

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра «Проектирование и управление в технических системах»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.11 Начертательная геометрия. Инженерная графика

Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Профиль образовательной программы «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»
Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	3
1.1 Лекция № 1 Аксонометрические проекции	3
1.2 Лекция №2 ГОСТ 2.311-68 Изображение резьбы	13
1.3 Лекция №3 Конструкторская документация.....	24
1.4 Лекция №4 Плоскость. Пересечение плоскостей.....	29
1.5 Лекция №5 Проецирование гранных тел.....	39
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ	43
2.1 Лабораторная работа №ЛР-1 Компьютерное моделирование	43
3. Методические указания по проведению практических занятий	46
4. Методические указания по проведению семинарских занятий	46
4.1 Семинарское занятие № С-1 Правила оформления чертежей	46
4.2 Семинарское занятие № С-2 Аксонометрические проекции	63
4.3 Семинарское занятие №С-3 ГОСТ 2.311-68 Изображение резьбы.....	68
4.4 Семинарское занятие №С-4 Методы проецирования.....	90
4.5 Семинарское занятие №С-5 Плоскость.....	93
4.6 Семинарское занятие №С-6 Способ замены плоскостей проекций.....	97
4.7 Семинарское занятие №С-7 Проецирование гранных тел.....	101

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция №1 (2 часа).

Тема: «АксонOMETрические проекции»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Прямоугольные проекции.
2. Косоугольные проекции.
3. Условности и нанесение размеров.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

3.

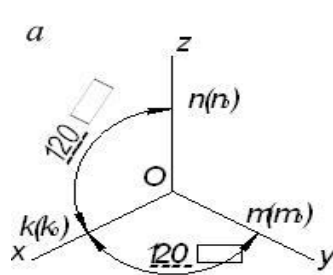
1. Прямоугольные проекции

Прямоугольная изометрическая проекция

Коэффициент искажения в прямоугольной изометрии вычисляется по формуле $k^2 + m^2 + n^2 = 2$, которая при $k = m = n$ приобретает вид: $3k^2 = 2$,

откуда $k = 0,82$. Как видно, уравнение $k^2 + m^2 + n^2 = 2$ при $k = m = n$ имеет только одно решение. А это означает, что существует всего лишь одна прямоугольная изометрия и ей соответствуют коэффициенты $k = m = n = 0,82$.

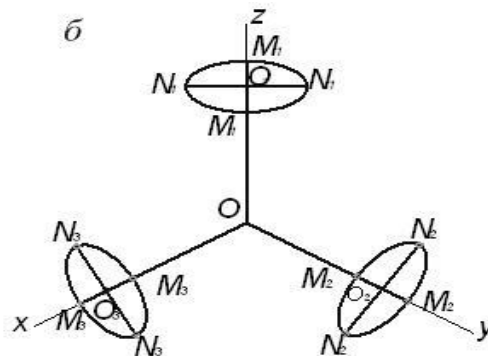
Из теоремы о треугольнике следов говорится, что высоты треугольника следов совпадают с аксонометрическими осями системы, соответствующей данному треугольнику. Следовательно, углы между аксонометрическими осями в прямоугольной изометрической проекции одинаковые и равны 120° (рис. 4. а).



$$k = m = n = 0,82$$

$$O_1M_1, O_2M_2, O_3M_3 = 0,58R$$

$$O_1N_1, O_2N_2, O_3N_3 = R$$



$$k_0 = m_0 = n_0 = 1$$

$$O_1M_1, O_2M_2, O_3M_3 = 0,71R$$

$$O_1N_1, O_2N_2, O_3N_3 = 1,22R$$

Рис. 4. Прямоугольная изометрическая проекция: а – расположение осей и коэффициент искажения в прямоугольной изометрической проекции; б – окружности в прямоугольной изометрической проекции

Так как треугольник следов в прямоугольной изометрии равносторонний и высоты его пересекаются между собой под углом в 120° , то окружности, лежащие в плоскостях, параллельных координатным плоскостям, Π_1 , Π_2 и Π_3 , проецируются в виде эллипсов одинакового соотношения больших и малых осей (рис. 4, б). Большая полуось таких эллипсов равна радиусу R изображаемой окружности, а малая – $0,58 R$. В практике построения прямоугольных изометрических проекций допускается применять не дробные

действительные коэффициенты искажения $k = m = n = 0,8$, а округленные до единицы или, как их принято называть, *приведенные коэффициенты* искажения $k_0 = m_0 = n_0 = 1$.

Наглядное изображение, построенное по приведенным коэффициентам, увеличивается в 1,22 раза ($1:0,82 = 1,22$) по сравнению с действительным изображением, соответствующим коэффициентам искажения 0,82.

При таком увеличении большие полуоси эллипсов, показанных на рис. 7, равны $1,22 R$, а малые – $0,71 R$.

Прямоугольные изометрические проекции с действительными и приведенными коэффициентами искажения рекомендуются государственным стандартом (ГОСТ 2.317-69) для применения в техническом черчении.

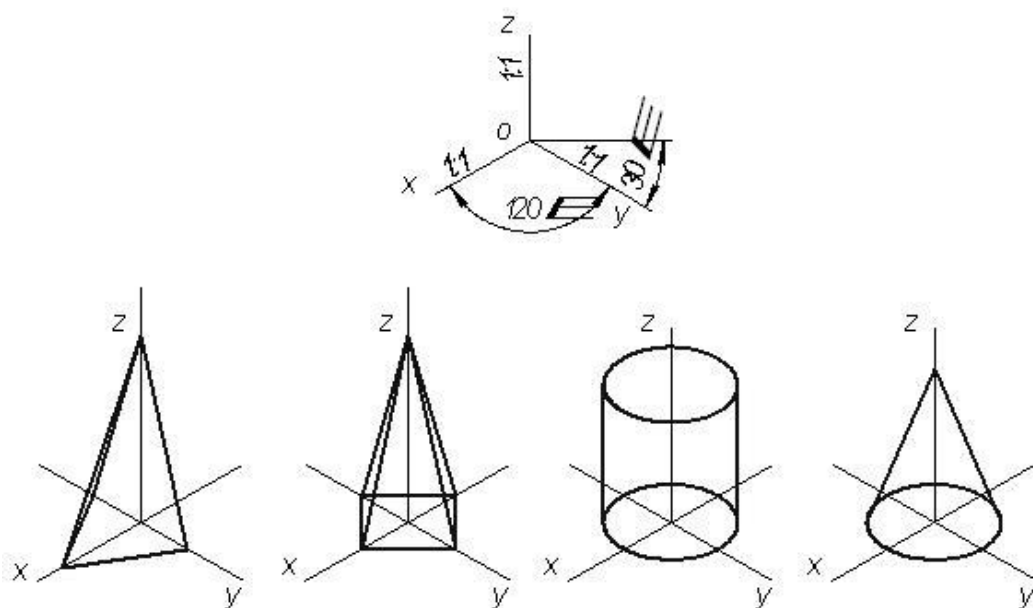


Рис 5. Примеры изометрических проекций геометрических тел

Пример построения изображения в прямоугольной изометрии.

Пример №1 – эллипсы, их большие оси расположены под углом 90° к осям y, z, x соответственно и равны (при коэффициенте искажения – 1) $1,22d$, а малые оси – $0,71d$, где d – диаметр окружности (рис.6, 7, 8).

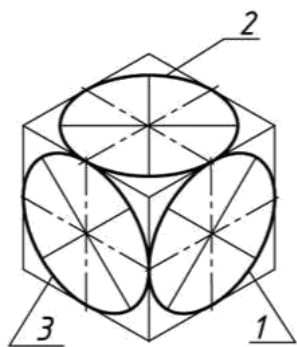


Рис. 6. Изображение окружности в изометрии

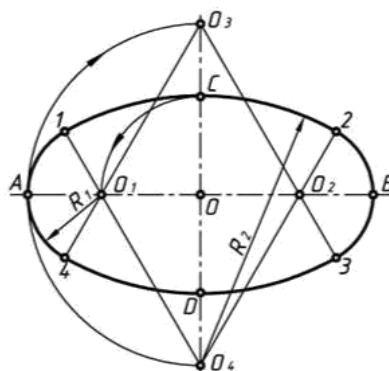


Рис. 7. Построение овала

Построение эллипсов в изометрической проекции окружности можно заменить построением овалов. Следует отметить, что очертание любого циркульного овала не совпадает с очертанием эллипса, имеющего такие же оси, хотя и приближается к нему. Один из способов построения овала приведен на рис. 7.

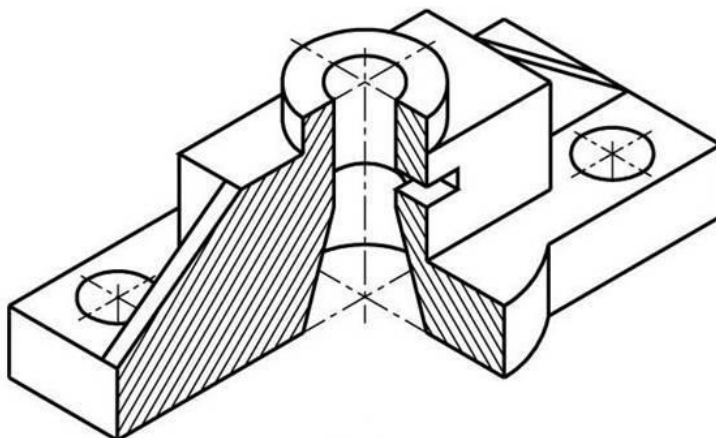


Рис. 8. Изображение детали в прямоугольной изометрии

Прямоугольная диметрическая проекция.

Для каждой диметрической проекции исходным условием является равенство двух коэффициентов искажения. Рассмотрим случай, когда $k = n \neq m$. Если принять, что в этом случае $m = dk$ и d есть некоторое положительное число. Назовем его *показателем диметрии*, то из основного уравнения $k^2 + m^2 + n^2 = 2$, которое примет вид $2k^2 + d^2k^2 = 2$, можно получить формулы для вычисления коэффициентов искажения по заданному показателю диметрии:

$$k = n = \sqrt{\frac{2}{2+d^2}}, \quad m = d \sqrt{\frac{2}{2+d^2}}.$$

Стандарт (ГОСТ 2.317-69) рекомендует для практического применения прямоугольную диметрическую проекцию с показателем $d = 0,5$. Такому значению d соответствуют коэффициенты искажения $k = n = 0,94$ и $m = 0,47$ вычисленные по вышеуказанной формуле.

$$\alpha_x = 7^\circ 10' \quad \alpha_y = 41^\circ 25'$$

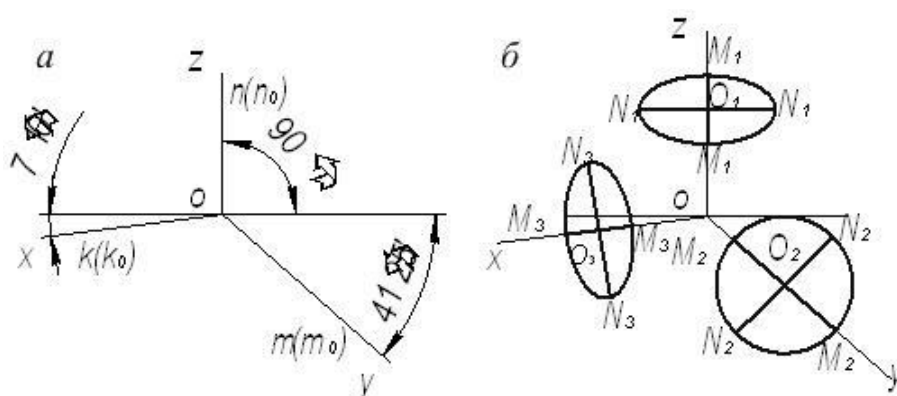
Углы между аксонометрическими осями, а точнее угол

$$\cos \alpha_x = \frac{\sqrt{1-m^2}}{kn} \quad \text{и} \quad \cos \alpha_y = \frac{\sqrt{1-k^2}}{mn}$$

которые вычисляются по формулам

Расположение осей прямоугольной диметрической проекции на рис. 6, а.

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскости координат Π_2 , изображаются в виде эллипсов, большие полуоси которых равны R , а малые – $0,9R$ (рис. 9, б). В практике построения прямоугольных диметрических проекций рекомендуется пользоваться коэффициентами искажения $k_0 = n_0 = 1$ и $m_0 = 0,5$.



$$k = n = 0,94; \quad m = 0,47$$

$$O_1M_1, O_3M_3 = 0,33R$$

$$O_2M_2 = 0,9R$$

$$O_1N_1, O_2N_2, O_3N_3 = R$$

$$k_0 = n_0 = 1; \quad m_0 = 0,5$$

$$O_1M_1, O_3M_3 = 0,35R$$

$$O_2M_2 = 0,95R$$

$$O_1N_1, O_2N_2, O_3N_3 = 1,06R$$

Рис. 9. Прямоугольная диметрическая проекция:
а – расположение осей и коэффициента искажения
прямоугольной диметрической проекции; б –
изображения окружностей
в прямоугольной диметрической проекции

Изображения, построенные по этим коэффициентам, увеличиваются в 1,06 раз ($1:0,94 = 1,06$). По этой причине большие полуоси всех эллипсов, показанных на рис.

10, б становятся равными $1,06R$, а малые – $0,35R$ (для окружностей, лежащих в плоскостях, параллельных Π_1 и Π_3) и $0,95R$ (для окружностей лежащих в плоскостях, параллельных Π_2).

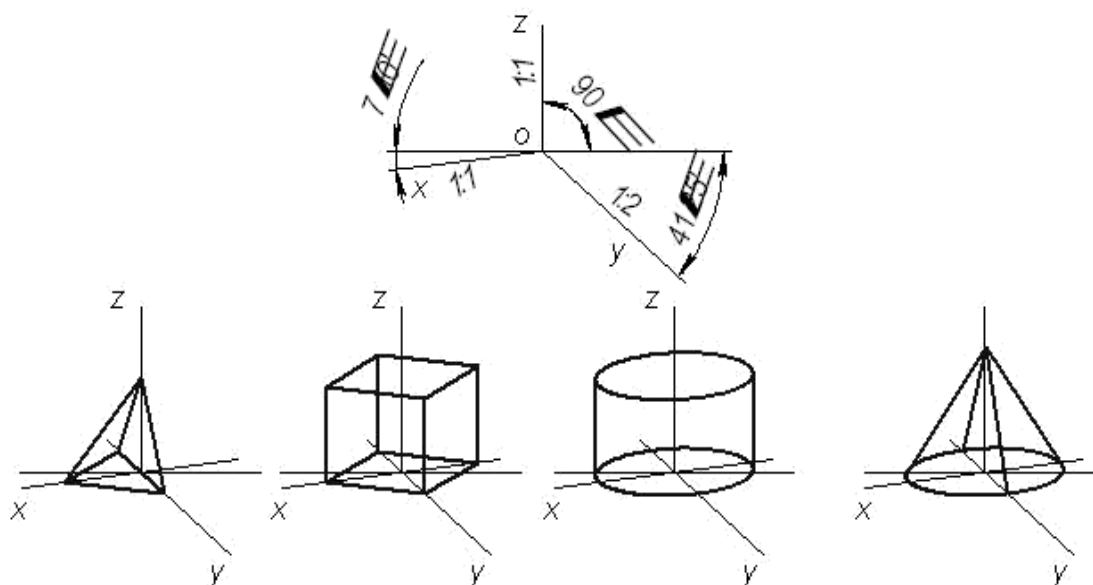


Рис.1 0.Примеры диметрических проекций геометрических тел

Пример построения изображения в прямоугольной диметрии.

. *Пример № 1.* Изображение геометрических поверхностей в прямоугольной диметрии рассмотрим на примере построения стандартной прямоугольной диметрии прямого кругового цилиндра. На рис. 11. приведен пример комплексного чертежа полого цилиндра высотой H с наружным d и внутренним d_1 диаметрами. Цилиндр расположим в натуральную величину в натуральной системе координат $Oxyz$, относительно которой построим диметрическую его проекцию. Как и в случае построения окружностей в изометрии, в диметрии также начнем построение фигуры с эллипсов верхнего и нижнего оснований цилиндра, которые являются изометрическими проекциями окружностей этих оснований. Окружности основания расположены в плоскостях, параллельных горизонтальной плоскости проекций, поэтому, пользуясь приведенными ранее правилами, определим, что большие оси эллипсов будут перпендикулярны оси Oz . Малые оси эллипсов совпадут с направлением оси Oz . Центры осей эллипсов нижнего и верхнего оснований расположены на расстоянии. Величины осей определяем в зависимости от величины наружного и внутреннего диаметров цилиндров. Построив эллипсы, приведем очерковые линии, касательные к внешним эллипсам.

Для наглядности построим вырез четверти цилиндра, построение которого видно на рис. 11. Направление штриховки выреза выберем в зависимости от материала. Невидимые линии покажем штриховыми линиями. Для наглядности такими же линиями покажем линии вырезанной части цилиндра. Видимые контурные линии выполняют нужной толщиной.

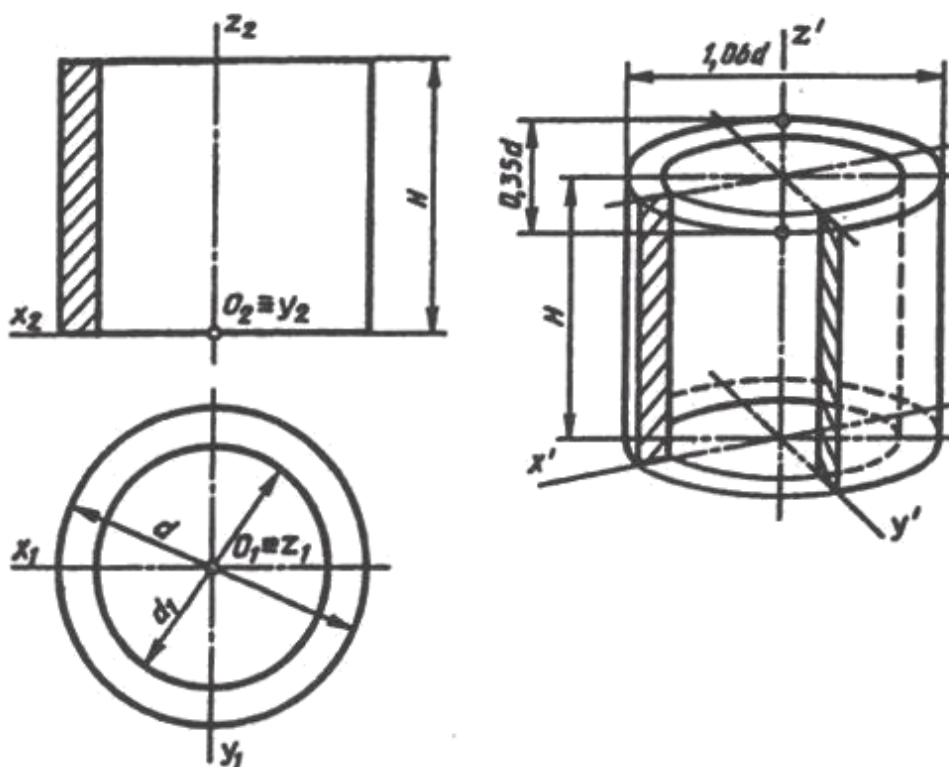


Рис. 11. Построение разреза в диметрии

Пример № 2.1 – эллипс, его большая ось расположена под углом 90° к оси y и равна (при коэффициенте искажения – 1) $1,06d$, а малая ось – $0,95d$, где d – диаметр окружности;
 2, 3 – эллипсы, их большие оси расположены под углом 90° к осям z и x соответственно и равны $1,06d$, а малая ось – $0,35d$ (при коэффициенте искажения – 1).

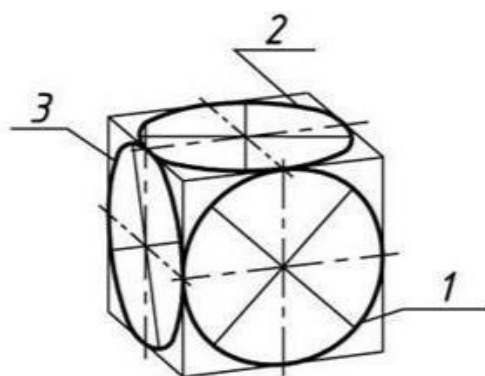


Рис. 12. Изображение
 окружности в
 прямоугольной диметрии

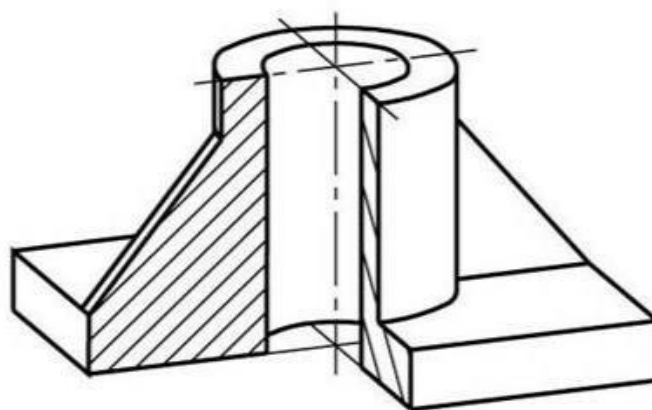


Рис. 13. Изображение детали в
 прямоугольной диметрии

Штриховка сечений в прямоугольной диметрической проекции и пример изображения детали – на рис. 13.

Прямоугольная триметрическая проекция

Прямоугольную триметрическую проекцию можно задать тремя аксонометрическими осями или двумя коэффициентами искажения. В первом случае построение наглядных изображений геометрических образов станет практически возможным только после выявления коэффициентов искажения, соответствующих произвольно взятым аксонометрическим осям. Коэффициенты искажения в этом случае определяются способом

реконструкции координатного трехгранника. Во втором случае по формуле $k^2 + m^2 + n^2 = 2$ вычисляется третий коэффициент искажения и определяется

взаимное расположение аксонометрических осей. Углы между осями можно определить,

например, расчетным путем, воспользовавшись для этого

формулой $\cos \alpha_x = \frac{\sqrt{1-m^2}}{kn}$ и $\cos \alpha_y = \frac{\sqrt{1-k^2}}{mn}$, или путем графических построений

основанных на теореме Вейсбаха.

В проекционном отношении вид прямоугольной аксонометрической проекции зависит исключительно от аппарата аксонометрического проецирования, т. е. от взаимного расположения системы прямоугольных координат $Oxyz$ и плоскости аксонометрических проекций Π или, иначе говоря, от направления лучей аксонометрического проецирования относительно системы прямоугольных координат. На рис. 14. показан аппарат

аксонометрического проецирования.

Здесь плоскость аксонометрических проекций Π представлена треугольником следов XVZ , а направление аксонометрического проецирования – лучом S^0 , проходящим через начало осей системы координат $Oxyz$. Это главный луч аксонометрического

проецирования. Как видно, главный луч, являясь лучом внешнего проецирования, на плоскости Π изображается точкой O , представляющей собой начало аксонометрических осей. Горизонтальная внутренняя проекция S^0_1 этого луча перпендикулярна к стороне XV треугольника следов (существует доказательство, что $OZ \perp XV$), а фронтальная S^0_2 и профильная S^0_3 – к сторонам XZ и VZ (по аналогии).

