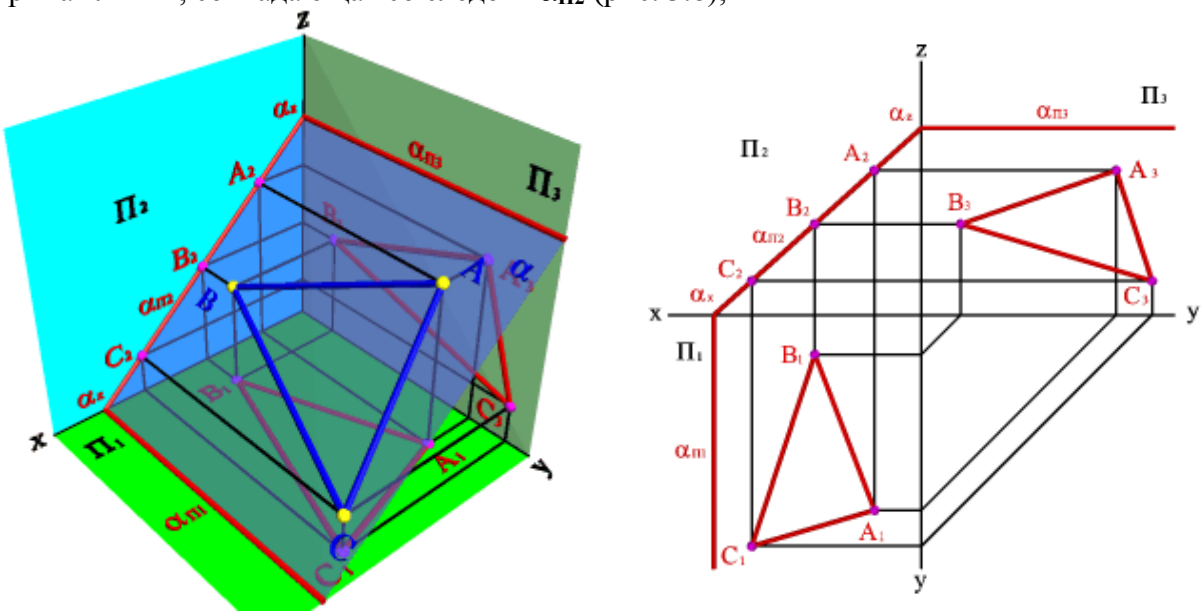
1. Плоскость перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций $\boldsymbol{П_1}$, называется ***горизонтально проецирующей плоскостью***. Горизонтальная проекция такой плоскости представляет собой прямую линию, которая одновременно является её горизонтальным следом. Горизонтальные проекции всех точек любых фигур в этой плоскости совпадают с горизонтальным следом (рис. 3.7);



а) модель б) эпюр

Рисунок 3.7. Горизонтально проецирующая плоскость.

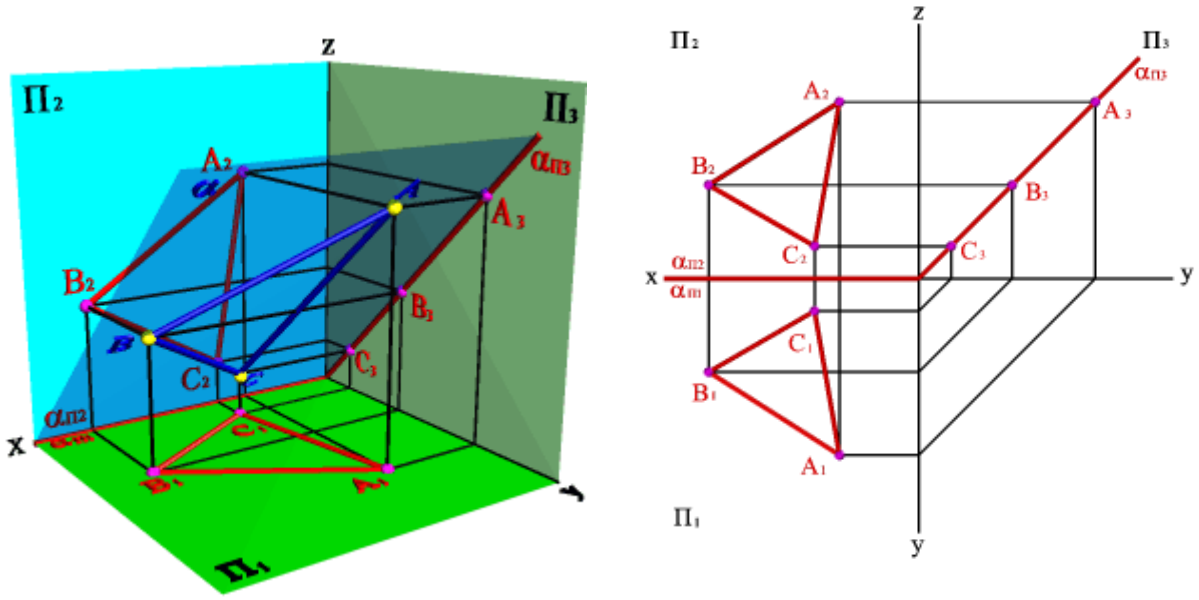
2. Плоскость перпендикулярная фронтальной плоскости проекций ($\alpha \perp \Pi_2$)- ***фронтально проецирующая плоскость***. Фронтальной проекцией плоскости α является прямая линия, совпадающая со следом $\alpha_{\Pi 2}$ (рис. 3.8);



а)модель б) эпюр

Рисунок 3.8. Фронтально проецирующая плоскость.

3. Плоскость перпендикулярная профильной плоскости ($\alpha \perp \Pi_3$) - ***профильно проецирующая плоскость***. Частным случаем такой плоскости является ***биссекторная плоскость*** (рис. 3.9).



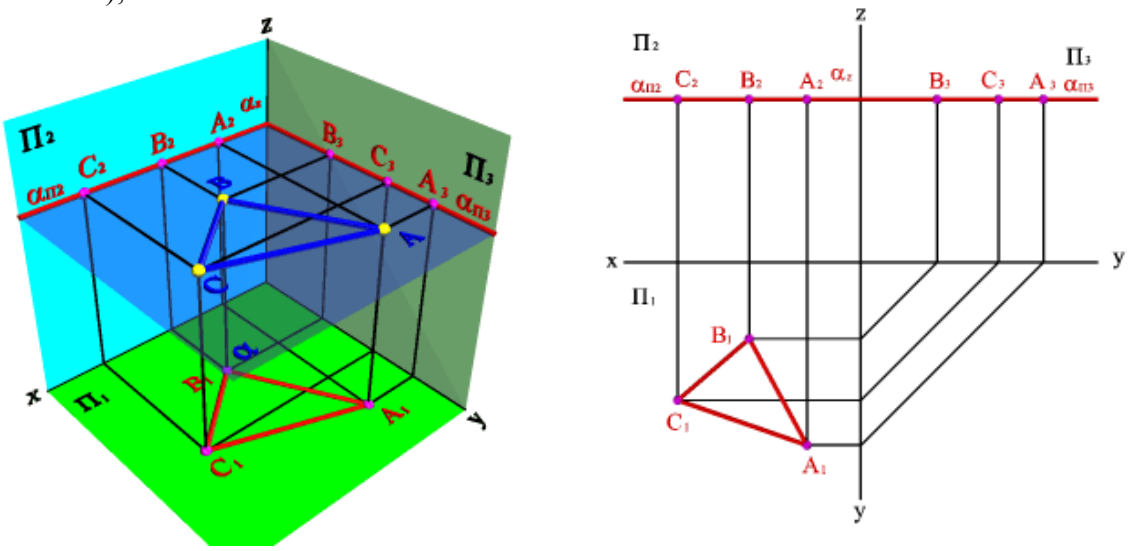
а) модель б) эпюр

Рисунок 3.9. Биссекторная плоскость.

3.3.3. Плоскости уровня

Плоскости параллельные плоскостям проекций – занимают частное положение в пространстве и называются ***плоскостями уровня***. В зависимости от того, какой плоскости параллельны исследуемая плоскость, различают:

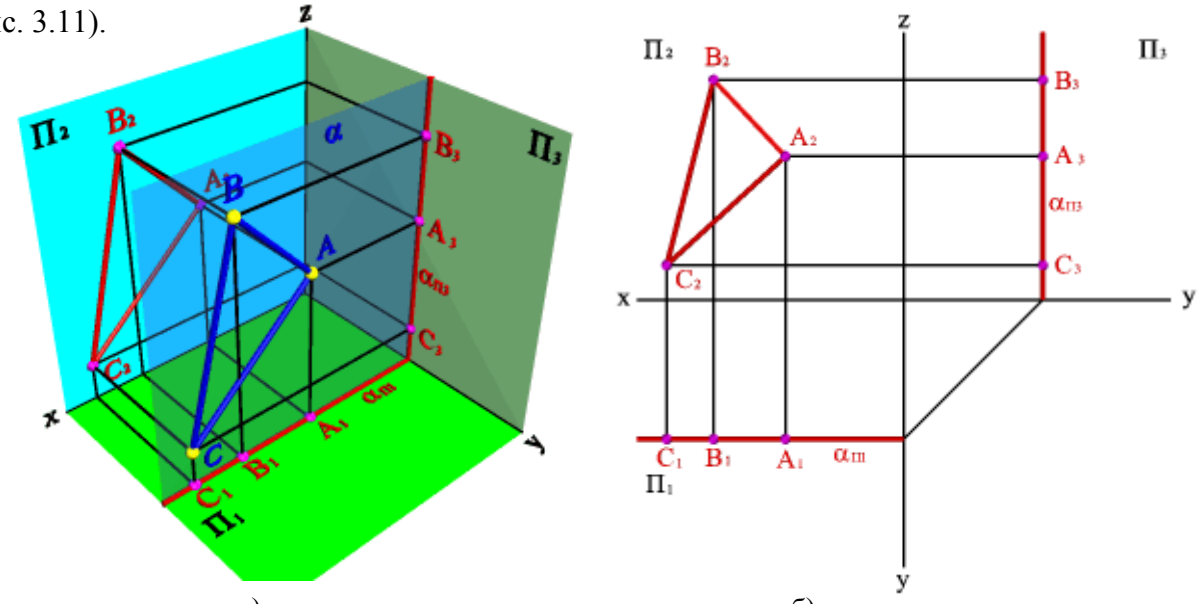
1. ***Горизонтальная плоскость*** - плоскость параллельная горизонтальной плоскости проекций ($\alpha // \Pi_1$) - ($\alpha \perp \Pi_2, \alpha \perp \Pi_3$). Любая фигура в этой плоскости проецируется на плоскость Π_1 без искажения, а на плоскости Π_2 и Π_3 в прямые - следы плоскости $\alpha_{\Pi 2}$ и $\alpha_{\Pi 3}$ (рис. 3.10);



а) модель б) эпюр

Рисунок 3.10. Горизонтальная плоскость.

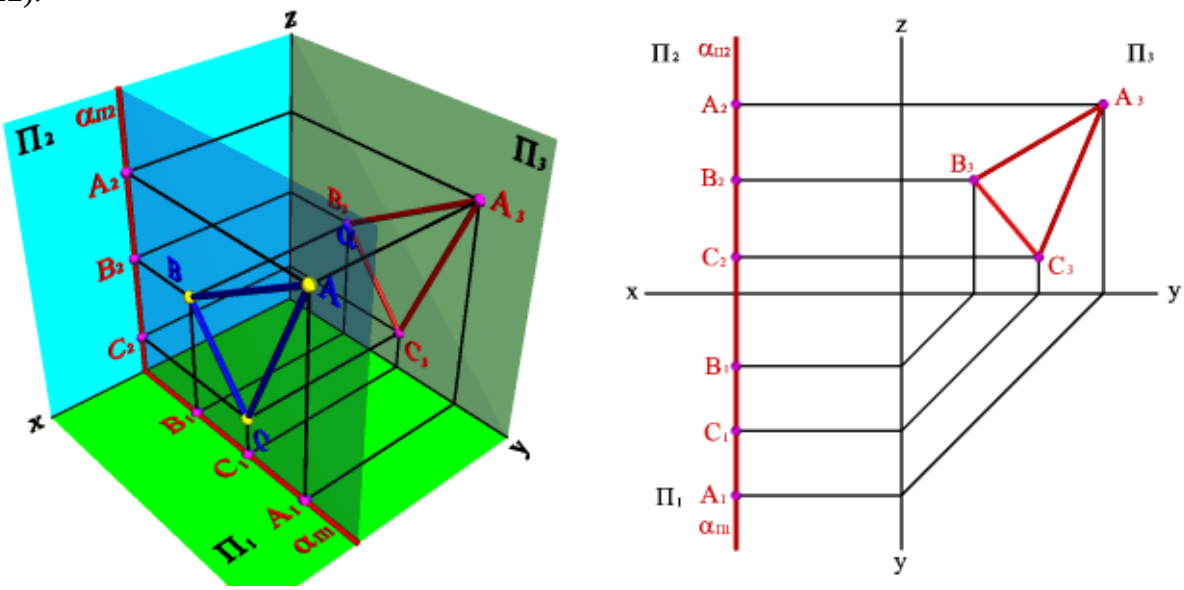
2. ***Фронтальная плоскость*** - плоскость параллельная фронтальной плоскости проекций ($\alpha // \Pi_2$), ($\alpha \perp \Pi_1, \alpha \perp \Pi_3$). Любая фигура в этой плоскости проецируется на плоскость Π_2 без искажения, а на плоскость Π_1 и Π_3 в прямые – следы плоскости $\alpha_{\Pi 1}$ и $\alpha_{\Pi 3}$ (рис. 3.11).



а) модель б) эпюр

Рисунок 3.11. Фронтальная плоскость.

3. ***Профильная плоскость*** - плоскость параллельная профильной плоскости проекций **(α//*П*3), (α⊥*П*1, α⊥*П*2).** Любая фигура в этой плоскости проецируется на плоскость $П_3$ без искажения, а на плоскости $П_1$ и $П_2$ в прямые – следы плоскости $\alpha_{П1}$ и $\alpha_{П2}$ (рис. 3.12).



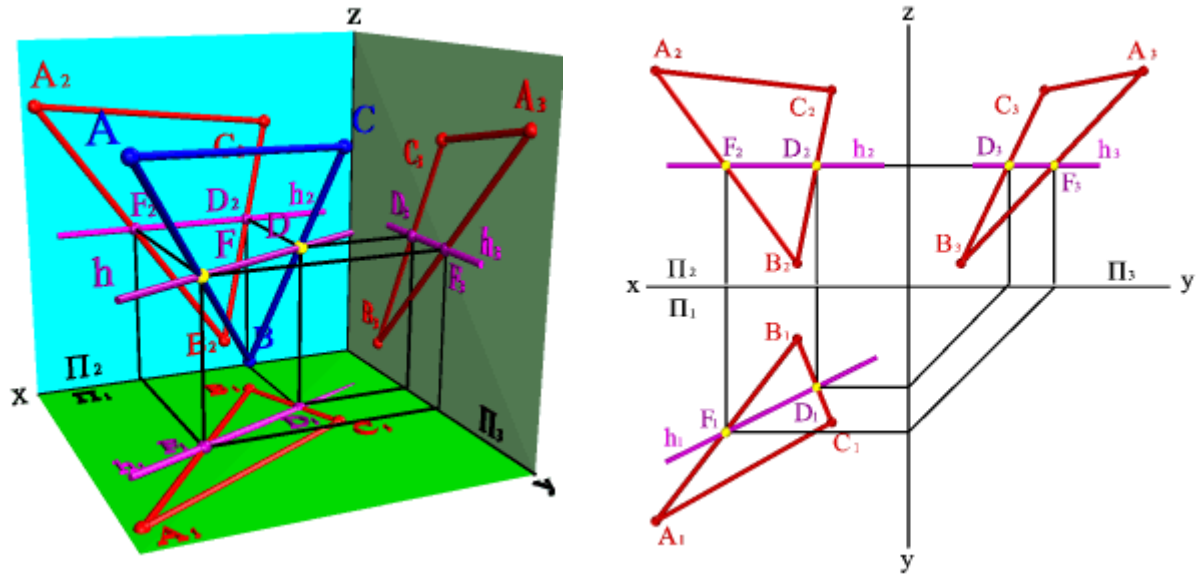
а) модель б) эпюр

Рисунок 3.12. Профильная плоскость.

3.4. Главные линии плоскости

К числу прямых, занимающих особое положение в плоскости относятся горизонтали, фронтали и линии наибольшего наклона к плоскостям проекций.

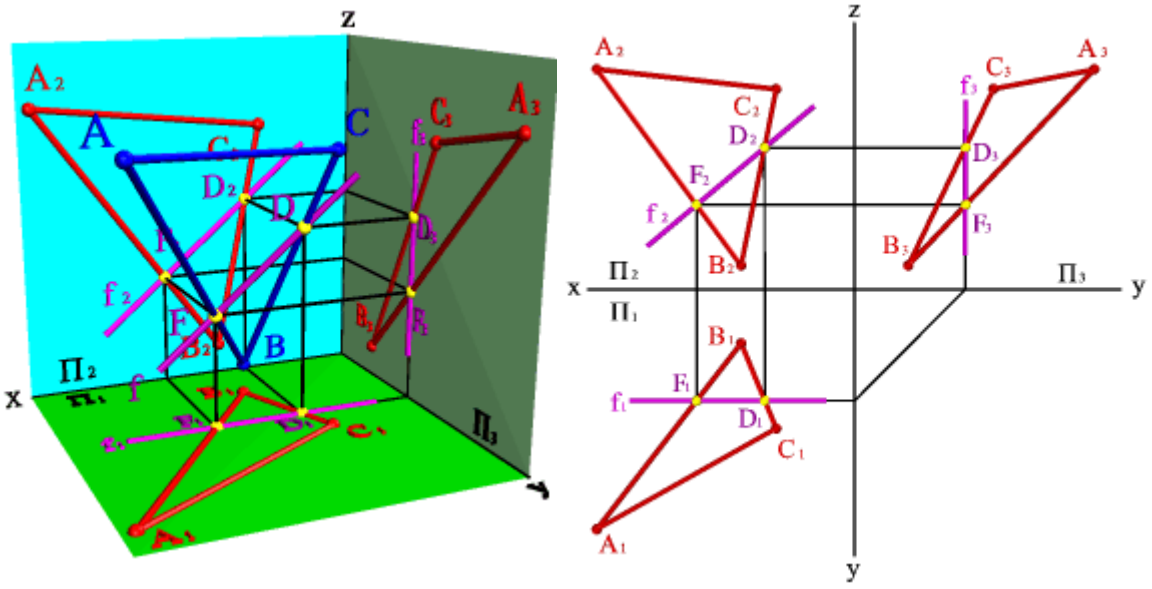
Горизонтали h - прямые, лежащие в данной плоскости и параллельные горизонтальной плоскости проекций **(*h* ∈ (*ABC, h//П1, h2//Ox,h3//Oy*)**(рис. 3.13).



а) модель б) эпюр

Рисунок 3.13. Горизонталь.

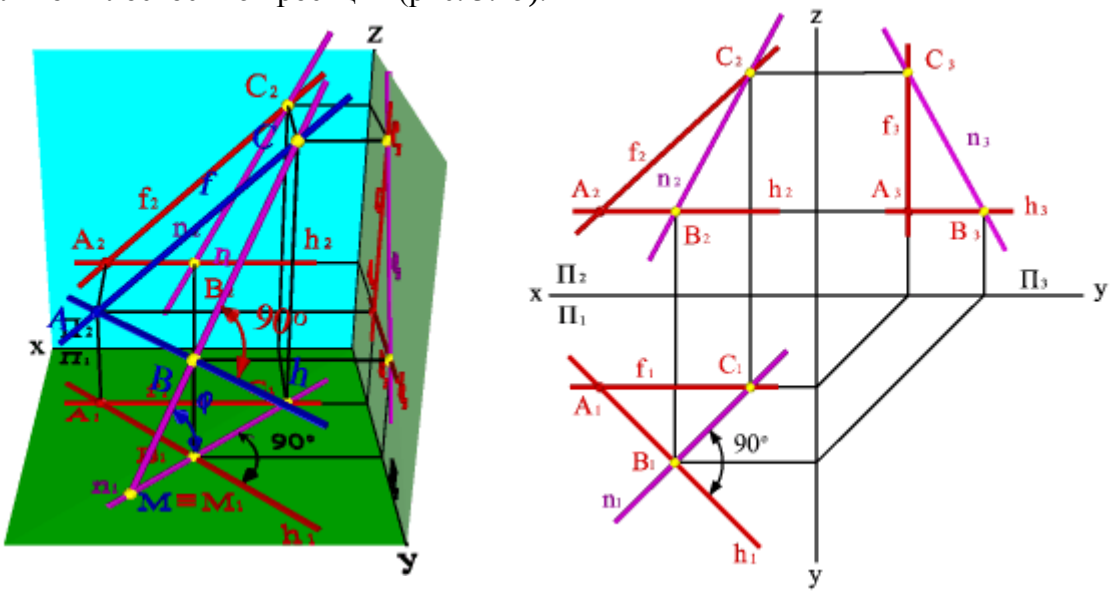
Фронтали f - прямые, расположенные в плоскости и параллельные фронтальной плоскости проекций **(*f*∈(*ABC*, *f*//*П*$_2$, *f*$_1$//*Ox*, *f*$_3$//*Oz*)**(рис. 3.14)**.**



а) модель б) эпюр

Рисунок 3.14. Фронталь.

Линия наибольшего наклона и её горизонтальная проекция образуют линейный угол φ, которым измеряется двугранный угол, составленный данной плоскостью и горизонтальной плоскостью проекций (рис. 3.15).



а) модель б) эпюр

Рисунок 3.15. Линия наибольшего наклона.

Очевидно, что если прямая не имеет двух общих точек с плоскостью, то она или параллельна плоскости, или пересекает ее.

Вопросы для самоконтроля

1. Как может быть задана на чертеже плоская фигура?
2. Какие частные положения плоских фигур вы знаете?
3. При каких условиях прямая будет принадлежать плоскости?
4. При каких условиях точка принадлежит плоскости?
5. Что представляет собой горизонталь и фронталь плоскости?
6. Что представляет собой линия наибольшего ската плоскости и в каком случае следует ее применять?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.** Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2012.
2. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012.
3. **Тарасов Б.Ф. и др.** Начертательная геометрия. Санкт - Петербург: Издательство «Лань», 2012.
4. **Чекмарев А.А.** Начертательная геометрия и черчение: Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.- М.: ВЛАДОС, 2012.

Дополнительная

1. **Балягин С.Н.** Черчение. – М.: Астрель, 2005. – 420 с.
2. **Виницкий И.Г.** Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1975. – 358 с.
3. **Кириллов А. Ф.** Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1987.

Лекция №4

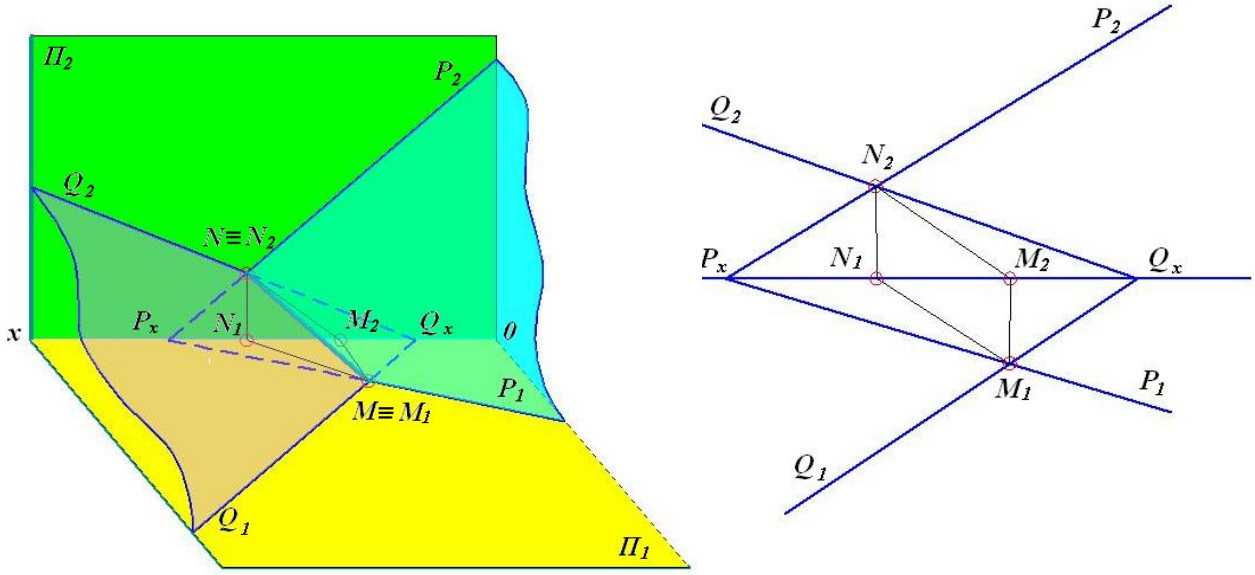
ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ

4.1. Линия пересечения двух плоскостей

Две плоскости в пространстве могут быть либо взаимно параллельны, в частном случае совпадая друг с другом, либо пересекаться. Взаимно перпендикулярные плоскости представляют собой частный случай пересекающихся плоскостей.

Для того, чтобы на комплексном чертеже построить линию пересечения двух плоскостей, необходимо найти на этом чертеже две точки, принадлежащих одновременно обеим плоскостям.

Если плоскости заданы следами, то точки пересечения одноименных следов являются точками пересечения плоскостей (рис. 4.1). Прямая проходящая через эти точки является общей для обеих плоскостей, то есть их линией пересечения.



а) модель б) эпюр

Рисунок 4.1. Линия пересечения двух плоскостей.

4.2. Пересечение прямой линии с плоскостью

Для построения точки пересечения прямой АВ с плоскостью общего положения Р необходимо выполнить следующее (рис. 4.2):

1. заключить прямую АВ в плоскость Q (вспомогательную);
2. построить линию пересечения данной плоскости и вспомогательной;
3. точка пересечения К линии пересечения плоскостей 1; 2 и прямой АВ и будет искомой точкой встречи прямой АВ с плоскостью Р.
4. методом конкурирующих точек определить видимость геометрических элементов.

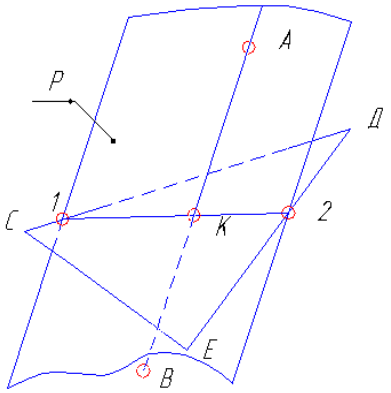


Рисунок 4.2. Построение точки пересечения прямой линии с плоскостью.

4.3. Преобразование комплексного чертежа

Комплексный чертеж преобразуют для того, чтобы получить натуральное изображение либо отдельно элемента геометрического образа, либо самого образа в целом.
Существует два способа преобразования комплексного чертежа:

- способ замены плоскостей проекций (ЗПП);
- способ плоскопараллельного перемещения (ППП).

4.3.1. Способ замены плоскостей проекций

Сущность способа замены плоскостей проекций заключается в том, что положение геометрического образа (линий, точек, фигур) остается в пространстве неизменным, а система плоскостей проекций $П_1/П_2$ дополняется плоскостями проекций $П_4$, $П_5$ и т.д. таким образом, чтобы сам образ или отдельный элемент его, проецировался на дополнительную плоскость в натуральную величину.

Вводимые дополнительные плоскости будем принимать за плоскости проекций. В ряде случаев достаточно введение одной дополнительной плоскости, а иногда и нескольких плоскостей последовательно.

Дополнительные плоскости проекций могут быть горизонтально проецирующими, фронтально проецирующими или профильно проецирующими, лишь бы дополнительные проекции на них, решали поставленную задачу.

При замене плоскостей проекций на комплексном чертеже необходимо вводить условные обозначения осей и плоскостей проекций.

Последовательный переход от одной системы плоскостей проекций к другой необходимо осуществлять, выполняя следующее правило: ***расстояние от новой проекции точки до новой оси должно равняться расстоянию от заменяемой проекции точки до заменяемой оси.***

Задача 1: Определить натуральную величину отрезка ***AB*** прямой общего положений (рис. 4.3). Из свойства параллельного проецирования известно, что отрезок проецируется на плоскость в натуральную величину, если он параллелен этой плоскости.

Выберем новую плоскость проекций $\boldsymbol{П_4}$, параллельно отрезку ***AB*** и перпендикулярно плоскости $\boldsymbol{П_1}$. Введением новой плоскости, переходим из системы плоскостей $\boldsymbol{П_1П_2}$ в систему $\boldsymbol{П_1П_4}$, причем в новой системе плоскостей проекция отрезка $\boldsymbol{A_4B_4}$ будет натуральной величиной отрезка ***AB***.

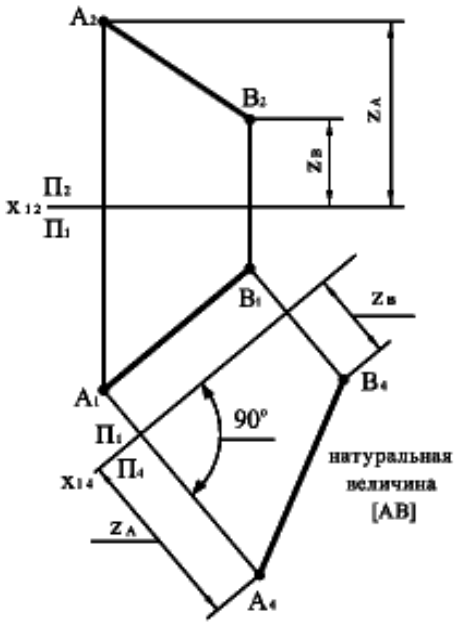
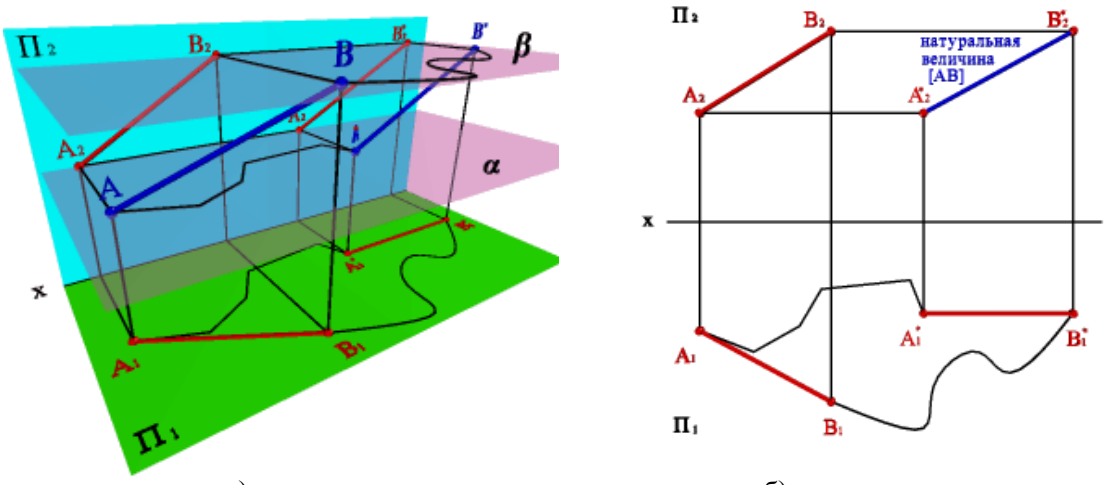


Рисунок 4.3. Определение натуральной величины отрезка прямой методом замены плоскостей проекций.