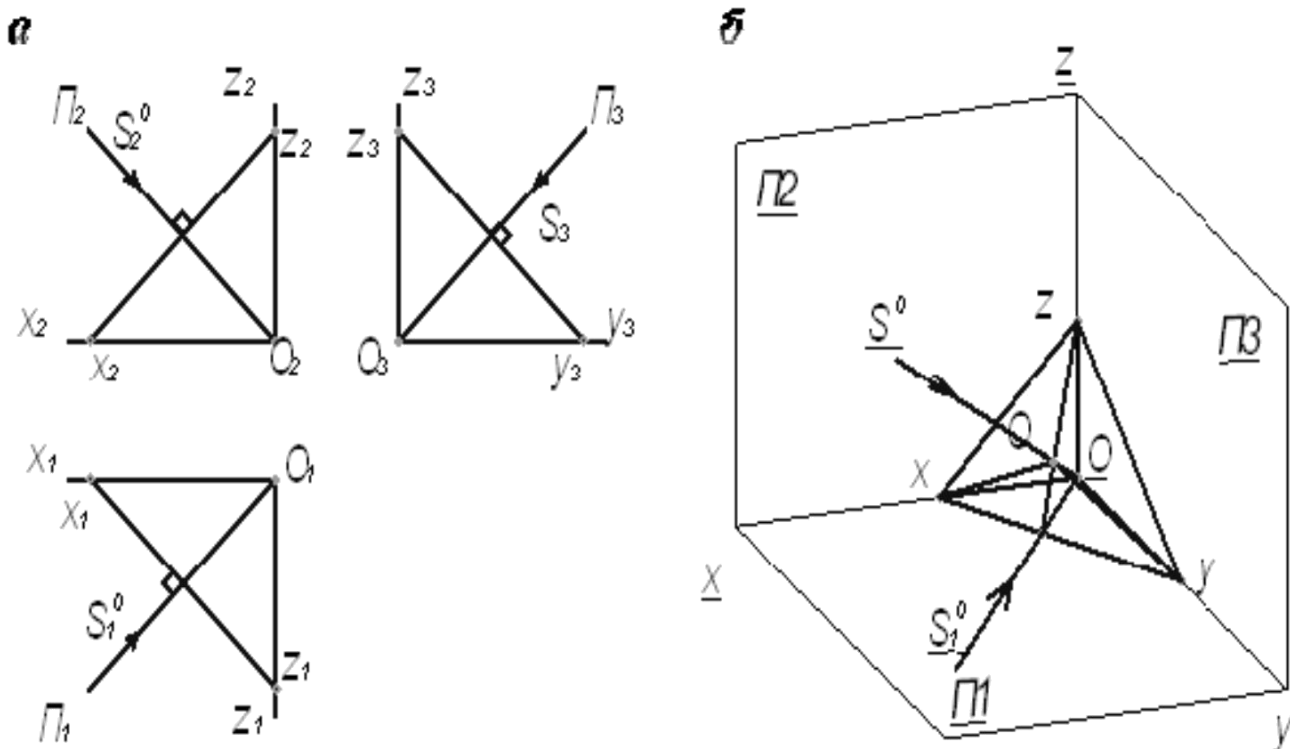


Рис. 14. Аппарат аксонометрического проецирования:

a – в системе плоскостей $\Pi_1\Pi_2\Pi_3$; b – аппарат аксонометрического проецирования на проекционном чертеже

2. Косоугольные проекции

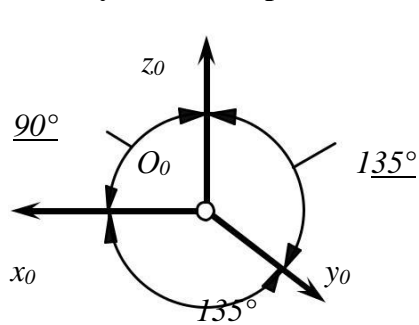


Рис.15. Косоугольная фронтальная изометрия.

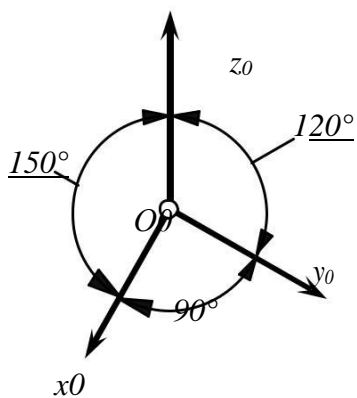


Рис.16 Косоугольная горизонтальная изометрия

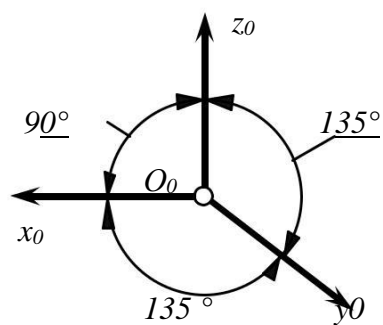


Рис. 17. Косоугольная фронтальная диметрия

Косоугольная фронтальная изометрия.

Показатели искажения следующие: $k_x = k_z = 1$. Допускается применять фронтальные изометрические проекции с углом наклона от оси z до y 135° , от оси y до x 135° и от оси x до z 90° . Расположение осей аксонометрической системы координат показано на рис. 15.

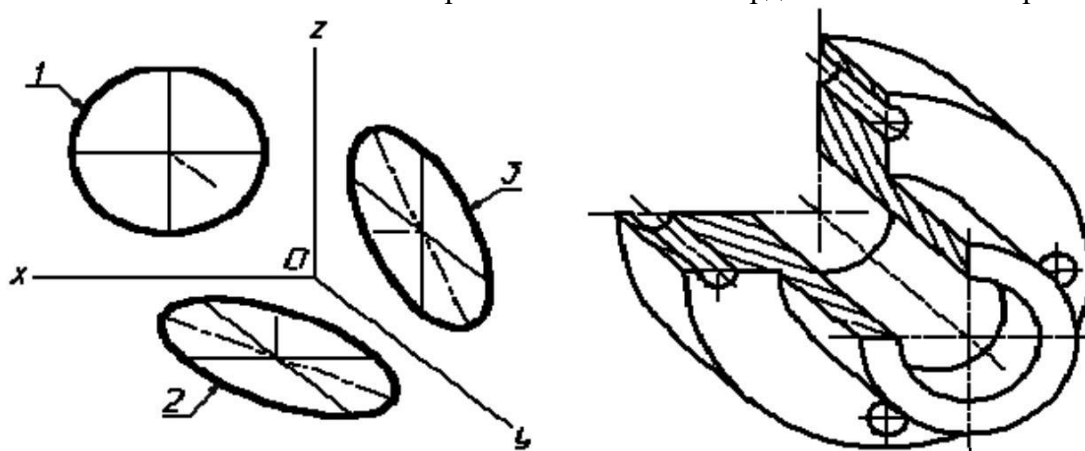


Рис.18. Косоугольная фронтальная диметрия

Косоугольная горизонтальная изометрия (зенитная перспектива).

Горизонтальную изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям x , y и z . Допускается применять горизонтальные изометрические проекции с углом наклона от оси z до y 120° , от оси y до x 90° , от x до z 150° . Расположение осей аксонометрической системы координат показано на рис.16.

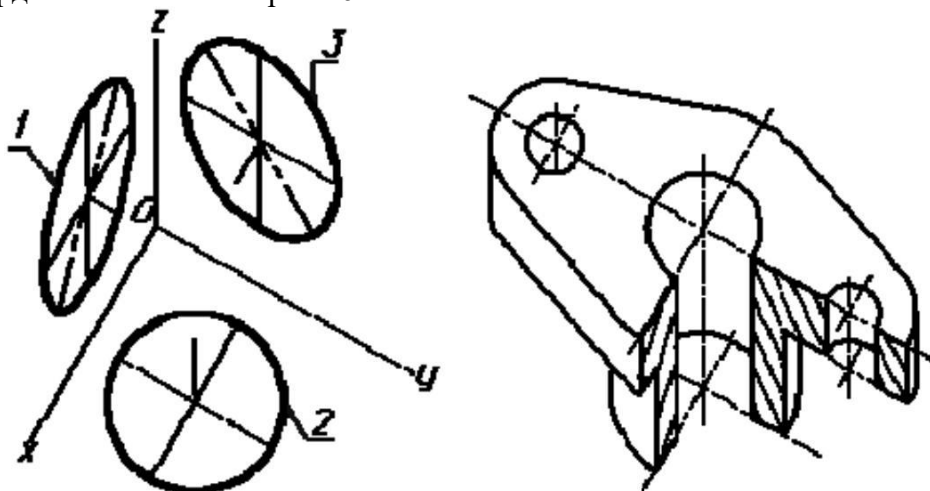


Рис.19. Косоугольная горизонтальная изометрия

Косоугольная фронтальная диметрия. Показатели искажения: k_x и $k_z = 1$, $k_y = 0.5$.

Допускается применять фронтальную диметрическую проекцию с углом наклона от оси z до y 135° , от оси y до x 135° , от x до z 90° . Расположение осей аксонометрической системы координат показано на рис.20.

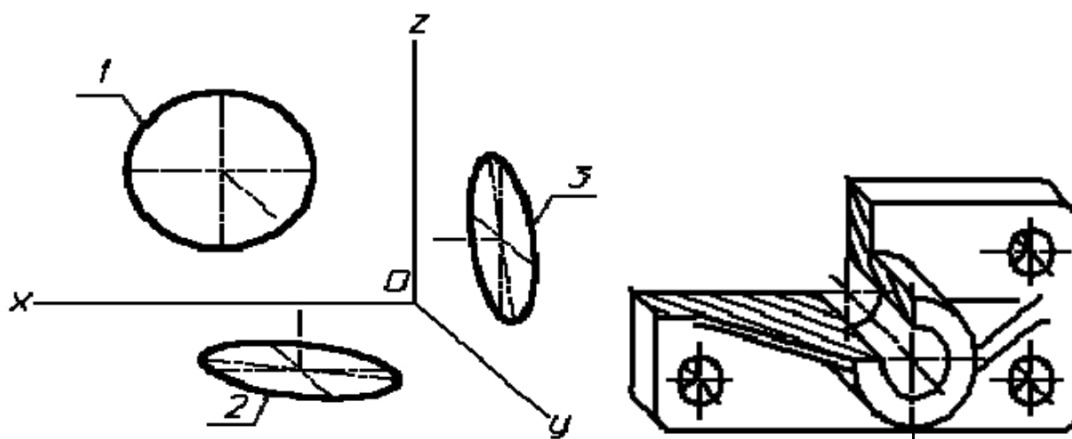
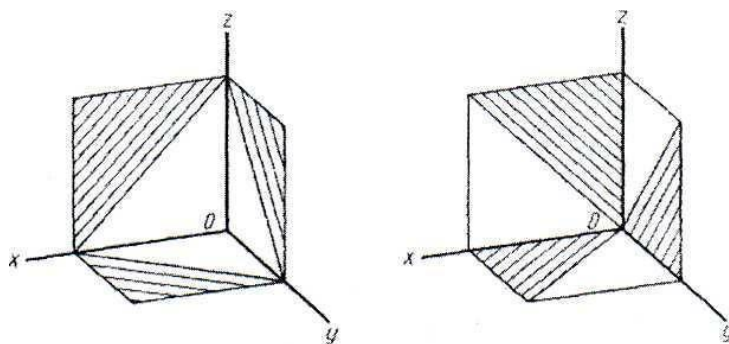


Рис.20. Косоугольная фронтальная диметрия

3.Условности и нанесение размеров

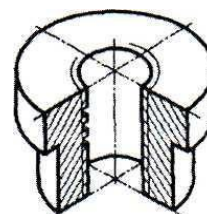
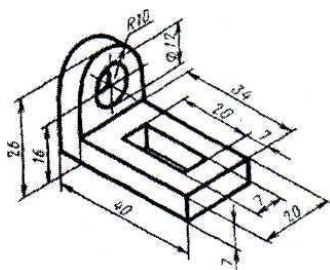
Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (черт. 16).



Черт. 16

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

При выполнении в аксонометрических проекциях зубчатых колес, реек, червяков и подобных элементов допускается применять условности по ГОСТ 2.402 - 68. В аксонометрических проекциях резьбу изображают по ГОСТ 2.311 - 68. Допускается изображать профиль резьбы полностью или частично, как показано на рисунке



1.2 Лекция №2 (2 часа)

Тема: «ГОСТ 2.311-68 Изображение резьбы»

1.2.1. Вопросы лекции:

- 1 Основные понятия
- 2 Классификация резьбы
- 3 Параметры профиля резьбы
- 4 Классификация резьбовых соединений

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные понятия

Резьбу изображают:

а) на стержне - сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по внутреннему диаметру.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте (рис. [1](#), [2](#))

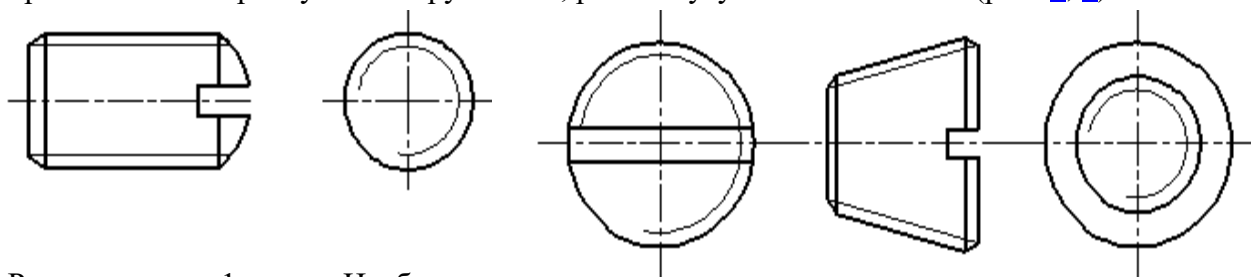


Рисунок 1. Изображение цилиндрической резьбы на стержне

Изображение

Рисунок 2. Изображение конической резьбы на стержне

б) в отверстиях - сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по наружному диаметру.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте (рис. [3](#), [4](#))

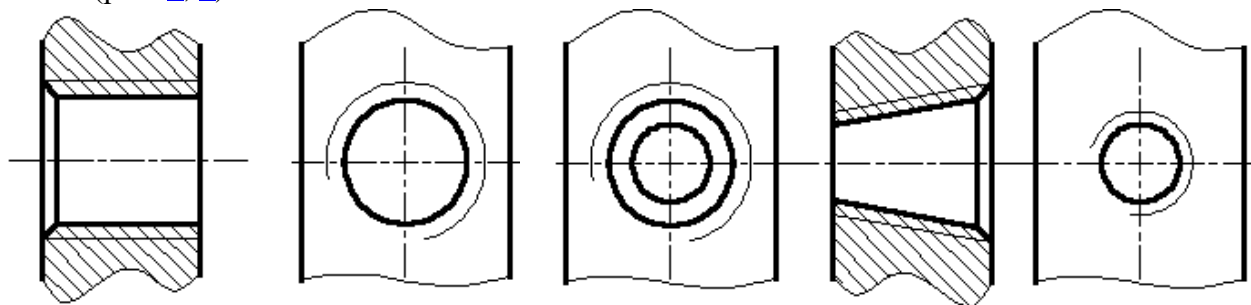


Рисунок 3. Изображение

Рисунок 4. Изображение

Рисунок 4. Изображение конической

цилиндрической
резьбы в отверстии

резьбы в отверстии

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру (рис. 5).

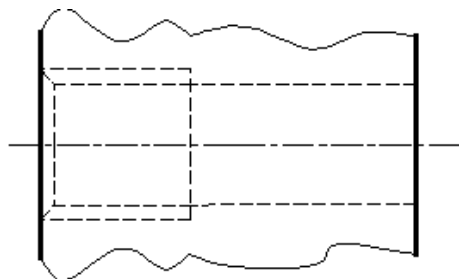


Рисунок 5. Изображение невидимой резьбы

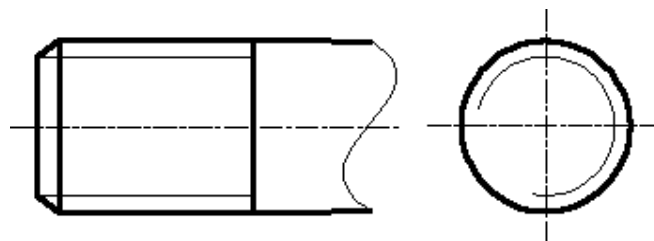


Рисунок 6. Изображение границы цилиндрической резьбы на стержне

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображены как невидимая (рис. 6, 7, 8).

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии (см. рис. 3, 4, 7, 8).

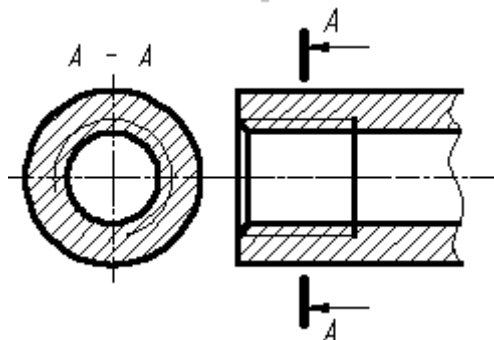


Рисунок 7. Пример изображения резьбы в отверстии на разрезе

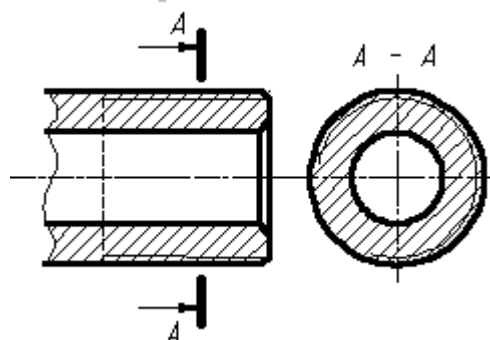
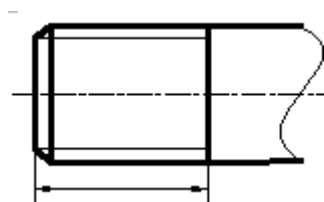


Рисунок 8. Пример изображения резьбы на стержне на разрезе

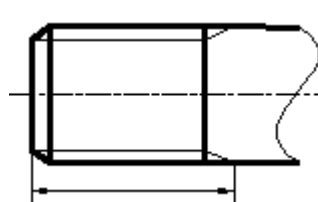
Размер длины резьбы с полным профилем (без сбега) на стержне и в отверстии указывают, как показано на рис. 9а и 10а.

Размер длины резьбы (со сбегом) указывают, как показано на рис. 9б и 10б.

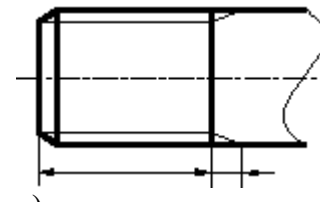
При необходимости указания величины сбега на стержне размеры наносят, как показано на рис. 9в.



а) без сбега



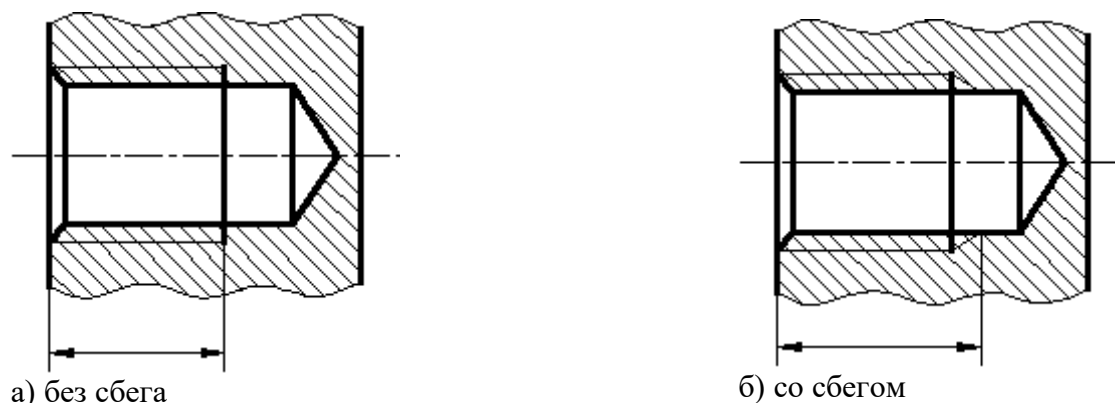
б) со сбегом



в) с указанием величины сбега

Рисунок 9. Указание размера длины резьбы на стержне

Сбег резьбы изображают сплошной тонкой прямой линией, как показано на рис. [96](#), [9в](#), и [106](#).



а) без сбega

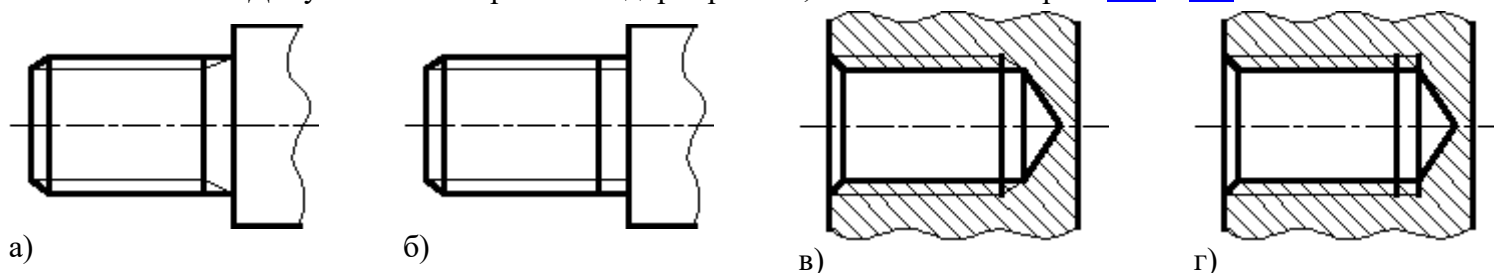
б) со сбегом

Рисунок 10. Указание размера длины резьбы в отверстии

Недорез резьбы, выполненной до упора,

Недорез резьбы, выполненной до упора, изображают как показано на рис. [11а](#) и [11в](#).

Допускается изображать недорез резьбы, как показано на рис. [11б](#) и [11г](#).



а)

б)

в)

г)

Рисунок 11. Примеры изображения недореза резьбы

Основную плоскость конической резьбы на стержне, при необходимости, указывают тонкой сплошной линией, как показано на рис. [12](#).

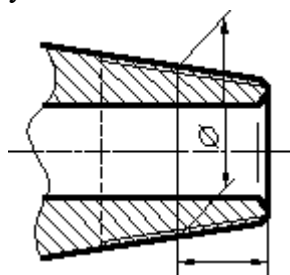


Рисунок 12. Указание изображения основной плоскости резьбы на конической резьбе

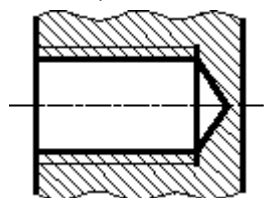


Рисунок 13. Пример изображения глухого резьбового отверстия на чертеже по которому она не выполняется

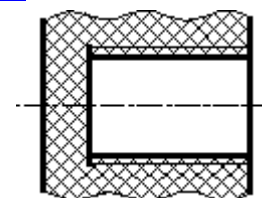


Рисунок 14. Пример изображения глухого резьбового отверстия на чертеже по которому она не выполняется

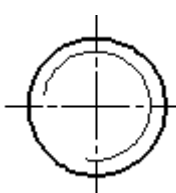
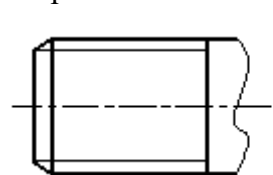


Рисунок 15. Изображение фаски резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на рис. [13](#) и [14](#), даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы.

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или

отверстия, не изображают (рис. [15](#), [16](#), [17](#)).

Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски (см. рис. [15](#)).