4.3.2. Плоско-параллельное перемещение

Изменение взаимного положения проецируемого объекта и плоскостей проекций методом плоскопараллельного перемещения осуществляется путем изменения положения геометрического объекта так, чтобы траектория движения его точек находилась в параллельных плоскостях. Плоскости носители траекторий перемещения точек параллельны какой-либо плоскости проекций (рис. 4.4).

Траектория произвольная линия. При параллельном переносе геометрического объекта относительно плоскостей проекций, проекция фигуры хотя и меняет свое положение, но остается конгруэнтной проекции фигуры в ее исходном положении.



а) модель б) эпюр

Рисунок 4.4. Определение натуральной величины отрезка методом плоскопараллельного перемещения.

Свойства плоскопараллельного перемещения:

1. При всяком перемещении точек в плоскости параллельной плоскости $\boldsymbol{П_1}$, её фронтальная проекция перемещается по прямой линии, параллельной оси **x**.

2. В случае произвольного перемещения точки в плоскости параллельной $\boldsymbol{П_2}$, её горизонтальная проекция перемещается по прямой параллельной оси **x**.

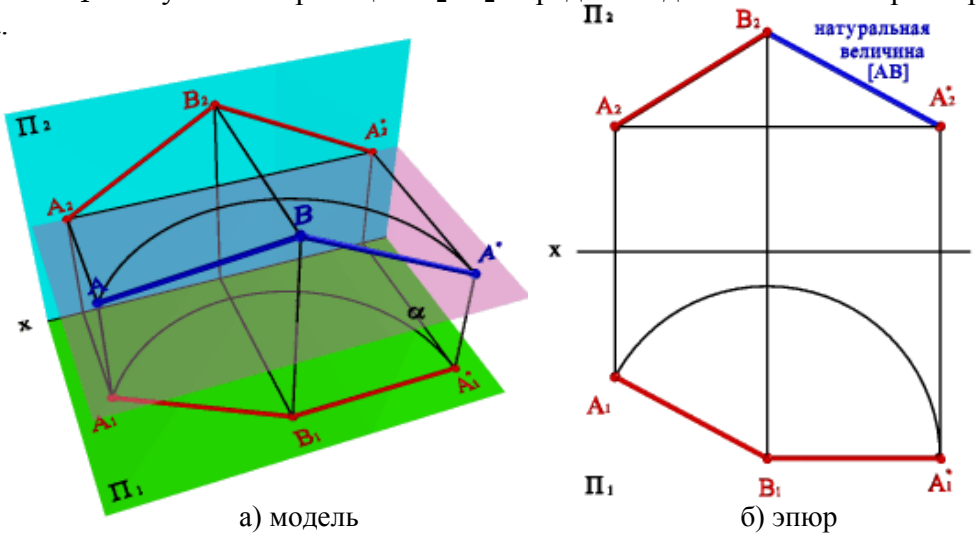
В зависимости от положения этих плоскостей по отношению к плоскостям проекций и вида кривой линии – определяющей траекторию перемещения точек, метод плоскопараллельного проецирования имеет следующие частные случаи:

1. Метод вращения вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций.
2. Метод вращения вокруг оси, параллельной плоскости проекций.
3. Метод вращения вокруг оси, принадлежащей плоскости проекций (вращение вокруг следа плоскости) – способ совмещения.

Рассмотрим один из этих способов.

Метод вращения вокруг оси перпендикулярной плоскости проекций

Плоскость носитель траекторий перемещения точек параллельна плоскости проекций. Траектория – дуга окружности, центр которой находится на оси перпендикулярной плоскости проекций. Для определения натуральной величины отрезка прямой общего положения ***AB*** (рис. 4.5), выберем ось вращения перпендикулярную горизонтальной плоскости проекций и проходящую через $\boldsymbol{B_1}$. Повернем отрезок так, чтобы он стал параллелен фронтальной плоскости проекций (горизонтальная проекция отрезка параллельна оси **x**). При этом точка $\boldsymbol{A_1}$ переместиться в $\boldsymbol{A^*_1}$, а точка ***B*** не изменит своего положения. Положение точки $\boldsymbol{A^*_2}$ находится на пересечении фронтальной проекции траектории перемещения точки ***A*** (прямая линия параллельная оси **x)** и линии связи проведенной из $\boldsymbol{A^*_1}$. Полученная проекция $\boldsymbol{B_2A^*_2}$ определяет действительные размеры самого отрезка.



а) модель б) эпюр

Рисунок 4.5. Определение натуральной величины отрезка методом вращения вокруг оси перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные позиционные задачи.
2. Правила применения метода преобразования чертежа.
3. Сущность и последовательность выполнения способа ЗПП.
4. Сущность и последовательность выполнения способа ППП.
5. Сущность выполнения способа вращения.

6. К какому методу преобразования комплексного чертежа относится метод вращения?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.** Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2012.
2. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012.
3. **Тарасов Б.Ф. и др.** Начертательная геометрия. Санкт - Петербург: Издательство «Лань», 2012.
4. **Чекмарев А.А.** Начертательная геометрия и черчение: Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.- М.: ВЛАДОС, 2012.

Дополнительная

1. **Балягин С.Н.** Черчение. – М.: Астрель, 2005. – 420 с.
2. **Виницкий И.Г.** Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1975. – 358 с.
3. **Кириллов А. Ф.** Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1987.

Лекция №5

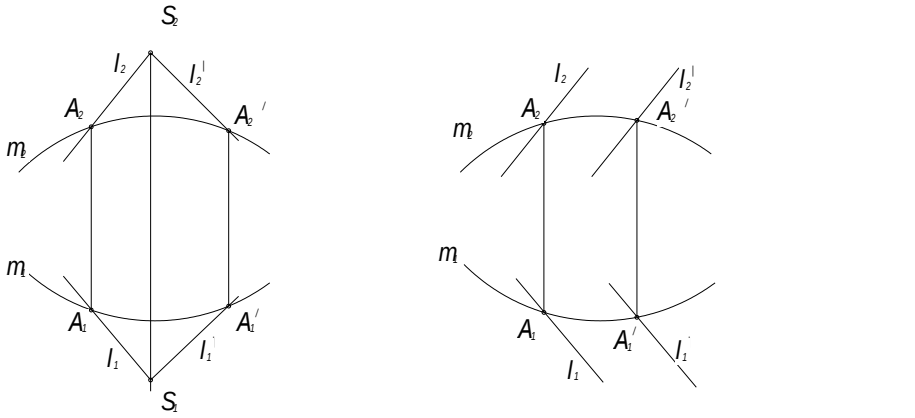
ЧЕРТЕЖ ПОВЕРХНОСТЕЙ

5.1. Классификация поверхностей

Кривые поверхности широко применяются в различных областях науки и техники при создании очертаний различных технических форм или как объекты инженерных исследований. Существуют три способа задания кривых поверхностей:

1. Аналитический способ – как правило, таким способом задаются закономерные поверхности, образование которых можно описать математическим уравнением.
2. Каркасный способ задания поверхности – поверхность задается двумя семействами линий. Причем линии внутри семейства не пересекаются, но зато пересекают все линии второго семейства. Этот способ применяется при проектировании кузовов автомобилей, в самолето- и судостроении, в топографии и т. п.
3. Кинематический способ задания поверхности – в этом случае поверхность задается образующим элементом и законом его перемещения. Образующий элемент и закон его перемещения принято называть – кинематическими определителями поверхности. У каждой поверхности может быть несколько кинематических определителей, но при решении задач по начертательной геометрии из их многообразия выбирают простейшие.

На комплексном чертеже поверхность задается проекциями своих определителей (рис.5.1).



Коническая поверхность Цилиндрическая поверхность

Рисунок 5.1. Способы задания поверхностей.

Все имеющиеся поверхности можно разделить на два вида:

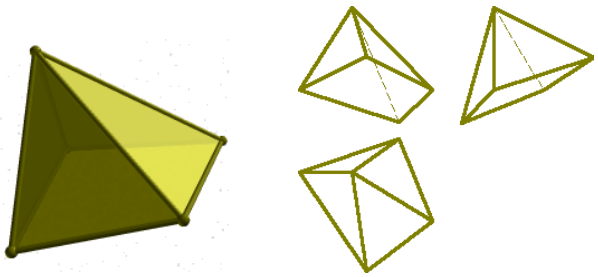
1. Многогранники.
2. Криволинейные поверхности.

5.2. Многогранники

Многогранники - это тело ограниченное плоскими многоугольниками. Различают:

Пирамида – это многогранник, одна грань которого многоугольник, а остальные грани – треугольники с общей вершиной. Пирамида называется правильной, если в основании лежит правильный многоугольник и высота пирамиды проходит через центр

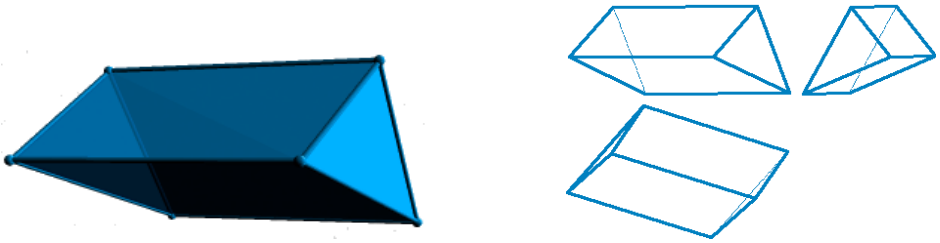
многоугольника. Пирамида называется усеченной, если вершина её отсекается плоскостью (рис. 5.2).



а) модель б) эпюр

Рисунок 5.2. Пирамида.

Призма – многоугольник, две грани которого (основания призмы) представляют собой равные многоугольники с взаимно параллельными сторонами, а все другие грани параллелограммы. Призма называется прямой, если её ребра перпендикулярны плоскости основания. Если основанием призмы является прямоугольник, призму называют параллелепипедом (рис. 5.3).



а) модель б) эпюр

Рисунок 5.3. Призма.

Тетраэдр (четырехгранник) - ограничен четырьмя равносторонними и равными треугольниками.

Гексаэдр (четырехгранник, или куб) - ограничен шестью равными квадратами.

Октаэдр (восьмигранник) - ограничен восемью равносторонними и равными треугольниками.

Додекаэдр (двенадцатигранник) - ограничен двенадцатью равносторонними и равными пятиугольниками.

Икосаэдр (двадцатигранник) - ограничен двадцатью равносторонними и равными треугольниками.

Вокруг всех правильных многогранников можно описать сферу.

5.3. Криволинейные поверхности

Криволинейные поверхности по виду образующей различаются на поверхности ***линейчатые*** и ***нелинейчатые***. Образующая первых – прямая линия, вторых – кривая.

Линейчатые поверхности в свою очередь разделяют на так называемые ***развертывающие***, которые можно без складок и разрывов развернуть на плоскость и ***неразвертывающиеся***.

Значительный класс поверхностей формируется движением окружности постоянного или переменного радиуса. Это так называемые ***циклические*** поверхности (рис. 5.4).

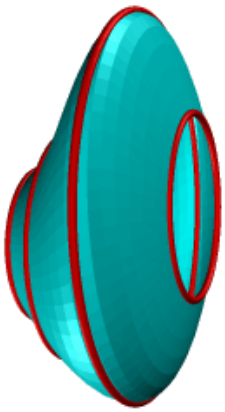


Рисунок 5.4. Циклическая поверхность.

Если же группировать поверхности по закону движения образующей линии и производящей поверхности, то большинство встречающихся в технике поверхностей можно разделить:

– Поверхности вращения.
– Винтовые поверхности.
– Поверхности с плоскостью параллелизма.
– Поверхности переноса.

Особое место занимают такие нелинейные поверхности, образование которых, не подчинено ни какому закону. Оптимальную форму таких поверхностей определяют теми физическими условиями, в которых они работают и устанавливают ее форму экспериментально (поверхности лопастей турбин, обшивка каркасов морских судов и самолетов).

5.4. Поверхности вращения

Поверхности вращения – это поверхности созданные при вращении образующей ***m*** вокруг оси ***i*** (рис. 5.5)**.**

Геометрическая часть определителя состоит из двух линий: образующей ***m*** и оси ***i*** (рис. 5.5 а).

Алгоритмическая часть включает две операции:

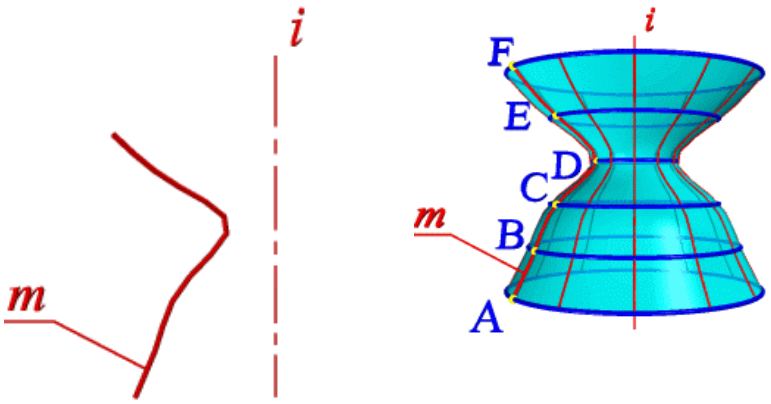
1. На образующей ***m*** выделяют ряд точек ***A, B, C, …F***.
2. Каждую точку вращают вокруг оси ***i.***

Так создается каркас поверхности, состоящей из множества окружностей (рис. 5.6), плоскости которых расположены перпендикулярно оси ***i***. Эти окружности называются ***параллелями***; наименьшая параллель называется ***горлом***, наибольшая – ***экватором***.

Из закона образования поверхности вращения вытекают два основных свойства:

1. Плоскость перпендикулярная оси вращения, пересекает поверхность по окружности – ***параллели***.

2. Плоскость, проходящая через ось вращения, пересекает поверхность по двум симметричным относительно оси линиям – ***меридианам***.



а) эпюр б) модель

Рисунок 5.5. Образование поверхности вращения.

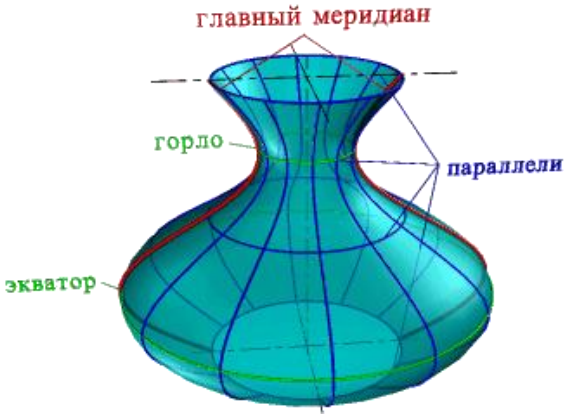


Рисунок 5.6. Поверхность вращения.

Плоскость, проходящая через ось параллельно фронтальной плоскости проекций, называется ***плоскостью главного меридиана***, а линия, полученная в сечении, – ***главным меридианом***.

Рассмотрим наиболее распространенные поверхности вращения с криволинейными образующими:

Сфера – образуется вращением окружности вокруг её диаметра (рис. 5.7).

При сжатии или растяжении сферы она преобразуется в ***эллипсоиды***, которые могут быть получены вращением эллипса вокруг одной из осей: если вращение вокруг большой оси, то эллипсоид называется ***вытянутым*** (рис. 5.9); если вокруг малой – ***сжатым*** или ***сфероидом*** (рис. 5.8).

Тор – поверхность тора формируется при вращении окружности вокруг оси, не проходящей через центр окружности (рис. 5.10).

Параболоид вращения – образуется при вращении параболы вокруг своей оси (рис. 5.11).

Гиперболоид вращения – различают одно (рис. 5.12 а) и двух (рис. 5.12 б) полостной гиперболоиды вращения. Первый получается при вращении вокруг мнимой оси, а второй – вращением гиперболы вокруг действительной оси.

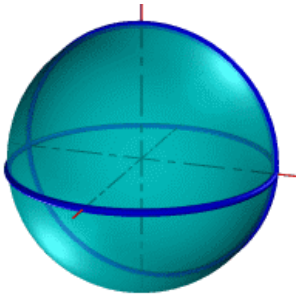


Рисунок 5.7. Образование сферы.

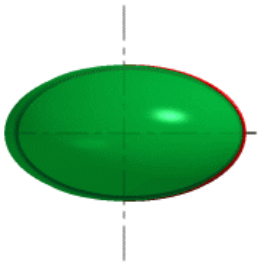


Рисунок 5.8. Образование сфероида.

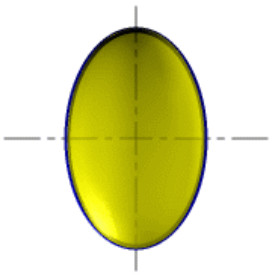


Рисунок 5.9. Образование вытянутого эллипсоида.

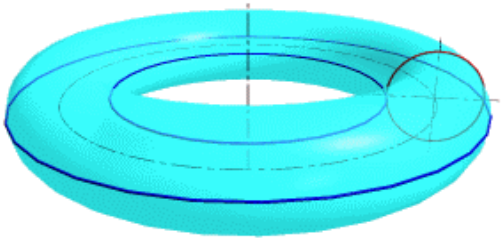


Рисунок 5.10. Тор.

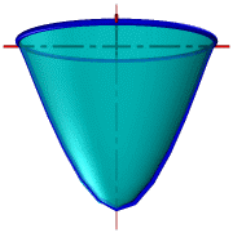
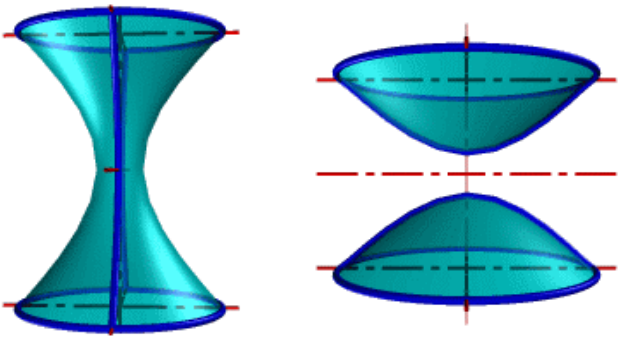


Рисунок 5.11. Параболоид вращения.



а) однополостной б) двуполостной

Рисунок 5.12. Гиперболоид вращения.

5.5. Сечение поверхности конуса плоскостью

Рассекая геометрическое тело плоскостью, получают сечение – плоскую замкнутую фигуру, ограниченную линией, все точки которой одновременно принадлежат как секущей плоскости, так и поверхности тела.

При пересечении плоскостью многогранника (например, призмы, пирамиды) в сечении получается многоугольник с вершинами, расположенными на ребрах многогранника.

При пересечении плоскостью тел вращения (цилиндра, конуса) фигура сечения ограничена кривой линией. Точки этой кривой находят при помощи вспомогательных линий или окружностей, взятых на поверхности тела. Точки пересечения этих линий с секущей плоскостью будут искомыми точками контура криволинейного сечения.

В зависимости от расположения секущей плоскости получаются различные фигуры сечения, ограниченные кривыми линиями.

Сечение прямого кругового конуса фронтально-проецирующей плоскостью P(P1;P2)-рассматривается на рисунке 5.13. Основание конуса расположено на горизонтальной плоскости. Фигура сечения в данном случае будет ограничена параболой. Одна проекция сечения на чертеже уже есть, совпадает с собирательным следом плоскости.

Пример: Построить две проекции и найти натуральную величину сечения поверхности конуса фронтально-проецирующей плоскостью $P(P_1P_2)$, (рис. 5.13).

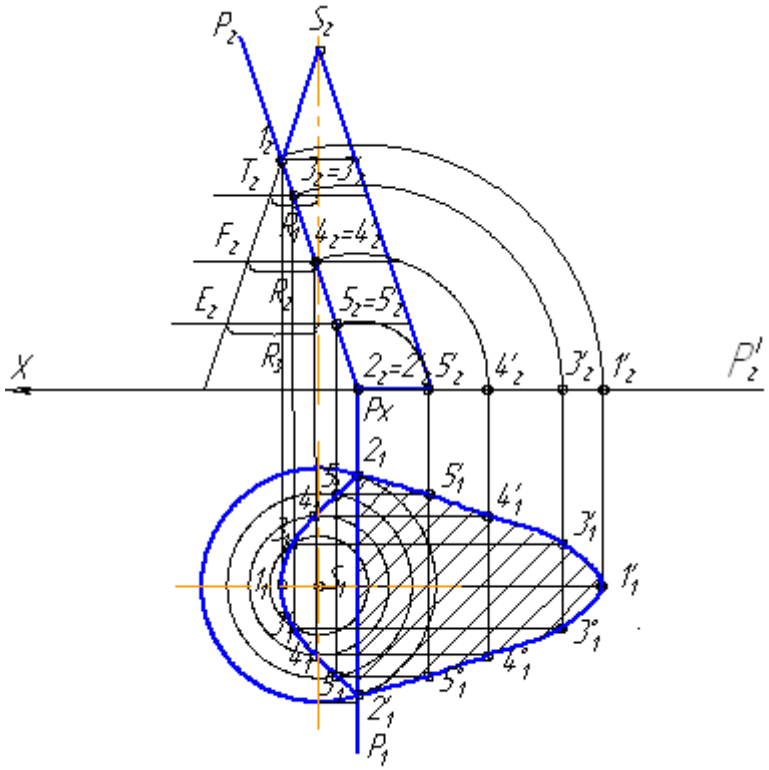


Рисунок 5.13. Сечение конуса плоскостью.

Секущая плоскость $P(P_1P_2)$ фронтально – проецирующая, одна проекция на чертеже уже есть и совпадает с собирательным следом P_2 плоскости P- это фронтальная проекция $1_2 2_2 3_2$.

Для построения второй проекции сечения необходимо определить его характерные точки. Плоскость Р пересекаясь с очерковой образующей конуса дает точку $1(1_2)$. Горизонтальную проекцию этой точки находим по линии проекционной связи (ЛПС). Плоскость Р пересекает основание конуса и дает две проекции точек 2 и 2`( $2_2$,$2_2$`), горизонтальные проекции этих точек находим по Л.П.С.

Трех точек не достаточно для построения второй проекции сечения, поэтому необходимо определить дополнительные точки, для чего вводим плоскости посредники Т, F, Е – горизонтальные уровня. Собирательный след плоскости Т – T_2 пересекает конус и в сечении получаем окружность радиусом R_1. Строим окружность этого радиуса на горизонтальной проекции конуса. Тот же след T_2 пересекаясь со следом P_2 дает пару точек 3_2, 3_2`. Горизонтальные проекции этих точек находим по Л.П.С., они будут располагаться на окружности радиусом R_1.Аналогично находим проекции точек 4,5.Найденые горизонтальные проекции точек контура сечения соединяют по лекалу.

Натуральную величину сечения находим методом совмещения плоскости Р (Р1;Р2) с горизонтальной плоскостью проекций П1.Для этого за ось вращения принимаем горизонтальный след Р1 и поворачиваем нашу плоскость до полного совмещения с П1.Центр вращения Рх. У проецирующей плоскости следы всегда составляют угол 90°,поэтому Р2 разместили на оси Х (Р2').

Горизонтальные проекции точек $1_1 3_1 4_1 5_1$ будут перемещаться параллельно оси х до пересечения с Л.П.С от проекции (1_2; 3_2; 4_2; 5_2), при пересечении найдем проекции точек (1_1` $3_1$` 4_1` $5_1$`) в совмещенном положении. Т.к. проекции 2_2 и 2_2` совпадают с точкой схода следов Рх, их перемещения не произойдет.

Последовательно соединив найденные точки в совмещенном положении, получим натуральную величину сечения.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое поверхность?
2. Что называют многогранником?
3. Какие многогранники вы знаете?
4. Как образуется поверхность называемая кинематической?
5. Что такое образующая линия поверхности?
6. В чем различие между линейчатой и не линейчатой поверхностями?
7. Что называется поверхностью вращения?
8. Чем можно задать поверхность вращения?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.** Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2012.
2. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012.
3. **Тарасов Б.Ф. и др.** Начертательная геометрия. Санкт - Петербург: Издательство «Лань», 2012.
4. **Чекмарев А.А.** Начертательная геометрия и черчение: Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.- М.: ВЛАДОС, 2012.

Дополнительная

1. **Балягин С.Н.** Черчение. – М.: Астрель, 2005. – 420 с.
2. **Виницкий И.Г.** Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1975. – 358 с.
3. **Кириллов А. Ф.** Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1987.

Лекция №6

АКСОНОМЕТРИЯ

6.1. Аксонометрические проекции. Коэффициенты искажения

Аксонометрические изображения широко применяются благодаря хорошей наглядности и простоте построений.

Слово «аксонометрия» в переводе с греческого означает измерение по осям. Аксонометрический метод может сочетаться и с параллельным, и с центральным проецированием при условии, что предмет проецируется вместе с координатной системой.

Сущность метода параллельного аксонометрического проецирования заключается в том, что предмет относят к некоторой системе координат и затем проецируют параллельными лучами на плоскость вместе с координатной системой.

На рис. 6.1 показана точка ***A***, отнесенная к системе прямоугольных координат **xyz**. Вектор ***S*** определяет направление проецирования на плоскость проекций $П^*$.

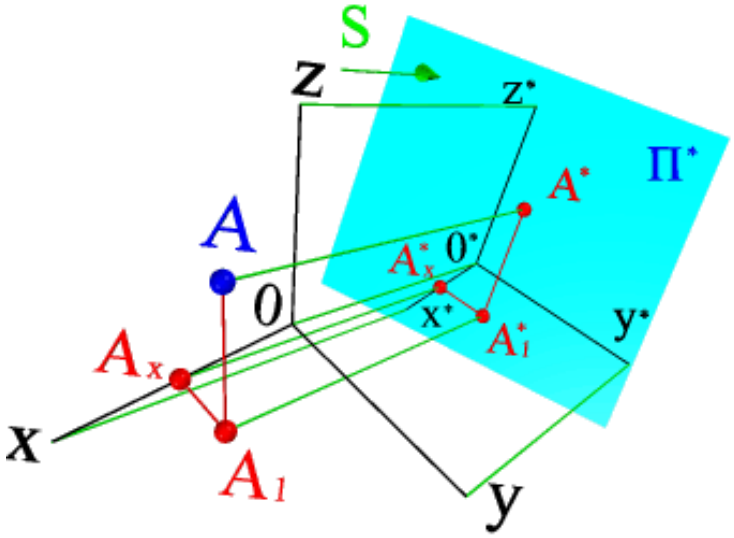


Рисунок 6.1. Сущность метода аксонометрического проецирования

Аксонометрическую проекцию A_1^* горизонтальной проекции точки A принято называть вторичной проекцией.

Искажение отрезков осей координат при их проецировании на $П'$ характеризуется так называемым коэффициентом искажения.

Коэффициентом искажения называется, отношение длинны проекции отрезка оси на картине к его истинной длине.

Так по оси x^* коэффициент искажения составляет ***u=0*x*/0x***, а по оси **y*** и **z*** соответственно **υ=0*y*/0y** и **ω=0*z*/0z**.

В зависимости от отношения коэффициентов искажения аксонометрические проекции могут быть:

Изометрическими, если коэффициенты искажения по всем трем осям равны между собой. В этом случае **u=υ=ω**. Где **u** – коэффициент искажения по оси x^*, **υ** – коэффициент искажения по оси **y*, ω** – коэффициент искажения по оси **z*.**

Диметрическими, если коэффициенты искажения по двум любым осям равны между собой, а по третьей – отличается от первых двух. В этом случае **u=ω≠υ.**

Триметрическими, если все три коэффициента искажения по осям различны.

Аксонометрические проекции различаются также и по тому углу **φ**, который образуется проецирующим лучом с плоскостью проекций. Если $\varphi \neq 90^o$, то аксонометрическая проекция называется ***косоугольной***, а если $\varphi = 90^o$ – прямоугольной.

Основная теорема аксонометрии (теорема Польке)

Рассмотрев общие сведения об аксонометрических проекциях, можно сделать следующие выводы:

– аксонометрические чертежи обратимы;

– аксонометрическая и вторичная проекции точки вполне определяют её положение в пространстве.

Аксонометрические проекции обратимы, если известна аксонометрия трех главных направлений измерений фигуры и коэффициенты искажения по этим направлениям.

Аксонометрические проекции фигуры являются её проекциями на плоскости произвольного положения при произвольно выбранном направлении проецирования.

Очевидно, возможно и обратное. На плоскости можно выбрать произвольное положение осей с произвольными аксонометрическими масштабами.

В пространстве всегда возможно такое положение натуральной системы прямоугольных координат и такой размер натурального масштаба по осям, параллельной проекцией которых является данная аксонометрическая система.

Немецкий ученый Карл Польке (1810-1876) сформулировал основную теорему аксонометрии: ***три отрезка прямых произвольной длины, лежащих в одной плоскости и выходящих из одной точки под произвольными углами друг к другу, представляют параллельную проекцию трех равных отрезков, отложенных на координатных осях от начала.***

Согласно этой теореме, любые три прямые в плоскости, исходящие из одной точки и не совпадающие между собой, можно принять за аксонометрические оси. Любые отрезки произвольной длинны на этих прямых, отложенные от точки их пересечения, можно принять за аксонометрические масштабы. Эта система аксонометрических осей и масштабов является параллельной проекцией некоторой прямоугольной системы координатных осей и натуральных масштабов.

В практике построения аксонометрических изображений обычно применяют лишь некоторые определенные комбинации направлений аксонометрических осей и аксонометрических масштабов: прямоугольная изометрия и диметрия, косоугольная фронтальная диметрия, кабинетная проекция и др.

6.2. Стандартные аксонометрические проекции

Согласно ГОСТ 2.317-69, из прямоугольных аксонометрических проекций рекомендуется применять прямоугольную ***изометрию*** и ***диметрию***.

Между коэффициентами искажения и углом **φ**, образованным направлением проецирования и картинной плоскостью, существует следующая зависимость:

$$u^2+\upsilon^2+\omega^2=2+ctq^2\varphi,$$

если $\varphi=90^o$, то $u^2+\upsilon^2+\omega^2=2,$

В изометрии $u=\upsilon=\omega$ и, следовательно, $3u^2=2,$ откуда $u=\sqrt{2/3} \approx 0{,}82.$

Таким образом, в прямоугольной изометрии размеры предмета по всем трем измерениям сокращаются на 18 %. ГОСТ рекомендует изометрическую проекцию строить без сокращения по осям координат (рис. 6.2), что соответствует увеличению изображения против оригинала в 1,22 раза.