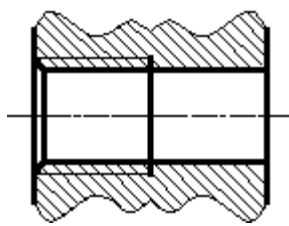


Рисунок 16. Изображение фаски в отверстии с цилиндрической резьбой

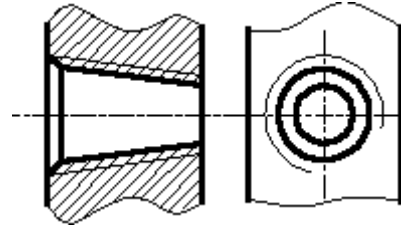
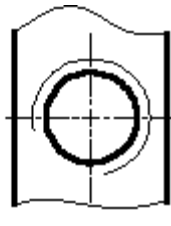


Рисунок 17. Изображение фаски в отверстии с конической резьбой

Резьбу с нестандартным профилем показывают одним из способов, изображенных на рис. [18](#), со всеми необходимыми размерами и предельными отклонениями. Кроме размеров и предельных отклонений резьбы, на чертеже указывают дополнительные данные о числе заходов, о левом направлении резьбы, и т.п. с добавлением слова "Резьба".

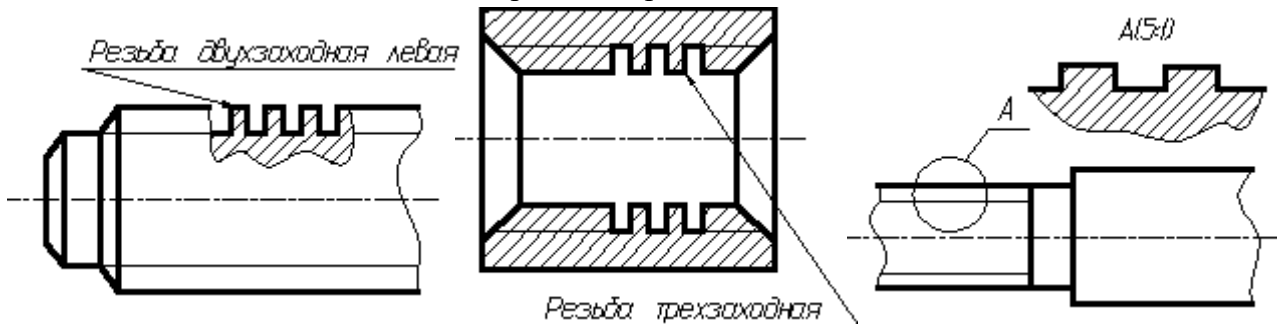


Рисунок 18. Пример изображения резьбы с нестандартным профилем

На разрезах резьбового соединения в изображениях на плоскости параллельной к его оси, в отверстии показывается только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. [19](#), [20](#)).

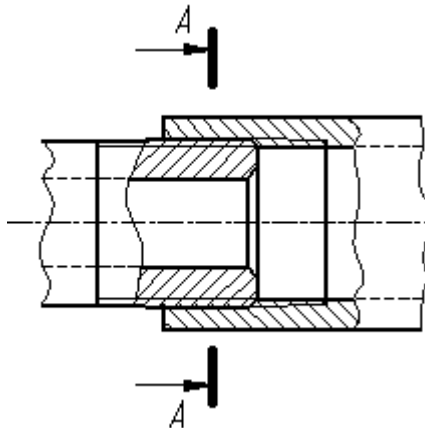


Рисунок 19. Пример изображения резьбового соединения на разрезе

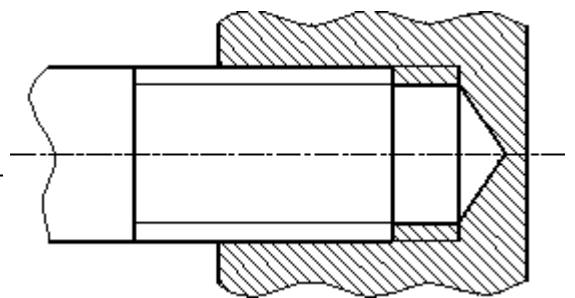
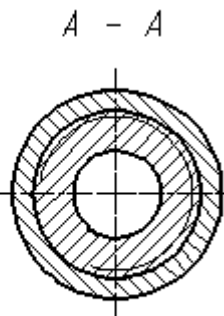


Рисунок 20. Пример изображения резьбового соединения на разрезе

Обозначение резьб указывают по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб и относят их для всех резьб, кроме конической и трубной цилиндрической, к наружному диаметру, как показано на рис. [21](#), [22](#).

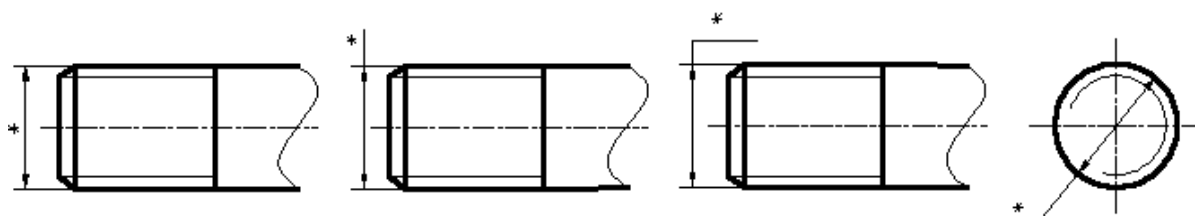


Рисунок 21. Примеры обозначения резьбы на стержне

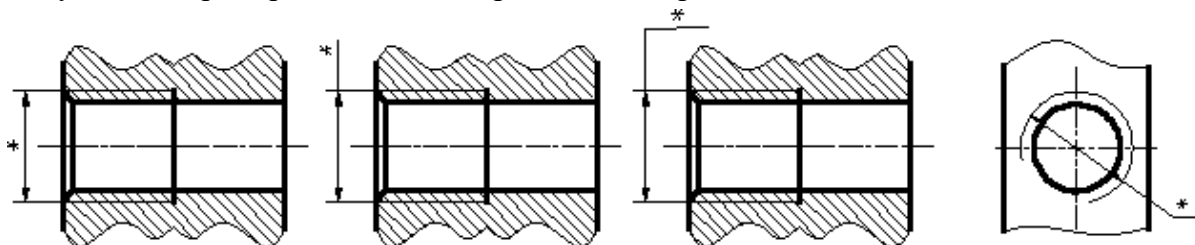


Рисунок 22. Примеры обозначения резьбы в отверстии

Обозначение конической и трубной цилиндрической резьбы наносят, как показано на рис. 23.

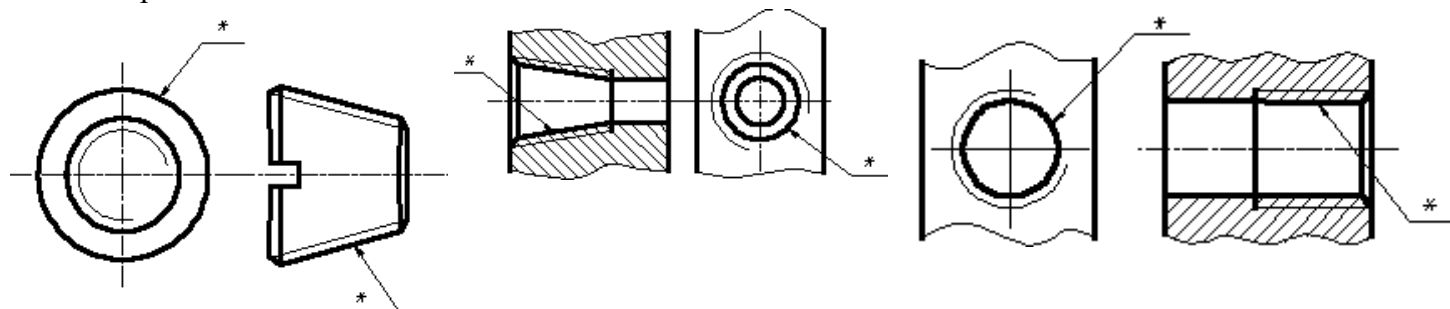


Рисунок 23. Пример обозначения конической и трубной цилиндрической резьб

Примечание. Знаком (*) отмечены места нанесения обозначения резьбы.

Специальную резьбу со стандартным профилем обозначают сокращенно Сп и условным обозначением резьбы.

2. Классификация резьбы

По назначению резьбы делятся на **крепежные** (в неподвижном соединении) и **ходовые** или **кинематические** (в подвижном соединении). Часто крепежные резьбы несут в себе вторую функцию — уплотнения резьбового соединения, обеспечения его герметичности.

В зависимости от формы поверхности, по которой нарезается резьба, она может быть **цилиндрической** или **конической**.

В зависимости от расположения поверхности резьба может быть **наружной** (нарезанная на стержне) или **внутренней** (нарезанная в отверстии).

В зависимости от формы профиля различают резьбу **треугольную, трапецеидную, прямоугольную, круглую, специальную**.

Треугольная резьба подразделяется на **метрическую, трубную, коническую** дюймовую, трапецеидная — на **трапецеидальную, упорную, упорную усиленную**.

По величине шага различают резьбу крупную, мелкую и специальную.

По числу заходов резьбы делятся на однозаходные и многозаходные.

По направлению винтовой линии различают резьбу правую (нитка резьбы нарезается по часовой стрелке) и левую (нитка резьбы нарезается против часовой стрелки).

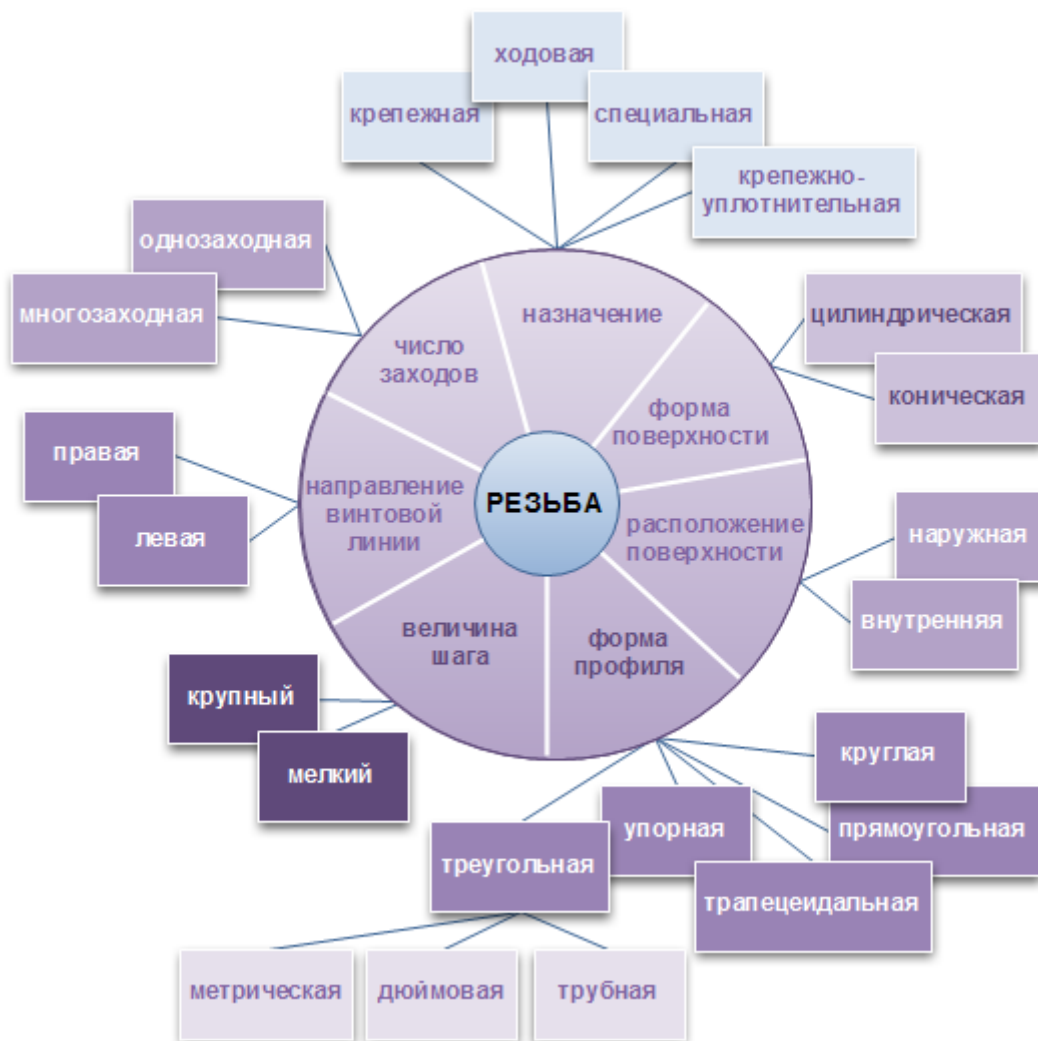


Рисунок 5.1 — Классификация резьб

3. Параметры профиля резьбы

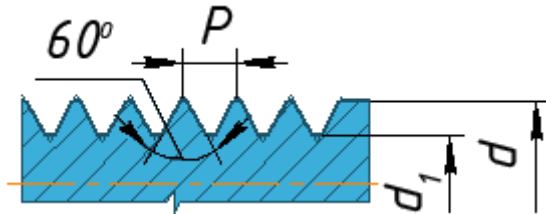
Профили резьбы

Резьба образуется при винтовом движении некоторой плоской фигуры, задающей так называемый профиль резьбы, расположенной в одной плоскости с осью поверхности вращения (осью резьбы).

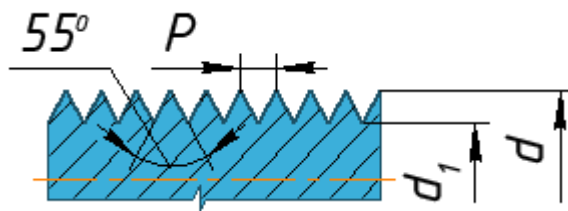
Профили резьбы характеризуются следующими особенностями:

- метрическая резьба имеет профиль в виде равностороннего треугольника с углом при вершине 60° (Рисунок 5.2). Метрическая резьба бывает цилиндрической и конической;
- трубная резьба имеет профиль в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине 55° (Рисунок 5.2). Трубная резьба также может быть цилиндрической и конической;
- коническая дюймовая резьба имеет профиль в виде равностороннего треугольника (Рисунок 5.2);
- круглая резьба имеет профиль в виде полуокружности;

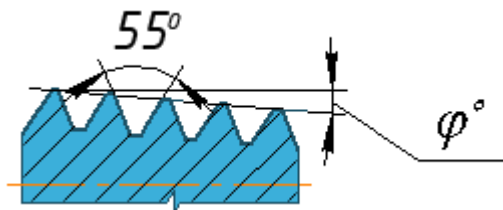
- **трапецидальная резьба** имеет профиль в виде равнобочной трапеции с углом 30° между боковыми сторонами (Рисунок 5.2);
- **упорная резьба** имеет профиль не равнобочной трапеции с углом наклона рабочей стороны 3° и нерабочей – 30° (Рисунок 5.2);
- **прямоугольная резьба** имеет профиль в виде прямоугольника (Рисунок 5.2). Резьба не стандартизована.



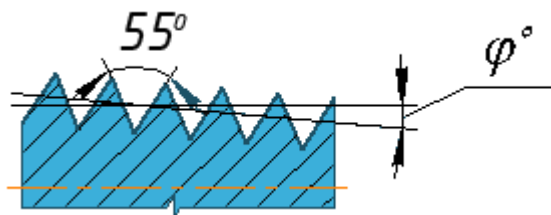
Резьба метрическая (треугольная)



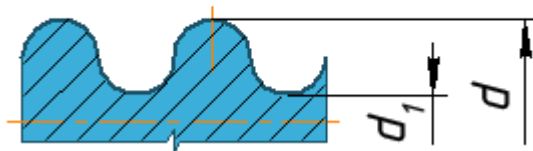
Резьба трубная цилиндрическая



Резьба трубная коническая



Резьба дюймовая коническая



Резьба круглая



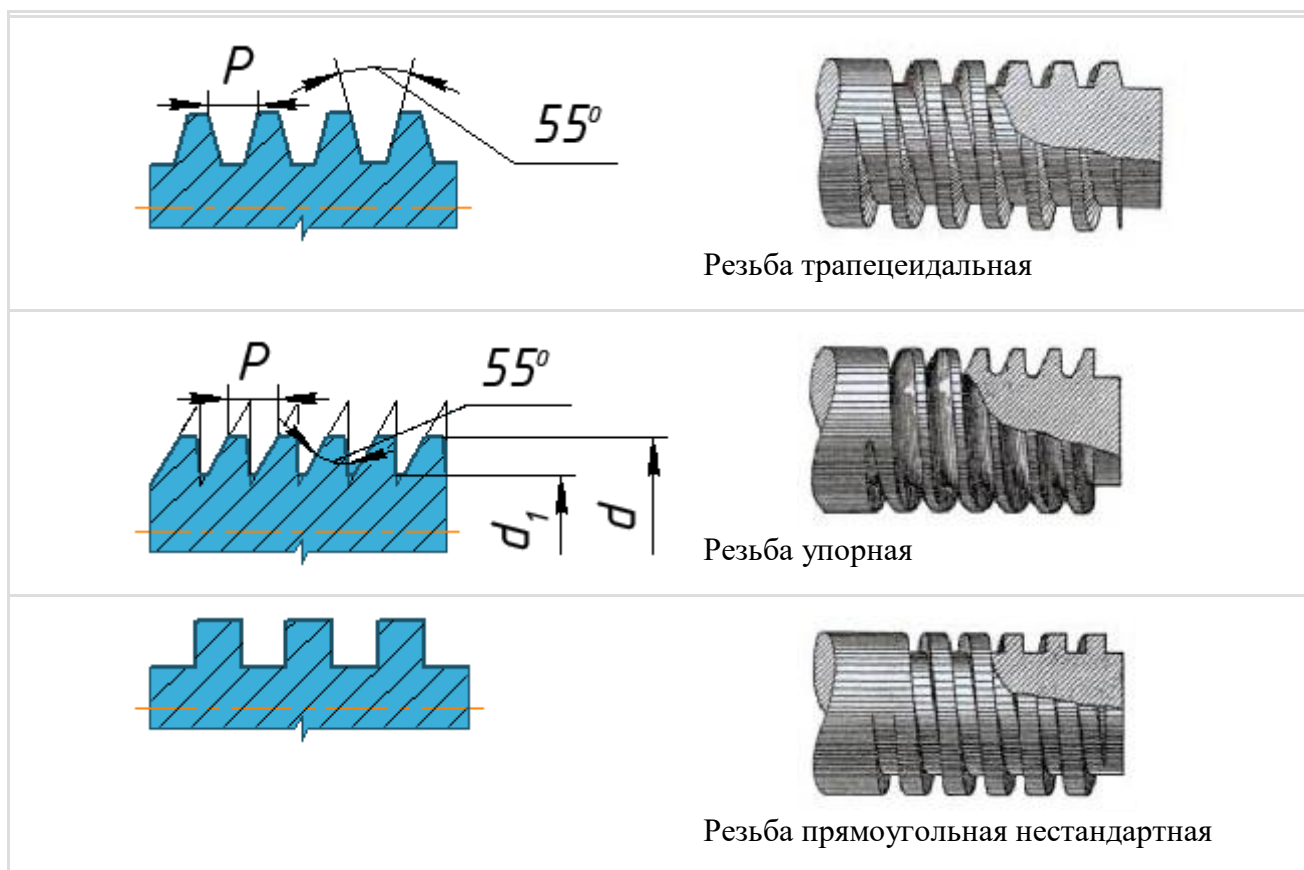


Рисунок 5.2 — Типы и параметры резьб

Параметры резьбы

Диаметр резьбы (d) — диаметр поверхности, на которой будет образована резьба.

Шаг резьбы (P) — расстояние по линии, параллельной оси резьбы между средними точками ближайших одноименных боковых сторон профиля резьбы, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону от оси вращения (ГОСТ 11708-82).

Ход резьбы — относительное осевое перемещение детали с резьбой за один оборот, равное произведению nP , где n — число заходов резьбы. У однозаходной резьбы ход равен шагу.

Резьбу, образованную движением одного профиля, называют **однозаходной**, образованную движением двух, трех и более одинаковых профилей, называют **многозаходной** (двух-, трехзаходной и т.д.).

4. Классификация резьбовых соединений

Соединение деталей с помощью резьбы является одним из старейших и наиболее распространенных видов разъемного соединения. Легко и просто обеспечивает сборку и разборку. Резьбовое соединение образуют две детали. У одной из них на наружной, а у другой на внутренней поверхности выполнены расположенные по винтовой поверхности выступы — соответственно наружная и внутренняя резьбы.

Резьбы формируют на цилиндрических или конических поверхностях. Наибольшее распространение имеют цилиндрические резьбы.

Резьбы классифицируют по различным признакам:

По направлению винтовой линии: правая, левая.

По форме профиля: треугольная, трапецидальная, прямоугольная, круглая, упорная, метрическая, дюймовая.

По расположению на детали: внешняя, внутренняя.

По характеру поверхности: цилиндрическая, коническая.

По назначению: крепежная, крепежно-уплотняющая, ходовая (для передачи движения), специальная (в т. ч.: часовая, на пластмассовых деталях, окулярная, круглая для объективов микроскопов, круглая для светотехники).

По числу заходов: однозаходная, многозаходная.

Характеристика основных видов резьбы

Метрическая резьба

Метрическая резьба (рис. 1, а) является основным типом крепежной резьбы. Профиль резьбы установлен *ГОСТ 9150–81* и представляет собой равносторонний треугольник с углом профиля $\alpha = 60^\circ$. Профиль резьбы на стержне отличается от профиля резьбы в отверстии величиной притупления его вершин и впадин. Основными параметрами метрической резьбы являются: номинальный диаметр – $d(D)$ и шаг резьбы – P , устанавливаемые *ГОСТ 8724–81* в миллиметрах.

Метрические резьбы бывают с крупным и мелким шагом. По *ГОСТ 8724–81* каждому номинальному размеру резьбы с крупным шагом соответствует несколько мелких шагов.

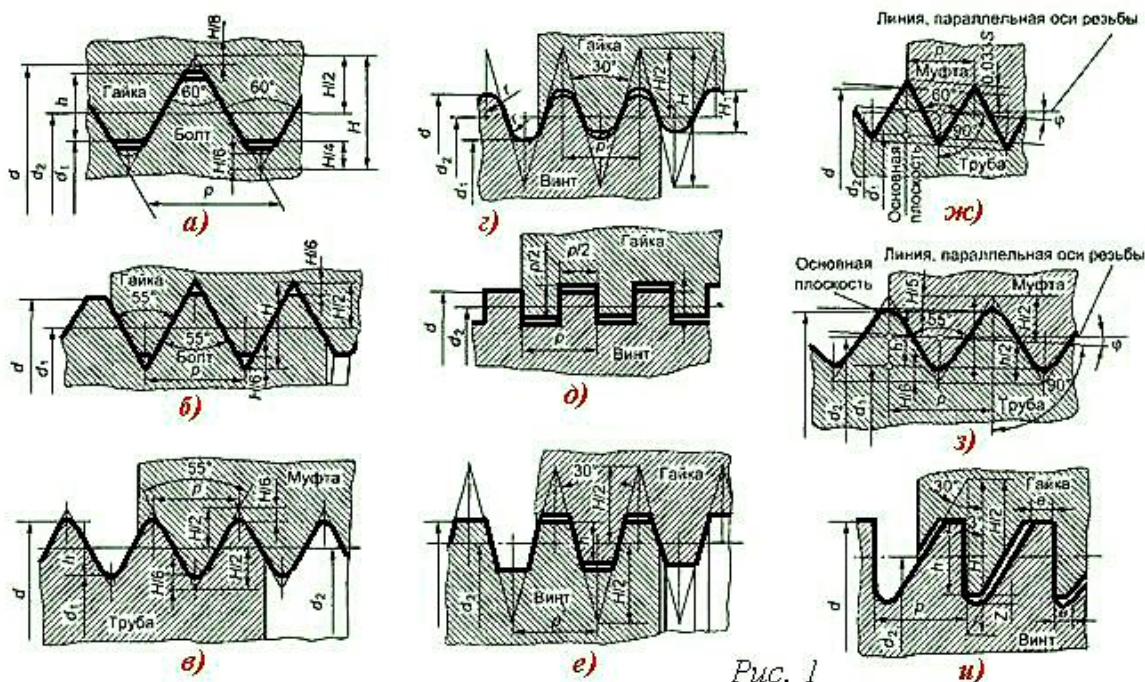


Рис. 1

Резьбы с мелким шагом применяются в тонкостенных соединениях для увеличения их герметичности, для осуществления регулировки в приборах точной механики и оптики, с целью увеличения сопротивляемости деталей самоотвинчиванию.