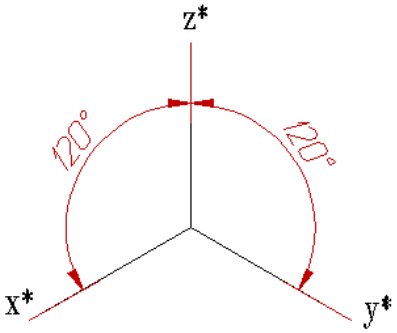


Рисунок 6.2. Расположение осей в изометрии

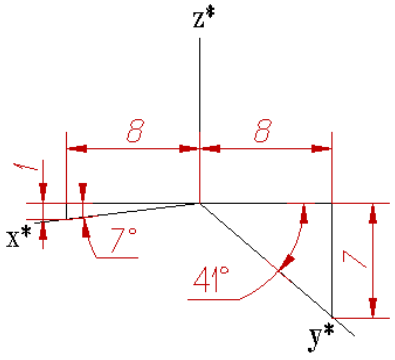


Рисунок 6.3. Расположение осей в диметрии

При построении прямоугольной диметрической проекции сокращение длин по оси **y*** (рис. 6.3) принимают вдвое больше, чем по двум другим, т.е. полагают, что

u=ω, а **υ=0,5u.**

Тогда $\mathbf{2u^2+(0,5u)^2=2,}$ откуда $\mathbf{u^2=8/9}$ и **u≈0,94**, а **υ=0,47**.

В практических построениях от таких дробных коэффициентов обычно отказываются, вводя масштаб увеличения, определяемый соотношением 1/0,94=1,06 и тогда коэффициенты искажения по осям **x*** и **z*** равны единице, а по оси **y*** вдвое меньше υ=0,5.

Из косоугольных аксонометрических проекций ГОСТом предусмотрено применение фронтальной и горизонтальной изометрии и фронтальной диметрии (последнюю ещё называют кабинетной проекцией).

6.3. Окружность в аксонометрии

При параллельном проецировании окружности на какую-нибудь плоскость ***П**** получаем ее изображение в общем случае в виде эллипса (рис. 6.4).

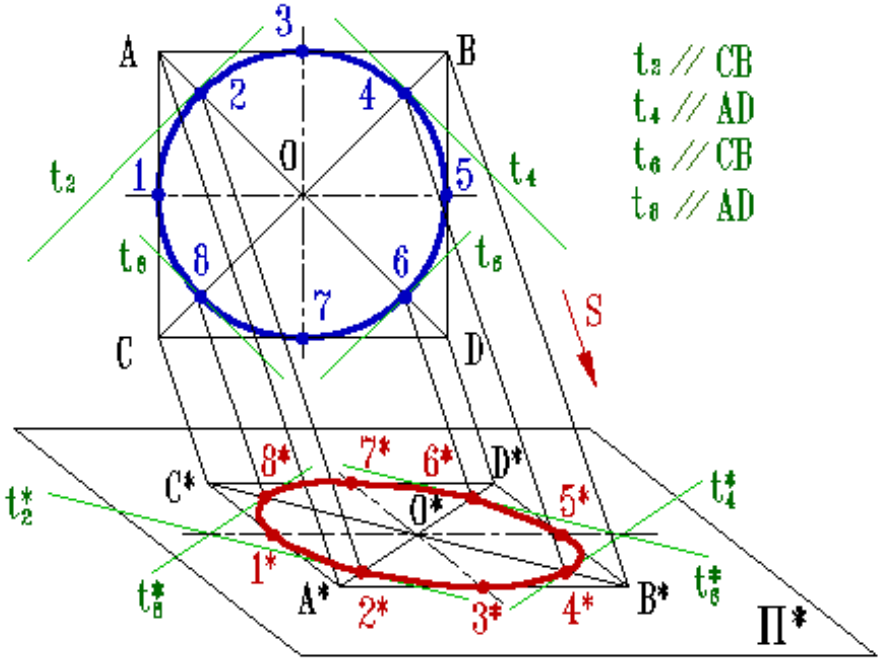


Рисунок 6.4. Проецирование окружности на плоскость

Как бы ни была расположена плоскость окружности, сначала целесообразно построить параллелограмм ***A*B*C*D**** – параллельную проекцию квадрата ***ABCD***, описанного около данной окружности, а затем с помощью восьми точек и восьми касательных вписать в него эллипс.

Точки ***1, 3, 5*** и ***7*** – середины сторон параллелограмма. Точки ***2, 4, 6*** и ***8*** расположены на диагоналях так, что каждая из них делит полудиагональ в соотношении 3:7.

Действительно, на основании свойств параллельного проецирования можно записать, что ***A2/1O=A*2*/2*O*,*** Но ***A1/1O=(r√2-r)/r≈3/7***.

Из восьми касательных к эллипсу первые четыре – это стороны параллелограмма, а остальные t_2, t_4, t_6 и t_8– прямые, параллельные его диагоналям. Так касательная t_2^* к эллипсу параллельна диагонали ***C*D****, Объясняется это тем, что t_2^* и ***C*D**** являются проекциями двух параллельных прямых t_2 и ***CD***.

Графические построения, предшествующие вычерчиванию самого эллипса, целесообразно выполнять в следующей последовательности (рис. 6.5):

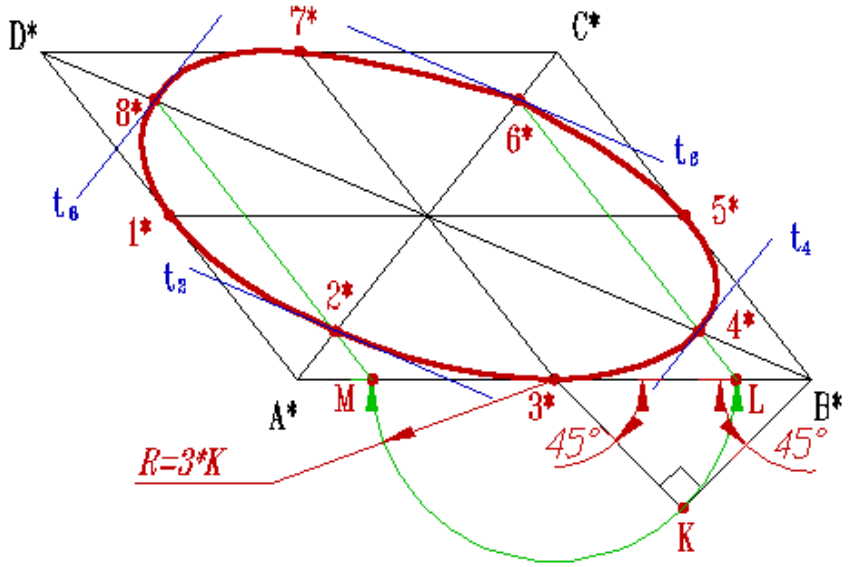


Рисунок. 6.5. Построение эллипса

1. Построить аксонометрическую проекцию квадрата - параллелограмм ***A*B*C*D**** и провести диагонали ***A*C**** и ***B*D****.
2. Отметить середины сторон параллелограмма – точки ***1****, ***3****, ***5**** и ***7****.
3. На отрезке ***3*B****, как на гипотенузе, построить прямоугольный равнобедренный треугольник ***3*KB****.
4. Из точки ***3**** радиусом ***3*K*** описать полуокружность, которая пересечет ***A*B**** в точках ***L*** и ***M***; эти точки делят отрезок ***3*A**** и равный ему отрезок ***3*B**** в отношении 3:7.
5. Через точки ***L*** и ***M*** провести прямые параллельные боковым сторонам параллелограмма, и отметить точки ***2****, ***4****, ***6**** и ***8**** расположенные на диагоналях.
6. Построить касательные к эллипсу в найденных точках. Касательных t_2 и t_6 параллельны ***BD,*** а касательных t_4 и t_8 параллельны ***AC***.
7. Получив восемь точек и столько же касательных, можно с достаточной точностью вычертить эллипс.

ГОСТ 2.317–69 определяет положение окружностей, лежащих в плоскостях, параллельных плоскостям проекций для прямоугольной изометрической проекции (рис. 6.6) и для прямоугольной диметрии (рис. 6.7).

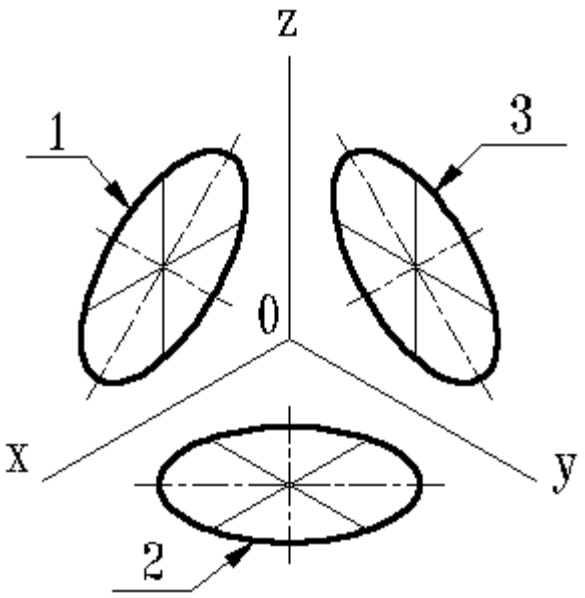


Рисунок 6.6. Изометрические проекции окружностей, расположенных в плоскостях параллельных плоскостям проекций

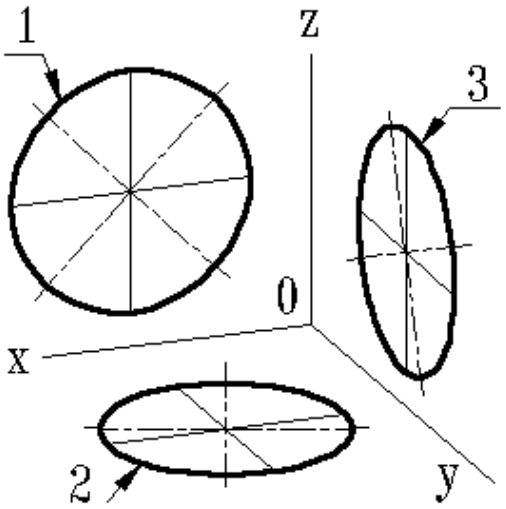


Рисунок 6.7. Диметрические проекции окружностей, расположенных в плоскостях параллельных плоскостям проекций

Если изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям ***x, y, z***, то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна 1,22; а малая ось – 0,71 диаметра окружности.

Если изометрическую проекцию выполняют с искажением по осям ***x, y, z***, то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна диаметру окружности; а малая – 0,58 диаметра окружности.

Если димметрическую проекцию выполняют без искажения по осям ***x*** и ***z*** то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна 1,06 диаметра окружности; а малая ось эллипса 1 – 0,95; эллипсов 2 и 3 – 0,35 диаметра окружности.

Если диметрическую проекцию выполняют с искажения по осям ***x*** и ***z,*** то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна диаметру окружности; а малая ось эллипса 1 – 0,9; эллипсов 2 и 3 – 0,33 диаметра окружности.

1 – эллипс (большая ось расположена под углом 90^0 к оси ***y***); 2 – эллипс (большая ось расположена под углом 90^0 к оси ***z***); 3 – эллипс (большая ось расположена под углом 90^0 к оси ***x***).

6.4. Построение аксонометрических изображений

Переход от ортогональных проекций предмета к аксонометрическому изображению рекомендуется осуществлять в такой последовательности (рис. 6.8):

1. На ортогональном чертеже размечают оси прямоугольной системы координат, к которой и относят данный предмет. Оси ориентируют так, чтобы они допускали удобное измерение координат точек предмета. Например, при построении аксонометрии тела вращения одну из координатных осей целесообразно совместить с осью тела.
2. Строят аксонометрические оси с таким расчетом, чтобы обеспечить наилучшую наглядность изображения и видимость тех или иных точек предмета.

3. По одной из ортогональных проекций предмета чертят вторичную проекцию.
4. Создают аксонометрическое изображение, для наглядности делают вырез четверти.

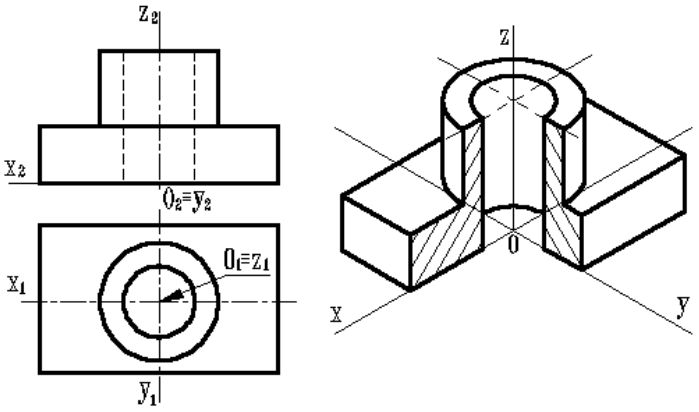
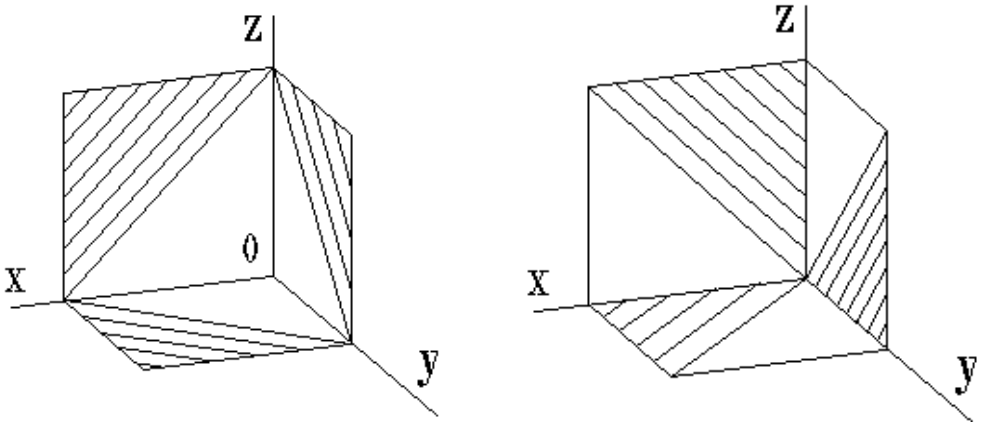


Рисунок 6.8. Построение аксонометрического изображения

ГОСТ 2.317–69 определяет условности и способы нанесения размеров при построении аксонометрического изображения, основное внимание следует обратить на следующие из них:

1. Линии штриховки сечения в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 6.9).



Риунок. 6.9 Штриховка в аксонометрии

2. При нанесении размеров выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии – параллельно измеряемому отрезку.
3. В аксонометрических проекциях спицы маховиков и шкивов, ребра жесткости и подобные элементы штрихуют.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается способ аксонометрического проецирования?
2. Назовите виды аксонометрических проекций.
3. Как располагаются координатные оси в изометрии?
4. Как располагаются координатные оси в диметрии?

4. Что называется коэффициентами искажения?
5. Каковы коэффициенты искажения в изометрии?
6. Каковы коэффициенты искажения в диметрии?
7. В виде чего изображаются окружности в аксонометрии?
8. Чему равны размеры большой и малой осей эллипса в изометрии?
9. Чему равны размеры большой и малой осей эллипса в диметрии?
10. Как производиться переход от прямоугольных координат к аксонометрическим?
11. Как наносят штриховку сечения в аксонометрических проекциях?
12. Выполняют ли в аксонометрических проекциях штриховку спиц маховиков и шкивов, рёбер жесткости и подобных им элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.** Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2012.
2. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012.
3. **Тарасов Б.Ф. и др.** Начертательная геометрия. Санкт - Петербург: Издательство «Лань», 2012.
4. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение: Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.- М.: ВЛАДОС, 2012.

Дополнительная

1. **Балягин С.Н.** Черчение. – М.: Астрель, 2005. – 420 с.
2. **Виницкий И.Г.** Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1975. – 358 с.
3. **Кириллов А. Ф.** Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1987.

Лекция №7

ЕСКД – ОСНОВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ. ГОСТ 2.305 – 68

7.1. ЕСКД – основа машиностроительного черчения

Основой организации производства является техническая документация, в состав которой входят текстовые и графические документы. Разработка и применение общих правил выполнения этой документации являются предметами стандартизации.

Свод правил или требований, относящихся к определенному виду деятельности или производства, называется ***стандартом*.**

Существуют стандарты предприятий (СТП), отрасли (ОСТ) и государственные (ГОСТ).

Комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные нормы и правила по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, изготовлении, эксплуатации, ремонте и др.), **называют единой системой конструкторской документации (ЕСКД).**

ЕСКД – основа машиностроительного черчения. Стандарты ЕСКД распространяются на все виды конструкторских документов, нормативно-техническую и технологическую документацию, научно-техническую и учебную литературу, в той части, в которой они могут быть для них применимы. Внутри ЕСКД стандарты объединяются по группам, которым присвоен цифровой код и наименование.

0 – Общие положения.

1 – Основные положения.

2 – Классификация и обозначение изделий и конструкторских документов.

3 – Общие правила выполнения чертежей.

4 – Правила выполнения чертежей различных изделий.

5 – Правила изменения и обращения конструкторской документации.

6 – Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации.

7 – Правила выполнения схем.

8 – Правила выполнения документов при макетном методе проектирования.

9 – Прочие стандарты.

Внутри каждой группы стандарту присваивается порядковый номер и указывается год его регистрации. Всему классу стандартов ЕСКД присвоен код 2. Таким образом, обозначение конкретного стандарта, например, по видам и комплектности конструкторских документов имеет вид: ГОСТ 2.102 – 68, где

ГОСТ – индекс категории стандарта (государственный);

2 – код ЕСКД;

1 – номер классификационной группы стандартов (основные положения);

02 – порядковый номер стандарта в группе 1;

68 – две последние цифры года регистрации стандарта.

Это обозначение сопровождается наименованием стандарта в группе, например, ГОСТ 2.102 – 68 «Виды и комплектность конструкторских документов».

Знакомство с терминологией, с основными понятиями, определениями и положениями стандартов ЕСКД создает ту базу, которая совершенно необходима для понимания

цели и последовательности изучения предлагаемых вопросов, для осознанного освоения процесса разработки и чтения конструкторской документации.

7.2. ГОСТ 2.305 – 68 «Изображения – виды, разрезы, сечения»

Правила изображения предметов (изделий, сооружений и их составных элементов) на чертежах всех отраслей промышленности и строительства устанавливает ГОСТ 2.305 – 68 «Изображения – виды, разрезы, сечения».

Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного (ортогонального) проецирования на плоскость. При этом предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Следует обратить внимание на различие, существующее между изображением и проекцией предмета. Не всякое изображение является проекцией предмета. Между предметом и его проекцией существует взаимно однозначное точечное соответствие, которое состоит в том, что каждой точке предмета соответствует определенная точка на проекции и наоборот.

При построении изображений предметов стандарт допускает применение условностей и упрощений, вследствие чего указанное соответствие нарушается. Поэтому получающиеся при проецировании предмета фигуры называют не проекциями, а изображениями. В качестве основных плоскостей проекций принимают грани пустотелого куба, в который мысленно помещают предмет и проецируют его на внутренние поверхности граней. Грани совмещают с плоскостью, как показано на рис. 7.1.

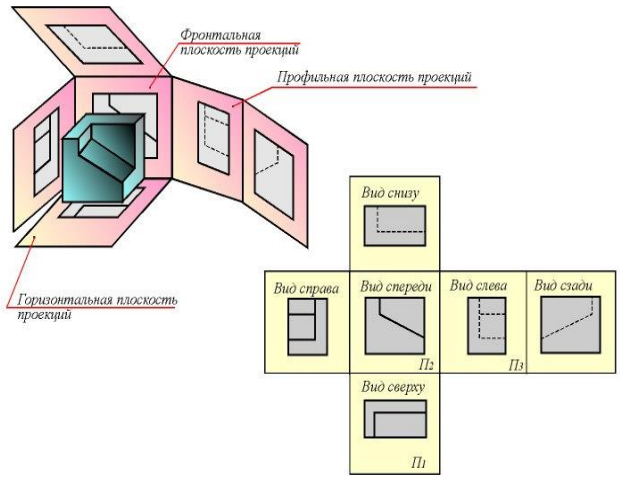


Рисунок 7.1. Основные виды

Изображение на фронтальной плоскости принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения.

7.3. Виды

ВИД – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности при помощи штриховых линий. Однако следу-

ет иметь в виду, что наличие большого количества штриховых линий затрудняет чтение чертежа, поэтому их использование должно быть ограничено.

Виды разделяются на основные, местные и дополнительные.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ – изображения, получаемые на основных плоскостях проекций – гранях куба (рис. 7.1):

1 – вид спереди (главный вид);
2 – вид сверху;
3 – вид слева;
4 – вид справа;
5 – вид снизу;
6 – вид сзади.

Название видов на чертежах не надписываются, если они расположены, как показано на рис. 7.1, т.е. в проекционной связи. Если же виды сверху, слева и справа не находятся в проекционной связи с главным изображением, то они отмечаются на чертеже надписью по типу «А». Направление взгляда указывается стрелкой, обозначаемой прописной буквой русского алфавита. Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.

МЕСТНЫЙ ВИД – изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета на одной из основных плоскостей проекций. Местный вид можно располагать на любом свободном месте чертежа, отмечая надписью типа «А», а у связанного с ним изображения предмета должна быть, поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (рис. 7.2).

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере, или не ограничен (рис. 7.2).

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВИДЫ – изображения, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций. Применяются в тех случаях, если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров.

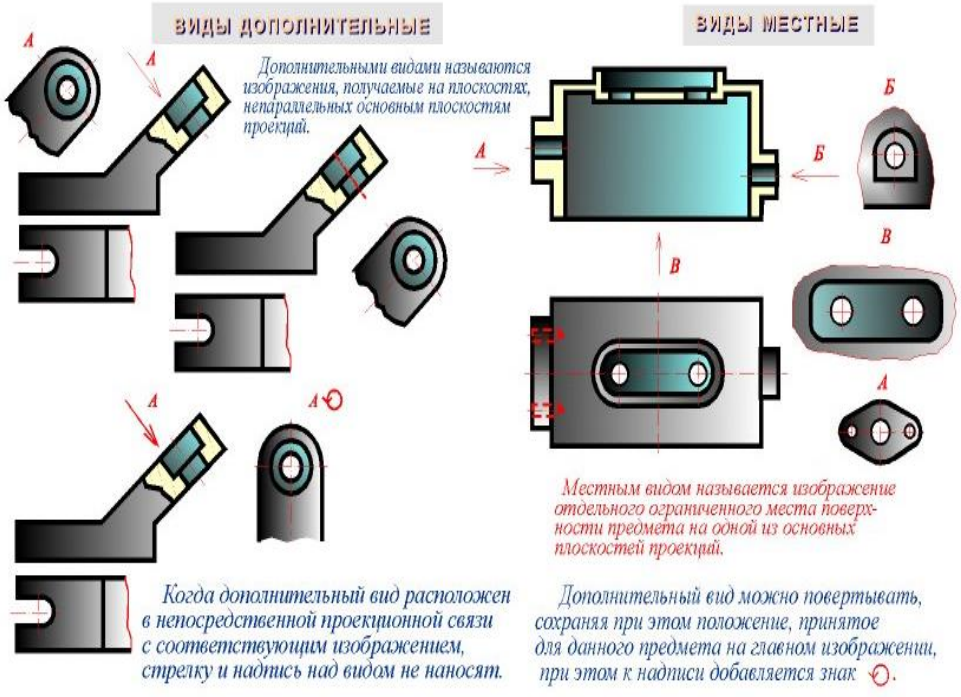


Рисунок 7.2. Дополнительные и местные виды

Дополнительный вид отмечается на чертеже надписью типа «А» (рис. 7.2), а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставится стрелка с соответствующим буквенным обозначением (стрелка А, рис. 7.2), указывающая направление взгляда. Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят (рис. 7.2). Дополнительный вид можно повернуть, сохраняя при этом положение, принятое для данного предмета на главном изображении. При этом к надписи «А» добавляется знак «повернуто» © (рис. 7.2).

Основные, местные и дополнительные виды служат для изображения формы внешних поверхностей предмета. Удачное их сочетание позволяет избежать штриховых линий или свести их количество до минимума.

7.4. Сечения

Выявление формы внутренних поверхностей предмета при помощи штриховых линий значительно затрудняет чтение чертежа, создает предпосылки для неправильного его толкования, усложняет нанесение размеров и условных обозначений.

Поэтому для выявления внутренней (невидимой) конфигурации предмета применяют условные изображения – сечения и разрезы.

СЕЧЕНИЕМ называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями (рис. 7.3). На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (рис. 7.3).

Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения.

Сечения делятся на:

1) **Входящие в состав разреза.**

2) **Не входящие в состав разреза.**

Не входящие в состав разреза делятся на:

1) **Вынесенные** (рис. 7.3)

2) **Наложенные** (рис. 7.3).

Вынесенные сечения, являются предпочтительными. Их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 7.3), на продолжении следа секущей плоскости при симметричной фигуре сечения, на любом месте поля чертежа, а также с поворотом (рис. 7.3).

Обозначение сечений

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяют разомкнутую линию со стрелками указывающими направление взгляда и обозначают секущую плоскость одинаковыми прописными буквами русского алфавита. Сечение сопровождается надписью по типу А-А (рис. 7.4). Соотношение размеров стрелок и штрихов разомкнутой линии должны соответствовать рис. 7.4.

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур изображения (рис. 7.3).

Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и как правило без пропусков. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел приблизительно в два раза. Буквенное обозначение располагают параллельно основной надписи, независимо от положения секущей плоскости.

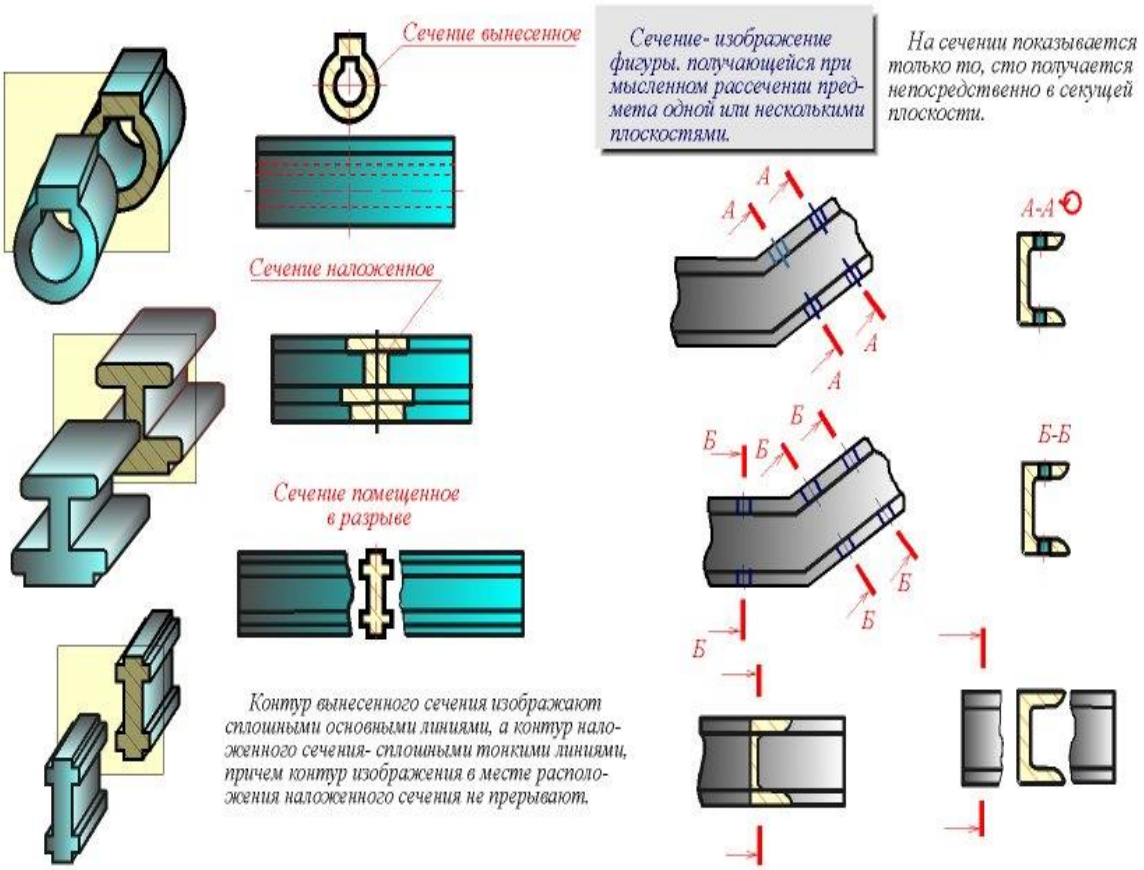


Рисунок 7.3. Сечения

ОБОЗНАЧЕНИЕ СЕЧЕНИЙ(РАЗРЕЗОВ)

ОБЬЕКТ ОБОЗНАЧЕНИЯ	СПОСОБ ОБОЗНАЧЕНИЯ	
Положене секущей плоскости и направление взгляда	А А Б Б В В	
Сечение (разрез)	А-А	А-А (2:1)
Сечение (разрез) с поворотом	А-А	А-А (5:1)

ОБОЗНАЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ РАЗРЕЗОВ

Тип разреза	Указание положенния секущих плоскостей и направление взгляда	Обозначение разреза
Ступенчатый	А А След 1-й секущей плоскости След 2-й секущей плоскости	А - А
Ломаный	Б Б След 2-й секущей плоскости След 1-й секущей плоскости	Б - Б

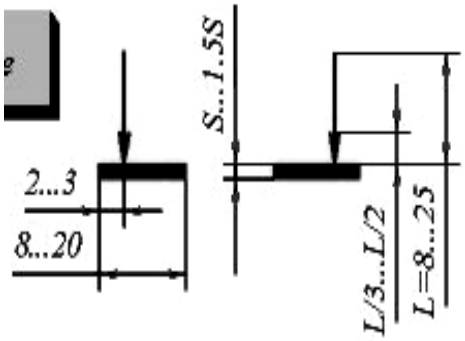


Рисунок 7.4. Обозначение сечений и разрезов

В случаях, подобных указанным на рис. 7.3, при симметричной фигуре линию сечения не проводят и сечение надписью не сопровождают.

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (рис. 7.3), или наложенных, линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают. Для нескольких одинаковых сечений одного и того же предмета линии сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение (рис. 7.3). Если при этом секущие плоскости направлены под разными углами, то знак «повернуто» © не наносят.

Выполнение сечений

Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками (рис. 7.3).

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 (рис. 7.3).

Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией. На чертеже сечения выделяют штриховкой. Вид ее зависит от графического обозначения материала детали и должен соответствовать ГОСТ 2.306 – 68.

Металлы и твердые сплавы в сечениях обозначают наклонными параллельными линиями штриховки, проведенными под углом 45^{o} к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа.

Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом 45^{o}, совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45^{o}, следует брать угол 30 или 60^{o}.

Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали.

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 7.3).

Если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы.

7.5. Разрезы

РАЗРЕЗОМ называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (рис. 7.5). Таким образом, разрез состоит из **сечения** (рис. 7.5, элемент «а») и **вида** части предмета, расположенной за секущей плоскостью (рис. 7.5, элемент «б»).

Классификация разрезов

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы (рис. 7.6) подразделяются на:

а) **простые** – при одной секущей плоскости;

б) **сложные** – при нескольких секущих плоскостях.

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

а) **горизонтальные** – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;

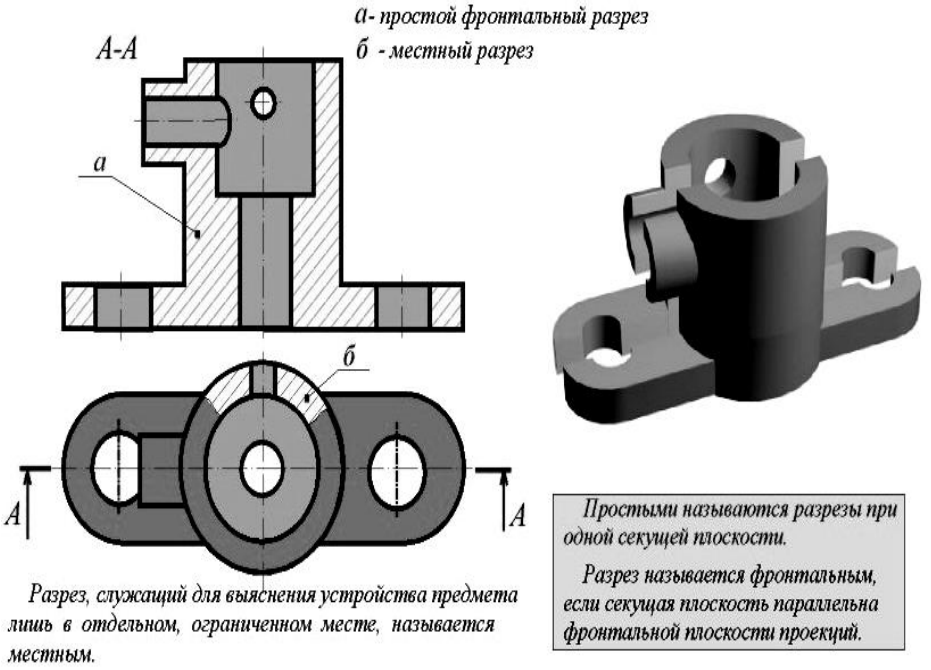


Рисунок 7.5. Разрезы

б) **вертикальные** – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;

в) **наклонные** – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Вертикальные разрезы называются:

а) **фронтальными**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций;

б) **профильными**, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

Сложные разрезы разделяются на:

а) **ступенчатые**, если секущие плоскости параллельны (ступенчатые горизонтальные, ступенчатые фронтальные);

б) **ломаные**, если секущие плоскости пересекаются.

Разрезы называются:

а) **продольными**, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (рис. 7.7);

б) **поперечными**, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета (рис. 7.7).

Разрезы, служащие для выяснения устройства предмета лишь в отдельных, ограниченных местах, называются **местными** (рис. 7.8).

Обозначение простых разрезов

Положение секущей плоскости, направление взгляда и сам разрез обозначают в соответствии с табл. (рис. 7.4).

Положение секущей плоскости не отмечают и разрез надписью не сопровождают, если одновременно выполняются три условия:

а) секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом;

б) разрез расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением;

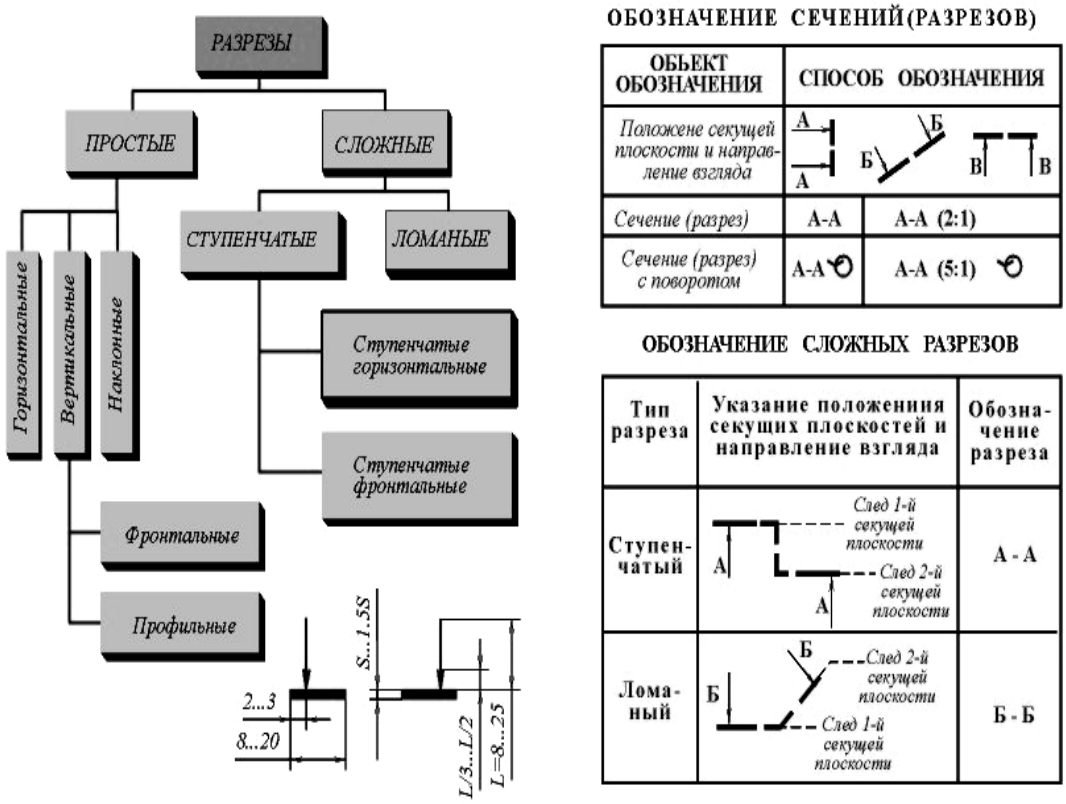


Рисунок 7.6. Классификация разрезов

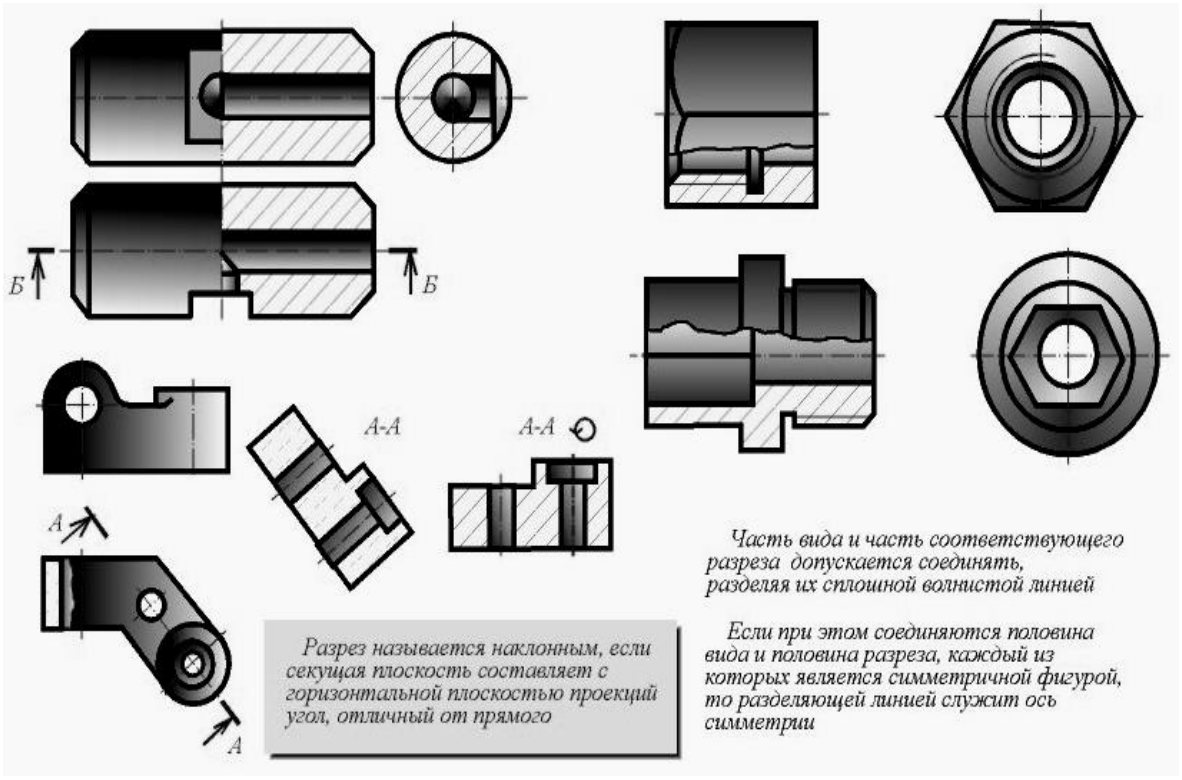


Рисунок 7.7. Продольный и поперечный разрезы

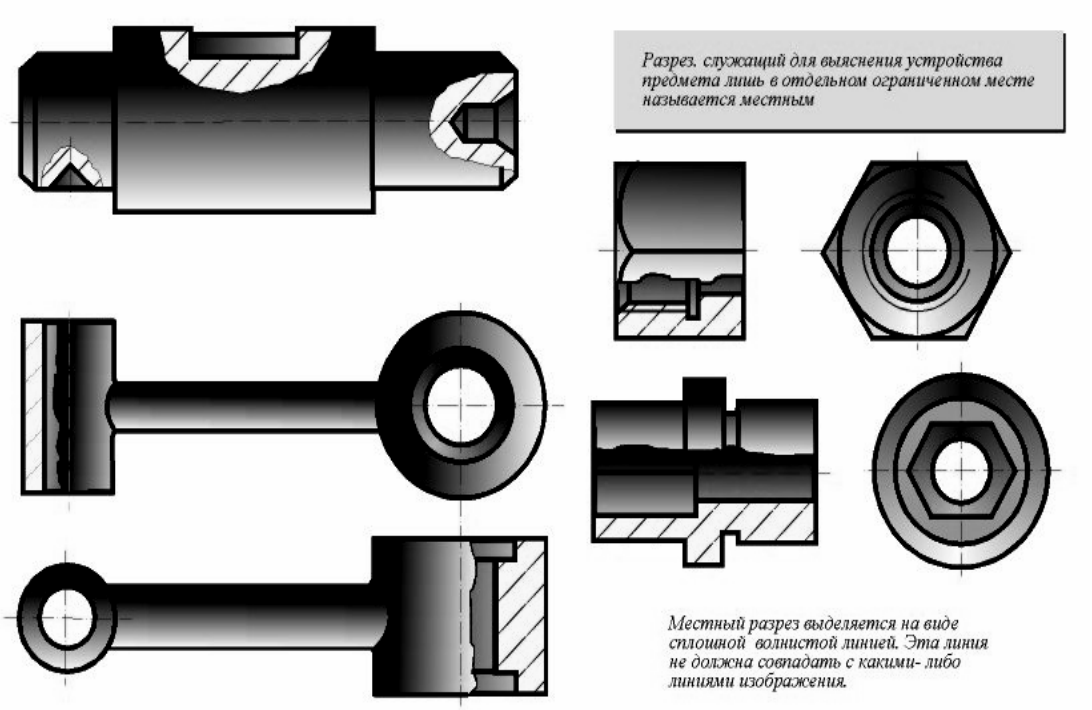


Рисунок 7.8. Местный разрез

в) разрез является горизонтальным, фронтальным или профильным (рис. 7.7).

Вертикальный разрез, когда секущая плоскость непараллельна фронтальной или профильной плоскостям проекций, а также наклонный разрез, допускается выполнять с поворотом до положения, соответствующего принятому для данного предмета на главном изображении. В этом случае к обозначению должен быть добавлен знак «повернуто» ©, как показано на рис. 7.7.

Выполнение простых разрезов

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (рис. 7.7).

Местные разрезы выделяются на виде сплошными волнистыми линиями. Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения (рис. 7.8).

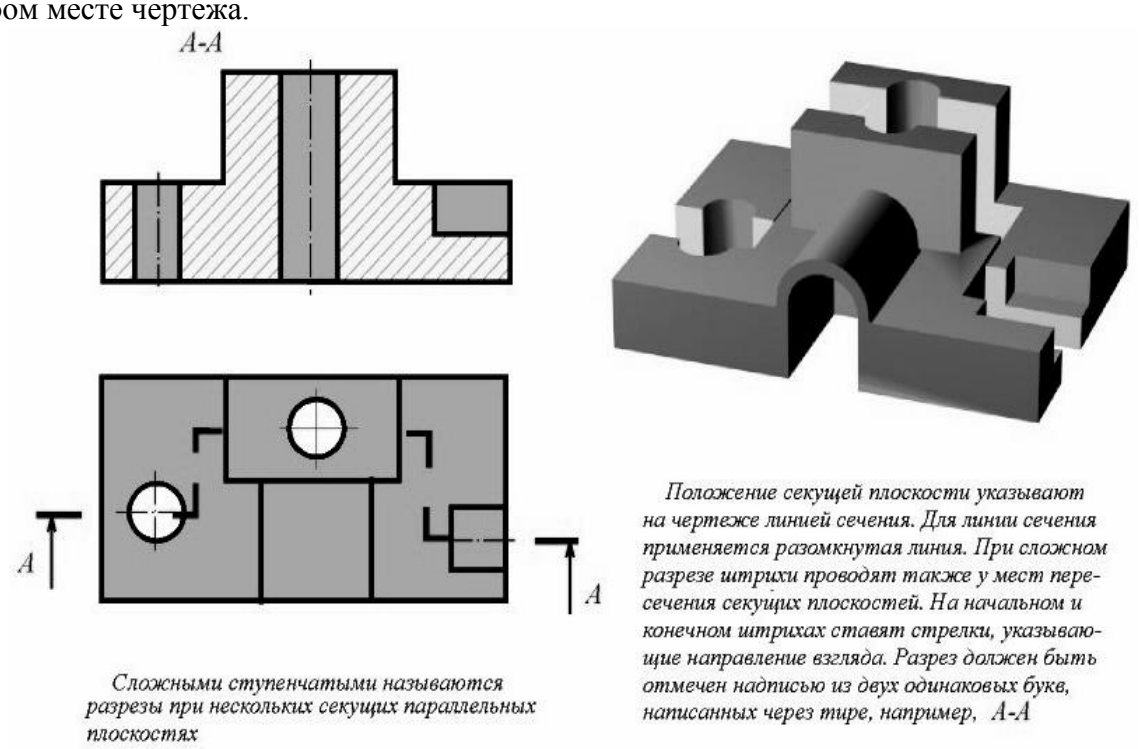
Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 7.8). Она не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

Если при этом соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис. 7.7, Б-Б). Нельзя соединять половину вида с половиной разреза, если какая-либо линия изображения совпадает с осевой (например, ребро). В этом случае соединяют большую часть вида с меньшей частью разреза (рис. 7.7, справа) или большую часть разреза с меньшей частью вида.

Допускается разделение разреза и вида штрихпунктирной тонкой линией, совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если она представляет тело вращения (рис. 7.7, Б-Б). При соединении половины вида с половиной соответствующего разреза, разрез располагают справа от вертикальной оси и снизу от горизонтальной.

Выполнение сложных разрезов

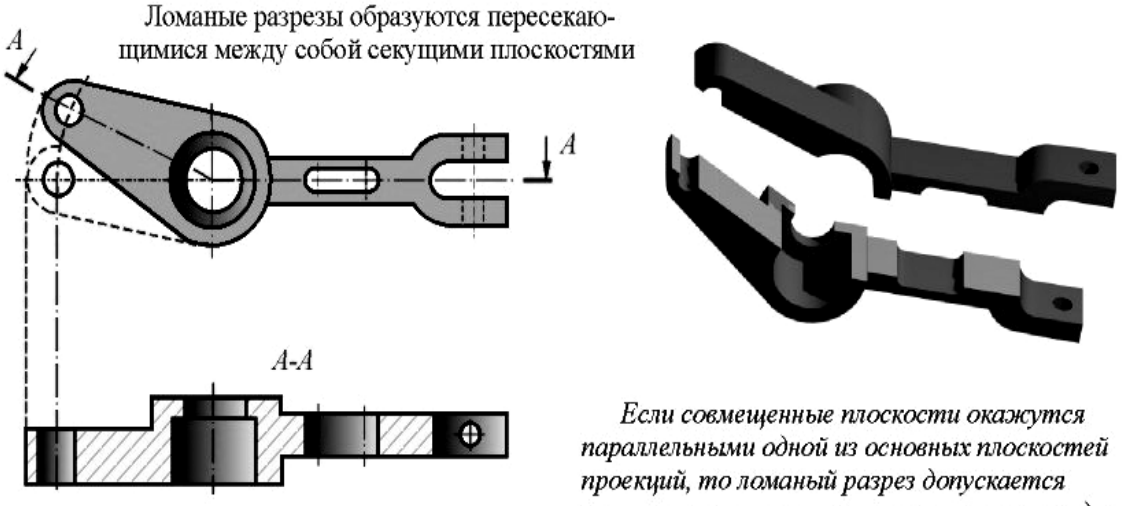
Фигуры сечения, полученные различными секущими плоскостями сложного разреза, не разделяют одну от другой никакими линиями (рис. 7.9 и рис. 7.10). Сложный ступенчатый разрез помещают на месте соответствующего основного вида (рис. 7.9) или в любом месте чертежа.



Сложными ступенчатыми называются разрезы при нескольких секущих параллельных плоскостях

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяется разомкнутая линия. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей. На начальном и конечном штрихах ставят стрелки, указывающие направление взгляда. Разрез должен быть отмечен надписью из двух одинаковых букв, написанных через тире, например, А-А

Рисунок 7.9. Сложный ступенчатый разрез



При ломаных разрезах секущие плоскости условно повертывают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда.

Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида.

При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение.

Рисунок 7.10. Сложный ломаный разрез

При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда. Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (рис. 7.10).

При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение.

Допускается соединение ступенчатого разреза с ломаным в виде одного сложного разреза.

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.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие правила устанавливают стандарты ЕСКД?
2. Что входит в обозначение стандарта ЕСКД?
3. На какое количество классификационных групп распределены стандарты ЕСКД? Назовите эти группы.
4. Что называют видом? Какие виды вы знаете?
5. Какие основные виды могут быть выполнены на чертеже?
6. Как оформляют изображения называемые видом?
7. Какая разница между основным и дополнительным видом?
8. Какие элементы деталей на продольных разрезах не заштриховывают?
9. Что называется сложным разрезом? Назовите виды сложных разрезов.
10. Какой разрез называется наклонным?
11. Что называется местным разрезом?
12. В чем заключается особенность выполнения разрезов на симметричных изображениях?
13. Какая разница между разрезом и сечением?
14. Назовите виды сечений?
15. В каком случае на разрезах не отмечают положения секущей плоскости и не сопровождают разрез надписью?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.** Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2012.
2. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012.
3. **Тарасов Б.Ф. и др.** Начертательная геометрия. Санкт - Петербург: Издательство «Лань», 2012.
4. **Чекмарев А.А.** Начертательная геометрия и черчение: Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.- М.: ВЛАДОС, 2012.

Дополнительная

1. **Балягин С.Н.** Черчение. – М.: Астрель, 2005. – 420 с.
2. **Виницкий И.Г.** Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1975. – 358 с.
3. **Вяткин Г.П.** Машиностроительное черчение. – М.: Высшая школа, 1985.
4. **Кириллов А. Ф.** Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1987.

Лекция №8

ГОСТ 2.306 – 68. ГОСТ 2.307 – 68

8.1. Обозначение графических материалов и правила их нанесения на чертежах

ГОСТ 2.306 – 68 «Обозначение графических материалов и правила их нанесения на чертежах» устанавливает графические обозначения материалов в сечениях и на фасадах (видах), а также правила нанесения их на чертежи всех отраслей промышленности и строительства.

На изображениях разрезов и сечений материалы графически обозначаются штриховкой. Вид ее зависит от графического обозначения материала детали и должен соответствовать ГОСТ 2.306 – 68 (рис. 8.1).

Металлы и твердые сплавы в сечениях обозначают наклонными параллельными линиями штриховки, проведенными под углом 45⊕ к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа (рис. 8.1).

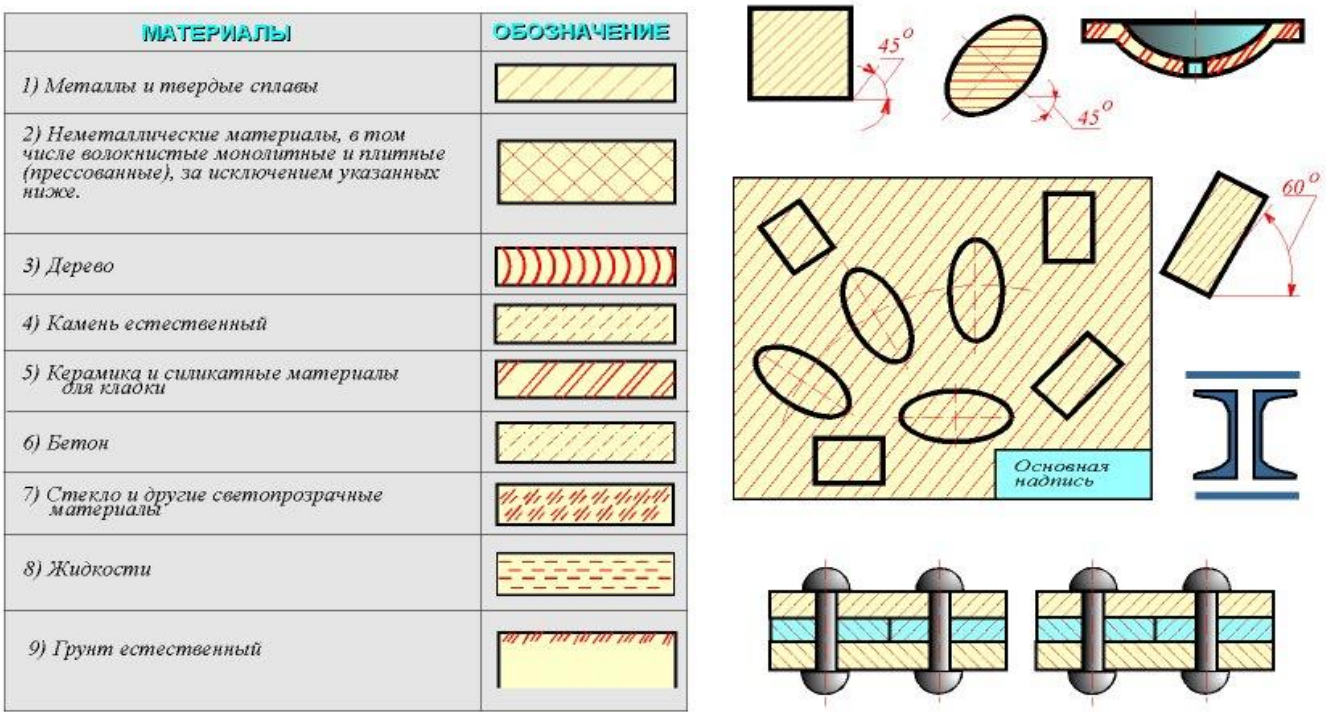


Рисунок 8.1. Графическое обозначение материалов в разрезах и сечениях

Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом 45⊕, совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45⊕ следует брать угол 30⊕ или 60⊕ (рис. 8.1).

Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, но, как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали, независимо от количества листов, на которых эти сечения расположены.

Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки (частота) должно быть, как правило, одинаковым для всех выполняемых в одном и том же масштабе се-

чений данной детали. Указанное расстояние должно быть от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений.

Узкие и длинные площади сечений (например, штампованных деталей), ширина которых на чертеже от 2 до 4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, а остальную площадь сечения – небольшими участками в нескольких местах (рис. 8.1).

Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными с оставлением просветов между смежными сечениями не менее 0,8 мм (рис. 8.1).

Для смежных сечений двух деталей следует брать наклон линий штриховки для одного сечения вправо, для другого – влево (встречная штриховка).

При штриховке «в клетку» для смежных сечений двух деталей расстояние между линиями штриховки в каждом сечении должно быть разным.

В смежных сечениях со штриховкой одинакового наклона и направления следует изменять расстояние между линиями штриховки (рис. 8.1) или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому, не изменяя угла их наклона.

8.2. Нанесение размеров и предельных отклонений на чертежах

Основанием для определения величины и изготовления изделия служат, ***числа*** указанные на чертеже. Эти числа называют ***размерными*** или ***геометрическими параметрами***. Очевидно, возникает задача выделения необходимых размеров изделия и установления правил нанесения их на чертеже. При этом нужно учитывать, что величина отдельного параметра может быть независимой или зависеть от системы отсчета, которая выбирается конструктором и называется ***базой***.

Краткие сведения о базах в машиностроении

Конструктивный элемент детали, от которого ведется отсчет размеров детали, называется ***базой***. Это может быть поверхность или линия (осевая, центровая).

Все многообразие поверхностей сводится к следующим четырем:

- **основные поверхности,** которыми определяется положение детали в изделии;
- **вспомогательные поверхности,** которые определяют положение присоединяемой детали относительно данной;
- **исполнительные поверхности,** с помощью которых деталь выполняет свое функциональное назначение;
- **свободные поверхности,** не имеющие соприкосновения с поверхностями других деталей.

В зависимости от назначения различают следующие базы:

- **конструкторские** - базы, используемые для определения положения элементов:

а) детали в детали;

б) детали в сборочной единице;

в) сборочной единицы в изделии;

- **технологические –** базы, используемые для определения положения заготовки или изделия при изготовлении или ремонте;
- **измерительные –** базы, используемые для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

Система простановки размеров

Выбор системы простановки размеров относится к одному из самых сложных этапов работы исполнителя. Объясняется это наличием большого числа совместно решаемых конструкторских и технологических задач. Основное условие, которое должно быть выполнено при этом – наибольшая простота процесса изготовления детали при наименьшей стоимости ее изготовления.

Системы простановки размеров от различных баз имеют свои особенности. **Система простановки размеров от конструкторских баз** отличается тем, что все размеры на чертеже проставляются от поверхностей, которые определяют положение детали в собранном и работающем механизме. В этом случае не связывают простановку размеров с вопросами изготовления детали.

Преимущества простановки размеров от конструкторских баз:

а) наличие на чертежах коротких размерных цепей, что повышает точность и качество изделия;

б) облегчение проверки, расчета и увязки размеров, как детали, так и всего изделия;

в) повышение срока годности чертежа, т.к. в нем не отражены требования часто меняющейся технологии.

Недостатки простановки размеров от конструкторских баз:

а) необходимость дополнительно готовить технологическую документацию для обработки детали, т.к. чертеж не отражает требований технологии;

б) рост числа контрольно-измерительных операций, т.к. заказчик принимает изготовленную деталь не по технологическому, а по конструкторскому чертежу.

Система простановки размеров от технологических баз характеризуется тем, что все размеры на чертеже проставляют от поверхностей, определяющих положение детали при обработке. В этом случае связывают простановку размеров с вопросами изготовления детали.

Преимущества простановки размеров от технологических баз:

а) в простановке размеров отражены производственные требования, что облегчает изготовление детали;

б) не требуется перечня размеров и допусков, т.е. отпадает необходимость в специальной технологической документации;

в) упрощается конструкция режущего и измерительного инструмента;

г) изготовление детали и контрольно-измерительные операции производятся по одному и тому же чертежу.

Недостатки простановки размеров от технологических баз:

а) некоторая осложненность в проверке и увязке размеров в детали и в изделии;

б) сокращение срока годности чертежа, т.к. необходима его корректировка при изменении технологии;

в) слабое отражение на чертеже конструктивных особенностей изделия.

Деталь может иметь несколько конструкторских баз (рис. 8.2), причем одну из них считают **основной**, а остальные – **вспомогательными.**

На рис. 8.2 (справа) дан пример правильного нанесения размеров, с введением для удобства простановки и измерения размеров, вспомогательной базы.

Обычно стремятся к тому, чтобы конструкторские базы были использованы в качестве технологических. Может быть применена комбинированная система простановки размеров: одна часть размеров проставляется от конструкторских баз, другая – от

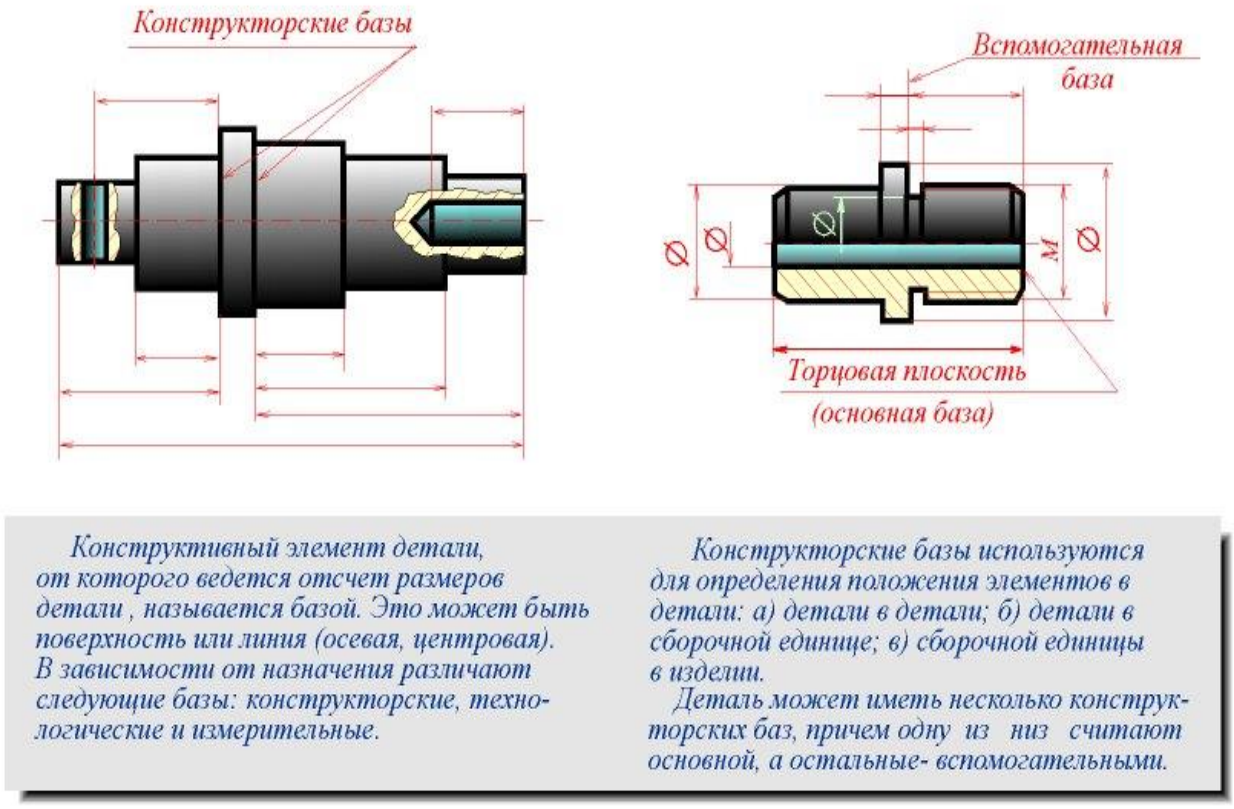


Рисунок 8.2. Правила нанесения размеров

технологических. Простановку размеров от конструкторских баз ограничивают. Наиболее полно удовлетворяет требованиям производства простановка размеров от технологических баз.