В случае, если диаметры и шаги резьб не могут удовлетворить функциональным и конструктивным требованиям, введен *СТ СЭВ 183–75 «Резьба метрическая для приборостроения»*.

Если одному диаметру соответствует несколько значений шагов, то в первую очередь применяются большие шаги. Диаметры и шаги резьб, указанные в скобках, по возможности не применяются.

В случае применения конической метрической резьбы (рис. 1, ж) с конусностью $1:16$ профиль резьбы, диаметры, шаги и основные размеры установлены *ГОСТ 25229–82*.

При соединении наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической по *ГОСТ*

9150–81 должно обеспечиваться ввинчивание наружной конической резьбы на глубину не менее $0,8d$.

Дюймовая резьба

Дюймовая резьба (рис. 1, б) относится к крепежной резьбе. В настоящее время не существует стандарт, регламентирующий основные размеры дюймовой резьбы. Ранее существовавший *ОСТ НКТП 1260* отменен, и применение дюймовой резьбы в новых разработках не допускается. В СНГ ее применяют только для резьбовых деталей старых, а также импортных машин (*Китай, США и др.*).

Дюймовая резьба характеризуется тем, что имеет треугольный профиль с углом $\alpha = 55^\circ$, а диаметр измеряется в дюймах, шаг - числом ниток резьбы на длине в 1". Эта резьба была стандартизована для наружных диаметров $d = 3/16'' - 4''$ и числом ниток на 1" от 28 до 3.

При обозначении дюймовой резьбы наружный диаметр указывают в дюймах.

Трубная цилиндрическая резьба

Трубную цилиндрическую резьбу (рис. 1, в) используют как крепежно-уплотняющую. В соответствии с *ГОСТ 6367–81* трубная цилиндрическая резьба имеет профиль дюймовой резьбы, т.е. равнобедренный треугольник с углом α при вершине, равным 55° .

Для лучшего уплотнения резьбу выполняют с закругленным треугольным профилем без зазоров по выступам и впадинам. Условное обозначение резьбы дается по внутреннему диаметру (в дюймах) трубы, на которой она нарезана.

Резьба стандартизована для диаметров от $1/16''$ до $6''$ при числе шагов z от 28 до 11.

Номинальный размер резьбы условно отнесен к внутреннему диаметру трубы (к величине условного прохода). Так, резьба с номинальным диаметром 1 мм имеет диаметр условного прохода 25 мм, а наружный диаметр 33,249 мм.

Трубную резьбу применяют для соединения труб, а также тонкостенных деталей цилиндрической формы. Такого рода профиль ($\alpha = 55^\circ$) рекомендуют при повышенных требованиях к плотности (непроницаемости) трубных соединений. Применяют трубную резьбу при соединении цилиндрической резьбы муфты с конической резьбой труб, так как в этом случае отпадает необходимость в различных уплотнениях.

Трубная коническая резьба

Трубную коническую резьбу (рис. 1, з) используют как крепежно-уплотняющую. Параметры и размеры трубной конической резьбы определены *ГОСТ 6211–81*, в соответствии с которым профиль резьбы соответствует профилю дюймовой резьбы. Резьба стандартизована для диаметров от $1/16''$ до $6''$ (в основной плоскости размеры резьбы соответствуют размерам трубной цилиндрической резьбы).

Нарезаются резьбы на конусе с углом конусности $\phi/2 = 1^\circ 47' 24''$ (как и для метрической конической резьбы), что соответствует конусности 1:16.

Конические резьбы обеспечивают герметичность соединения резьбовых деталей без специальных уплотнений.

Применение конической резьбы позволяет резко уменьшить время (угол относительного поворота винта и гайки) завинчивания и отвинчивания, что часто имеет решающее значение для быстроразборных соединений.

Применяется резьба для резьбовых соединений топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов машин и станков. Для возможности свертывания конических резьб с цилиндрическими, биссектриса угла профиля конусной резьбы по *ГОСТ* должна быть перпендикулярна оси.

Прямоугольная резьба

Прямоугольная резьба (рис. 1, д) относится к резьбам для передачи движений под нагрузкой. Она имеет прямоугольный или квадратный профиль, диаметр и шаг прямоугольной резьбы измеряют в миллиметрах.

Прямоугольная резьба не стандартизована и применяется сравнительно редко, так как наряду с преимуществами, заключающимися в более высоком коэффициенте полезного действия, чем у трапецеидальной резьбы, она менее прочна и сложнее в производстве. Ее заменяют трапецеидальной - более удобной в изготовлении. Применяется при изготовлении винтов, домкратов и ходовых винтов.

Трапецеидальная резьба

Трапецеидальную резьбу (рис. 1, е) широко применяют в передачах винт-гайка. Она имеет симметричный трапецеидальный профиль с углом профиля $\alpha = 30^\circ$. Для червяков червячных передач угол профиля $\alpha = 40^\circ$.

Основные размеры диаметров и шагов трапецеидальной однозаходной резьбы для диаметров от 10 до 640 мм устанавливают ГОСТ 9481–81. По сравнению с прямоугольной трапецеидальная резьба при одних и тех же габаритах имеет большую прочность, более технологична в изготовлении.

Трапецеидальная резьба применяется для преобразования вращательного движения в поступательное при значительных нагрузках и может быть одно- и многозаходной (ГОСТ 24738–81 и 24739–81), а также правой и левой.

Трапецеидальная резьба при использовании гайки, разъемной по осевой плоскости (например, у ходовых винтов станков), позволяет выбирать зазоры путем радиального сближения половин гайки при ее изнашивании.

Упорная резьба

Упорную резьбу (рис. 1, и) применяют в нажимных винтах с большой односторонней осевой нагрузкой.

Упорная резьба, стандартизованная ГОСТ 24737–81, имеет профиль неравнобокой трапеции, одна из сторон которой наклонена к вертикали под углом 3° , т.е. рабочая сторона профиля, а другая – под углом 30° .

Форма профиля и значение диаметров шагов для упорной однозаходной резьбы устанавливают ГОСТ 10177–82. Резьба стандартизована для диаметров от 10 до 600 мм с шагом от 2 до 24 мм и применяется при больших односторонних усилиях, действующих в осевом направлении.

Закругление (см. размер е, рис. 1, и) повышает прочность винта. Условное обозначение упорной резьбы для наружного диаметра 80 мм и шага 16 мм - S 80×16, т.е. аналогично обозначению трапецеидальной резьбы.

Круглая резьба

Круглая резьба (рис. 1, з) стандартизована. Профиль круглой резьбы образован дугами, связанными между собой участками прямой линии. Угол между сторонами профиля $\alpha = 30^\circ$.

Резьба применяется ограниченно: для водопроводной арматуры, в отдельных случаях для крюков подъемных кранов, а также в условиях воздействия агрессивной среды.

Многозаходная резьба

У однозаходной резьбы (рис. 2, а) шаг и ход резьбы одинаковые, при этом за один оборот винта гайка перемещается на величину шага. Если перемещение гайки за один оборот должно быть большим, то ход, а следовательно, и шаг однозаходного винта должны быть большими. Чем больше шаг, тем глубже получается резьба (высота резьбы зависит от шага) и тем меньше будет внутренний диаметр винта. Винт с малым внутренним диаметром недостаточно прочен и не может передавать больших усилий.

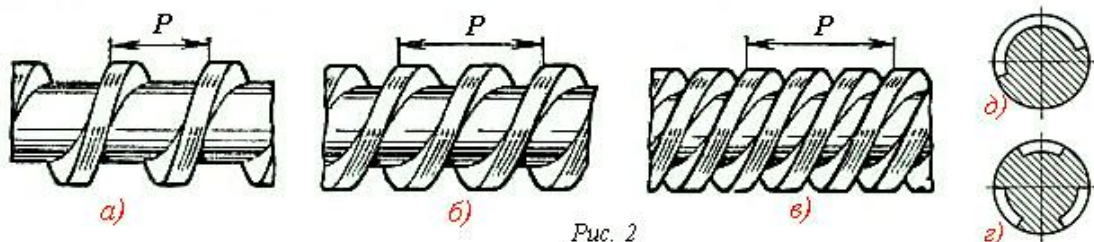


Рис. 2

Для усиления прочности винта, одновременно с увеличением хода, применяют многозаходную резьбу. В этом случае шаг, высота резьбы и ее внутренний диаметр соответствуют однозаходной, а ход резьбы во столько раз больше шага, сколько имеется заходов, например, у двухзаходной резьбы (рис. 2, б) ход вдвое больше ее шага, у трехзаходной (рис. 2, в) - втрое больше и т. д.

Пример удобства многозаходной резьбы – крышки на банках с консервированными овощами или соками. Легкий поворот руки на небольшой угол - и банка открыта. Следует, также, отметить, что на цилиндрах большого диаметра попасть в заход однозаходной резьбы очень сложно, и в этом случае проблему можно уменьшить при помощи многозаходной резьбы.

Чтобы проще было понять, что такое многозаходная резьба и для чего она нужна, следует вспомнить о таких параметрах резьбы, как ее **шаг** и **ход**. Шаг резьбы (P) - это расстояние между соседними одноименными точками профиля в направлении, параллельном оси резьбы той же винтовой поверхности. Ход резьбы (P_h) - расстояние, на которое переместится вдоль оси винт при одном полном его обороте в неподвижной гайке, т. е. шаг одной и той же винтовой линии резьбы.

Очевидно, что если резьба однозаходная, то ее шаг и ход равны между собой, поскольку за один оборот винта его стержень переместится вдоль оси на величину шага.

При конструировании каких-либо узлов или механизмов иногда возникает необходимость в увеличении хода винта. При однозаходной резьбе этого можно достичь увеличением ее шага, но здесь предел творчеству ограничивается внутренним диаметром резьбы, поскольку приходится увеличивать глубину нарезания. А с уменьшением диаметра уменьшается и прочность стержня винта (болта, шпильки).

Можно увеличить угол подъема резьбы, но при этом теряются многие ценные качества резьбового соединения. К тому же угол подъема резьбы увеличивать можно лишь в определенных пределах, иначе завернуть винт в гайку будет невозможно.

В таких случаях лучшее решение проблемы - многозаходная резьба, ход которой (по сравнению с однозаходной резьбой) кратен числу заходов, т. е. ход многозаходной резьбы равен произведению числа заходов на шаг резьбы. При этом диаметр резьбы и стержня болта не уменьшается.

Чтобы нагляднее понять принцип изготовления многозаходной резьбы, представьте, что на стержне винта резьба нарезается одновременно несколькими резцами, закрепленными в суппорте в один ряд вдоль оси винта. Каждый резец прорезает отдельную канавку, не соединяющуюся с соседними. Очевидно, что шаг винтовой линии, нарезаемой каждым резцом должен быть таким, чтобы он не пересекал винтовую линию соседнего резца, т. е. увеличенным.

В результате получим многозаходную резьбу, количество ходов которой зависит от количества резцов.

Визуально многозаходную резьбу можно определить, если посмотреть на торец винта (болта, шпильки, гайки). В этом случае хорошо видно, сколько ниток резьбы берет свое начало с торца. У однозаходной резьбы (рис. 2, д) на торце винта или гайки виден только один конец витка, а у многозаходной (рис. 2, е) – два, три и больше.

Если продвигаться по спирали вдоль какого-нибудь витка многозаходной резьбы острым кончиком иглы или другого предмета, то вы никогда не попадете в канавку соседнего витка.

Технологически многозаходные резьбы существенно сложнее и, соответственно, дороже.

1.3 Лекция №3 (4 часа)

Тема: «Конструкторская документация»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Основные понятия.
2. Классификация резьбы.
3. Параметры профиля резьбы.
4. Болтовое соединение.
5. Шпилечное соединение.
6. Винтовое соединение.

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные понятия

Изделием называют любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

ГОСТ 2.101-88* устанавливает следующие виды изделия:

- Детали;
- Сборочные единицы;
- Комплексы;
- Комплекты.

При изучении курса «Инженерной графики» к рассмотрению предлагаются два вида изделий: детали и сборочные единицы.

Деталь – изделие, изготавливаемое из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

Например: втулка, литой корпус, резиновая манжета (неармированная), отрезок кабеля или провода заданной длины. К деталям относятся так же изделия, подвергнутые покрытиям (защитным или декоративным), или изготовленные с применением местной сварки, пайки, клейки сшивки. К примеру: корпус, покрытый эмалью; стальной винт, подвергнутый хромированию; коробка, склеенная из одного листа картона, и т.п.

Сборочная единица – изделие, состоящее из двух и более составных частей, соединённых между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сваркой, пайкой, клёпкой, развальцовкой, склеиванием и т.д.).

Например: станок, редуктор, сварной корпус и т.д.

Комплексы — два и более специфицируемых изделия не соединённых на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например, автоматическая телефонная станция, зенитный комплекс и т.п.

Комплекты — два и более специфицированных изделия, не соединённых на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например,

комплект запасных частей, комплект инструментов и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры и т.п.

Производство любого изделия начинается с разработки конструкторской документации. На основании технического задания проектная организация разрабатывает **эскизный проект**, содержащий необходимые чертежи будущего изделия, расчётно-пояснительную записку, проводит анализ новизны изделия с учётом технических возможностей предприятия и экономической целесообразности его осуществления.

Эскизный проект служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации. Полный комплект конструкторской документации определяет состав изделия, его устройство, взаимодействие составных частей, конструкцию и материал всех входящих в него деталей и другие данные, необходимые для сборки, изготовления и контроля изделия в целом.

Сборочный чертёж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и данные, необходимые для её сборки и контроля.

Чертёж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и принцип работы изделия.

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы.

Чертёж общего вида имеет номер сборочной единицы и код СБ.

Например: код сборочной единицы (Рисунок 9.1) ТМ.0004ХХ.100 СБ тот же номер, но без кода, имеет спецификация (Рисунок 9.2) этой сборочной единицы. Каждое изделие, входящее в сборочную единицу, имеет свой номер позиции, указанный на чертеже общего вида. По номеру позиции на чертеже можно найти в спецификации наименование, обозначение данной детали, а также количество. Кроме того, в примечании может быть указан материал, из которого деталь изготовлена.

2. Классификация резьбы

Основные понятия и параметры резьб устанавливает ГОСТ 11708-82 «Резьба. Термины и определения». Резьба – это винтовая поверхность, образованная при перемещении плоского контура, задающего профиль резьбы, по боковой поверхности цилиндра или конуса. Цилиндрическая резьба – резьба, образованная на боковой• поверхности цилиндра. Коническая резьба – резьба, образованная на боковой• поверхности конуса. Наружная резьба – резьба, образованная на наружной• поверхности цилиндра или конуса. Внутренняя резьба – резьба, образованная на внутренней• цилиндрической или конической поверхности (резьба в отверстии). Однозаходная резьба – резьба, образованная перемещением• одного плоского контура, задающего профиль резьбы. На поверхности детали нарезается одна винтовая канавка. Многозаходная резьба – резьба, образованная движением двух• и более одинаковых контуров, задающих профиль резьбы. На поверхности детали нарезают одновременно несколько винтовых канавок. По направлению винтовой линии резьба может быть левой и правой. Правая резьба – резьба, у которой плоский контур, задающий• профиль резьбы, вращаясь по часовой стрелке, удаляется вдоль оси резьбы от наблюдателя. Левая резьба – резьба, у которой плоский контур, задающий• профиль резьбы, вращаясь против часовой стрелки, удаляется вдоль оси резьбы от наблюдателя.

3. Параметры профиля резьбы

Ось резьбы – ось, относительно которой образована винтовая поверхность резьбы. Профиль резьбы – это контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ось резьбы. Номинальный диаметр резьбы d – диаметр, характеризующий размер резьбы и

используемый при ее обозначении (рис. 1). Шаг резьбы P – расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между ближайшими одноименными точками профиля резьбы (см. рис. 1).

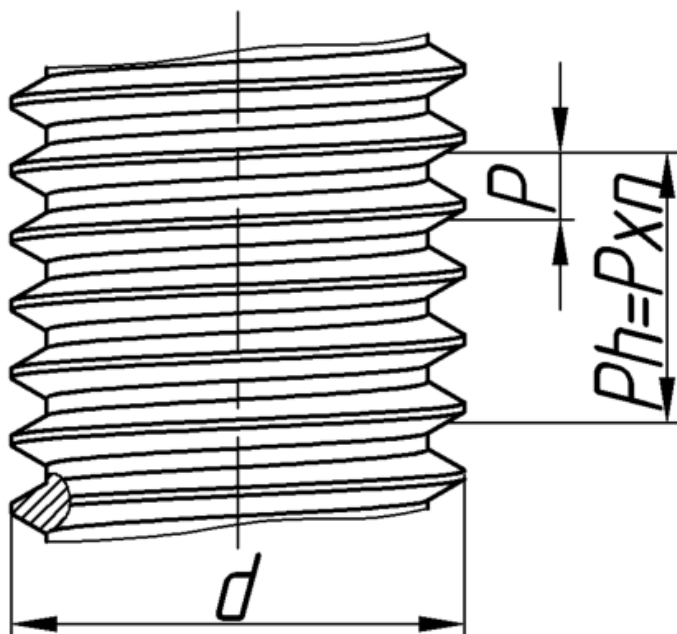


Рис. 1. Шаг и ход резьбы

Ход резьбы Ph – расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между ближайшими точками резьбы при перемещении исходной точки по винтовой линии на угол 360°

$$Ph = P \times n,$$

где P – шаг резьбы,

n – количество заходов.

Для однозаходных резьб ход резьбы равен шагу резьбы.

4. Классификация резьбовых соединений

Детали машин и приборов соединяют крепежными деталями. Кроме того, того применяются резьбовые соединения деталей, на одной из которых нарезана наружная резьба, а на другой – внутренняя. Такие соединения, называемые разъемными, можно разобрать без повреждения деталей. Чертежи разъемных соединений выполняют с применением рекомендуемых стандартами упрощений и условностей.

Соединение винтом упрощенное. ГОСТ 2.315–68

На винтовом соединении граница резьбы на стержне винта должна находиться внутри гладкого отверстия, запас резьбы, не использованный при ввинчивании, равен примерно трем шагам резьбы (3Р). Если диаметр головки винта меньше 12 мм, то шлиц рекомендуется изображать одной утолщенной линией. На виде сверху шлиц в головке показывается повернутым на 45° . На чертеже соединения наносят три размера: диаметр резьбы, длину винта, диаметр отверстия для прохода винта.

Соединение шпилькой упрощенное.

При вычерчивании на сборочных чертежах шпильчатого соединения рекомендуется, как при болтовом соединении, пользоваться условными соотношениями между диаметром резьбы d и размерами элементов гайки и шайбы.

Соединение болтом упрощенное. ГОСТ 2.315–68

При изображении болтовых соединений размеры болта, гайки и шайбы берутся по соответствующим ГОСТам. На учебных сборочных чертежах, с целью экономии времени, болт, гайку и шайбу рекомендуется вычерчивать не по всем размерам, взятым из ГОСТа, а только по его диаметру и длине стержня. Остальные размеры обычно определяются по условным соотношениям элементов болта и гайки в зависимости от диаметра резьбы. ГОСТ 2.315-68 предусматривает упрощенные и условные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах. При упрощенных изображениях (рис.1) резьба показывается по всей длине стержня крепежной резьбовой детали. Фаски, скругления, а также зазоры между стержнем детали и отверстием не изображаются. На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, резьба на стержне изображается одной окружностью, соответствующей наружному диаметру резьбы.

5. Болтовое соединение

Болт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом конце. Болты используются (вместе с гайками, шайбами) для скрепления двух или нескольких деталей. Существуют различные типы болтов, отличающиеся друг от друга по форме и размерам головки и стержня, по шагу резьбы, по точности изготовления и по исполнению. При изображении болта на чертеже выполняют два вида по общим правилам и наносят размеры длины l болта, длины резьбы l_0 , размер под ключ S и обозначение резьбы Md . Высота H головки в длину болта не включается. Гиперболы, образованные пересечением конической фаски головки болта с ее гранями, заменяются другими окружностями.

6. Шпильчное соединение

Шпильчное соединение изображается в трех проекциях. В данное соединение входят: шпилька, пружинная шайба, гайка, соединяемые детали. Основными исходными данными для построения изображения являются:

- d – размер резьбы шпильки;
- H – толщина соединяемых деталей, расположенных выше нижней, в которую ввинчивается шпилька;
- l – длина ввинчиваемого конца шпильки, определяемая номером стандарта для шпильки.

Порядок построения изображения может быть следующим:

1. Главный вид:

- изобразить стержень (вертикально) диаметром d , шпилька ввинчивается в нижнюю деталь на глубину l ;
- показать элементы соединяемых деталей, технологический зазор (между стержнем и верхней деталью) не показывать;
- диаметр шайбы $d_{ш} = 1,6d$, высота шайбы $h_{ш} = 0,2d$;
- высота гайки $h_{г} = 0,8d$;
- выход шпильки за гайку $h_{вых} = (0,2 \dots 0,5)d$

2. Вид сверху:

- изобразить окружность диаметром d (шпилька);
- изобразить шестиугольник (гайку), вписанный в окружность диаметром $2d$;

3. Вид слева:

- разрез соединяемых деталей не выполняется.

Длина шпильки:

$l = H + t + h_{ш} + h_{вых} = H + 0,2d + 0,8d + (0,2 \dots 0,5)d$ – расчетное значение округляется до ближайшего стандартного значения.