В учебной практике при выполнении эскизов с натуры чаще всего используют технологические базы, т.к. положение детали в изделии, как правило, неизвестно. На рис. 8.2 при нанесении размеров втулки в качестве основной технологической базы принят правый торец детали. Размеры нанесены так, что, пользуясь ими, легко изготовить деталь. Кроме основной базы, использованы также вспомогательные базы, позволяющие наиболее просто и точно проконтролировать размеры, заданные на чертеже.

Методы простановки размеров

ЦЕПНОЙ МЕТОД – размеры наносят по одной линии, цепочкой, один за одним (размеры $А_1$, $А_2$, $А_3$, $А_4$, $А_5$, $А_6$ на рис. 8.3); за технологическую базу принята торцовая поверхность вала. Метод характеризуется постепенным накоплением суммарной погрешности при изготовлении отдельных элементов детали. Значительная суммарная погрешность может привести к непригодности изготовленной детали.

КООРДИНАТНЫЙ МЕТОД – все размеры наносят от одной и той же базовой поверхности (размеры $Б_1$, $Б_2$, $Б_3$, $Б_4$, $Б_5$ и $Б_6$ на рис. 8.3). Этот метод отличается значительной точностью изготовления детали. При нанесении размеров этим методом необходимо учитывать повышение стоимости изготовления детали.

КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД – простановка размеров осуществляется цепным и координатным методами одновременно (рис. 8.3 справа). Этот метод более оптимален. Он позволяет изготовлять более точно те элементы детали, которые этого требуют.

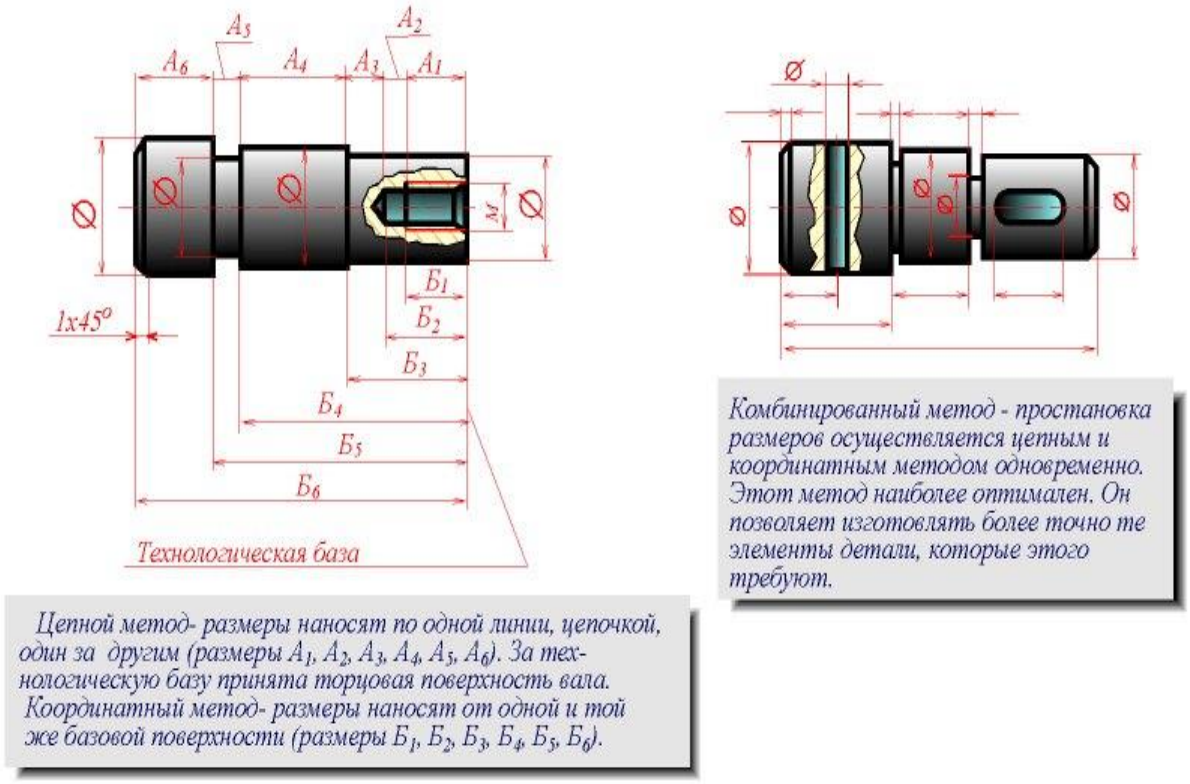


Рисунок 8.3. Методы простановки размеров на чертеже

Литейные базы. Базы механической обработки

Литейной (черновой) базой называют поверхность или ось, по которой производят первую операцию механической обработки.

Поверхностная черновая база представляет собой необрабатываемую поверхность достаточной протяженности, параллельную или перпендикулярную базе механической обработки, поверхности, обрабатываемой при первой механической операции. Конфигурация черновой базы должна обеспечивать удобное и устойчивое крепление детали при механической обработке; затяжка по базе не должна вызывать коробление литой заготовки. Для черновой базы нельзя использовать поверхность, подвергаемую механической обработке.

В детали (рис. 8.4, а) черновой базой могут служить или отмеченная зачерненным ромбиком поверхность фланца, или верхняя плоскость детали (рис. 8.4, б). Базы механической обработки показаны светлыми ромбиками.

От черновой базы координируют все остальные литейные поверхности (размеры **h**), от базы механической обработки – все остальные механически обрабатываемые поверхности (размеры **h'**).

В общем случае литейных баз должно быть три – по одной для каждой из осей пространственной системы координат.

Осевыми базами являются оси отверстий бобышек. Осевая база определяет литейные размеры в плоскости, перпендикулярной к оси, а поверхностная база – вдоль оси (рис. 8.4, а).

При механической обработке заготовки фиксируют чаще всего по двум отверстиям и по поверхностной базе.

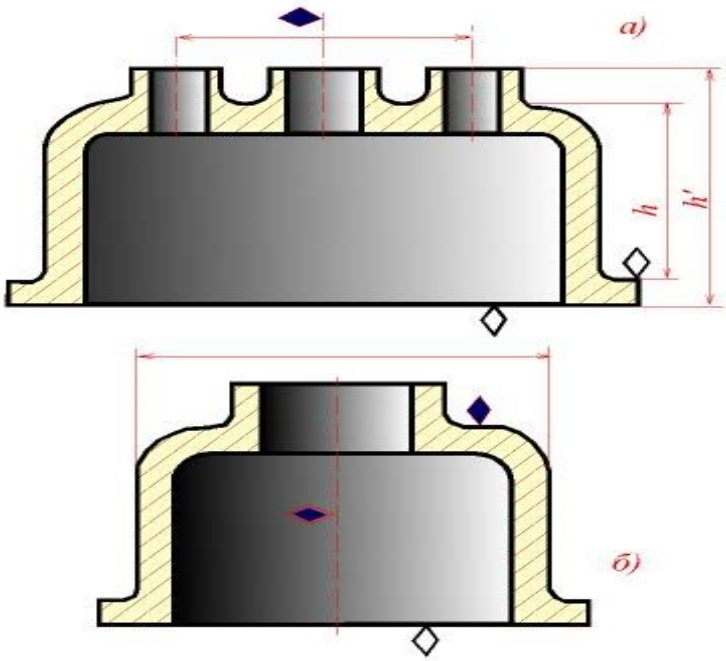


Рисунок 8.4.

Тела вращения имеют только две базы – осевую, совпадающую с осью тела вращения, и высотную, определяющую размеры вдоль оси (рис. 8.4, б). При наличии осевых баз литейные базы и базы механической обработки совмещаются; общей базой служит ось отверстия, избранного в качестве базового (рис. 8.4, б) отмеченная двойным ромбиком.

Нанесение размеров на чертежах литых деталей

При нанесении размеров на чертежах литых деталей следует руководствоваться пунктом 1.16 ГОСТ 2.307 – 68, в котором говорится следующее.

«При выполнении чертежей деталей, изготовляемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической обработкой части поверхности детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающего механически обрабатываемые поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке».

С учетом расположения литейных баз и баз механической обработки данное правило реализуется для отливок следующим образом:

1) необрабатываемые поверхности следует привязывать к литейной черновой базе непосредственно или с помощью других размеров;
2) исходную базу механической обработки следует привязать к черновой литейной базе; все остальные размеры механически обрабатываемых поверхностей – к базе механической обработки непосредственно или с помощью других размеров.

Привязывать литейные размеры к размерам механически обрабатываемых поверхностей и наоборот недопустимо, за исключением случая, когда литейная база и база механической обработки совпадают (осевые базы).

Приведенные правила необходимо соблюдать для всех трех координатных осей отливки.

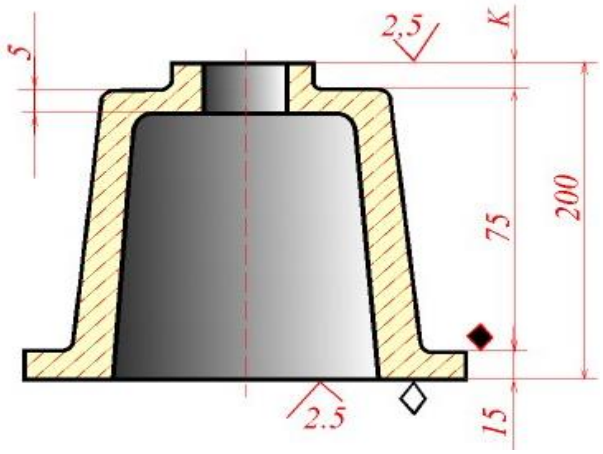


Рисунок 8.5.

На рис. 8.5 показана система нанесения размеров на литой детали, имеющей обработанные поверхности. В качестве черновой базы выбрана верхняя, необрабатываемая поверхность фланца. Размером 15 мм к ней привязана база механической обработки (нижняя плоскость фланца). К базе механической обработки привязана обрабатываемая верхняя плоскость (размер 200 мм). Верхняя черная поверхность координируется от литейной базы (размер 175 мм) и от нее - толщина верхней стенки (размер 5 мм).

Расстояние «К» между верхней обрабатываемой плоскостью и верхней черной стенкой становится замыкающим звеном размерной цепи и служит компенсатором отклонений расположения поверхностей, получаемых литьем. Поскольку величина «К» на чертеже не проставляется, ее не принимают в расчет при контроле детали.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется бозой?
2. Чем отличается система простановки размеров от конструкторских баз?
3. Какие методы простановки размеров вы знаете?
4. Что представляет собой цепной метод простановки размеров?
5. Что представляет собой координатный метод простановки размеров?
6. Что представляет собой координатный метод простановки размеров?
7. Что представляет собой комбинированный метод простановки размеров?
8. Что называется литейной базой?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.** Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2012.
2. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012.
3. **Тарасов Б.Ф. и др.** Начертательная геометрия. Санкт - Петербург: Издательство «Лань», 2012.
4. **Чекмарев А.А.** Начертательная геометрия и черчение: Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.- М.: ВЛАДОС, 2012.

Дополнительная

1. **Балягин С.Н.** Черчение. – М.: Астрель, 2005. – 420 с.
2. **Виницкий И.Г.** Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1975. – 358 с.
3. **Вяткин Г.П.** Машиностроительное черчение. – М.: Высшая школа, 1985.
4. **Кириллов А. Ф.** Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1987.

Лекция №9

РЕЗЬБА. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

9.1. Основные параметры резьбы

Резьбой называется поверхность, образованная при винтовом движении некоторой плоской фигуры по цилиндрической или конической поверхности так, что плоскость фигуры всегда проходит через ось (рис. 9.1).

Резьба, изображенная на рис. 9.1, образована движением плоской фигуры АВС, когда величина перемещения фигуры в направлении оси за один оборот равна расстоянию АС. Точки А, В и С описали цилиндрические винтовые линии, а отрезки АВ и ВС - винтовые поверхности.

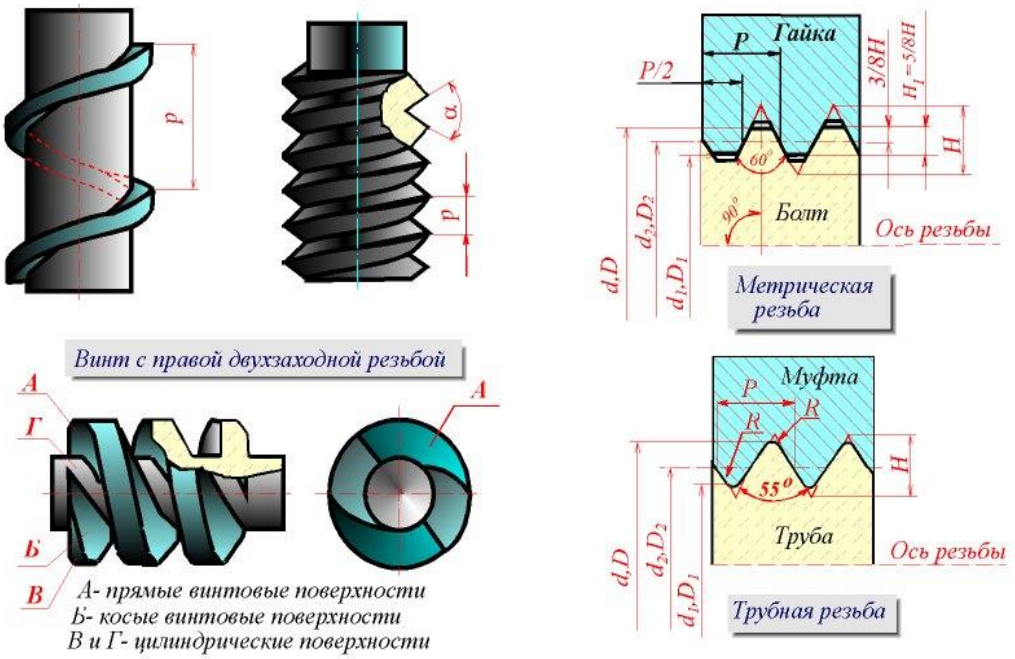


Рисунок 9.1. Параметры резьбы

Контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ось, называется **профилем резьбы**. Угол между боковыми сторонами профиля называется **углом профиля** (рис. 9.1).

С геометрической точки зрения при винтовом движении плоской фигуры (треугольника, трапеции, квадрата, полукруга) по цилиндрической или конической поверхности вращения и образуется на каждой из них бесконечный винтовой выступ. Часть винтового выступа, которая образуется производящим контуром за один оборот, называется **витком**. Практически при нарезании резьбы режущий инструмент (резец, фреза, гребенка, плашка, метчик и др.) выбирает на цилиндре или конусе вращения винтовую канавку, профиль которой идентичен профилю образующегося при этом винтового выступа. По форме профиля резьбы подразделяются на **треугольные, трапецеидальные, прямоугольные и круглые** (рис. 9.1). В зависимости от формы профиля и вида поверхности, на которой нарезана резьба, винтовой выступ ограничен совокупностью ци-

линдрической или конической поверхности с поверхностями прямого или наклонного геликоидов, а для круглой резьбы - поверхностью геликоидального цилиндра. В зависимости от направления подъемавитка резьбы разделяются на **правые** и **левые.** По числу параллельных витков резьбы подразделяются на **однозаходные** и **многозаходные**; число заходов можно сосчитать на торце стержня или отверстия. Резьба, образованная на наружной поверхности детали, называется **наружной**, на внутренней - **внутренней.** Расстояние P между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы, называется **шагом** резьбы (рис. 9.1). Расстояние Ph между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы, называется **ходом** резьбы (рис. 9.1)**. Ход резьбы** есть величина относительного осевого перемещения гайки (винта) за один оборот. В однозаходной резьбе ход равен шагу (Ph = P), в многозаходной - произведению шага на число Z заходов (Ph = PZ).

Резьба имеет три диаметра:

d - наружный диаметр наружной резьбы (болта);

D - наружный диаметр внутренней резьбы (гайки);

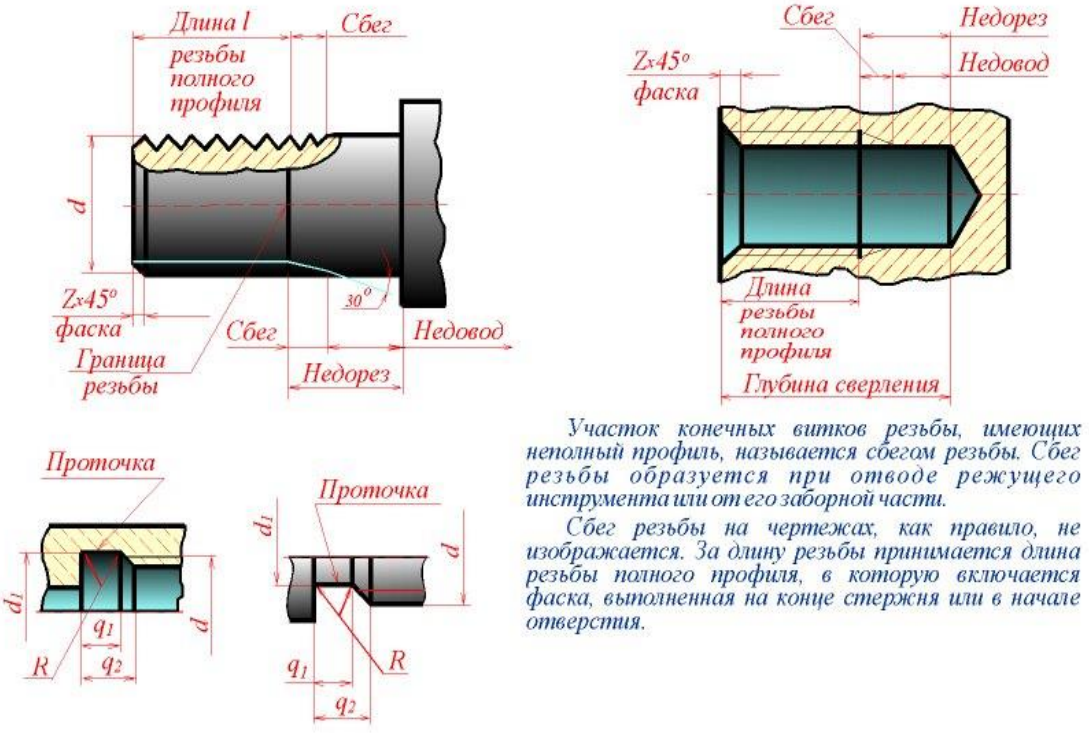
d_2 - средний диаметр резьбы болта;

D_2 - средний диаметр резьбы гайки;

d_1- внутренний диаметр резьбы болта;

D_1 - внутренний диаметр резьбы гайки (рис. 9.1).

Участок конечных витков резьбы, имеющих неполный профиль, называется **сбегом резьбы** (рис. 9.2). Сбег резьбы образуется при отводе режущего инструмента или от его заборной части.



Участок конечных витков резьбы, имеющих неполный профиль, называется сбегом резьбы. Сбег резьбы образуется при отводе режущего инструмента или от его заборной части.

Сбег резьбы на чертежах, как правило, не изображается. За длину резьбы принимается длина резьбы полного профиля, в которую включается фаска, выполненная на конце стержня или в начале отверстия.

Рисунок 9.2

9.2. Назначение резьб

Резьбы по назначению подразделяют на **крепежные** и **ходовые.** Крепежные резьбы служат для получения разъемных соединений деталей. Крепежная резьба, как правило, имеет треугольный профиль, однозаходная, с небольшим углом подъема винтовой линии. Ходовые резьбы довольно часто выполняются многозаходными и служат для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот.

Цилиндрические и конические резьбы общего назначения стандартизованы.

МЕТРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА. Исходный профиль резьбы - треугольный, с углом между боковыми сторонами 60 градусов (рис. 9.1). Действительный профиль наружной резьбы отличается от исходного тем, что вершины треугольников срезаны на 1/8 Н как с внешней стороны, так и со стороны впадин. Форма впадин профиля не регламентируется и может выполняться как плоскосрезанной, так и закругленной. Диаметр и шаг метрической резьбы выражаются в миллиметрах.

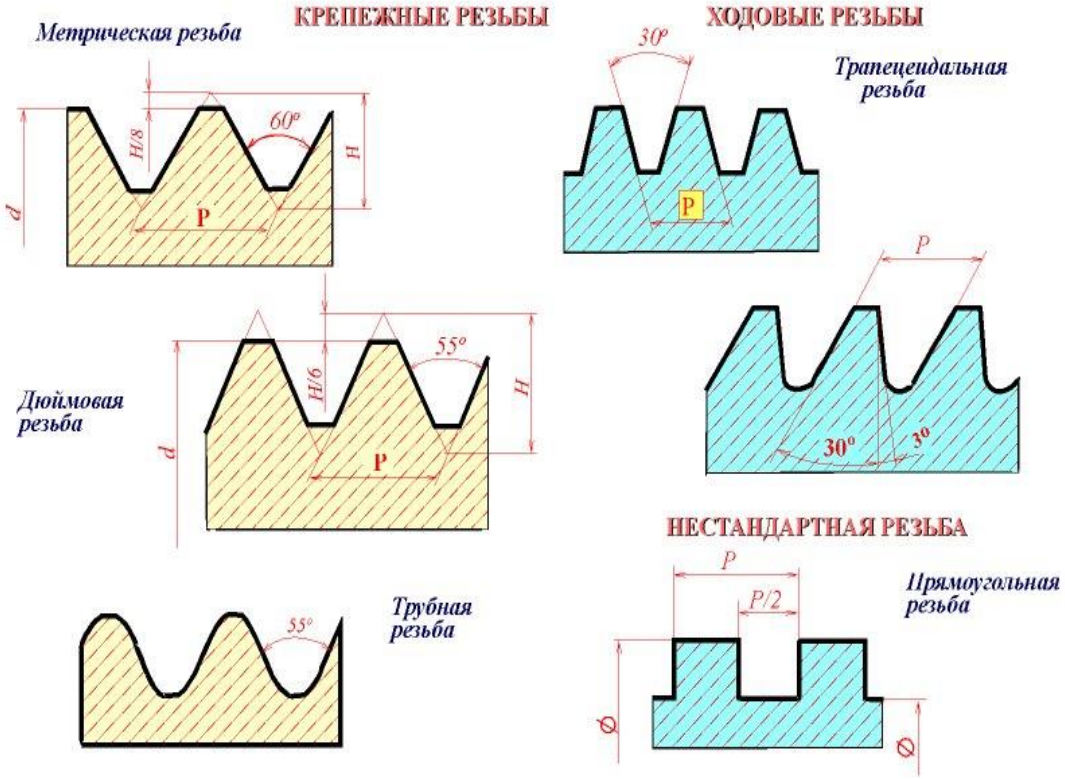


Рисунок 9.3

Метрическая резьба подразделяется на резьбу с **крупным шагом** и резьбу с **мелкими шагами** при одинаковом наружном диаметре резьбы. У резьбы с мелким шагом на одной той же длине вдоль оси резьбы распределено большее количество витков, чем у резьбы с крупным шагом.

ДЮЙМОВАЯ РЕЗЬБА. Исходный профиль резьбы - треугольный, с углом при вершине 55 градусов. Действительный профиль отличается от исходного тем, что вершины исходного профиля срезаны на высоту примерно 1/6 Н как с внешней

стороны, так и со стороны впадин (рис. 9.3). Наружный диаметр резьбы измеряется в дюймах (1" = 25,4мм). Штрихи (") обозначают дюйм. Шаг дюймовой резьбы выражается числом ниток на длине 1". Дюймовая резьба применяется лишь при изготовлении деталей с дюймовой резьбой взамен изношенных и не должна применяться при проектировании новых изделий.

РЕЗЬБА ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ. Исходный профиль резьбы - треугольный, с углом при вершине 55 градусов. Вершины выступов и впадин закруглены. Закругленный профиль обеспечивает большую герметичность соединения. Трубная резьба имеет более мелкий шаг, чем дюймовая, т.е. число ниток на 1" у трубной резьбы больше, чем у дюймовой при равных диаметрах. Трубная резьба применяется для соединения труб и других деталей арматуры трубопроводов (рис. 9.3).

ХОДОВЫЕ РЕЗЬБЫ. Стандарты предусматривают трапецеидальную и упорную резьбы.

Трапецеидальная резьба имеет профиль в виде равнобочной трапеции с углом 30 градусов между боковыми сторонами (рис. 9.3). Упорная резьба имеет асимметричный профиль (рис. 9.3). Она применяется при больших односторонних нагрузках. Приведенное деление резьбы на крепежную и ходовую не является строгим. На практике (особенно в приборостроении) часто используют метрическую резьбу с мелким шагом в качестве ходовой.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЗЬБЫ. К специальным резьбам относят: 1) резьбы, имеющие стандартный профиль, но отличающиеся от стандартизованной резьбы диаметром или шагом; 2) резьбы с нестандартным профилем, например, прямоугольным, квадратным (рис. 9.3).

9.3. Изображение резьбы

ГОСТ 2.311 - 68 устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах всех отраслей промышленности и строительства. Наружная резьба на стержне изображается сплошными толстыми линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру. На изображении, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси резьбы, сплошные тонкие линии проводятся на всю длину резьбы без сбега (начинаются от линии, обозначающей границу резьбы, и пересекают линию границы фаски (рис. 9.4 и рис. 9.5).

На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по наружному диаметру резьбы проводится окружность сплошной толстой линией, а по внутреннему диаметру резьбы проводится тонкой сплошной линией дуга, приблизительно равная 3/4 окружности и разомкнутая в любом месте; фаска на этом виде не изображается (рис. 9.4 и рис. 9.4). Внутренняя резьба на разрезе изображается сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру резьбы, проводимыми на всю длину резьбы (от линии, обозначающей границу резьбы, и до линий, изображающих фаску). На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по внутреннему диаметру резьбы проводится окружность сплошной толстой основной линией, а по наружному диаметру проводится тонкой сплошной линией дуга, приблизительно равная 3/4 окружности и разомкнутая в любом месте; фаска на этом виде не изображается (рис. 9.4 и рис. 9.5).

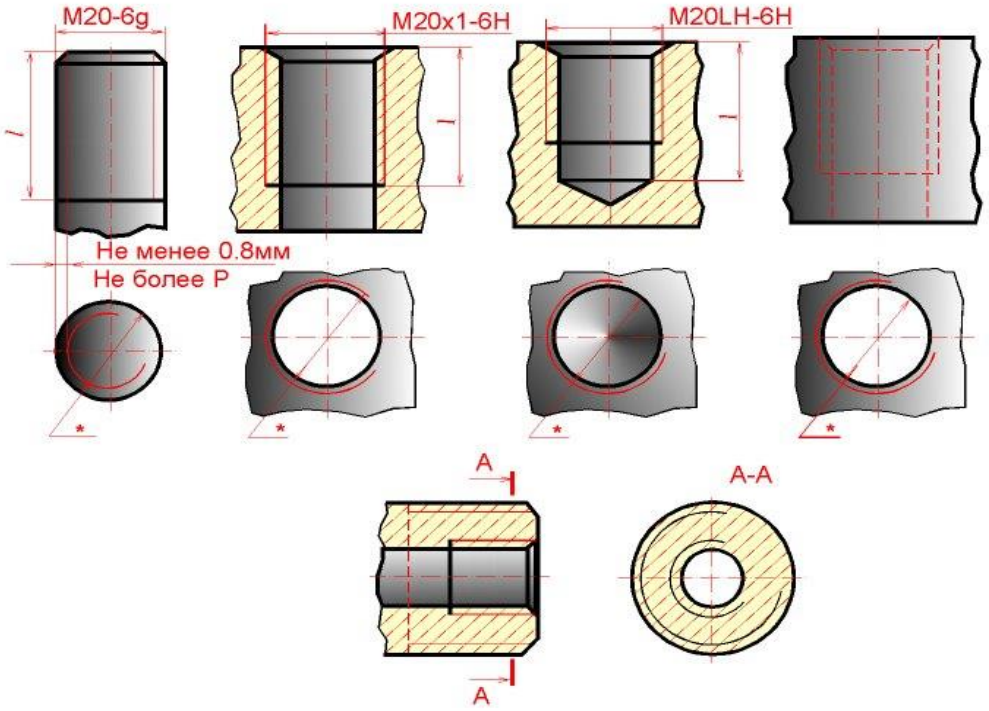


Рисунок 9.4. Изображение резьбы

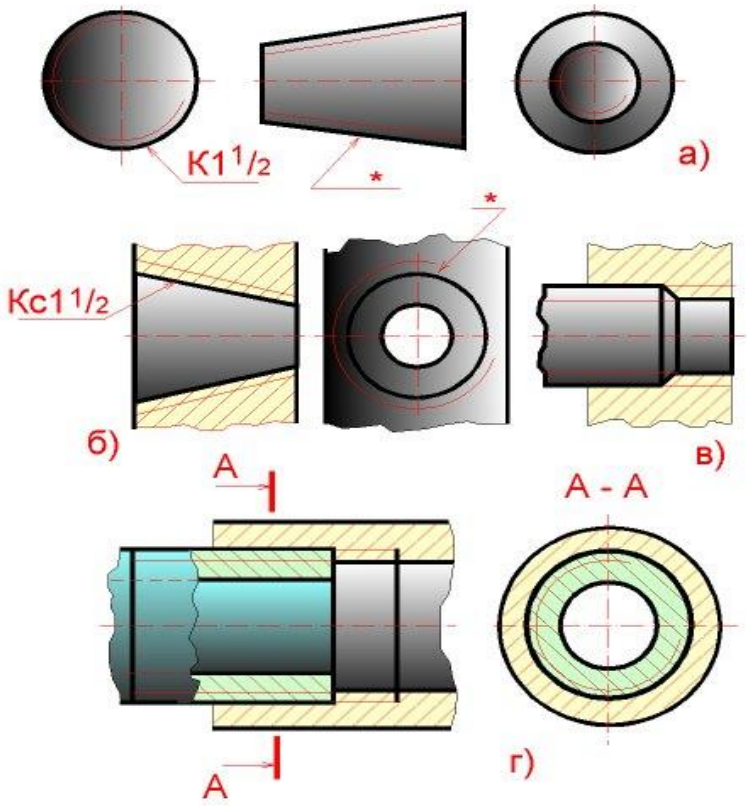


Рисунок 9.5

Расстояние между сплошными толстой и тонкой линиями, применяемыми для изображения резьбы должно быть не менее 0,8 мм и не более шага резьбы. Дуга, равная 3/4 окружности, не должна начинаться и кончаться точно у осевой линии. Внутренняя резьба, показываемая как невидимая, изображается штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметрам (рис. 9.4). Линия, изображающая границу резьбы, наносится в том месте, где кончается резьба полного профиля и начинается сбег резьбы. Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной толстой основной или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая (рис. 9.4). Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной толстой основной линии (рис. 9.4 и рис. 9.5). Конец глухого резьбового отверстия изображается так, как показано на рис. 9.4. Глухое резьбовое отверстие называется гнездом. Гнездо заканчивается конусом с углом 120 градусов при вершине, который остается от сверла. На чертеже размер этого угла не проставляется.

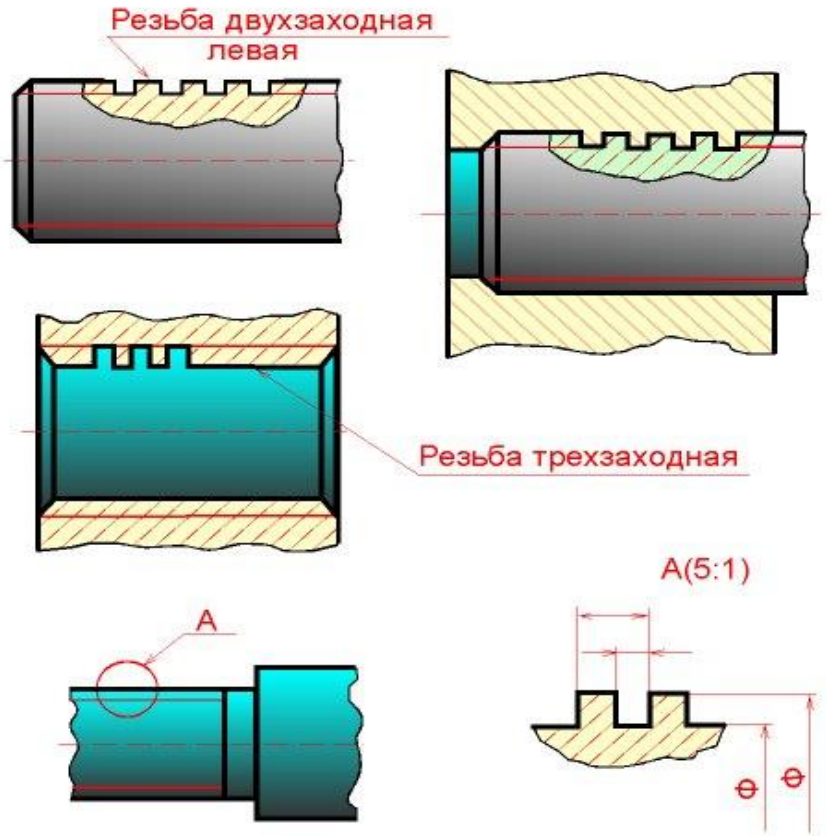


Рисунок 9.6

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают (рис. 9.4 и рис. 9.5). Резьбу с нестандартным профилем показывают одним из способов, изображенных на рис. 9.6, выявляя форму профиля с помощью местных разрезов или выносного элемента. На разрезах резьбово-

го соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси, в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 9.5).

9.4. Обозначение резьб

Обозначения стандартных резьб, кроме конических и трубных цилиндрических, относят к наружному диаметру, как показано на рис. 9.7.

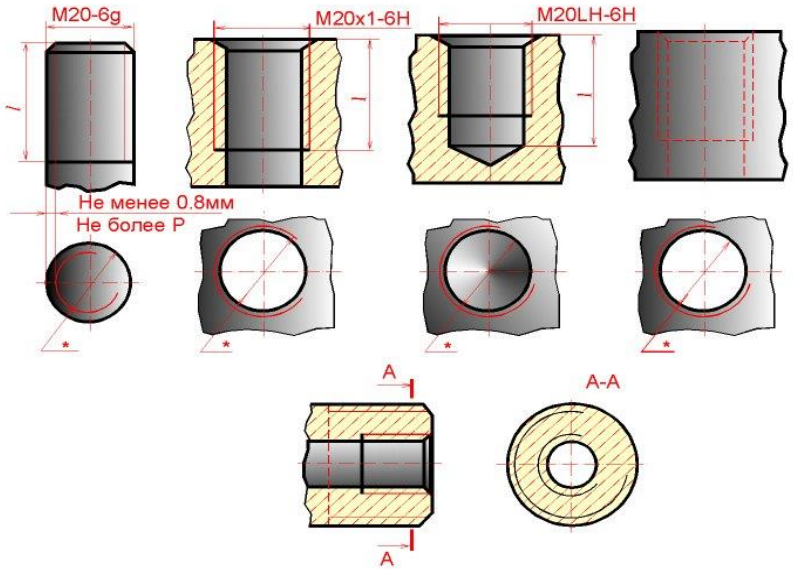


Рисунок 9.7. Обозначение резьб

Обозначения конических резьб и трубной цилиндрической резьбы наносят, как показано на рис. 9.8. На рис. 9.7 и на рис. 9.8 знаком "*" отмечены места возможного нанесения обозначения резьбы, кроме указанных.

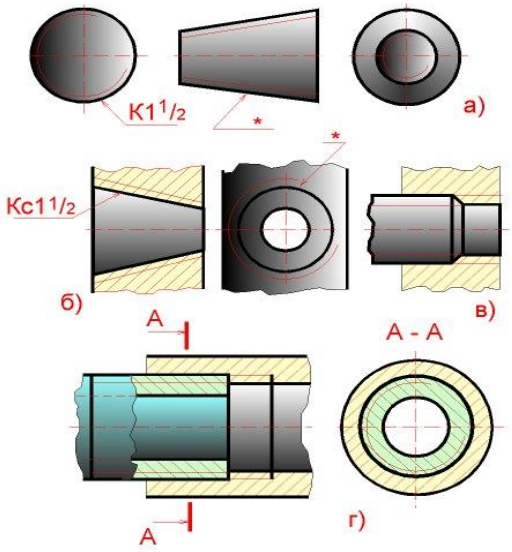


Рисунок 9.8. Обозначение конических резьб

Если на стержне или в отверстии нарезана левая резьба, то к обозначению резьбы на чертеже добавляются буквы LH, например: **M16LH-6g, M16x1LH-6g, G1LH-B.**

Следует обратить внимание на условность обозначения трубной цилидрической резьбы. Если для метрических и других резьб число, стоящее после условного обозначения типа резьбы (M, Tr, S, MK), соответствует наружному диаметру в мм, то в трубной резьбе число, стоящее в обозначении резьбы после буквы G, соответствует размеру внутреннего диаметра трубы, на которой нарезается данная резьба, в дюймах. Внутренний диаметр трубы называется **условным проходом** и обозначается Dy.

9.5. Неподвижные разъемные соединения

Каждая машина состоит из отдельных деталей, соединенных друг с другом неподвижно или находящихся в относительном движении. Соединения деталей машин могут быть разъемными и неразъемными. Разъемными называются соединения, которые разбираются без нарушения целостности деталей и средств соединения. Эти соединения подразделяются на два вида: неподвижные и подвижные.
К неподвижным разъемным соединениям относятся те, в которых относительное перемещение деталей исключается (болтовое и шпилечное соединения, соединения при помощи винтов, фитингов и др.)

Соединение болтом

Скрепление двух или большего количества деталей при помощи болта, гайки и шайбы называется **болтовым соединением** (рис. 9.9). Для прохода болта скрепляемые детали имеют гладкие, т.е. без резьбы, соосные цилиндрические отверстия большего диаметра, чем диаметр болта. На конец болта, выступающий из скрепленных деталей, надевается шайба и навинчивается гайка.

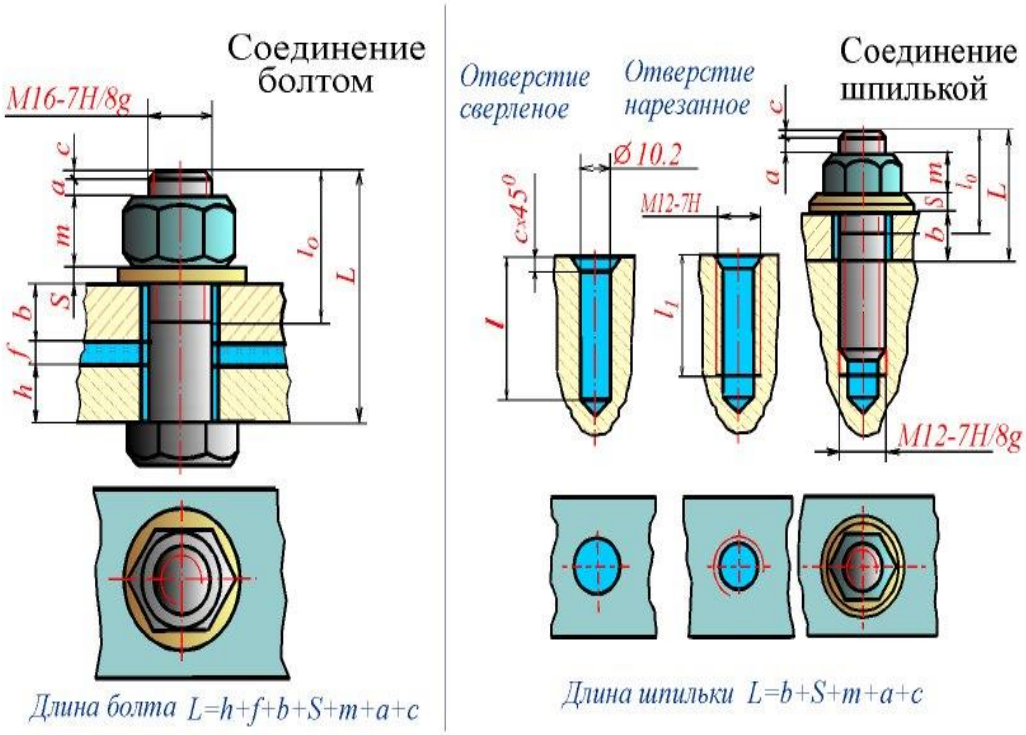


Рисунок 9.9. Соединение болтом

При вычерчивании болтового соединения конструктивные размеры болта, гайки и шайбы берутся из соответствующих стандартов. Для опеделения длины l болта необходимо составить сборочную размерную цепь. На рис. 9.9 показана сборочная размерная цепь, выражающая размерные связи болтового соединения. Эта размерная цепь позволяет определить длину l болта, обеспечив при этом необходимый запас резьбы при выходе конца болта из гайки (размер а). Аналитически эта размерная цепь может быть представлена уравнением**l = b + f + h + S + m + a + Z,** где:

b, f, h - толщина соединяемых деталей;

S - толщина шайбы;

m - высота гайки;

a - запас резьбы при выходе болта из гайки;

Z - высота фаски болта.

Величины b, f, h известны; S и m даны в соответствующих стандартах; Z и a выбираются по табл. в зависимости от шага резьбы. Полученный размер округляется до ближайшего размера длины болта по таблице ГОСТ 7798 - 70. По той же таблице определяется длина резьбы lo.

Соединение шпилькой

Скрепление двух или большего количества деталей осуществляется при помощи шпильки, гайки и шайбы (рис. 9.10). Его используют вместо болтового, когда изготовлять сквозное отверстие в одной из соединяемых деталей нецелесообразно из-за значительной ее толщины или из-за отсутствия места для головки болта. Длину l_1 ввинчиваемого (посадочного) конца шпильки выбирают в зависимости от материала детали по таблице стандарта.

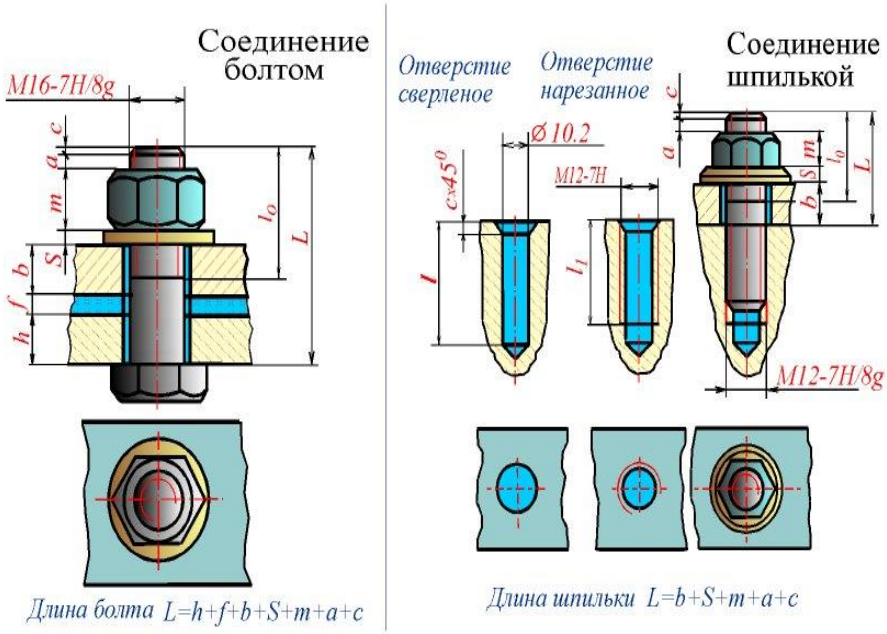


Рисунок 9.10. Соединение шпилькой

Сначала отверстие под шпильку высверливают, затем делают фаску, после чего нарезают резьбу (гнездо под шпильку). На стяжной конец шпильки надевают другие, скрепляемые с первой, детали, имеющие гладкие соосные цилиндрические отверстия большего диаметра, чем диаметр шпильки . На конец шпильки, выступающий из

скрепляемых деталей, надевают шайбу и навинчивают гайку (рис. 9.10). При вычерчивании соединения шпилькой конструктивные размеры шпильки, гайки и шайбы берутся из соответствующих стандартов. При выборе шпильки необходимо обратить внимание на то, что длина l_1 ввинчиваемого (посадочного) конца зависит от материала детали, в которую она ввинчивается: 1) $l_1 = d$ для стальных, бронзовых, латунных деталей и деталей из титановых сплавов; 2) $l_1 = 1{,}25\ d$ для деталей из ковкого и серого чугуна; 3) $l_1 = 2\ d$ для деталей из легких сплавов, где: d - наружный диаметр резьбы шпильки. Для определения длины гаечного конца шпильки необходимо составить сборочную размерную цепь. На рис. 9.10 показана сборочная размерная цепь, выражающая размерные связи соединения шпилькой. Эта размерная цепь позволяет определить длину гаечного конца шпильки, обеспечив необходимый запас резьбы при выходе конца шпильки из гайки (размер а). Аналитически эта размерная цепь может быть представлена уравнением **L = б + S + m + a + Z, где:**

б - толщина присоединяемой детали;
S - толщина шайбы;
m - высота гайки;
a - запас резьбы при выходе шпильки из гайки;
Z - высота фаски шпильки.

Величина б известна; S и m даны в соответствующих стандартах; Z и a выбираются по таблице стандарта в зависимости от шага резьбы. Полученный размер L округляется до ближайшего размера стяжного конца шпильки по таблице стандарта. По этой же таблице определяется длина lo нарезанной части шпильки под гайку. Глубина l сверленного под резьбу отверстия и длина l_1 резьбы подсчитываются по таблице стандарта в зависимости от шага резьбы. Диаметры отверстий под нарезание метрической резьбы выбираются по таблице стандарта в зависимости от номинального диаметра резьбы и шага резьбы.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется резьбой?
2. Назовите основные параметры резьбы?
3. Как изображается резьба на стержне в плоскости, перпендикулярной его оси?
4. Как изображается резьба в отверстии на плоскости, параллельной его оси?
5. Как определить длину стяжного конца шпильки?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.** Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2012.
2. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012.
3. **Тарасов Б.Ф. и др.** Начертательная геометрия. Санкт - Петербург: Издательство «Лань», 2012.
4. **Чекмарев А.А.** Начертательная геометрия и черчение: Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.- М.: ВЛАДОС, 2012.

Дополнительная

1. **Балягин С.Н.** Черчение. – М.: Астрель, 2005. – 420 с.
2. **Виницкий И.Г.** Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1975. – 358 с.
3. **Вяткин Г.П.** Машиностроительное черчение. – М.: Высшая школа, 1985.
4. **Кириллов А. Ф.** Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1987.

Лекция №10

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Соединения деталей путем сварки широко распространены в современном машиностроении. Сварка позволяет создавать принципиально новые конструкции машин и сооружений, основанные на использовании катаных, литых, кованых и штампованных заготовок. Это оказывает влияние не только на отдельные детали объектов, но и на форму всей конструкции (рис. 10.1).

10.1. Виды сварных соединений

СВАРКА - процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312 - 72 ЕСКД. Сварной шов, независимо от способа сварки, изображают на чертеже соединения: видимый - сплошной основной линией, невидимый- штриховой линией. От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (рис. 10.1). При точечной сварке видимую одиночную сварную точку изображают знаком "+" (рис. 10.1). Невидимые одиночные точки не изображают. В зависимости от расположения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений:

1) СТЫКОВОЕ, обозначаемое буквой С, при котором свариваемые детали соединяются своими торцами (рис. 10.2);

2) УГЛОВОЕ (У),при котором свариваемые детали располагаются под углом, чаще всего - 90 градусов, и соединяются по кромкам (рис. 10.2);

3) ТАВРОВОЕ (Т), при котором торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали (рис. 10.2);

4) НАХЛЕСТОЧНОЕ (Н), при котором боковые поверхности одной детали частично перекрывают боковые поверхности другой (рис. 10.2).

Кромки деталей, соединяемых сваркой, могут быт различно подготовлены под сварку в зависимости от требований, предъявляемых к соединению. Подготовка может быть выполнена: с отбортовкой кромок (рис. 10.2), без скоса кромок, со скосом одной кромки, с двумя скосами одной кромки, со скосами двух кромок (рис. 10.2). Скосы бывают симметричные и асимметричные, прямолинейные и криволинейные. Швы в поперечном сечении выполняются нормальными без усиления и с усилением величиной g (рис. 10.2) Тавровые, угловые и нахлесточные швы характеризуются величиной катета K треугольного поперечного сечения шва. В зависимости от формы шва, скоса кромок, величины усиления и катета стандартные сварные швы имеют следующие условные обозначения: С1, С2, С3,.. ., У1, У2, У3,..., Т1, Т2, Т3,..., Н1, Н2, Н3... . По характеру расположения швы делятся на односторонние и двусторонние (рис. 10.2). Швы могут быть сплошные и прерывистые. Прерывистые швы характеризуются длиной провариваемых участков l с шагом t. Прерывистые швы, выполненные с двух сторон, могут располагаться своими участками l в шахматном или цепном порядке. На изображении сварного шва различают лицевую и обратную стороны. За лицевую сторону одностороннего шва принимают ту сторону, с которой производится сварка.

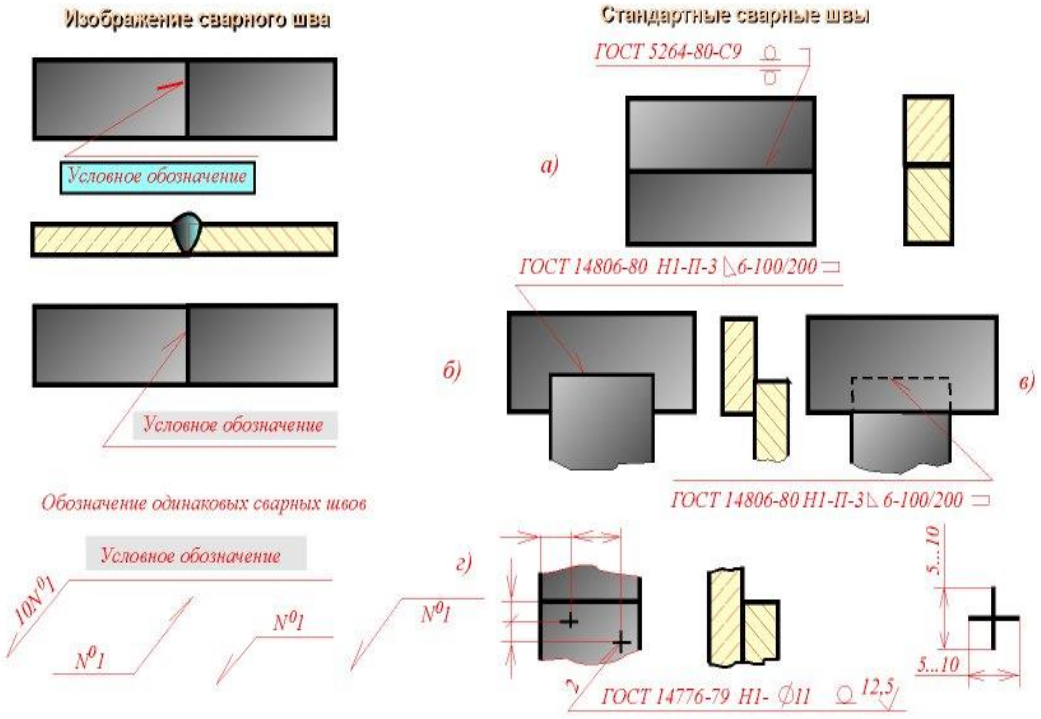


Рисунок 10.1

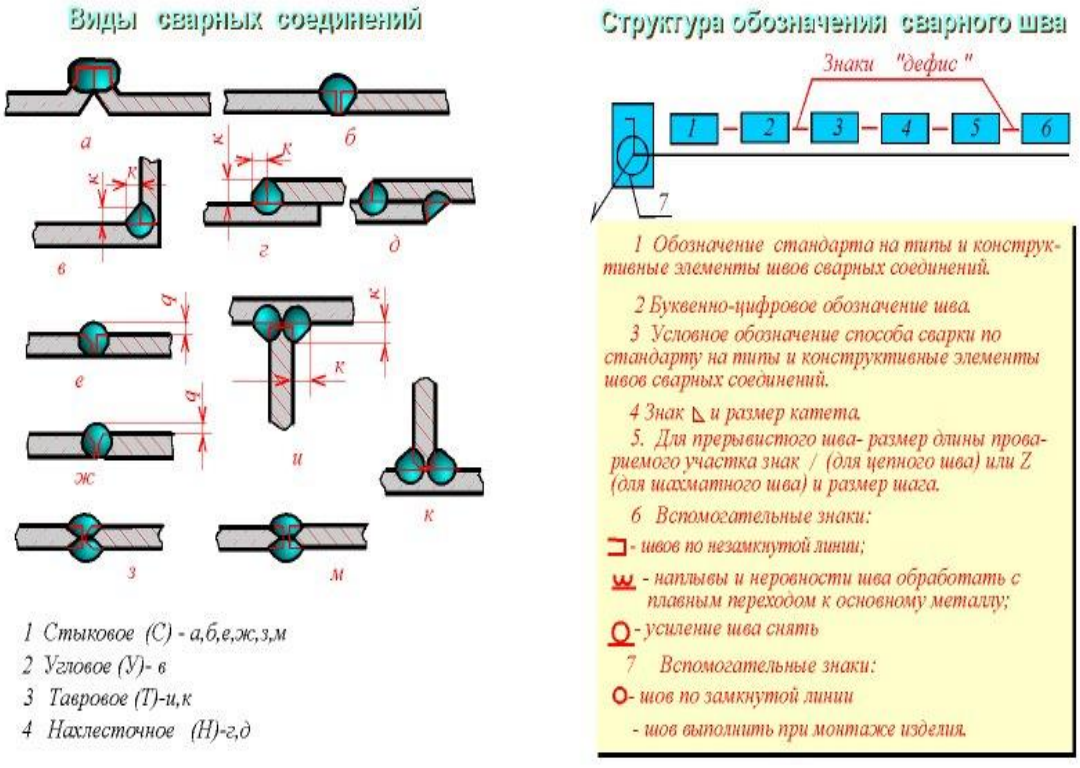


Рисунок 10.2. Виды сварных соединений

Лицевой стороной двустороннего шва с несимметричной подготовкой (скосом) кромок будет та сторона, с которой производят сварку основного шва. Если же подготовка кромок симметрична, то за лицевую сторону принимают любую. Стандарты, регламентирующие основные типы, конструктивные элементы и условные обозначения сварных соединений, приведены в таблице (рис. 10.3).



СТАНДАРТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

ГОСТ	НАИМЕНОВАНИЕ
5264-80	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные
8713-79	Сварка под слоем флюса. Соединения сварные
11533-75	Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом Соединения сварные под острыми и и тупыми углами
11534-75	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами.
13518-79	Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами.
14771-76	Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные.
14806-80	Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные.
15164-78	Электрошлаковая сварка. Соединения сварные.
15878-79	Контактная сварка. Соединения сварные.
16310-80	Соединения сварные из полиэтилена, полипропилена и винипласта.
23792-79	Соединения контактные электрические сварные.

УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ШВОВ С НЕСТАНДАРТНОЙ ФОРМОЙ И РАЗМЕРАМИ

1. Для прерывистого шва - размер длины провариваемого участка, знак / (для цепного шва) или Z (для шахматного шва) и размер шага.

Для одиночной сварной точки - размер расчетного диаметра точки.

Для шва контактной точечной сварки или электрозаклепочного- размер расчетного диаметра точкиили электрозаклепки,, знак / или Z и размер шага.

Для шва контактной роликовой сварки- размер расчетной ширины шва.

Для прерывистого шва контактной роликовой сварки- размер расчетной ширины шва, знак умножения, размер длины провариваемого участка, знак / и размер шага.

2,3 Вспомогательные знаки:

- шов по незамкнутой линии;
- наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу;
- усиление шва снять
- шов по замкнутой линии (диаметр знака 3...5 мм);
- шов выполнить при монтаже изделия.

Рисунок 10.3. Условное обозначение швов

10.2. Обозначение сварных швов

На чертежах сварного соединения каждый шов имеет определенное условное обозначение, которое наносят над или под полкой линии-выноски, проводимой от изображения шва. Условное изображение лицевых швов наносят над полкой линии-выноски (рис. 10.1). Условное обозначение оборотных швов - под полкой линии-выноски (рис. 10.1). Обозначение швов по ГОСТ 2.312 - 72 имеет структуру (см. рис. 10.2).

Примеры условного обозначения стандартных сварных швов приведены на рис. 10.1:

а) шов стыкового соединения (буква С) с криволинейным скосом одной кромки, двусторонним (цифра 9), выполняемый ручной дуговой сваркой при монтаже изделия. Усилие снято с обеих сторон. б) шов соединения внахлестку без скоса кромок односторонний (Н1), выполняемый дуговой полуавтоматической сваркой в защитных газах плавящимся электродом. Шов по незамкнутой линии. Катет шва 6 мм. Длина провариваемого участка 100 мм. Шаг 200 мм. в) см. "пункт б", но шов с оборотной стороны. г)

одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполняемые дуговой сваркой под флюсом. Точки диаметром 11 мм. Усиление должно быть снято. Параметр шероховатости обрабатываемой поверхности Ra = 12,5 мкм.
Шов, размеры конструктивных элементов которого стандартами не установлены (нестандартный шов), изображают с указанием размеров конструктивных элементов, необходимых для выполнения шва по данному чертежу (рис. 10.3). На рисунке приведено условное обозначение швов с нестандартной формой и размерами.

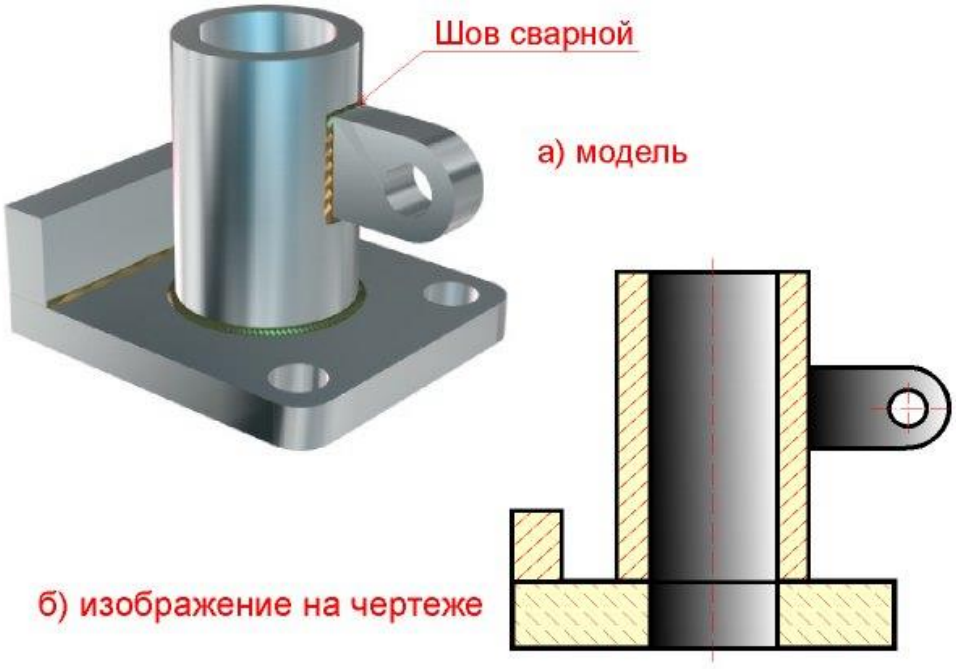


Рисунок 10.4. Изображение сварных швов на чертеже

Если в сварном соединении есть швы одинаковые по типу и поперечному сечению и к ним предьявлены одни и те же технические требования, то их условное обозначение наносят только у одного шва. На наклонной части линии-вноски этого шва указывают число швов и номер, присвоенный этой группе швов. От остальных одинаковых швов проводят только линии-выноски с полками для укаания номера шва (рис. 10.1) или без полок, если все швы одинаковы. На чертеже симметричного изделия, при наличии на изображении оси симметрии, допускается отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из симметричных частей изображения изделия.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется сваркой?
2. Какие различают виды сварных соединений, в зависимости от расположения свариваемых деталей?
3. Как делятся сварные швы по характеру расположения?
4. Как обозначаются сварные швы на чертеже?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.** Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2012.
2. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012.
3. **Тарасов Б.Ф. и др.** Начертательная геометрия. Санкт - Петербург: Издательство «Лань», 2012.
4. **Чекмарев А.А.** Начертательная геометрия и черчение: Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.- М.: ВЛАДОС, 2012.

Дополнительная

1. **Балягин С.Н.** Черчение. – М.: Астрель, 2005. – 420 с.
2. **Виницкий И.Г.** Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1975. – 358 с.
3. **Вяткин Г.П.** Машиностроительное черчение. – М.: Высшая школа, 1985.
4. **Кириллов А. Ф.** Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1987.

Лекция №11

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

11.1. Основные понятия и способы определения шероховатости.