7. Винтовое соединение

Конструктивное изображение соединения винтом с цилиндрической головкой изображено на рис. 1.4

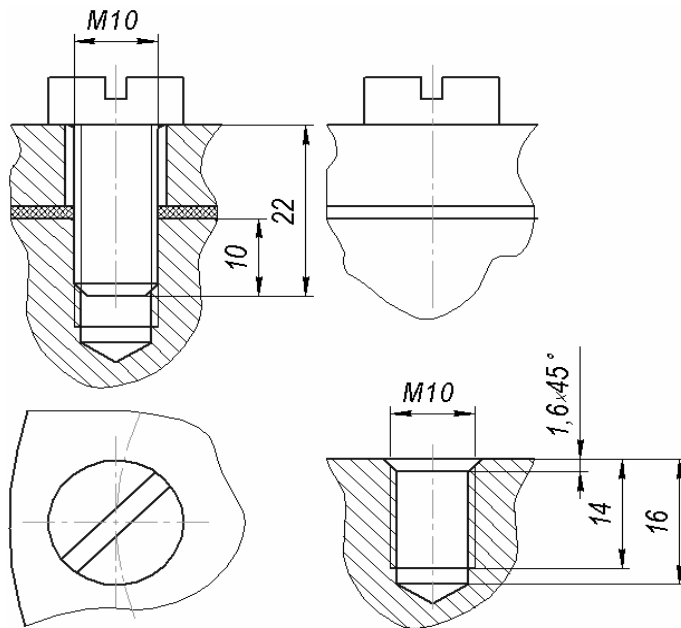


Рис. 1.4. Изображение соединения винтом с цилиндрической головкой (конструктивное)

1.4 Лекция №4 (2 часа)

Тема: «Плоскость. Пересечение плоскостей»

1.4.1 Вопросы лекции:

1. Способы задания плоскости на эюре.
2. Положение плоскости относительно плоскостей проекций.
3. Точка и прямая в плоскостях.
4. Главные линии плоскости.
5. Взаимное положение плоскостей.

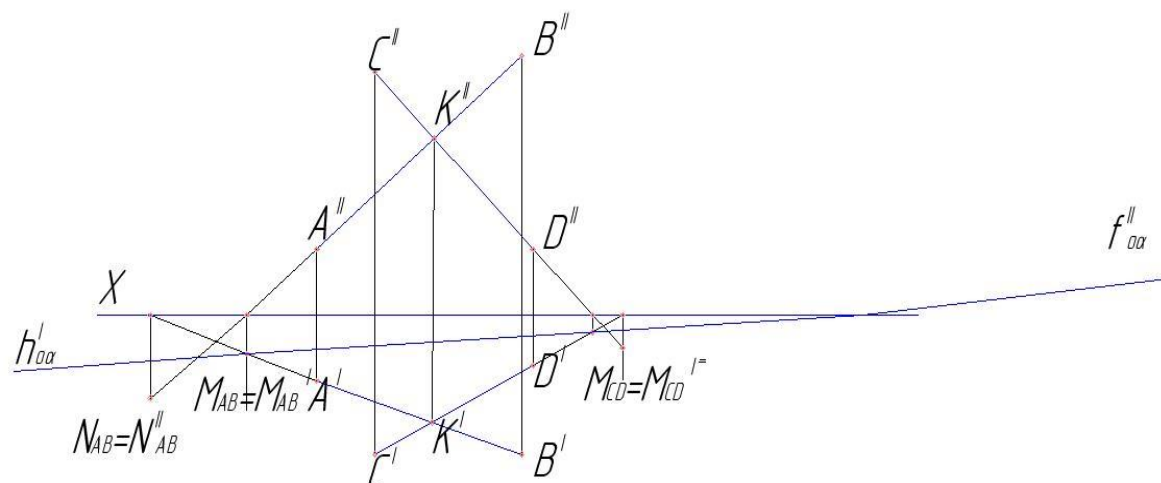
1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Способы задания плоскости на эюре.

На чертеже плоскость может быть задана: проекциями трех точек, не лежащих на одной прямой; проекциями прямой и точки; проекциями двух пересекающихся прямых, проекциями двух параллельных прямых.

Более наглядно плоскость может быть задана прямыми, по которым она пересекает плоскости проекций. Такие прямые называют следами плоскости. След плоскости – это линия, по которой пересекаются плоскости. Любая прямая, лежащая в плоскости и не параллельная плоскости проекций, пересекает последнюю. Очевидно, что след прямой будет располагаться на следе плоскости. След плоскости – это линия. Для построения прямой линии достаточно иметь две точки, принадлежащие прямой. Поэтому для

определения следов плоскости необходимо определить следы двух прямых, лежащих в этой плоскости.



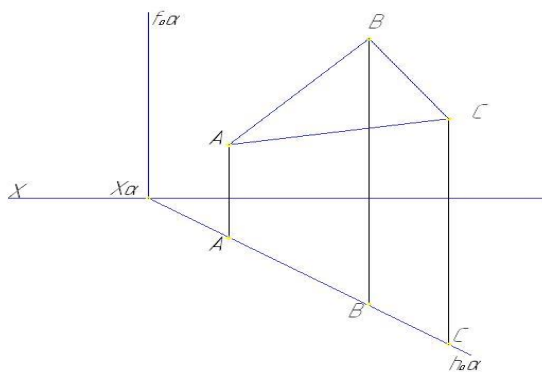
где f_{α}^{\parallel} — фронтальный след плоскости;
 h_{α}^{\parallel} — горизонтальный след плоскости.

2. Положение плоскости относительно плоскостей проекций.

Относительно плоскостей проекций плоскость может занимать следующие положения:

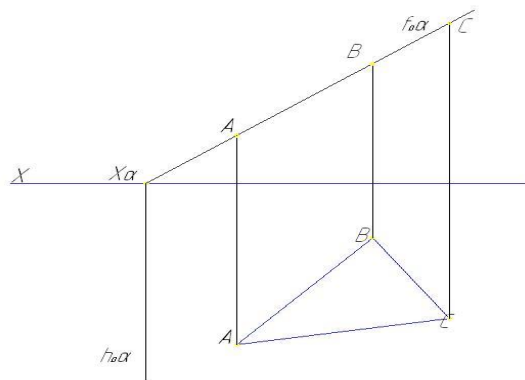
- не перпендикулярна плоскостям проекций (плоскость общего положения);
- перпендикулярна одной плоскости проекций (плоскость частного положения);
- перпендикулярна двум плоскостям проекций (плоскость частного положения).

Плоскость α перпендикулярна одной плоскости проекций:



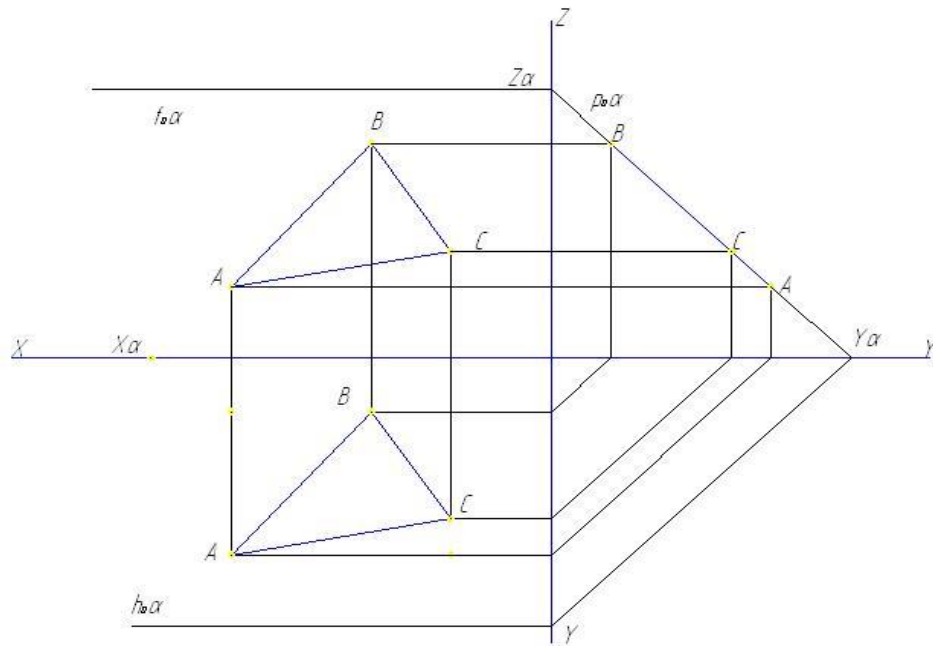
Плоскость задана треугольником ABC и перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Такую плоскость называют *горизонтально-проецирующей*. Угол между горизонтальным следом и осью X является углом между плоскостью α и фронтальной плоскостью проекций.

Плоскость α , перпендикулярную фронтальной плоскости проекций называют *фронтально-проецирующей*:



Угол между фронтальным следом и осью X является углом между плоскостью α и горизонтальной плоскостью проекций.

Плоскость α , перпендикулярную профильной плоскости проекций называют *профильно-проецирующей*:

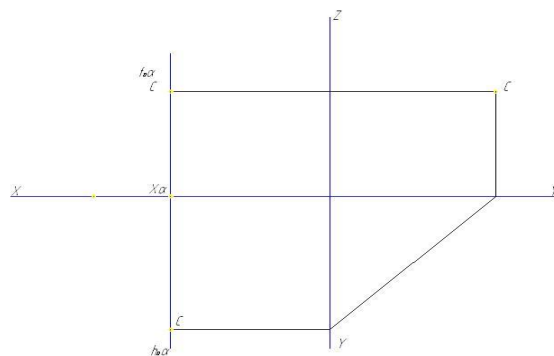


где ρ_{α} – профильный след плоскости.

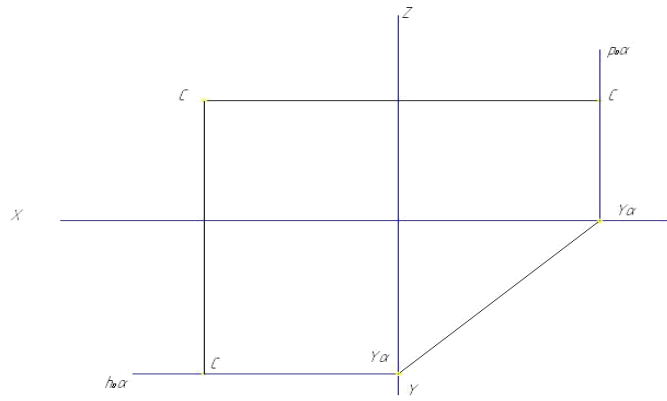
Угол между профильным следом и осью Z является углом между плоскостью α и фронтальной плоскостью проекций. Угол между профильным следом и осью Y является углом между плоскостью α и горизонтальной плоскостью проекций.

Если плоскость перпендикулярна двум плоскостям проекций, то она параллельна третьей плоскости проекций. Здесь также возможны три случая частного положения:

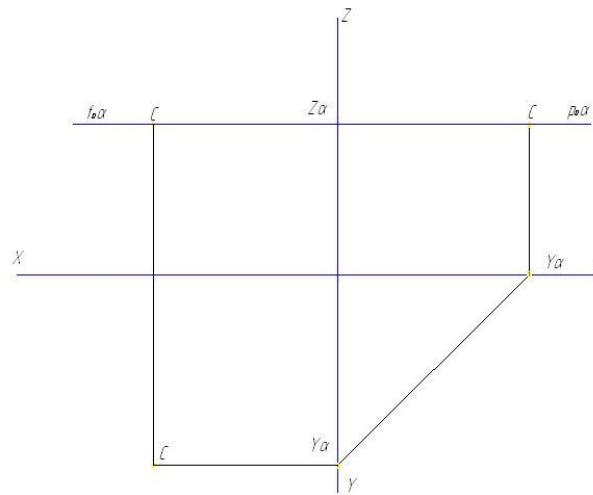
- плоскость α перпендикулярна горизонтальной и фронтальной плоскости проекций (параллельная профильной плоскости) – *профильная плоскость*:



- плоскость α перпендикулярна горизонтальной и профильной плоскости проекций (параллельная фронтальной плоскости) – *фронтальная плоскость*:

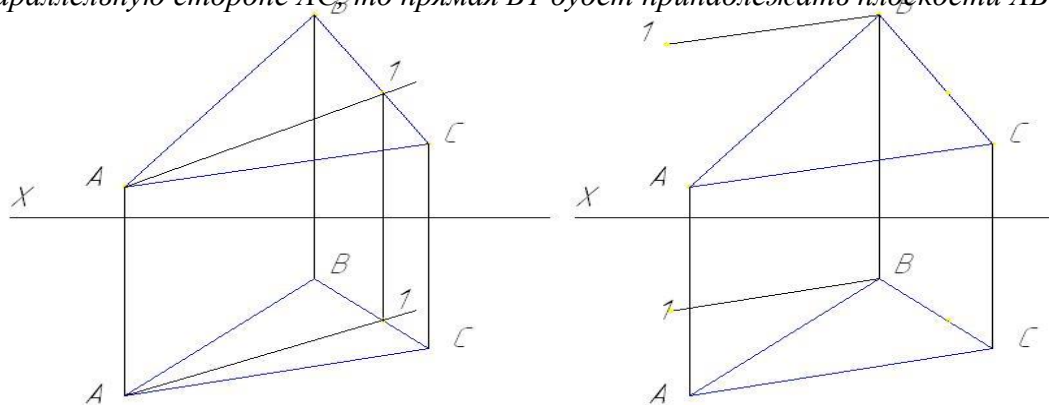


- плоскость α перпендикулярна фронтальной и профильной плоскости проекций (параллельная горизонтальной плоскости) – *горизонтальная плоскость*:



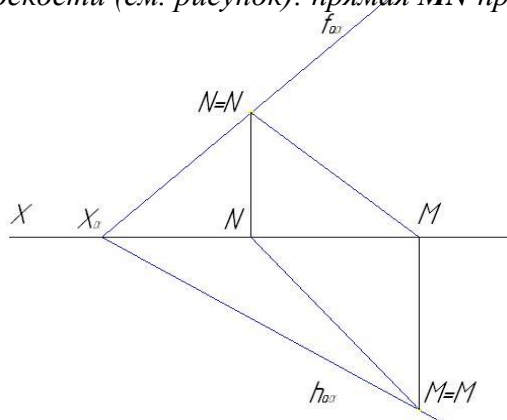
3. Точка и прямая в плоскостях.

Что значит: прямая принадлежит плоскости? Это значит, что прямая проходит через две точки, лежащие в плоскости или через одну точку параллельно прямой, лежащей в этой плоскости. То есть, если взять плоскость, заданную треугольником ABC , отметить на стороне BC точку 1 и провести через точки 1 и A прямую линию, то прямая $A1$ будет принадлежать плоскости ABC . Или, если через точку B провести прямую параллельную стороне AC , то прямая $B1$ будет принадлежать плоскости ABC .



Для случая задания плоскости следами можно сказать следующее:

- если прямая принадлежит плоскости, то следы этой прямой принадлежат одноименным следам плоскости (см. рисунок): прямая MN принадлежит плоскости α .

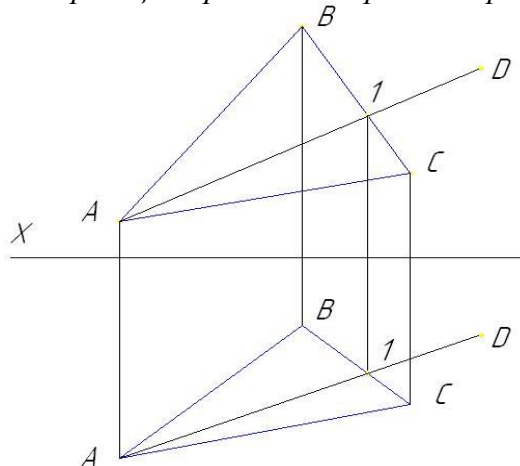


Как известно, если точка принадлежит прямой, то и ее проекции принадлежат одноименным проекциям прямой. Из сказанного следует, что

если точка принадлежит плоскости, то проекции этой точки принадлежат одноименным проекциям прямой, лежащей в этой плоскости. Поэтому,

чтобы построить точку, лежащую в плоскости необходимо сначала построить прямую, лежащую в этой плоскости, и на прямой взять точку. Например, если требуется найти горизонтальную проекцию точки D , лежащей в плоскости ABC , по ее фронтальной проекции D'' необходимо:

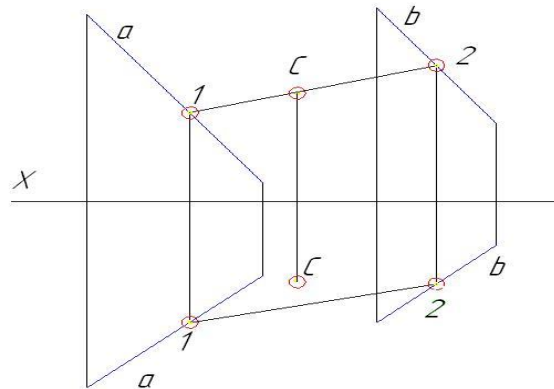
- 1) провести вспомогательную прямую $D''A''$;
- 2) найти ее горизонтальную проекцию $D'A'$;
- 3) на горизонтальной проекции прямой построить горизонтальную проекцию точки D' .



Если необходимо проверить принадлежность точки некоторой плоскости необходимо:

- 1) провести вспомогательную прямую, принадлежащую плоскости, таким образом, чтобы одна из ее проекций проходила через одноименную проекцию точки;
- 2) определить взаимное положение вторых проекций точки и прямой: если вторая проекция точки принадлежит одноименной проекции прямой, то точка лежит в плоскости. В противном случае – нет.

Пусть дана плоскость, заданная двумя параллельными прямыми a и b . Проведем через фронтальную проекцию точки C прямую $1''2''$ (прямую, принадлежащую плоскости). Построим горизонтальную проекцию прямой $1'2'$. Как видно, горизонтальная проекция точки C не принадлежит горизонтальной проекции прямой. Следовательно, точка C не принадлежит плоскости.



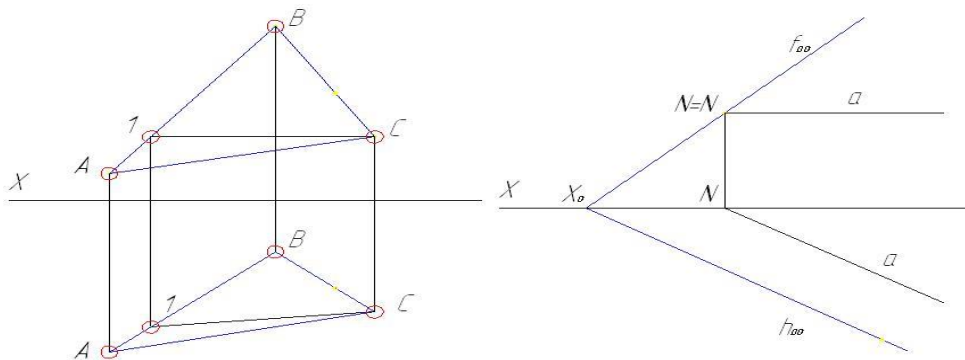
4. Главные линии плоскости.

К прямым особого положения (главным линиям плоскости) относят:

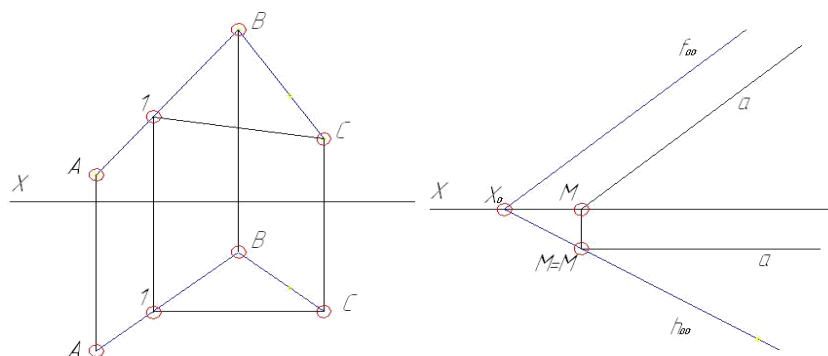
- линии уровня (горизонтали, фронтолы, профильные прямые);
- линии наибольшего наклона к плоскостям проекций (линии наибольшего ската).

Горизонталь – прямая линия, лежащая в заданной плоскости и параллельная горизонтальной плоскости проекций. Как известно,

фронтальная проекция горизонтальной прямой параллельна оси X . Если плоскость задана тремя точками, необходимо через фронтальную проекцию одной из ее вершин провести фронтальную проекцию прямой параллельно оси X . Найти горизонтальную проекцию точки пересечения этой прямой со стороной треугольника. Полученная прямая и будет горизонталью плоскости, заданной тремя точками. Если плоскость задана следами, то горизонтальная проекция горизонтали параллельна горизонтальному следу плоскости, а фронтальная проекция параллельна оси X .



Фронталь – прямая линия, лежащая в заданной плоскости и параллельная фронтальной плоскости проекций. Ее горизонтальная проекция параллельна оси X .



Линиями наибольшего наклона плоскости к плоскостям π_1 π_2 π_3 называются прямые, лежащие в плоскости и перпендикулярные или к горизонталям плоскости, или к фронталям плоскости, или к профильным прямым плоскости. В первом случае линия наибольшего наклона определяет угол наклона плоскости к π_1 , во втором – к π_2 , в третьем – к π_3 .

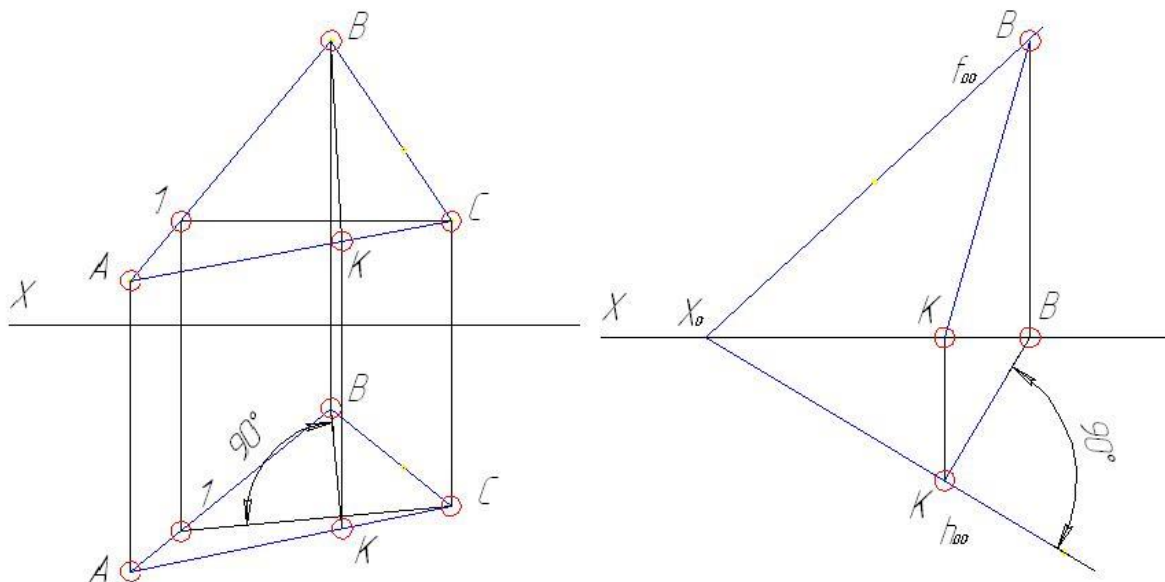
Чтобы построить линию ската плоскости к горизонтальной плоскости проекций, необходимо:

- при задании плоскости тремя точками

- 1) построить горизонталь $C1$;
- 2) на горизонтальной проекции треугольника провести прямую, лежащую в заданной плоскости, перпендикулярно горизонтальной проекции горизонтали $B'K'$;
- 3) определить фронтальную проекцию линии ската.

- при задании плоскости следами:

- 1) провести горизонтальную проекцию линии ската перпендикулярно горизонтальному следу плоскости;
- 2) определить фронтальную проекцию линии ската.



5. Взаимное положение плоскостей.

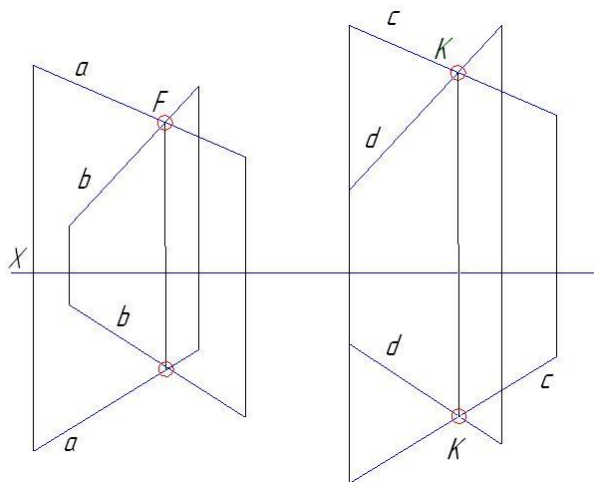
Две плоскости в пространстве могут быть параллельными и пересекающимися.

Если плоскости пересекаются, то линией их пересечения является прямая. Как известно, прямую линию можно построить по двум точкам. Поэтому, для построения линии пересечения двух плоскостей достаточно определить две точки, принадлежащие как одной, так и второй плоскости.

При определении общих точек плоскостей общего положения выполняют некоторые дополнительные построения. Если же хотя бы одна из плоскостей – плоскость частного положения, то задача упрощается. Поэтому рассмотрим сначала случай пересечения плоскостей, одна из которых – проецирующая.

5.1 Параллельность плоскостей.

Если две пересекающиеся прямые одной плоскости соответственно параллельны двум пересекающимся прямым другой плоскости, то плоскости параллельны. Если необходимо через точку **F** провести плоскость параллельную некоторой плоскости, заданной пересекающимися прямыми **a** и **b**, необходимо через нее провести пересекающиеся прямые **c** и **d**, параллельные данным.

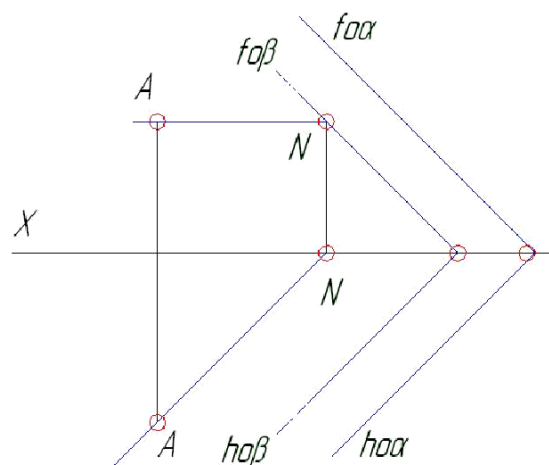
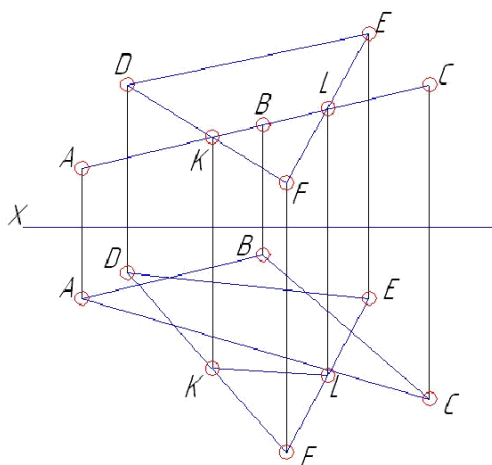


При задании плоскостей следами условие их параллельности звучит следующим образом: если два пересекающихся между собой следа одной плоскости параллельны одноименным с ними следам другой плоскости, то плоскости параллельны между собой.

Допустим необходимо через точку **A** провести плоскость параллельную заданной. В этом случае выдержать два условия: точка **A** принадлежит плоскости; плоскости между собой параллельны. Параллельность плоскостей устанавливается параллельностью одноименных следов. А для осуществления первого условия необходимо через точку **A** провести прямую частного положения (например горизонталь **AN**) параллельно следу плоскости. След этой горизонтали определит фронтальный след плоскости, который проводится параллельно фронтальному следу заданной плоскости. Остается определить горизонтальный след.

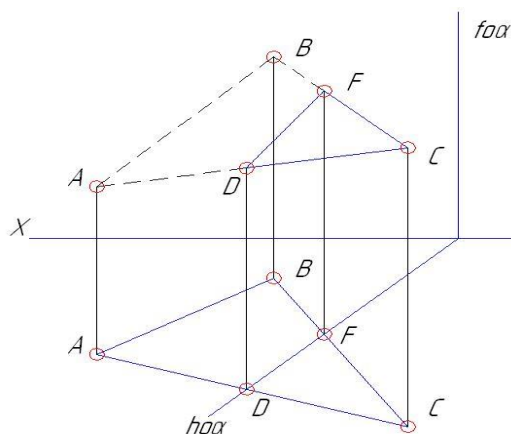
5.2 Пересечение плоскостей общего и частного положений.

Пусть даны две плоскости, заданные треугольником:



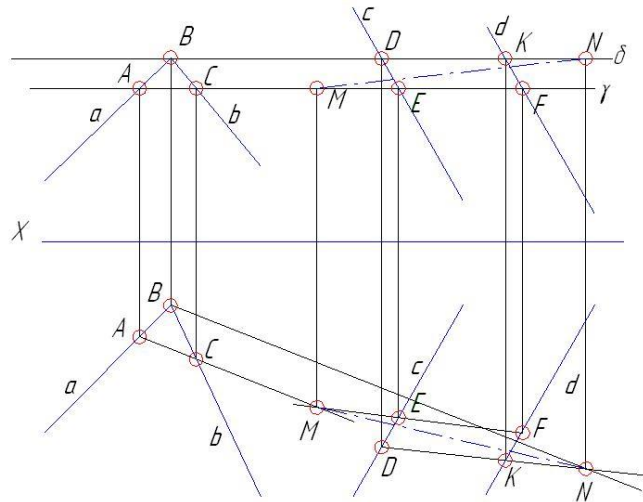
плоскость **DEF** – плоскость общего положения; плоскость **ABC** – фронтально-проецирующая плоскость. Так как плоскость **ABC** проецирующая, то линия пересечения плоскостей проецируется на фронтальную проекцию плоскости **ABC** (отрезок **K'L'**). Точка **K** и **L** принадлежит обеим плоскостям и лежит на прямой **DF**, поэтому проводя линии связи определим горизонтальные проекции линии пересечения плоскостей – **K'L'**.

Аналогичные построения проводят и при пересечении плоскости общего положения горизонтально-проецирующей плоскостью:

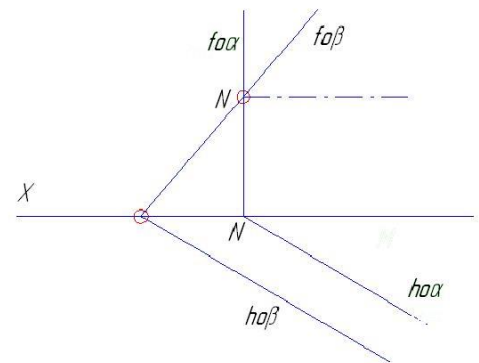
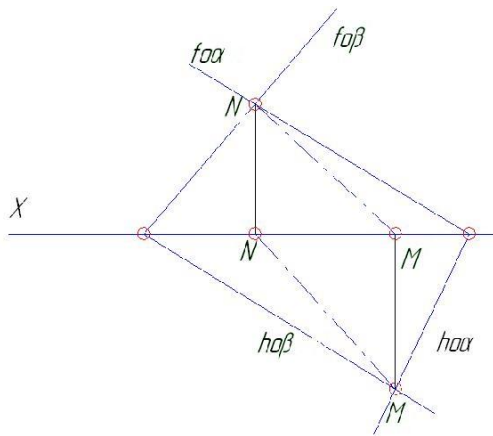


Для определения линии пересечения двух плоскостей общего положения необходимо вводить дополнительные плоскости частного положения. Пусть заданы плоскости общего положения α и β : плоскость α – двумя пересекающимися прямыми **a** и **b**; плоскость β – двумя параллельными прямыми **c** и **d**. Введем две вспомогательные плоскости частного положения (например горизонтальные γ и δ). Определим горизонтальные проекции точек пересечения плоскостей δ и γ с плоскостями α и β (**A', B', C'** и **D', E', K', F'**). Прямые **AC** и **EF** являются линиями пересечения плоскостей α , β и γ . Поэтому точка пересечения этих прямых **M** будет принадлежать одновременно трем плоскостям α , β и γ , а следовательно являться общей точкой плоскостей α , β . Прямые **B** и **DK** являются линиями пересечения плоскостей α , β и δ . Поэтому точка пересечения этих прямых **N** будет принадлежать одновременно трем плоскостям α , β и δ , а следовательно

являться общей точкой плоскостей α , β . Таким образом получили две точки, принадлежащие одновременно плоскостям α и β . Соединив их получим линию пересечения плоскостей.



Если плоскости заданы следами, то линия пересечения этих плоскостей будет проходить через точки пересечения одноименных следов:



В случае параллельности одноименных следов в одной плоскости достаточно иметь одну точку пересечения следов в другой плоскости.

1.5 Лекция №5 (2 часа)

Тема: «Проецирование гранных тел»

1.5.1 Вопросы лекции:

1. Поверхности.
2. Сечение призмы плоскостями общего и частного положения.
3. Сечение пирамиды плоскостями общего и частного положения.
4. Общие приемы разворачивания гранных поверхностей.

1.5.2 Краткое содержание вопросов:

1. Поверхности.

Призматической называется поверхность, у которой прямолинейная образующая перемещается параллельно самой себе по ломаной направляющей.

Пирамидальной называется поверхность, у которой прямолинейная образующая перемещается по ломаной направляющей, проходя все время через одну и ту же точку.

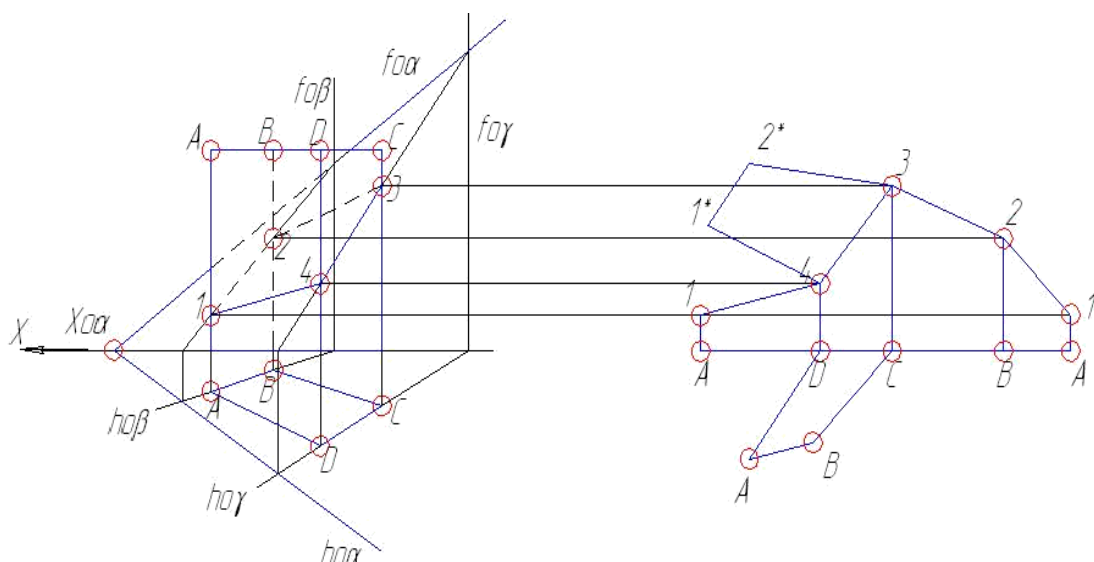
Цилиндрической называется поверхность, у которой прямолинейная образующая перемещается параллельно самой себе по криволинейной направляющей.

Конической называется поверхность, у которой прямолинейная образующая перемещается по криволинейной направляющей, проходя все время через одну и ту же точку.

2. Сечение призмы плоскостями общего и частного положения.

При пересечении призмы плоскостью в сечении получается плоская фигура, ограниченная линиями пересечения секущей плоскости с гранями призмы. Для построения этой фигуры требуется определить точки, в которых ребра призмы пересекают секущую плоскость, или найти отрезки прямых, по которым грани призмы пересекаются плоскостью. В первом случае имеем дело с пересечением прямой линии с плоскостью, во втором – с пересечением плоскостей.

Если секущая плоскость – плоскость общего положения, то проекции фигуры, полученной в сечении не являются ее натуральной величиной и для определения натурального размера этой фигуры необходимо использовать способ замены плоскостей проекций или способ вращения.

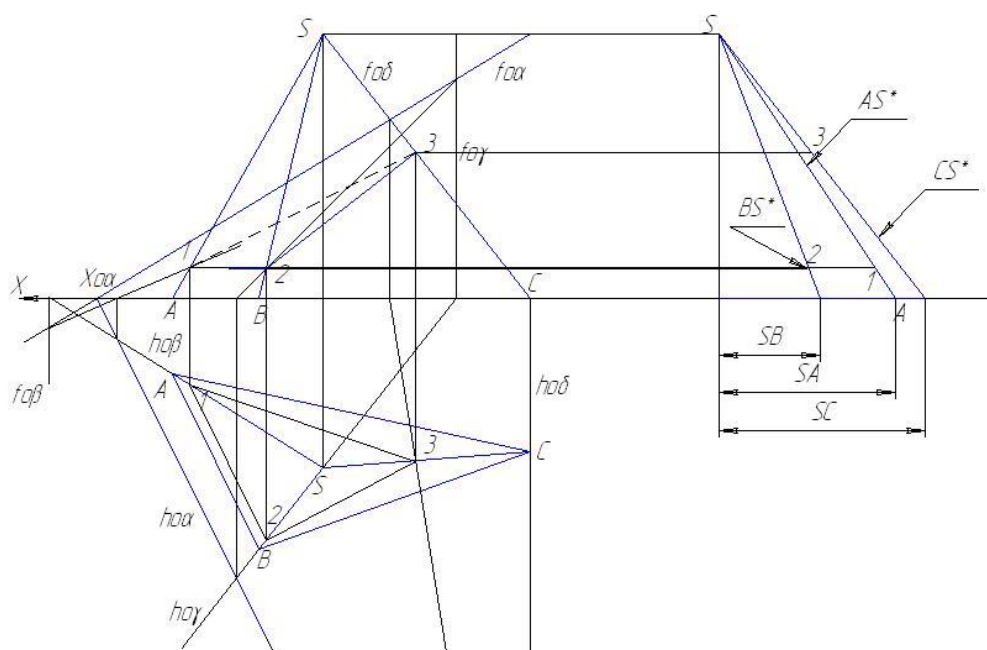


Рассмотрим случай пересечения прямой четырехгранной призмы плоскостью общего положения.

Так как призма прямая (ее грани перпендикулярны основанию), а основание параллельно горизонтальной плоскости проекций (лежит в ней), то горизонтальная проекция сечения будет совпадать с горизонтальной проекцией основания. Чтобы определить отрезки линий пересечения граней призмы с плоскостью зададим плоскости граней следами (плоскости β и γ) и определим линии пересечения плоскостей граней с секущей плоскостью. Определим фронтальную проекцию сечения ($1'' 2'' 3'' 4''$). Методом конкурирующих точек определим видимые и невидимые линии границ сечения. Способом замены плоскостей проекций или вращением вокруг линий уровня определим натуральный размер сечения призмы плоскостью общего положения.

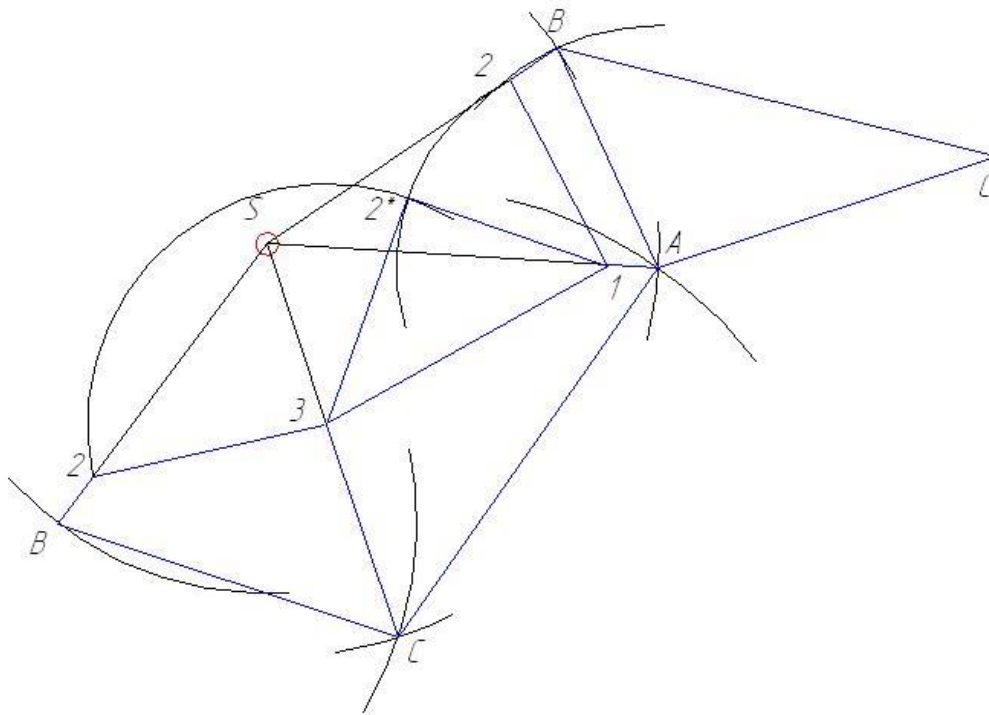
3. Сечение пирамиды плоскостями общего и частного положения.

При пересечении пирамиды плоскостью общего положения необходимо определить точки пересечения ребер пирамиды с плоскостью. Соединив последовательно эти точки получим сечение пирамиды



плоскостью. Методом конкурирующих точек определим видимые и невидимые линии сечения.

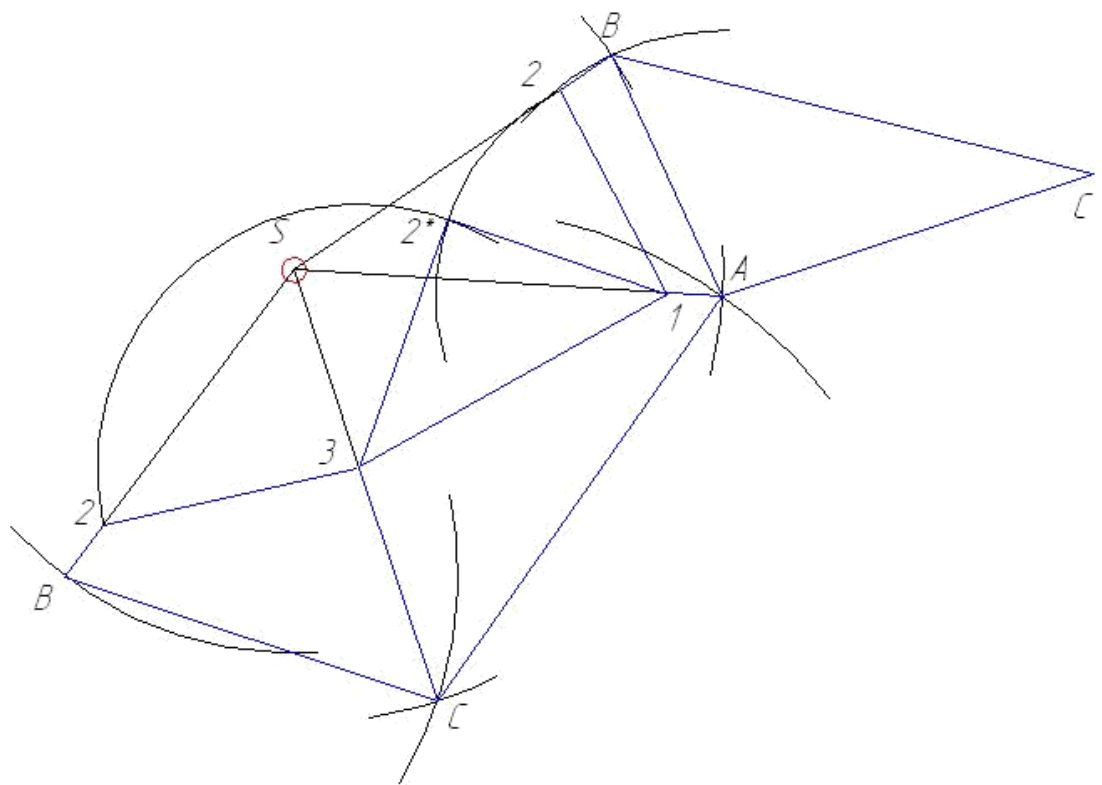
Чтобы построить развертку оставшейся части пирамиды необходимо определить натуральные величины ребер методом прямоугольного треугольника или вращением. Натуральную величину сечения определить можно также вращением вокруг главных линий.



4. Общие приемы разворачивания гранных поверхностей.

Выполним развертку оставшейся части призмы. Так как основание призмы параллельно горизонтальной плоскости проекций, то горизонтальная проекция основания и является натуральной величиной. Так как призма прямая, то фронтальные проекции ребер также являются натуральными величинами. Поэтому, чтобы построить развертку призмы проведем горизонтальную линию и от ее произвольной точки отложим в правую сторону последовательно длины ребер основания (длины горизонтальных проекций). Получим развернутое основание призмы **ADCBA**. Затем переносим горизонтальную проекцию на развертку (**ABCD**). После сносим длины фронтальных проекций оставшихся частей ребер призмы (**14321**). После определения натурального размера сечения, изображаем его на развертке.

Чтобы построить развертку оставшейся части пирамиды необходимо определить натуральные величины ребер методом прямоугольного треугольника или вращением. Натуральную величину сечения определить можно также вращением вокруг главных линий.



2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа).

Тема: «Компьютерное моделирование»

2.1.1 Цель работы: Изучить компьютерное моделирование

2.1.2 Задачи работы:

1. изучить общие сведения о компьютерном моделировании.
2. изучить интерфейс программы КОМПАС.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер с прикладной программой КОМПАС

2.1.4 Описание (ход) работы:

Общие сведения.

Создание современной конкурентоспособной продукции невозможно без применения систем автоматизированного проектирования (САПР). Наибольшее развитие САПР получили после того, как конструкторы и проектировщики получили для своей работы достаточно мощные персональные компьютеры. Практически все современные САПР имеют в своем составе средства для работы с графической информацией – чертежами, графиками и др. Многие САПР строятся на платформе графических диалоговых пакетов, позволяющих настраивать их на необходимую конструктору предметную область.

Бесспорным мировым лидером среди графических пакетов является разработка фирмы AUTODESK – пакет AutoCAD. Достоинством этого пакета является его открытость для создания прикладных САПР и громадное количество созданных таких приложений в различных областях деятельности человека.

Для отечественной промышленности наибольший интерес представляют системы позволяющие вести проектирование в соответствии с требованиями ЕСКД и обеспечивающие автоматизированное получение комплектов технической документации (спецификации, сборочные чертежи и рабочие чертежи деталей) на разрабатываемые изделия.

За последние несколько лет прогресс в своем развитии получил пакет КОМПАС. Достоинством этого пакета является то, что он полностью соответствует требованиям выполнения конструкторской документации по ГОСТ ЕСКД. Работа в этом пакете практически соответствует приемам и технологиям ручной работы за кульманом. Прикладные библиотеки этого пакета содержат функции автоматической генерации стандартных элементов конструкции, освобождая конструктора от необходимости постоянного обращения к справочной литературе и от рутинного вычерчивания повторяющихся элементов чертежей. При этом высвобождается большое время для действительно творческой работы. Очень важным достоинством пакета КОМПАС является его относительно невысокая стоимость по сравнению со связками AutoCAD + CADMECH или AutoCAD + MechaniCS.