Шероховатость поверхности, совокупность неровностей с относительно малыми шагами, образующих микрорельеф поверхности детали и находящихся в пределах условного участка измерения – базовой длины.

Данная неровность возникает главным образом вследствие пластической деформации поверхностного слоя заготовки при её обработке из-за неровностей режущих кромок инструмента, трения, вырывания частиц материала с поверхности заготовки, вибрации заготовки и инструмента и т.п. Шероховатость поверхности - важный показатель в технической характеристике изделия, влияющий на эксплуатационные свойства деталей и узлов машин - износостойкость трущихся поверхностей, усталостную прочность, коррозионную устойчивость, сохранение натяга при неподвижных посадках и т.п.

Требования к шероховатости поверхности устанавливают, исходя из функционального назначения поверхностей деталей и их конструктивных особенностей согласно ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики»; ГОСТ 2.309-73. «Обозначения шероховатости поверхностей».

Для измерения шероховатости поверхностей обычно применяют следующие методы:

1. *контактный* - щуповыми приборами (**профилометрами** и **профилографами**)
2. *бесконтактный* - оптическими приборами.
3. *визуальный метод* - сравнивают контролируемую поверхность с поверхностью образца или детали.

11.2. Нормирование шероховатости поверхности.

Расширенный комплекс параметров новой системы способствует установлению обоснованных требований для поверхностей различного эксплуатационного назначения. При определении числовых значений шероховатости поверхностей отсчёт производят от единой базы, за которую принята **средняя линия профиля t**. Измерения производят в пределах **базовой длины l**, т. е. длины участка поверхности, выбранного для измерения шероховатости без учёта других видов неровностей.

Сечение поверхности, перпендикулярной к ней плоскостью дает представление о профиле её рельефа: о количестве, форме и величине выступов и впадин неровностей (рис.11.1). Практически высота выступов и впадин микронеровностей поверхности находится в пределах от 0,08 до 500 мкм и более.

Количественно шероховатость поверхности оценивают следующими основными параметрами (одним или несколькими):

1. ***средним арифметическим отклонением профиля*** $\mathbf{R_a}$ - среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины:

$$Ra = \frac{1}{l}\sum_{i=1}^{n}\left|Hi\right|,$$

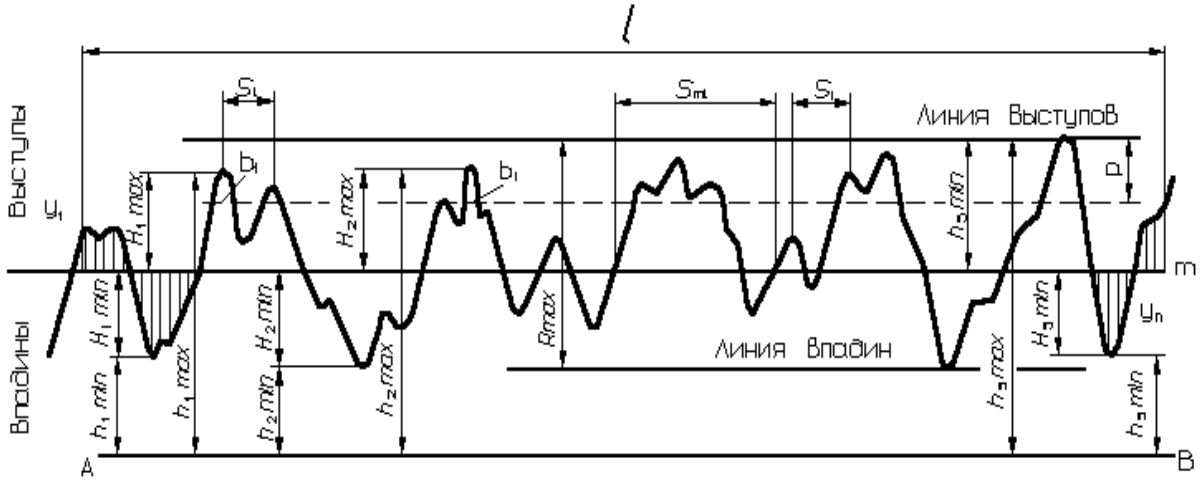


Рисунок 11.1. Профиль шероховатости поверхности и его характеристики

где ***l*** - базовая длина

H_i- расстояние между любой точки профиля и средней линией.

2. ***высотой неровностей профиля по 10 точкам*** $\mathbf{R_z}$-сумма средних арифметических абсолютных отклонений точек пяти наибольших минимумов и пяти наибольших максимумов профиля в пределах базовой длины:

$$R_z = \frac{1}{5}\left(\sum_{i=1}^{5}[H_i\,\mathbf{max}] + \sum_{i=1}^{5}[H_i\,\mathbf{min}]\right)$$

Для средней линии, имеющей форму отрезка прямой (рис.1)

$$R_z = \frac{1}{5}\left(\sum_{i=1}^{5} h_i\,\mathbf{max} - \sum_{i=1}^{5} h_i\,\mathbf{min}\right),$$

где h_{imax} – наибольший выступ неровностей;

h_{imin}наибольшая впадина.

3. ***наибольшей высотой неровностей профиля*** $\mathbf{R_{max}}$ - расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины,

4. ***средним шагом неровностей*** $\mathbf{S_m}$ - среднее арифметическое значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины,

5. ***средним шагом неровностей по вершинам*** **S** - среднее арифметическое значение шага неровностей профиля по вершинам в пределах базовой длины,

6. ***относительной опорной длиной профиля*** $\mathbf{t_p}$

$$t_p = \frac{1}{l}\sum_{i=1}^{n} b_i.$$

Выбор параметров зависит от конструкции деталей и функционального назначения их поверхностей.

ГОСТ 2789-73 устанавливает 14 классов шероховатости.

Числовые значения параметров указаны от наибольшего до наименьшего для каждого класса. Стандарт предусматривает требование к шероховатости поверхности ука-

занием наибольшего значения параметра, диапазона значений или номинального значения параметра.

Для учебных чертежей целесообразно указывать наибольшее значение параметра (таблица 11.1).

Таблица 11.1

Параметры шероховатостей поверхности

Классы	Параметры шероховатости, мкм			Базовая длина l, мм
	Разряды	R_a	R_z	
1	-	-	320-160	8
2	-	-	160-80	
3	-	-	80-40	
4	-	-	40-20	2,5
5	-	-	20-10	
6	а	2,5-2,0	-	0,8
	б	2,0-1,6		
	в	1,6-1,25		
7	а	1,25-1,0	-	
	б	1,0-0,80		
	в	0,80-0,63		
8	а	0,63-0,50	-	
	б	0,50-0,40		
	в	0,40-0,32		
9	а	0,32-0,25	-	0,25
	б	0,25-0,20		
	в	0,20-0,16		
10	а	0,160-0,125		
	б	0,125-0,100		
	в	0,100-0,080		
11	а	0,080-0,063		
	б	0,063-0,050		
	в	0,050- 0,040		
12	а	0,040-0,032		
	б	0,032-0,025		
	в	0,025-0,020		
13	а		0,100-0,080	0,08
	б		0,080-0,063	
	в		0,063-0,050	
14	а		0,050-0,040	
	б		0,040-0,032	

11.3. Обозначение шероховатости поверхностей - ГОСТ 2.309-73.

Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции. При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки (рис. 11.2).

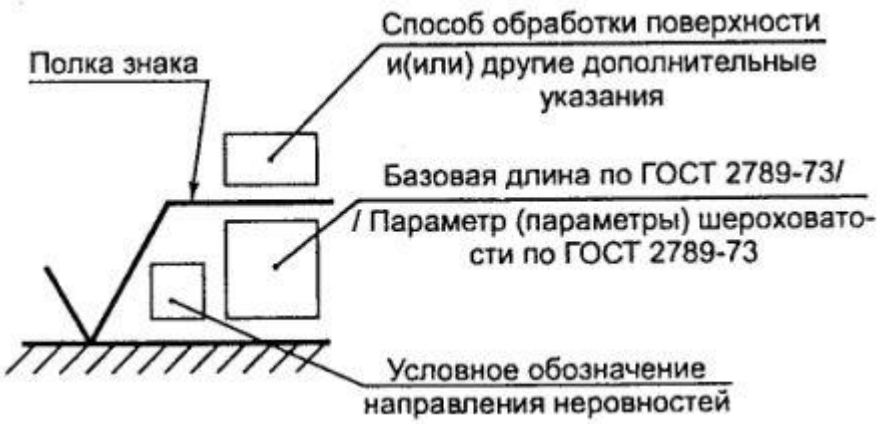


Рисунок 11.2. Обозначение шероховатости

Значения параметров, нормирующих требования к шероховатости поверхности, должны указываться **с одним из условных графических знаков**:

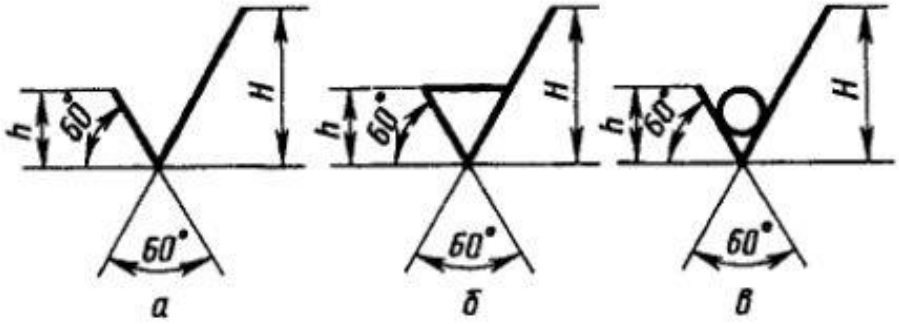
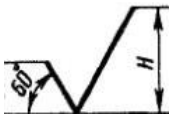


Рисунок 11.3. Параметры знака шероховатости

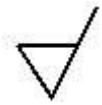
Высота h знаков (рис 11.3) приблизительно равна высоте цифр размерных чисел на том же чертеже. Высота H=(1,5-3)h. Толщина линий знаков приблизительно равна половине толщины сплошной линии, применяемой на чертеже.



- данный знак в обозначении шероховатости поверхности, ***способ обработки которой конструктором не устанавливается*** . Например, такой знак с величиной 25 указывает на то, что шероховатость поверхности не более 25 мкм по шкале R_a должна быть обеспечена удалением слоя материала с данной поверхности. При этом конкретный способ обработки (точение, строгание и т.п.) не указывается. Способ обработки дается в обозначении шероховатости на чертеже только в том случае, когда он является единственно пригодным для получения требуемого качества поверхности.



- данный знак в обозначении шероховатости поверхности, которая должна ***быть образована без удаления слоя материала***; применяют знак с указанием значения параметра шероховатости. Например, если на чертеже какая-либо поверхность отмечена знаком с величиной R_a = 3,2, то это означает, что поверхность может быть выполнена любым способом (литьем, штамповкой, фрезерованием и т.д.), но при этом средняя высота микронеровностей не должна превышать 3,2 мкм.



- В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована только удалением слоя материала (прокатка, литье, штамповка и т.п.).

Выбрать значения шероховатости, в учебных целях, можно по специальной таблице, в зависимости от способа обработки металла.

Правила нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах ГОСТ (ГОСТ 2789-73)

Обозначения шероховатостей поверхностей ***на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.***

При недостатке места обозначения шероховатости допускается располагать на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию (рис. 11.4)

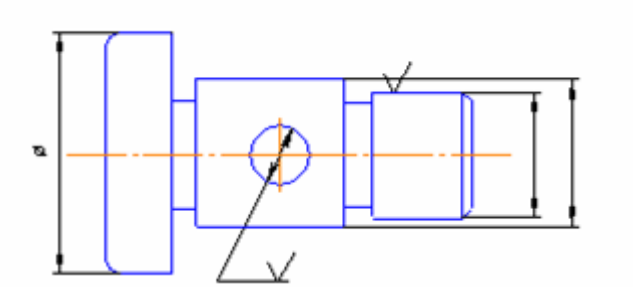


Рисунок 11.4. Нанесение обозначений шероховатости на чертеже

Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис. 11.5. Обозначение шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку располагают ***с учетом его поворота относительно основной надписи*** **чертежа**.

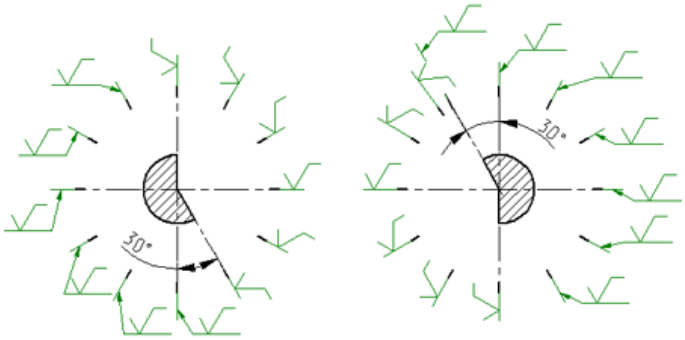


Рисунок 11.5. Расположение знака шероховатости на чертеже относительно основной надписи

Обозначение шероховатости поверхности, ***в которых знак не имеет полки***, располагают учетом его поворота относительно основной надписи чертежа, но по иным правилам (рис. 11.6.).

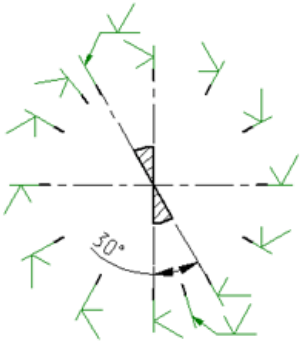


Рисунок 11.6. Расположение знака шероховатости (без полки) на чертеже относительно основной надписи

При изображении изделия с разрывом обозначение шероховатости наносят только на одной части изображения, по возможности ближе к месту указания размеров (рис.11.7).

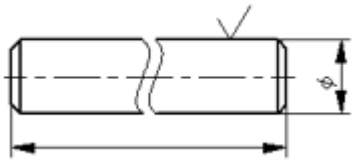


Рисунок 11.7

Если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз в соответствии с рис. 11.8. **Диаметр вспомогательного знака - 4 ... 5 мм.**

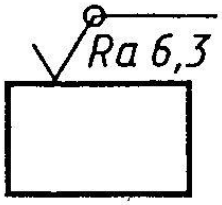


Рисунок 11.8

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на ***изображении изделия не наносят***. Размеры и толщина линий знака вынесенного в угол чертежа, должны быть примерно ***в 1,5 раза больше*** чем на изображении (рис. 11.9).

Если часть поверхности не обрабатывается по данному чертежу (рис. 11.10), то в правом верхнем углу чертежа перед обозначением  помещают знак 

Обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, зубьев и т.п.), количество которых указано на чертеже, а также обозначение шероховатости одной и той же поверхности ***наносят один раз***, независимо от числа изображений.

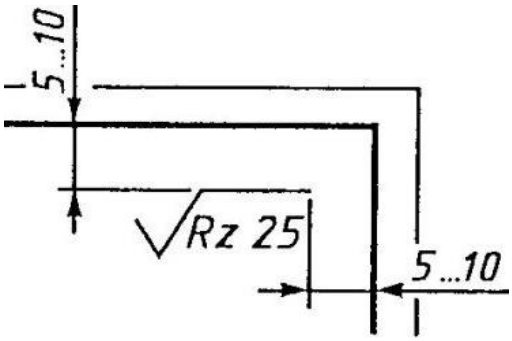


Рисунок 11.9

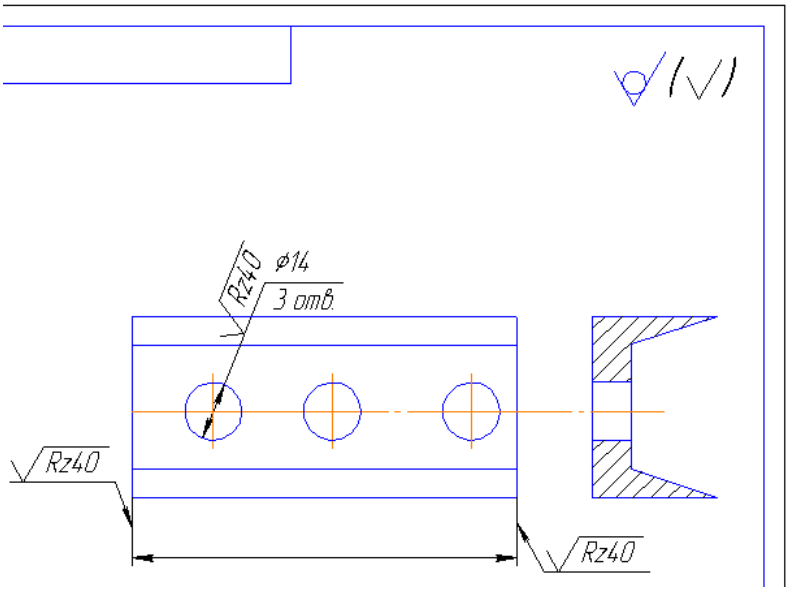


Рисунок 11.10

Обозначение шероховатости симметрично расположенных элементов симметричных изделий ***наносят один раз***.

Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти ***участки разграничивают сплошной тонкой линией*** с нанесением соответствующих размеров и обозначений шероховатости (рис.11). Через заштрихованную зону линию границы между участками не проводят.

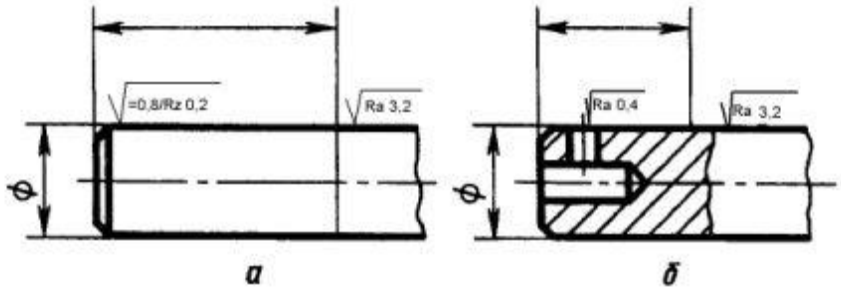


Рисунок 11.11

Если шероховатость поверхностей, образующих контур изделия должна быть одинаковой, то обозначение шероховатости наносят один раз (рис.11.12).

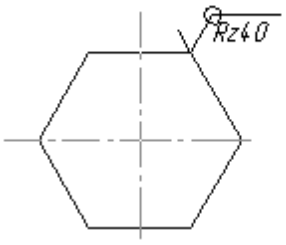


Рисунок 11.12

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, шлицев и т.п., если на чертеже не приведен их профиль, условно ***наносят на линии делительной поверхности*** (рис.11.13)**.**



Рисунок 11.13

В обозначении одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак О не приводят (рис. 11.14)**.**

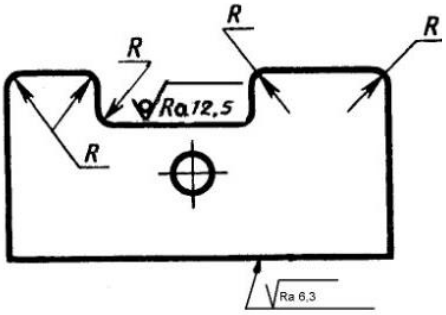


Рисунок 11.14

Не следует без надобности завышать класс шероховатости, так как это влечет за собой неоправданное повышение стоимости изготовления детали.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Параметры шероховатости поверхности.
2. Понятие базовой длины.
3. Принцип выбора параметров шероховатости по таблицам ГОСТа
4. Классы чистоты поверхности – понятие и принцип выбора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.** Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2012.
2. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012.
3. **Тарасов Б.Ф. и др.** Начертательная геометрия. Санкт - Петербург: Издательство «Лань», 2012.
4. **Чекмарев А.А.** Начертательная геометрия и черчение: Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.- М.: ВЛАДОС, 2012.

Дополнительная

1. **Балягин С.Н.** Черчение. – М.: Астрель, 2005. – 420 с.
2. **Виницкий И.Г.** Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1975. – 358 с.
3. **Вяткин Г.П.** Машиностроительное черчение. – М.: Высшая школа, 1985.
4. **Кириллов А. Ф.** Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1987.

Лекция №12

СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ. ЭСКИЗ И РАБОЧИЙ ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ

Сборочный чертеж - документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

12.1. Требования к сборочному чертежу

Правила выполнения и оформления сборочных чертежей установлены ГОСТ 2.109 - 73. ***Сборочный чертеж должен содержать***:

а) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимосвязи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и осуществление сборки и контроля сборочной единицы;

б) размеры, предельные отклонения, другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;

в) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подборка деталей, их пригонка и т.п.), а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и т.д.);

г) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

д) габаритные размеры изделия;

е) установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

12.2. Условности и упрощения на сборочных чертежах

1. Перемещающиеся части сборочной едиртежахницы изображают в крайних или промежуточных положениях. На сборочном чертеже условно изображают: а) клапаны вентилей, насосов, двигателей, диски (клинья) задвижек - в положении "закрыто" для перемещения движущейся среды; б) пробки пробковых кранов - в положении "открыто"; в) домкраты в положении начала подъема груза; г) тиски со сдвинутыми губками.

2. Сварные, паяные, клееные и другие изделия из однородного материала в сборке с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют как монолитный предмет (в одну сторону) с изображением границ между частями такого изделия сплошными основными линиями (рис. 12.1).

3. На изображениях сборочной единицы допускается не показывать: а) мелкие конструктивные элементы на поверхностях деталей: фаски, кольцевые проточки для выхода режущего инструмента, накатки и т.п. (рис. 12.1); б) крышки, щитки, маховики и другие детали, если необходимо показать на чертеже закрытые или составные части сборочной единицы. В таких случаях над изображениями деталей делают надпись, например: "Крышка поз. 3 не показана", "Маховик поз. 12 снят" и другие.

В разрезах, согласно правилам ГОСТ 2.305 - 68: а) болты, винты, шпильки, шпонки, заклепки, непустотелые валы, шпиндели, шатуны, рукоятки и т.п. при продольном разрезе показываются нерассеченными (рис. 12.1); б) спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т.п. показываются незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной

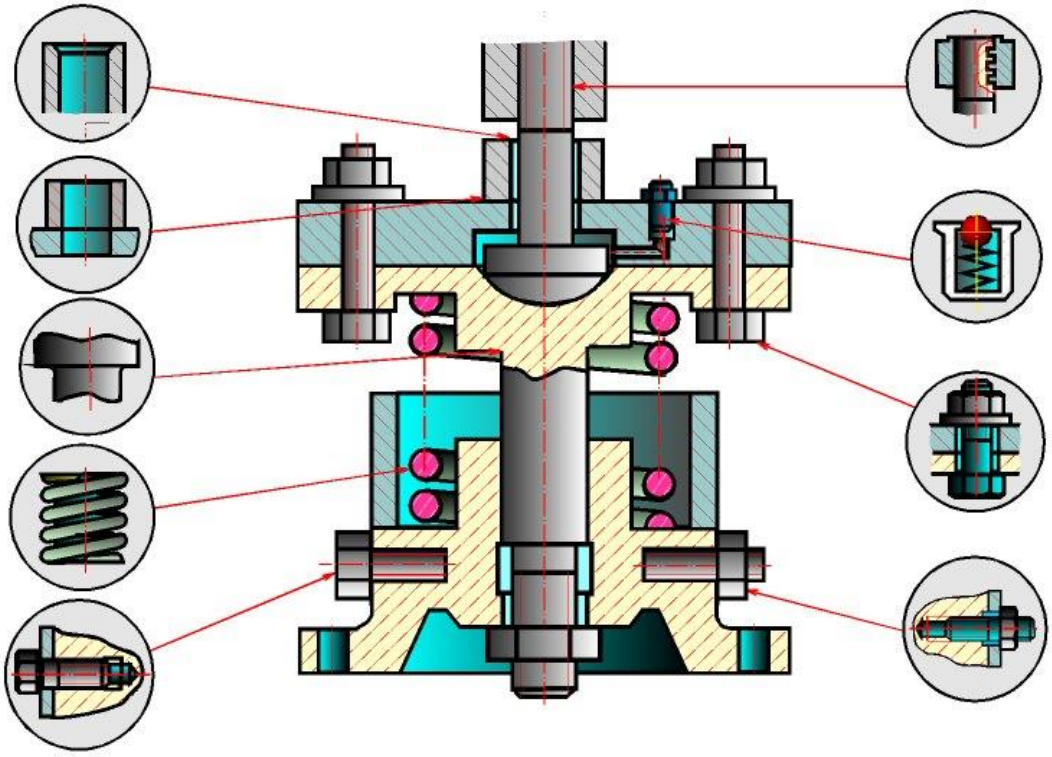


Рисунок 12.1

стороны такого элемента.

12.3. Эскиз детали. Требования к эскизу

В условиях производства и при проектировании иногда возникает необходимость в чертежах временного или разового пользования, получивших название эскизов.

Эскиз - чертеж временного характера, выполненный, как правило, от руки (без применения чертежных инструментов), на любой бумаге, без соблюдения масштаба, но с сохранением пропорциональности элементов детали, а также в соответствии со всеми правилами и условностями, установленными стандартами. Эскиз выполняется аккуратно, непосредственно с детали. Качество эскиза должно быть близким к качеству чертежа.

Эскиз, как и чертеж, должен содержать: а) минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений), выявляющих форму детали; б) размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости поверхности и другие дополнительные сведения, которые не могут быть изображены, но необходимы для изготовления детали; в) основную надпись по форме 1 (ГОСТ 2.104 - 68).

Эскиз каждой детали выполняется на отдельном форматном листе (ГОСТ 2.301 - 68). Имеющиеся на детали дефекты (например, дефекты поковки или литья, неравномерная толщина стенок, смещение центров, раковины, неровности краев и др.) на эскизе не отражают. Для литых деталей в технических требованиях, помещаемых над основной надписью, записывают неуказанные на чертеже радиусы скруглений и уклоны. В основной надписи чертежа указывается наименование детали в именительном падеже и единственном числе. Если наименование состоит из нескольких слов, вначале ставит-

ся существительное, а затем пояснительные слова (ГОСТ 2.107 - 68), например: колесо зубчатое.

12.4. Последовательность выполнения эскизов

1. Внимательно осмотреть деталь, уяснить ее конструкцию, назначение, технологию изготовления и определить название (рис. 12.1). При изучении конструкции тщательно анализируется форма детали путем мысленного расчленения ее на простейшие геометрические тела (или их части), включая пустоты. Следует иметь в виду, что любая деталь представляет собой различные сочетания простейших геометрических форм: призм, пирамид, цилиндров, конусов, сфер, торов и т.п.

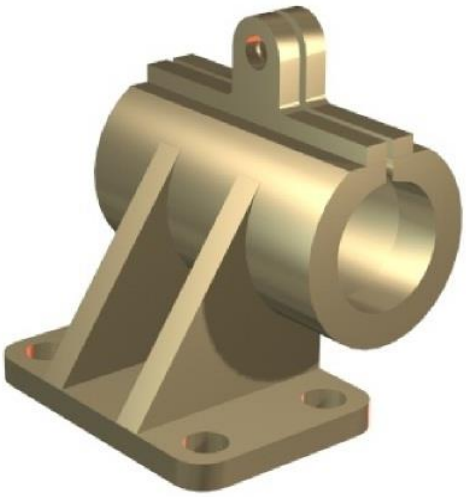


Рисунок 12.1

2. Определить минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений), необходимых для полного выявления конструкции детали. Для деталей типа тел вращения, а также для деталей типа валов и втулок с резьбой достаточно одного изображения. Если на таких деталях имеются отверстия, срезы, пазы, то главное изображение дополняют одним или несколькими видами, разрезами, сечениями, которые выявляют форму этих элементов, а также выносными элементами (рис. 12.2). Для тонких плоских деталей любой формы достаточно одного изображения. Толщину материала указывают на полке линии-выноски с указанием символа "S" (толщины) перед ее цифровым обозначением (рис. 12.2).

Особое внимание уделяется выбору главного вида. Он должен давать наиболее полное представление о форме и размерах детали. Главный вид детали выбирают с учетом технологии ее изготовления. Планки, линейки, валики, оси и т.п. рекомендуется располагать на формате горизонтально, а корпуса, кронштейны и т.п. - основанием вниз. Если деталь сложной конструкции в процессе изготовления не имеет заведомо

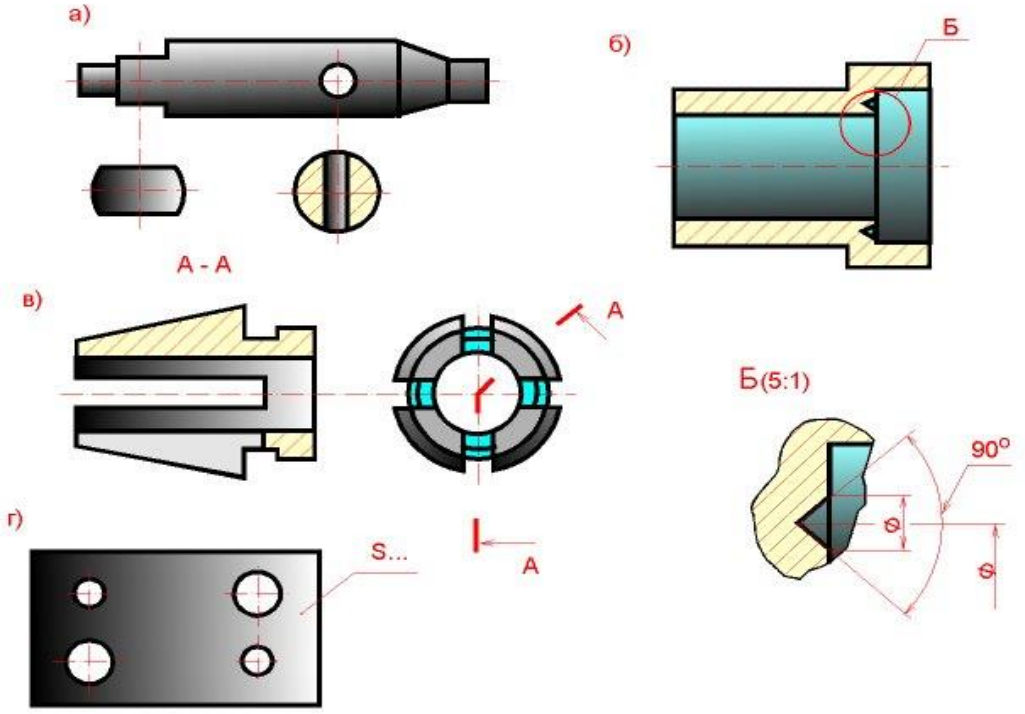


Рисунок 12.2

преобладающего положения, то за главное изображение таких деталей принимают их расположение в готовом изделии - приборе, машине. Для деталей типа шкивов, колес главным изображением является фронтальный разрез. Его выполняют полностью, что облегчает нанесение размеров. Детали типа винтов, болтов, валиков изготовляют на токарных станках или автоматах. Их ось при обработке - горизонтальна. При изображении таких деталей на эскизе учитывают также положение, в котором выполняют наибольший объем работ по изготовлению детали, т.е. выполняют наибольшее число переходов (переход - обработка одной элементарной поверхности).