Фирма АСКОН, ведя борьбу за потенциальных пользователей и пропагандируя цивилизованное использование лицензионного программного обеспечения, выпустила в свободное лицензионно-бесплатное использование облегченную версию (демо). Эта версия прекрасно подходит школьникам, учащимся техникумов и ПТУ, а также студентам ВУЗов для самостоятельной работы в домашних условиях. Более сложные работы с использованием профессиональной версии пакета КОМПАС могут выполняться в специализированных компьютерных классах.

Студенты в курсе «Компьютерная графика» изучают работу с графическим пакетом

КОМПАС. При этом практические занятия и зачетная работа проводятся в компьютерных классах кафедры «Проектирование механизмов и машин» с использованием профессиональной версии пакета КОМПАС.

При изучении курса «Компьютерная графика» предполагается, что студенты имеют навыки работы на персональном компьютере в рамках курса «Информатика». Обладают минимальными навыками пользования ЭВМ, умеют запускать на исполнение необходимый пакет или программу, работать с клавиатурой и устройством указания – мышью, открывать и сохранять файлы на диске, а также копировать их на флеш-носители.

Интерфейс программы КОМПАС-ГРАФИК.

1. Войдите в справочную систему пакета КОМПАС LT на закладку

Содержание. Раскройте книгу **Общие сведения о системе** и изучите разделы **Интерфейс системы**, **Управление документами** и **Управление курсором**.

Изучите создание новых фрагментов и листов чертежей, а также способы сохранения их на диске.

2. Раскройте в справочной системе вложенную книгу **Управление изображением в окне** и изучите все разделы этой книги.

Научитесь открывать ранее созданные файлы листов чертежей и фрагментов и освойте на практике методы управления изображением.

3. В справочной системе раскройте книгу **Создание графических документов** и вложенную книгу **Принципы ввода и редактирования объектов**. Изучите все разделы этой книги.

В папке **Tutorial** пакета КОМПАС откройте файл фрагмента 2.01 (рис. 1) и выполните упражнение по использованию страницы **Геометрические построения** инструментальной панели (команды **Ввод прямоугольника**, **Ввод отрезка**, **Ввод окружности**). Сохраните результат под тем же именем в отдельную папку на диске (назовите ее **Решения**, или по своей фамилии).



Рисунок 1 – Файл фрагмента 2-01

4. Откройте файл фрагмента 2.02 (рис. 2) и выполните упражнение. Отрезок p3-p4 строится командой **Перпендикулярный отрезок** из панели расширенных команд построения отрезков. При выполнении построений обращайте внимание на запросы команды, выводимые в строку сообщений.

Сохраните результат в папку решений.



Рисунок – Файл фрагмента 2-02

5. Откройте файл фрагмента 2.03 (рис. 3) и выполните упражнение с использованием режима автоматического создания объектов. Отмените выполненные действия командой **Отменить**. Отключите режим автоматического создания объектов на панели специального управления и повторите построения в режиме ручного создания объектов. Сохраните результат.



Рисунок 3– Файл фрагмента 2-03

6. Откройте файл фрагмента 2.04 (рис. 4) и выполните упражнение, используя различные способы ввода значений в поля строки параметров. Для задания радиуса окружности используйте **Геометрический калькулятор**. (Размеры не проставлять). Сохраните результат.

Рисунок 4– Файл фрагмента 2-04

7. Откройте файл фрагмента 2.05 (рис. 5) и выполните упражнение, используя ввод выражений в поля строки параметров. Сохраните результат.

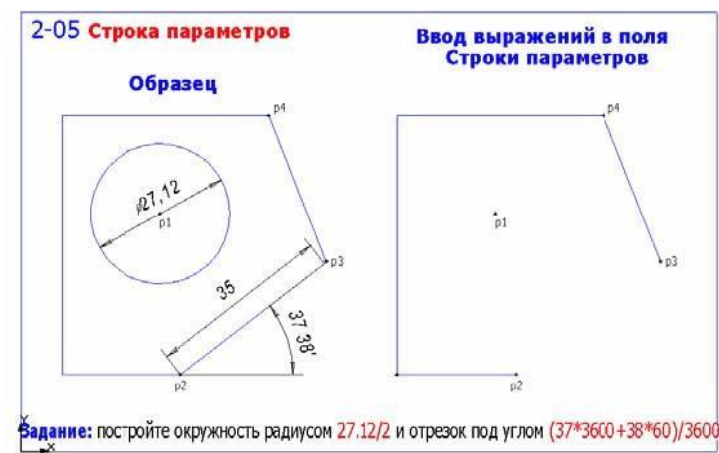


Рисунок 5 – Файл фрагмента 2-05

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (не предусмотрено рабочей программой)

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

4.1 Семинарское занятие №1 (2 часа).

Тема: «Правила оформления чертежей»

4.1.1 Вопросы к занятию:

1. ГОСТ 2.301-68 Форматы.
2. ГОСТ 2.302-68 Масштабы.
3. ГОСТ 2.303-68 Линии.
4. ГОСТ 2.204-68 Шрифты чертежные.

4.1.2 Краткое описание проводимого занятия:

ФОРМАТЫ ГОСТ 2.301-68* Взамен ГОСТ 3450 60

1. Настоящий стандарт устанавливает форматы листов чертежей и других документов, предусмотренных стандартами на конструкторскую документацию всех отраслей промышленности и строительства.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 1181 - 78, СТ СЭВ 6306 -88.

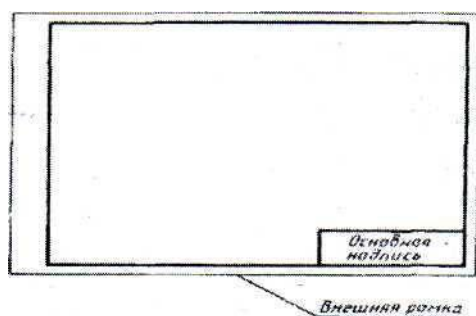
2. Форматы листов определяются размерами внешней рамки (выполненной тонкой линией) оригиналов, подлинников, дубликатов, копий (черт. 1).

3. Формат с размерами сторон 1189 х 841 мм, площадь которого равна 1 м², и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные.

4. Обозначения и размеры сторон основных форматов должны

соответствовать указанным в табл. 1.

Таблица 1



Черт.

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
А0	841х1189
А1	594х841
А2	420х594
А3	297х420
А4	210х297

При необходимости допускается применять формат А5 с размерами сторон 148х210 мм.

5. Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Размеры производных форматов, как правило, следует выбирать по табл. 2. Обозначение производного формата составляется из обозначения основного формата и его кратности согласно табл. 2, например, А0 х 2, А4 х 8 и т. л.

Таблица 2

мм

Кратность	Формат				
	А0	А1	А2	А3	А4
2	1189х1682	—	—	—	—
3	1189х2523	841х1783	594х1261	420х891	297х630
4	—	841х2378	594х1682	420х1189	297х841
5	—	—	594х2102	420х1486	297х1051
6	—	—	—	420х1783	297х1261
7	—	—	—	420х2080	297х1471
8	—	—	—	—	297х1682
9	—	—	—	—	297х1892

6. Предельные отклонения сторон форматов — по табл. 3.

Таблица 3

мм

Размеры сторон	Предельные отклонения
До 150 Св.	±1,5 ±2,0
150 до 600	±3,0

МАСШТАБЫ ГОСТ 2.302-68*

1. Настоящий стандарт устанавливает масштабы изображений и их обозначение на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

Стандарт не распространяется на чертежи, полученные фотографированием, а также на иллюстрации в печатных изданиях и т. п.

2а. В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

масштаб: Отношение линейного размера отрезка на чертеже к соответствующему линейному размеру того же отрезка в натуре.

масштаб натуральной величины: Масштаб с отношением 1:1.

масштаб увеличения: Масштаб с отношением большим, чем 1:1 (2:1 и т.д.).

масштаб уменьшения: Масштаб с отношением меньшим, чем 1:1 (1:2 и т.д.).

(Введен дополнительно, Изм. № 2).

2. Масштабы изображений на чертежах должны выбираться из следующего ряда:

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

3. При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применять масштабы 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000.

4. В необходимых случаях допускается применять масштабы увеличения (100 п): 1, где п - целое число.

5. Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, должен обозначаться по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т.д.

Линии ГОСТ 2.303-68*

1. Настоящий стандарт устанавливает начертания и основные назначения линий на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

Специальные назначения линий (изображение резьбы, шлицев, границы зон с различной шероховатостью и т.д.) определены в соответствующих стандартах Единой системы конструкторской документации.

(Измененная редакция, Изм. № 1,2).

2. Наименование, начертание, толщина линий по отношению к толщине основной линии и основные назначения линий должны соответствовать указанным в табл. 1. Примеры применения линий показаны на черт. 1-9.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3. Для сложных разрезов и сечений допускается концы разомкнутой линии соединить штрих - пунктирной тонкой линией.

4. В строительных чертежах в разрезах видимые линии контуров, не попадающие в плоскость сечения, допускается выполнять сплошной тонкой линией (черт. 9).

5. Толщина сплошной основной линии s должна быть в пределах от 0,5




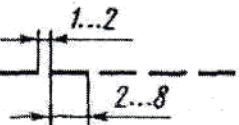
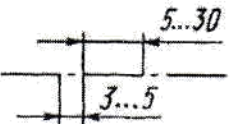
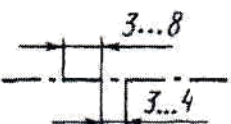
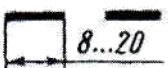
до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также

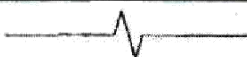
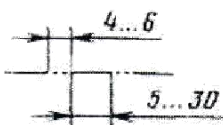
от формата чертежа.

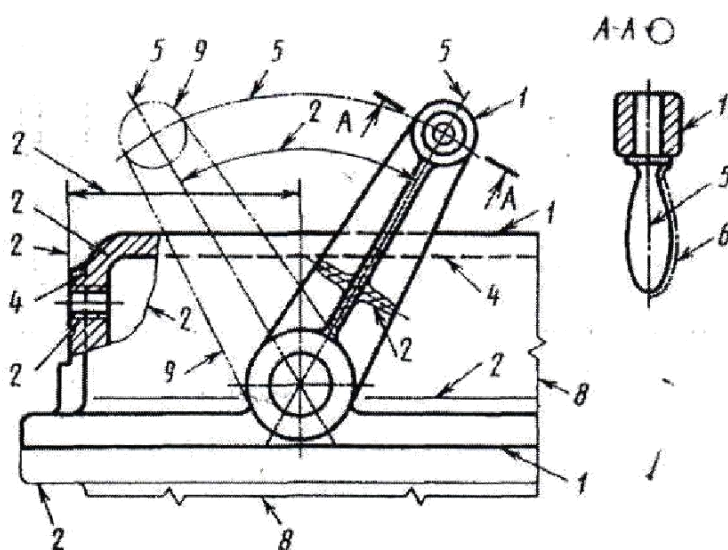
Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

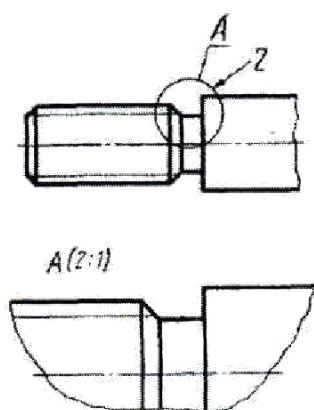
Таблица 1

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная		s	Линии видимого контура Линии перехода видимые Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2. Сплошная тонкая		От $\frac{s}{2}$ до $\frac{s}{3}$	Линии контура наложенного сечения Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии-выноски Полки линий-выносок и подчеркивание надписей Линии для изображения пограничных деталей («обстановка») Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях Линии перехода воображаемые Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
3. Сплошная волнистая			Линии невидимого контура Линии перехода невидимые
4. Штриховая			
5. Штрихпунктирная тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
6. Штрихпунктирная утолщенная		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{2}{3}s$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция») Линии сечений
7. Разомкнутая		От $\frac{s}{3}$ до $1\frac{1}{2}s$	

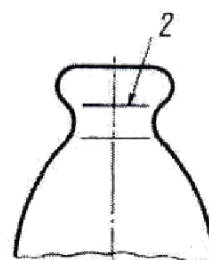
Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
8. Сплошная тонкая с изломами		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Длинные линии обрыва
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях. Линии для изображения развертки, совмещенной с видом



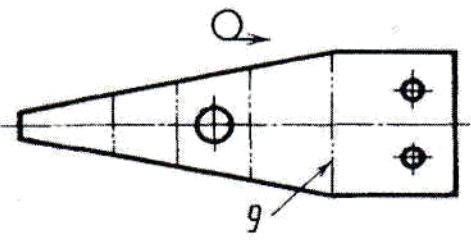
Черт. 1



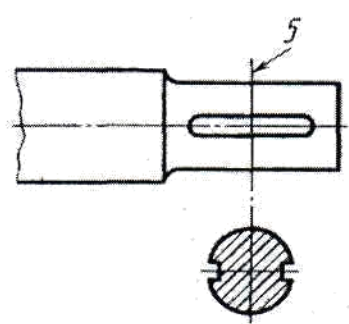
Черт. 2



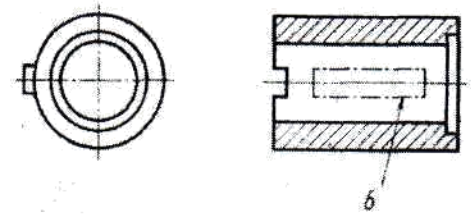
Черт. 3



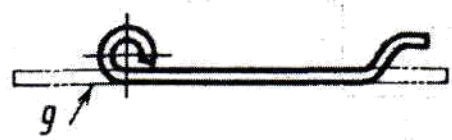
Черт. 4



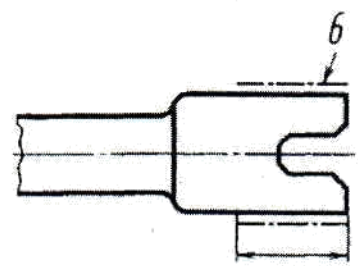
Черт. 5



Черт. 6



Черт. 7



Черт. 8

ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ ГОСТ 2.304-81

Настоящий стандарт устанавливает чертежные шрифты, наносимые на чертежи и другие технические документы всех отраслей промышленности и строительства.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 851-78 - СТ СЭВ 855-78, СТ СЭВ 6306-88.

1. Термины и определения

1.1. **Размер шрифта h** - величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах.

1.2. Высота прописных букв h измеряется перпендикулярно к основанию строки.

Высота строчных букв c определяется из отношения их высоты (без отростков k) к размеру шрифта h , например: $c = 7/10 h$ (черт. 1 и 2).



Черт. 1



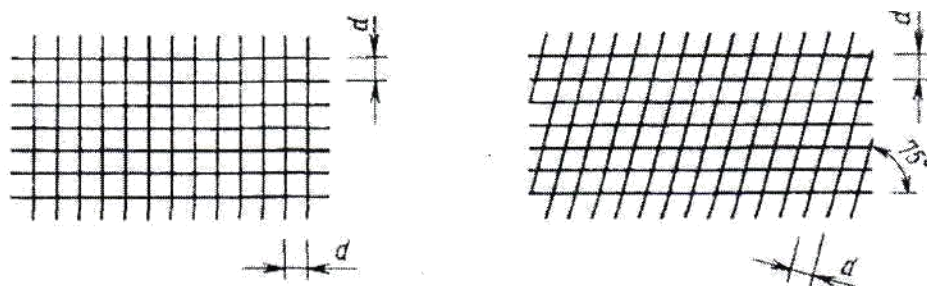
Черт. 2

1. **Ширина буквы g** - наибольшая ширина буквы, измеренная в соответствии с черт. 1 и 2, определяется по отношению к размеру шрифта h , например, $g=6/10h$, или по отношению к толщине линии шрифта d , например: $g=6d$.

2. **Толщина линии шрифта d** - толщина, определяемая в зависимости от типа и высоты шрифта.

1.5. **Вспомогательная сетка** - сетка, образованная вспомогательными линиями,

в которые вписываются буквы. Шаг вспомогательных линий сетки определяется в зависимости от толщины линий шрифта d (черт. 3)



2. Типы и размеры шрифта

2.1. Устанавливаются следующие типы шрифта:

тип А без наклона ($d = \sqrt{1/4}h$) с параметрами, приведенными в табл. 1;

тип А с наклоном около 75° ($d = \sqrt{1/4}h$) с параметрами, приведенными в табл. 1;

тип Б без наклона ($d = \sqrt{1/4}h$) с параметрами, приведенными в табл. 2;

тип Б с наклоном около 75° ($d = \sqrt{1/4}h$) с параметрами, приведенными в табл. 2.

Таблица 1

Шрифт типа А ($d = h/14$)

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размеры, мм							
Размер шрифта:											
высота прописных букв	h	$(14/14)h$	$14d$	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	
высота строчных букв	c	$(10/14)h$	$10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	
Расстояние между буквами	a	$(2/14)h$	$2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$(22/14)h$	$22d$	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	31,0	
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/14)h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	
Толщина линий шрифта	d	$(1/14)h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	

Таблица 2

Шрифт типа Б ($d=h/10$)

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер			Размеры, мм						
Размер шрифта: высота прописных букв	h	$(10/10) h$	$10 d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
высота строчных букв	c	$(7/10) h$	$7 d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Расстояние между буквами	a	$(2/10) h$	$2 d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$(17/10) h$	$7 d$	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/10) h$	$6 d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Толщина линий шрифта	d	$(1/10) h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

1. Расстояние a между буквами, соседние линии которых не параллельны между собой (например, ГА, АТ), может быть уменьшено наполовину, т.е. на толщину d линии шрифта.

2. Минимальным расстоянием между словами e , разделенными знаком ■•■и,; ^препинания, является, расстояние между знаком препинания и следующим за ним словом.

2.2 Устанавливаются следующие размеры шрифта: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7;

10; 14; 20; 28; 40.

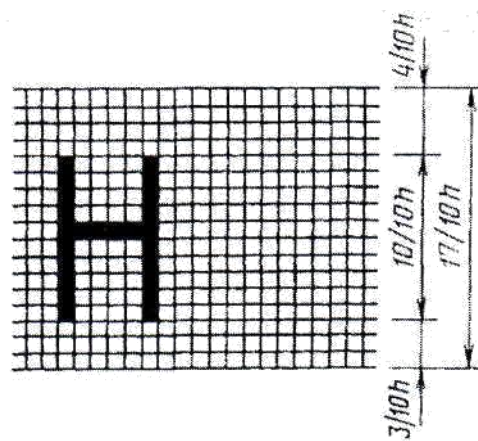
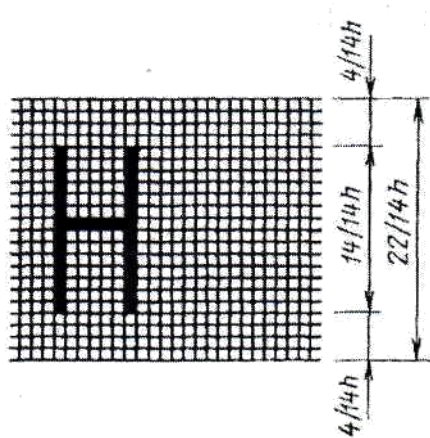
' ∴ .••(... I

Примечание.

Применение шрифта размером: 1,8 не рекомендуется и допускается

только для типа Б.

2.3 Построение шрифта во вспомогательной сетке показано на черт. 4



3. Русский алфавит (кириллица)

3.1 Шрифт типа А приведен на черт. 5



Черт. 5

3.2. Шрифт типа А без наклона приведен на черт. 6.



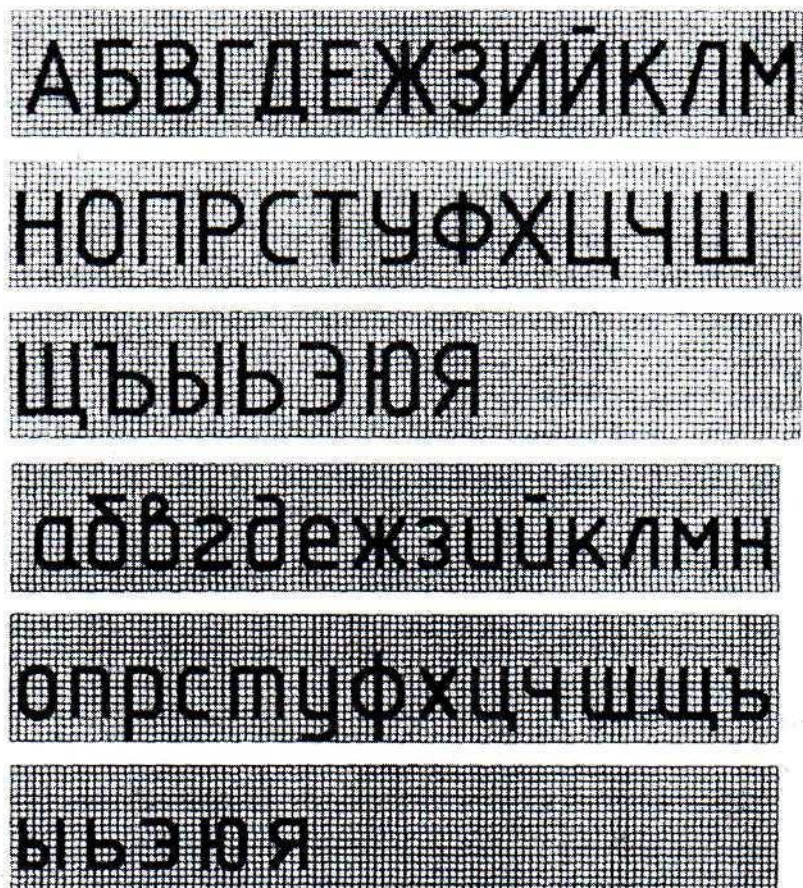
Черт. 6

3.3. Шрифт типа Б с наклоном приведен на черт. 7.



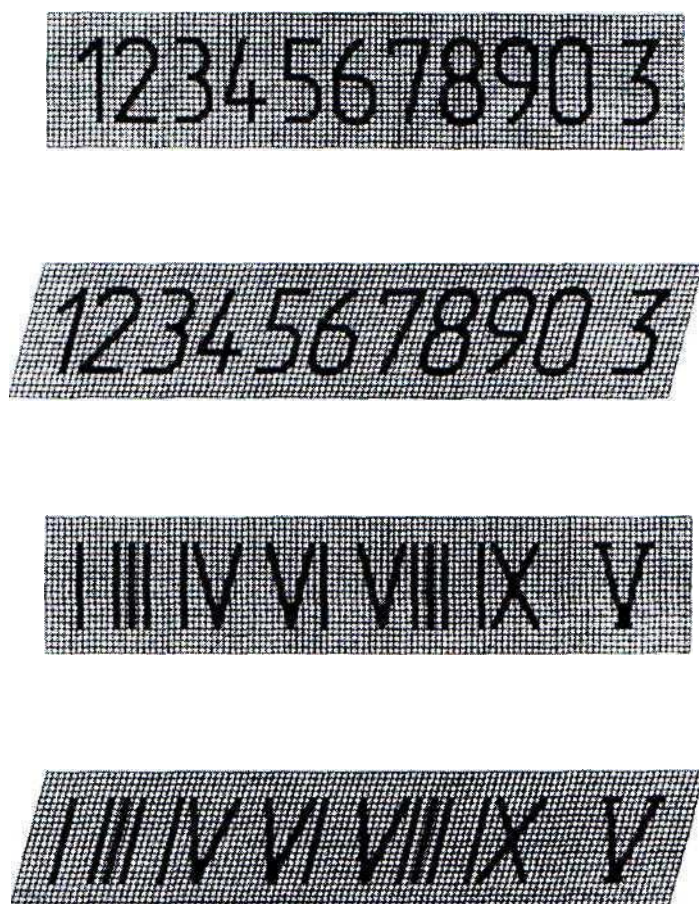
Черт. 7

3.4. Шрифт типа Б без наклона приведен на черт. 8.