3. Выбрать в соответствии с ГОСТ 2.301 - 68 формат листа, выполнить на нем рамки и основную надпись. Размер формата выбирают в зависимости от сложности и размеров детали с учетом возможности как увеличения изображения по сравнению с натурой для сложных и мелких, так и уменьшения для простых по форме и крупных деталей. Изображение должно быть таким, чтобы не затруднялись чтение эскиза и простановка размеров.

4. Наметить тонкими сплошными линиями габаритные прямоугольники для будущих изображений с расчетом равномерного использования поля формата. Провести осевые линии (рис. 12.3).

5. Обозначить тонкими сплошными линиями видимый контур детали, начиная с основных геометрических форм и сохраняя на всех изображениях проекционную связь и пропорцию элементов детали. Вычертить тонкими линиями выбранные разрезы и сечения. В случае надобности нанести линии невидимого контура (рис. 12.4).

6. Изобразить ранее пропущенные подробности: канавки, фаски, скругления и т.п. Заштриховать разрезы и сечения. Обозначить шероховатость поверхностей, руковод-

ствуясь ГОСТ 2.309 - 73. Удалить лишние линии, обвести эскиз, соблюдая соотношение толщины различных типов линий в соответствии с ГОСТ 2.303 - 68 (рис. 12.5).

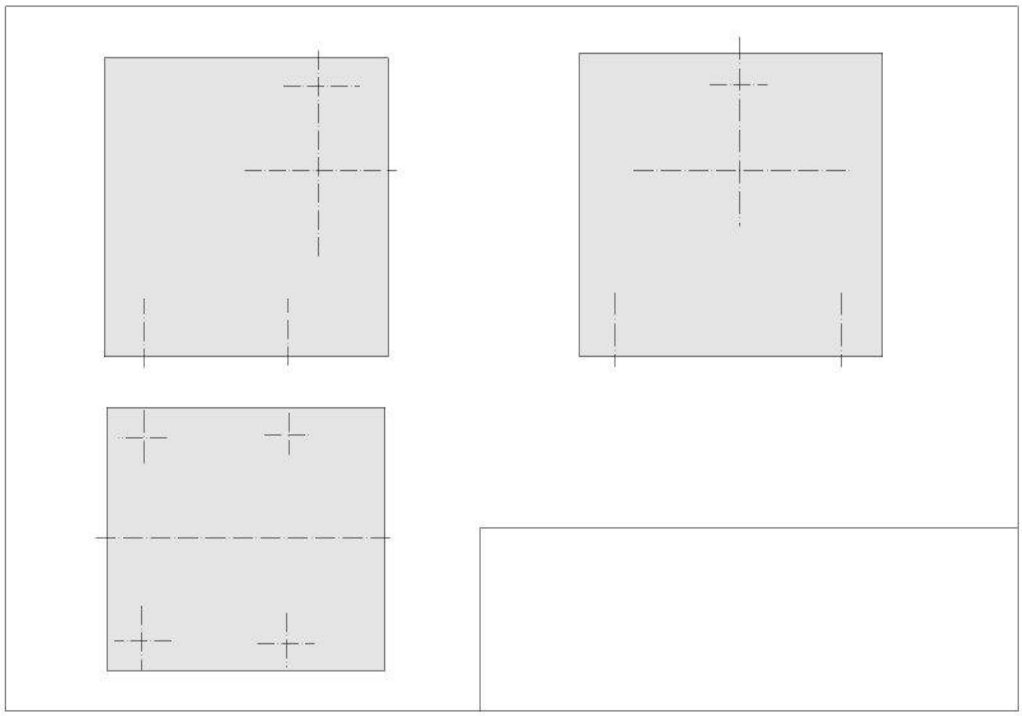


Рисунок 12.3

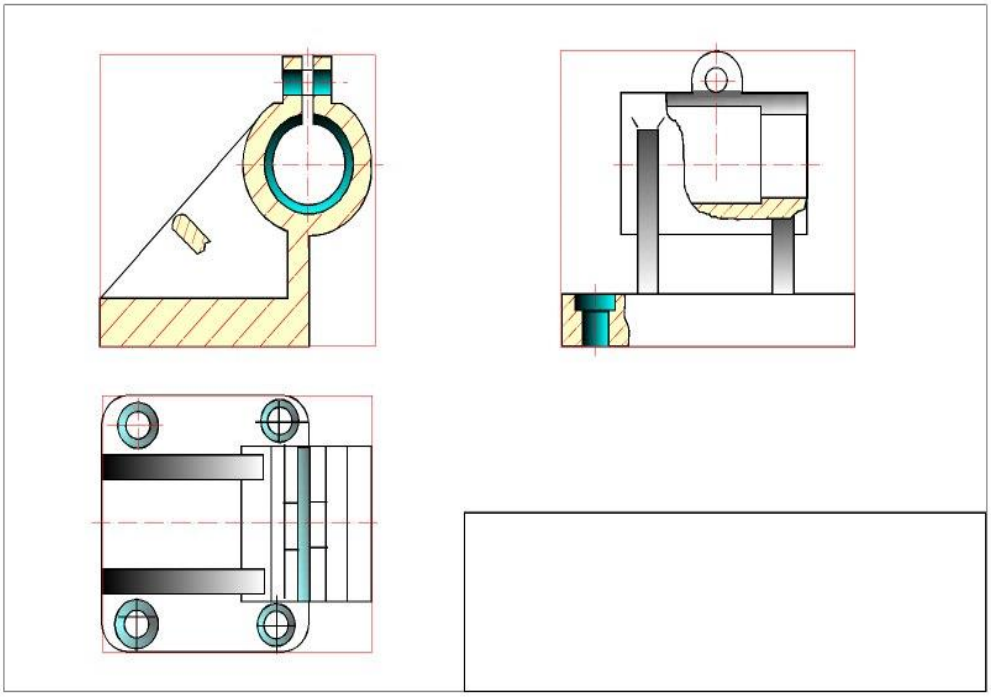


Рисунок 12.4

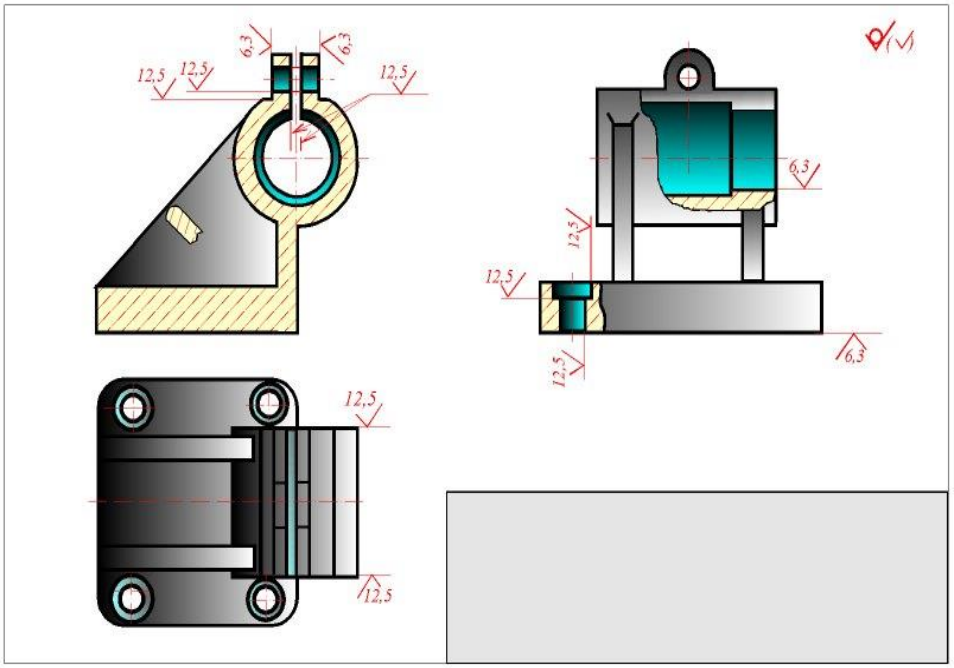
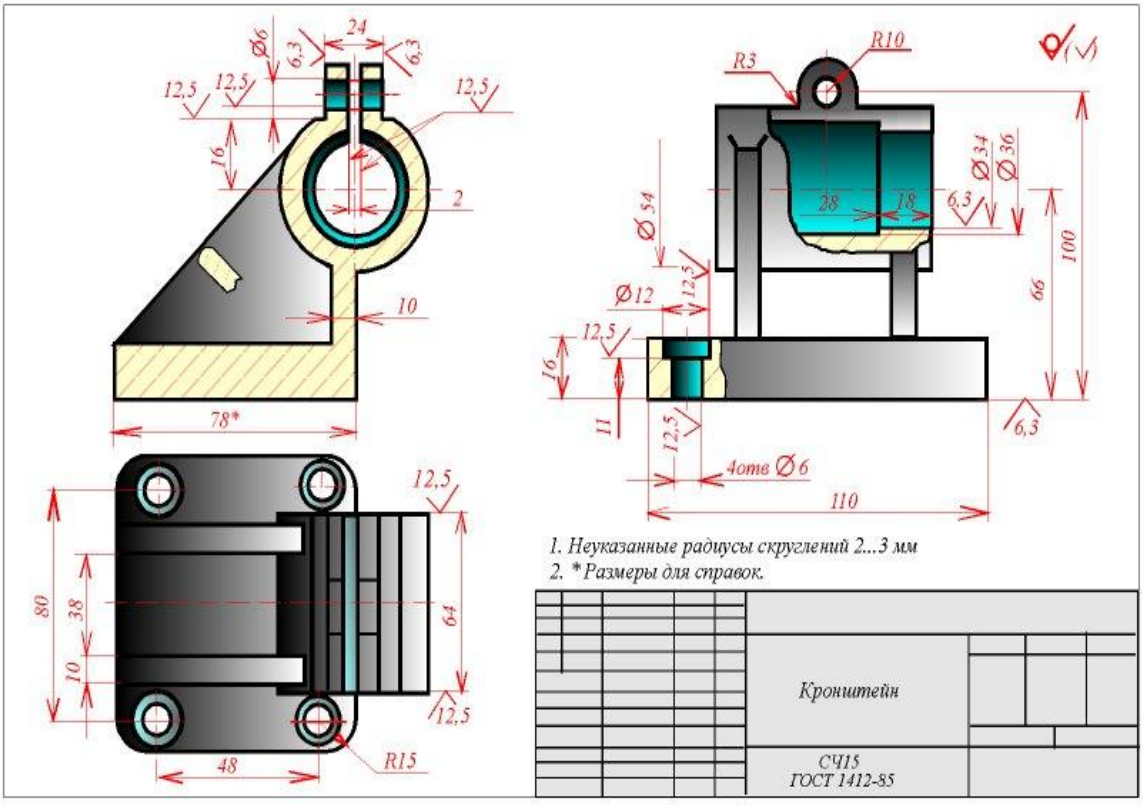


Рисунок 12.5



Ри

сунок 12.6

7. Нанести выносные и размерные линии, стрелки, проставить знаки диаметров, радиусов, уклонов и конусности, обозначить разрезы и сечения. Провести обмер детали и вписать размерные числа, причем размерные числа записывать сразу после каждого измерения, не накапливая их в памяти (рис. 12.6). Заполнить основную надпись и записать технические требования.

8. Внимательно проверить эскиз и устранить погрешности.

9. При выполнении эскизов и рабочих чертежей следует руководствоваться ГОСТ 2.109 - 73 "Основные требования к чертежам".

12.5. Выполнение чертежей деталей

Процесс деталирования рекомендуется начинать с выполнения чертежей основных деталей изделия. Чертеж каждой детали выполняется в следующем порядке.

1. Установить необходимое (наименьшее) число изображений детали и наметить какое из них будет главным. Главное изображение (изображение на фронтальной плоскости проекций) должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

2. Установить расположение разрезов, сечений, дополнительных видов и других изображений на чертеже; при этом необязательно соблюдать такое же расположение, как на чертеже общего вида, а следует руководствоваться соображениями удобства изготовления детали по выполняемому чертежу. Правила выполнения изображений предметов изложены в ГОСТ 2.305 - 68. Требования, предъявляемые к чертежам деталей, изложены в ГОСТ 2.109 - 73.

3. Выбрать масштаб для изображения детали, руководствуясь ГОСТ 2.302 - 68. Предпочтительным масштабом выполнения изображений является М 1:1. В необходимых случаях можно применять масштабы уменьшения или увеличения.

4.Отдельные элементы небольших размеров на детали часто бывает целесообразно изобразить в виде выносных элементов.

5.Установить для чертежа детали необходимый формат листа по ГОСТ 2.301 - 68.

6. Вычертить изображения, нанести обозначения шероховатости поверхностей, выносные и размерные линии, проставить размерные числа.

Одним из самых ответственных моментов в процессе выполнения рабочего чертежа детали является простановка размеров и задание шероховатости ее поверхностей. Простановку размеров на чертеже детали можно разбить на два этапа: а) задание размеров, б) нанесение размеров. Задать размеры на чертеже детали - значит определить необходимый минимум размеров, который обеспечил бы изготовление детали в соответствии с требованиями конструкции. Нанести размеры на чертеже детали - следовательно, так расположить выносные и размерные линии, размерные числа, соответствующие заданным размерам, чтобы полностью исключить возможность их неправильного толкования и обеспечить удобство чтения чертежа.

Правила задания и нанесения размеров изложены в ГОСТ 2.307 - 68.

Размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей, проставляют от конструктивных баз с учетом возможности выполнения и контроля этих размеров. Все остальные (свободные) размеры должны быть заданы от технологических баз, обеспечивающих удобство обработки и контроля. На рабочих чертежах деталей, изготовляемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической обработкой части поверхности детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающему механически обрабатываемые поверхно-

сти с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке. При нанесении обозначений шероховатости поверхностей детали следует руководствоваться ГОСТ 2.309 - 73.

7. Размерные числа, проставляемые на чертеже и характеризующие тот или иной размер, определяют путем обмера изображения детали на чертеже общего вида с учетом масштаба. При нанесении размерных чисел особое внимание следует уделить согласованию размеров сопрягающихся поверхностей. Компоновка изображений, расположение размерной сетки, обозначение размеров, сечений, шероховатости и другие надписи должны быть выполнены с учетом рационального использования поля чертежа.

8. Составление чертежа детали завершается заполнением основной надписи.

12.6. Форма и порядок заполнения спецификации

Для определения состава сборочной единицы на отдельных листах формата А4 выполняется спецификация. ***Спецификацией*** называется таблица, содержащая перечень всех составных частей, входящих в данное специфицируемое изделие, а также конструкторских документов, относящихся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям.

Форма и порядок заполнения спецификации установлены ГОСТ 2.108 - 68. Заглавный (первый) лист спецификации имеет основную надпись (ГОСТ 2.104 - 68) по форме "2" (рис. 12.7), а последующие листы - по форме "2а" (рис. 12.8).

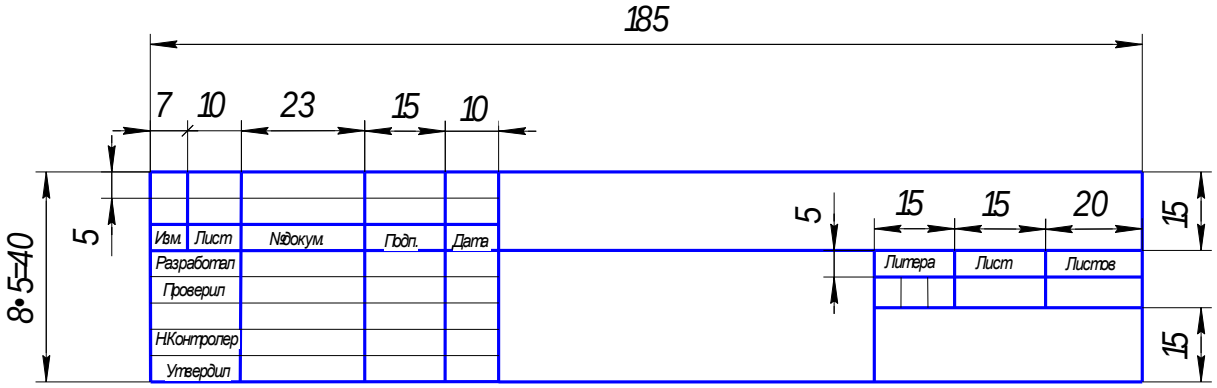


Рисунок 12.7

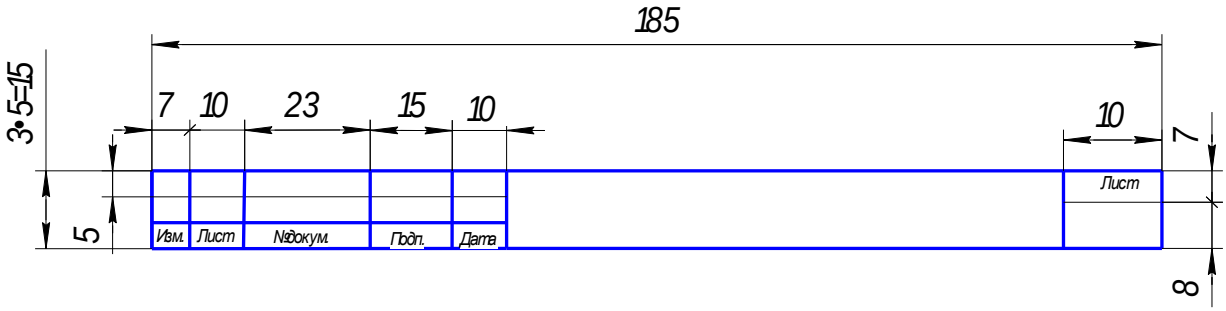
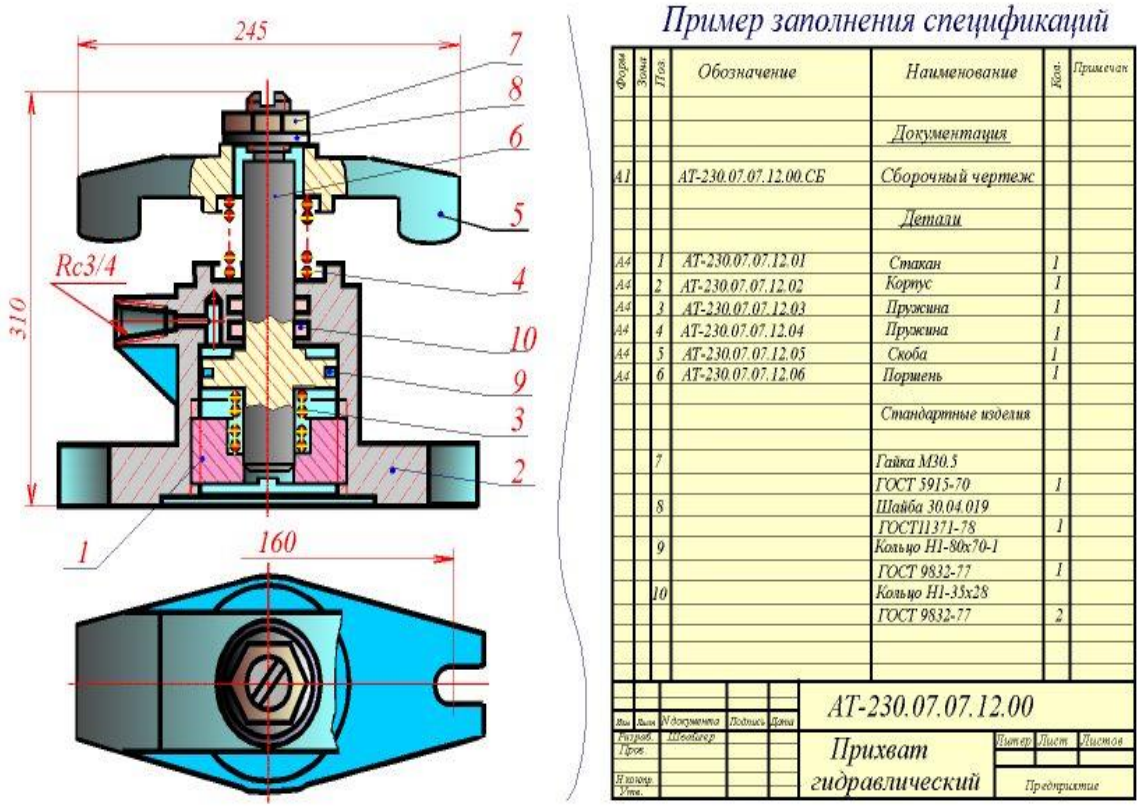


Рисунок 12.8

Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие их определяется составом изделия (рис. 12.9).



Пример заполнения спецификаций

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечан
				Документация		
A1			АТ-230.07.07.12.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A4		1	АТ-230.07.07.12.01	Стакан	1	
A4		2	АТ-230.07.07.12.02	Кортус	1	
A4		3	АТ-230.07.07.12.03	Пружина	1	
A4		4	АТ-230.07.07.12.04	Пружина	1	
A4		5	АТ-230.07.07.12.05	Скоба	1	
A4		6	АТ-230.07.07.12.06	Поршень	1	
				Стандартные изделия		
		7		Гайка М30.5		
				ГОСТ 5915-70	1	
		8		Шайба 30.04.019		
				ГОСТ11371-78	1	
		9		Кольцо Н1-80х70-1		
				ГОСТ 9832-77	1	
		10		Кольцо Н1-35х28		
				ГОСТ 9832-77	2	

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата	АТ-230.07.07.12.00		
Разраб.		Шевайкер			Прихват гидравлический	Литер	Лист	Листов
Пров.								
Н.контр.						Предприятие		
Утв.								

Рисунок 12.9

В спецификацию для учебных сборочных чертежей, как правило, входят следующие разделы:

1. Документация (сборочный чертеж);

2. Сборочные единицы (если они есть);

3. Детали;

4. Стандартные изделия;

5. Материалы (если они есть).

Для большинства сборочных чертежей спецификация имеет три раздела: 1-ый, 3-ий, 4-ый.

Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе "Наименование" и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляется одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

1. В раздел " Документация" вносят конструкторские документы на сборочную единицу. В этот раздел в учебных чертежах вписывают "Сборочный чертеж".

2. В разделы "Сборочные единицы" и "Детали" вносят те составные части сборочной единицы, которые непосредственно входят в нее. В каждом из этих разделов составные части записывают по их наименованию.

3. В раздел "Стандартные изделия" записывают изделия, применяемые по государственным, отраслевым или республиканским стандартам. В пределах каждой категории стандартов запись производят по однородным группам, в пределах каждой группы - в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования - в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов - в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

4. В раздел "Материалы" вносят все материалы, непосредственно входящие в сборочную единицу. Материалы записывают по видам и в последовательности, указанным в ГОСТ 2.108 - 68. В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований материалов, а в пределе каждого наименования - по возрастанию размеров и других параметров.

Графы спецификации заполняют следующим образом.

В графе "Формат" указывают обозначение формата.

В графе "Поз." указывают порядковый номер составной части сборочной единицы в последовательности их записи в спецификации.

В разделе "Документация" графу "Поз." не заполняют.

В графе "Обозначение" указывают обозначение составной части сборочной единицы, например:

АТ-228.06.25.28.05, где: АТ - факультет;
228 - номер группы;
06 - номер задания;
25 - номер варианта;
28 - номер узла;
05 - номер детали.

В разделах "Стандартные изделия" и "Материалы" графу "Обозначение" не заполняют.

В графе "Наименование" указывают наименование составной части сборочной единицы.

Все наименования пишут в именительном падеже единственного числа. Наименование деталей, как правило, однословное. Если же оно состоит из двух слов, то вначале пишут имя существительное, например: "Колесо зубчатое", "Гайка накидная".

Наименование стандартных изделий должно полностью соответствовать их условным обозначениям, установленным стандартом, например:

Болт М12*1,25-8g*30.48 ГОСТ 7798 – 70

В графе "Кол." указывают количество составных частей, записываемых в спецификацию (сборочных единиц, деталей) на одно изделие, в разделе "Материалы" - общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц измерения.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется эскизом и в чем его отличие от чертежа?
2. В какой последовательности выполняется эскиз?
3. Какой вид детали следует принимать за главный вид и где он размещается на чертеже?
4. В каком порядке выполняется чертеж детали?
5. Что называют спецификацией?
6. Что и в каком порядке вносят в спецификацию?
7. Что вносят в каждый из разделов спецификации?
8. Как заполняют графы спецификации?
9. В каком случае допускается совмещать спецификацию со сборочным чертежом?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.** Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2012.
2. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012.
3. **Тарасов Б.Ф. и др.** Начертательная геометрия. Санкт - Петербург: Издательство «Лань», 2002.
4. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение: Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.- М.: ВЛАДОС, 2012.

Дополнительная

1. **Балягин С.Н.** Черчение. – М.: Астрель, 2005. – 420 с.
2. **Виницкий И.Г.** Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1975. – 358 с.
3. **Кириллов А. Ф.** Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1987.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куликов В.П., Кузин А.В. Инженерная графика: Учебник / В.П. Куликов, А.В. Кузин. – 4-е изд. – М.ФОРУМ, 2009. – 368 с.

2. Королев Ю.И., Устюжанина С.Ю. Инженерная графика: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения / Ю.И. Королев, С.Ю. Устюжанина. – СПб.: Питер, 2011. – 464 с.

3. Крылов Н.Н., Иконникова Г.С., Николаев В.Л. Начертательная геометрия: Учеб. Для вузов / Н.Н. Крылов, Г.С. Иконникова, В.Л. Николаев. – 6 изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 240 с.

4. Григорьев В.Г., Горячев В.И., Кузнецов Т.П. Инженерная графика: Учеб. для вузов / В.Г. Григорьев, В.И. Горячев, Т.П. Кузнецов. – М.: Мир Автокниг, 2007. – 464 с.

5. Трасов Б.Ф., Дудкина Л.А., Немолотов С.О. Начертательная геометрия: Учеб для вузов / Б.Ф. Трасов, Л.А. Дудкина, С.О. Немолотов. – СПб.: Издат. «Лань», 2003. – 231 с.

6. Короев Ю.И. Черчение для строителей: Учеб для СПТУ / Ю.И. Короев. – М.: Высш.шк., 1987. – 256 с.

7. Вольхин К. А. Начертательная геометрия: электронные лекции для студентов архитектурно-строительных университетов [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф. дан. и прикладная прогр. (180 Мб) / Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2008. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

8. Королев Ю.И. Начертательная геометрия: Учеб для вузов / Ю.И.Королев. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 256 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……..3
Лекция №1. Методы проецирования. Чертеж точки.…….....4
1.1. Задачи, структура курса ……..……....4
1.2. Условные обозначения ……...……...……....4
1.3. Методы проецирования ……...…….……....4
1.4. Точка в системе двух и трех плоскостей проекций .....……..……7
1.5. Четверти пространства ….……...…….……9
Вопросы для самоконтроля……..……..10
Список литературы……10
Лекция №2. Чертеж прямой линии……12
2.1. Комплексный чертеж прямой линии…....……12
2.2. Определение натуральной величины отрезка прямой линии……..…....12
2.3. Следы прямой линии……..13
2.4. Прямые частного положения……..……14
2.5. Проекции плоских углов ……..……....18
Вопросы для самоконтроля……..……..……19
Список литературы……19
Лекция №3. Чертеж плоскости……20
3.1. Способы задания плоскости……..……..20
3.2. Следы плоскости……..……21
3.3. Положения плоскости в пространстве……..……23
3.4. Главные линии плоскости……..……26
Вопросы для самоконтроля……..……..…28
Список литературы……28
Лекция №4. Взаимное положение геометрических образов.……29
4.1. Линия пересечения двух плоскостей…..……29
4.2. Пересечение прямой линии с плоскостью……..……..……...29
4.3. Преобразование комплексного чертежа……..……..30
4.3.1. Способ замены плоскостей проекций……..……...30
4.3.2. Плоско-параллельное перемещение……..……..31
Вопросы для самоконтроля……..……..32
Список литературы……33
Лекция №5. Чертеж поверхности……34
5.1. Классификация поверхностей……..……....34
5.2. Многогранники……..……...34
5.3. Криволинейные поверхности……..……35
5.4. Поверхности вращения……..……..36
5.5. Сечение поверхности конуса плоскостью……..……...39
Вопросы для самоконтроля……..……...…40
Список литературы……40
Лекция №6. Аксонометрия…….....…….....42
6.1. Аксонометрические проекции. Коэффициенты искажения……..…...42
6.2. Стандартные аксонометрические проекции……..……43
6.3. Окружность в аксонометрии……..……44
6.4. Построение аксонометрических изображений……..…46
Вопросы для самоконтроля……..……..47

Список литературы……...……..…48
Лекция №7. ЕСКД - Основа машиностроительного черчения. ГОСТ 2.305 - 68……..49
7.1. ЕСКД – основа машиностроительного черчения……..……49
7.2. ГОСТ 2.305 – 68 «Изображения – виды, разрезы, сечения»……..……..50
7.3. Виды……..……50
7.4. Сечения……..……52
7.5. Разрезы……..……54
Вопросы для самоконтроля……..……..……59
Список литературы……...……..……59
Лекция №8. ГОСТ 2.306 – 68. ГОСТ 2.307 – 68……..……61
8.1. Обозначение графических материалов и правила их нанесения на чертежах……...61
8.2. Нанесение размеров и предельных отклонений на чертежах……..…62
Вопросы для самоконтроля……..……..……67
Список литературы……...……..…67
Лекция №9. Резьба. Резьбовые соединения……....…..…….……69
9.1. Основные параметры резьбы……..……...69
9.2. Назначение резьб……..……...…71
9.3. Изображение резьбы……..……....72
9.4. Обозначение резьб…….……....75
9.5. Неподвижные разъемные соединения……...76
Вопросы для самоконтроля……..……..……...78
Список литературы……...……..78
Лекция №10. Сварные соединения……..……..…….……...…80
10.1. Виды сварных соединений……..……80
10.2. Обозначене сварных швов……..……....82
Вопросы для самоконтроля……..……...…83
Список литературы……...……..…84
Лекция №11. Шероховатость поверхности……..……..……85
11.1. Основные понятия и способы определения шероховатости……..85
11.2. Нормирование шероховатости поверхности……..……85
11.3. Обозначение шероховатости поверхностей ГОСТ 2.309-73……..…88
Вопросы для самоконтроля……..……...…92
Список литературы……...……..……93
Лекция №12. Сборочный чертеж. Эскиз и рабочий чертеж детали……...….94
12.1. Требования к сборочному чертежу……....……...…94
12.2. Условности и упрощения на сборочных чертежах……..…....94
12.3. Эскиз детали. Требования к эскизу……..……...95
12.4. Последовательность выполнения эскизов……..……96
12.5. Выполнение чертежей деталей……..……100
12.6. Форма и порядок заполнения спецификации……..……..101
Вопросы для самоконтроля……..……....103
Список литературы……...……104
Библиографический список……...105
Содержание……...…..106