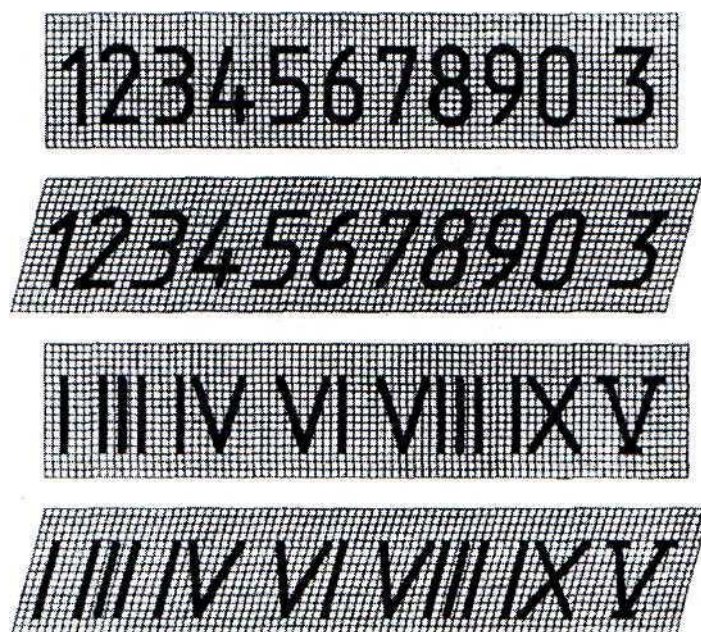
Черт. 8

6.1. Шрифт типа А приведен на черт. 17.



Черт. III

6.2. Шрифт типа Б приведен на черт. 18.



Примечания:

1. Римские цифры L, C, D, M следует выполнять по правилам латинского алфавита.
2. Римские цифры допускается ограничивать горизонтальными линиями.

4.2 Семинарское занятие №2 (2 часа)

Тема: «Аксонетрические проекции»

4.2.1 Вопросы к занятию:

1. Основные понятия.
2. Образование аксонометрической проекции.

4.2.2 Краткое описание проводимого занятия:

Название **аксонометрическая** происходит от древнегреческих слов **аксон** – ось и **метрио** – измеряю. Метод аксонометрического проецирования состоит в том, что данная фигура вместе с осями прямоугольных координат, к которым она отнесена в пространстве, проецируется на некоторую плоскость проекций, называемую **аксонометрической плоскостью проекций** или **картинной плоскостью**. В зависимости от вида проецирования аксонометрическая проекция называется:

Ø **центральной** – используется центральное проецирование;

Ø **параллельной** – используется параллельное проецирование.

Причем в последнем случае аксонометрическая проекция может быть **косоугольной** (при косоугольном проецировании) и **ортогональной или прямоугольной** (при ортогональном проецировании).

В нашем курсе мы рассмотрим лишь параллельную и ортогональную аксонометрические проекции. На рис.1.6 показана схема проецирования точки A на некоторую аксонометрическую плоскость проекций Π_0 по направлению проецирования S .

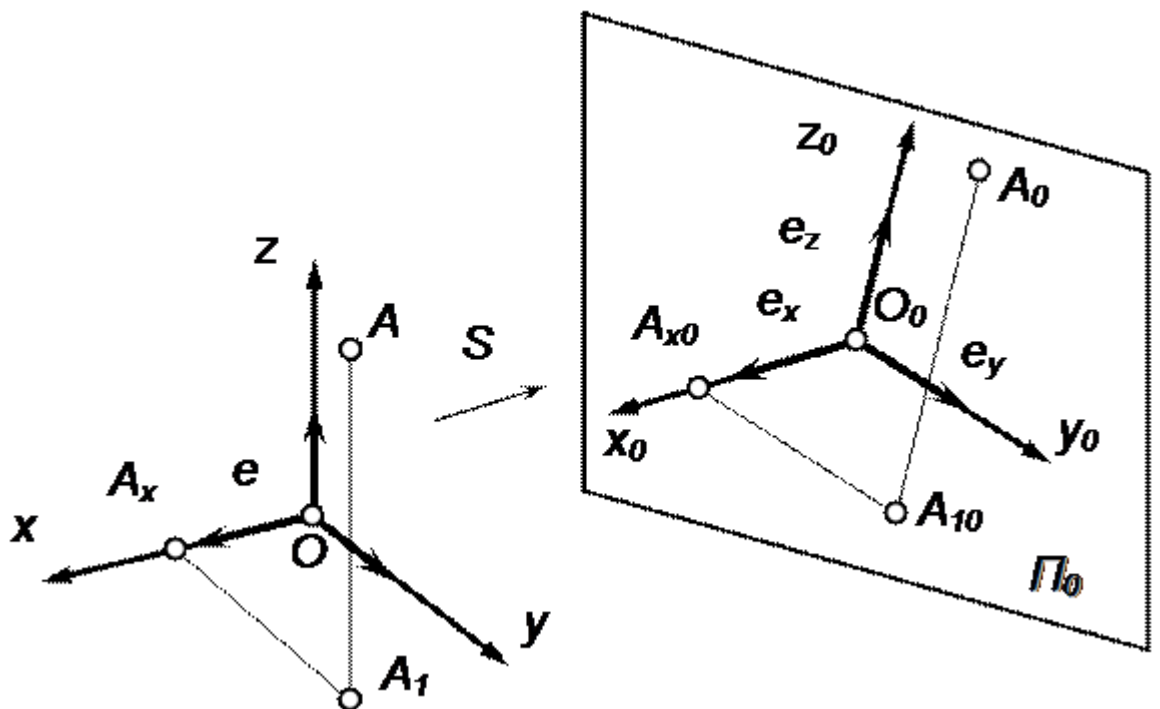


Рис.1.6

Прямые OX, OY, OZ являются осями *натуральной системы координат* $OXYZ$, а прямые O_0X_0, O_0Y_0, O_0Z_0 - осями *аксонометрической системы координат* $O_0X_0Y_0Z_0$. Отрезок e принят за натуральную масштабную единицу, а отрезки e_x, e_y, e_z - за аксонометрические масштабные единицы по соответствующим осям координат. Проекция точки A на горизонтальную плоскость XOY обозначена A_1 .

Трёхзвенная пространственная линия OA_xA_1A , определяющая положение точки A относительно натуральной системы координат $OXYZ$, называется *натуральной координатной ломаной*. Звенья этой ломаной являются отрезками координат: OA_x - отрезок абсциссы, A_xA_1 - отрезок ординаты, A_1A - отрезок аппликаты точки A . Длины отрезков координат точки A , измеренные установленной натуральной масштабной единицей e , называются натуральными координатами точки A :

$$X = \frac{OA_x}{e} \quad Y = \frac{A_xA_1}{e} \quad Z = \frac{A_1A}{e}.$$

Точка A_0 - аксонометрическая проекция точки A . Плоская ломаная $O_0A_{x0}A_{10}A_0$, которая называется *аксонометрической координатной ломаной*, является проекцией натуральной координатной ломаной. Так как при параллельном проецировании сохраняется простое отношение трех точек, получим:

$$\frac{OA_x}{e} = \frac{O_0A_{x0}}{e_x} = X = X_0; \quad \frac{A_xA_1}{e} = \frac{A_{x0}A_{10}}{e_y} = Y = Y_0;$$

$$\frac{A_1A}{e} = \frac{A_{10}A_0}{e_z} = Z = Z_0.$$

Мы получили основное свойство аксонометрических проекций: *аксонометрические координаты точек, измеренные аксонометрическими масштабами, численно равны натуральным*. Таким образом, особенность рассматриваемого метода аксонометрии заключается в том, что это есть координатный метод построения наглядного однокартинного чертежа, обладающего свойством обратимости

Для удобства построения аксонометрических чертежей используют *показатели искажения* - отношения аксонометрического масштаба к натуральному масштабу:

$$k = \frac{e_x}{e} \quad m = \frac{e_y}{e} \quad n = \frac{e_z}{e} \quad (1.1)$$

Если все три коэффициента искажения равны между собой, аксонометрическая проекция называется *изометрической*; если равны между собой любые два коэффициента искажения, проекция называется *диметрической*; если все коэффициенты различны - проекция называется *триметрической*. При построении аксонометрических проекций обычно пользуются некоторыми величинами, пропорциональными коэффициентам искажения. Эти величины называются *приведенными коэффициентами искажения*.

Приведем теорему Польке, которая дает ответ на вопрос, как можно выбрать на чертеже аксонометрические оси и аксонометрические масштабы. *Три отрезка произвольной длины, лежащие в одной плоскости и выходящие из одной точки под произвольными углами друг к другу, представляют собой параллельную проекцию трех равных отрезков, отложенных на осях прямоугольной системы координат от ее начала.*

Исходя из этой теоремы, можно взять на плоскости Π_0 три проходящие через одну точку несовпадающие прямые, отложить на них три произвольной длины отрезка e_x, e_y, e_z и утверждать, что данную фигуру можно рассматривать, как параллельную проекцию прямоугольной системы координат $OXYZ$ с отложенными на ее

осях масштабного коэффициента e . Следовательно, параллельная аксонометрическая проекция в общем случае определяется пятью независимыми параметрами: тремя аксонометрическими масштабами и двумя углами между аксонометрическими осями.

Плоскость аксонометрических проекций, пересекая плоскости натуральной системы координат, образует треугольник, называемый **треугольником следов**. Рассмотрим прямоугольную аксонометрию. Доказано, что в этом случае треугольник следов является остроугольным. При этом отрезок OO_0 перпендикулярен плоскости Π_0 (рис.1.7). Отрезки O_0X_0 , O_0Y_0 , O_0Z_0 (аксонометрические проекции отрезков на осях координат) являются катетами прямоугольных треугольников, а сами отрезки на осях координат - гипотенузами. Отсюда:

$$\frac{O_0X}{OX} = \cos(\varphi) \quad ; \quad \frac{O_0Y}{OY} = \cos(\delta) \quad ; \quad \frac{O_0Z}{OZ} = \cos(\gamma)$$

Но эти отношения представляют собой коэффициенты искажения k, m, n . Следовательно, $k=\cos(\varphi)$, $m=\cos(\delta)$, $n=\cos(\gamma)$.

Справедлива следующая теорема: **сумма квадратов показателей искажения в ортогональной аксонометрии равна двум:**

$$k^2 + m^2 + n^2 = 2. \quad (1.2)$$

Из теоремы следует, что можно задаваться лишь двумя показателя искажения, а третий должен определяться по формуле (1.2). Выясним, какие значения могут принимать показатели искажения в ортогональной аксонометрии. Из формул (1.1) следует

$$0 \leq k \leq 1; \quad 0 \leq m \leq 1; \quad 0 \leq n \leq 1. \quad (1.3)$$

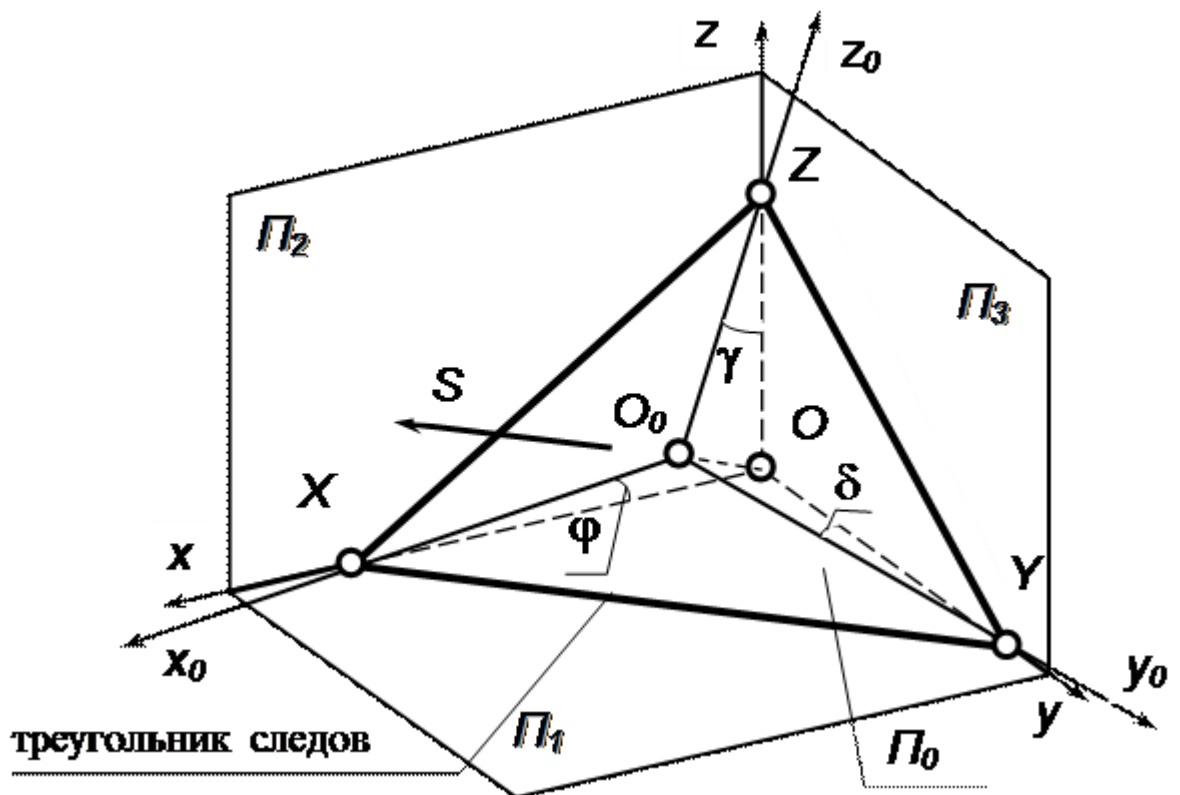


Рис.1.7

Равенство одного из показателей искажения нулю, говорит о том, что соответствующая натуральная ось координат перпендикулярна к аксонометрической плоскости проекций Π_0 ($\cos 90^\circ = 0$), а две другие оси координат ей параллельны. Равенство одного из показателей единице означает, что соответствующая натуральная ось координат параллельна аксонометрической плоскости проекций Π_0 ($\cos 0^\circ = 1$).

Не всякие три числа, удовлетворяющие условию (1.3), могут являться показателями искажения. Из (1.3) следует, что

$$0 \leq k^2 \leq 1; 0 \leq m^2 \leq 1; 0 \leq n^2 \leq 1. (1.4)$$

Если принять во внимание условие (1.2), можно написать:

$$1 \leq k^2 + m^2 \leq 2; 1 \leq k^2 + n^2 \leq 2; 0 \leq n^2 + m^2 \leq 1. (1.5)$$

Следовательно, в ортогональной аксонометрической проекции величины коэффициентов искажения должны быть такими, чтобы сумма квадратов любых двух показателей искажения была бы не менее единицы и не более двух. Кроме того доказано, что показатели искажения определяют направления аксонометрических осей и, наоборот, заданием аксонометрических осей определяются и показатели искажения. Таким образом, ортогональная аксонометрическая проекция определяется двумя параметрами: двумя показателями искажения или двумя углами между аксонометрическими осями

Для косоугольной аксонометрии зависимость между показателями искажения выражается следующей формулой:

$$k^2 + m^2 + n^2 = 2 + \text{ctg}(\alpha), (1.6)$$

где α - угол наклона направления проецирования к плоскости проекций. Из этой формулы следует, что в косоугольной аксонометрии показатели искажения должны удовлетворять следующим условиям:

$$0 \leq k < \infty; 0 \leq m < \infty; 0 \leq n < \infty. (1.7)$$

Однако не всякие три числа, удовлетворяющие указанным условиям, могут являться показателями искажения в косоугольной аксонометрии. Сумма квадратов двух любых показателей искажения должна удовлетворять следующим условиям:

$$1 \leq k^2 + m^2 < \infty; 1 \leq k^2 + n^2 < \infty; 1 \leq n^2 + m^2 < \infty. (1.8)$$

Остановимся на стандартных видах аксонометрических проекциях. ГОСТ 2.317-69 рекомендует к применению на чертежах следующие пять видов аксонометрических проекций.

1. Ортогональная изометрия. Показатели искажения равны между собой ($k = m = n = 0.82$). На практике чаще всего используют приведенные показатели искажения, которые принимают равными 1. Поэтому изображение в этом случае увеличивается в 1.22 раза. Треугольник следов в этой проекции равносторонний, а значит углы между аксонометрическими осями координат равны 120° (рис.1.8).

2. Ортогональная диметрия. Соотношение показателей искажения принимается $k = n = 2m$. Тогда их величина должна быть равна $k = n \approx 0.94$, $m \approx 0.47$. Вместо этих значений пользуются приведенными показателями искажения $k = n = 1$, $m = 0.5$ (изображение увеличивается в 1.06 раза). Расположение осей аксонометрической системы координат показано на рис.1.9.

3. Косоугольная фронтальная изометрия. Показатели искажения следующие: $k = m = n = 1$. Расположение осей аксонометрической системы координат показано на рис. 1.10.

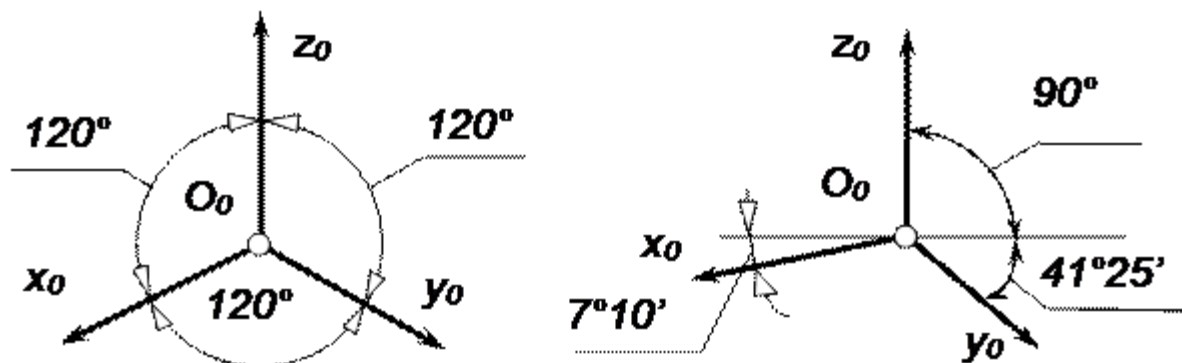


Рис.1.8 Рис.1.9

4. **Косоугольная горизонтальная изометрия.** Показатели искажения следующие: $k = m = n = 1$. Расположение осей аксонометрической системы координат показано на рис.1.11.

5. **Косоугольная фронтальная диметрия.** Показатели искажения $k = n = 1, m = 0.5$. Расположение осей аксонометрической системы координат показано на рис.1.12.

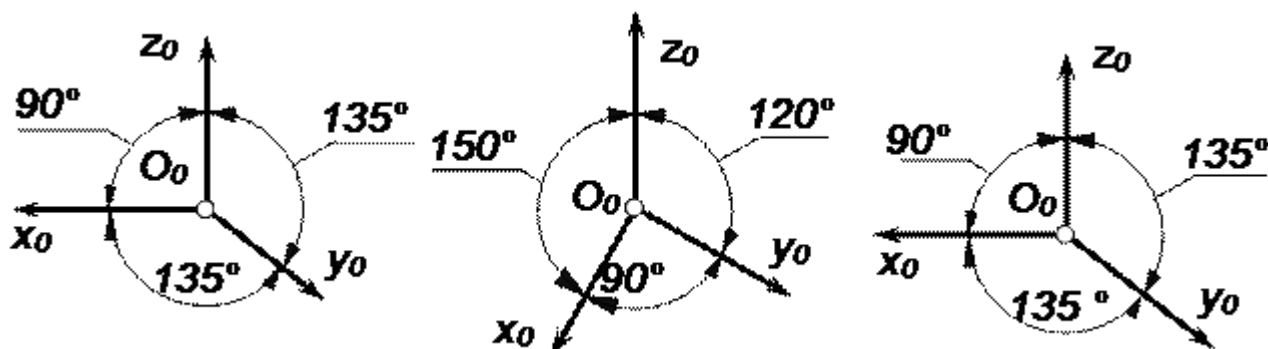


Рис.1.10 Рис.1.11 Рис.1.12

5. Развитие геометрии: Эвклид Р Лобачевский Р Риман

Основные закономерности и свойства пространства, составляющие содержание элементарной геометрии, излагались еще до нашей эры в трудах греческих геометров. Особенно большое значение имели работы Эвклида, жившего в III веке до нашей эры. В своих «Началах» Эвклид изложил элементарную геометрию, которая получила название **эвклидова геометрия**. В основу своей геометрии Эвклид положил систему постулатов, на которых строится эта наука. Постулат означает требование. Эвклид так и пишет: «Нужно потребовать»:

1. Чтобы от каждой точки к каждой точке можно было провести прямую линию.
2. Чтобы ограниченную прямую можно было непрерывно продолжить по прямой.
3. Чтобы из любого центра любым радиусом можно было описать окружность.
4. Чтобы все прямые углы были друг другу равны.

5. Чтобы всякий раз, как прямая, пересекая две прямые, образует с ними внутренние односторонние углы, составляющие вместе меньше двух прямых, эти прямые при неограниченном продолжении пересекались с той стороны, с которой эти углы составляют меньше двух прямых» (рис.1.13).

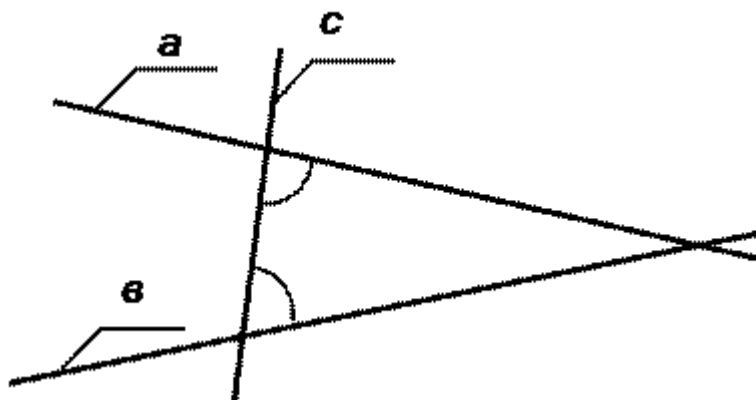


Рис.1.13

Пятый постулат, называемый как постулат о параллельных прямых, гораздо сложнее первых четырех и лишен их наглядности, потому, что речь здесь идет о неограниченном продолжении прямых. Он скорее похож на теорему, которая нуждается в доказательстве. Эвклид отводил пятому постулату особое место среди его аксиом. Изложение материала он разбил на две части. Сначала Эвклид рассматривает теоремы, которые можно доказать, не прибегая к помощи пятого постулата. Эта часть теперь называется **абсолютной геометрией**. Затем сгруппированы все теоремы, которые

доказываются только на основе пятого постулата. Эту часть и называют **собственно эвклидовой геометрией**.

Многие математики последующих веков, считая пятый постулат теоремой, пытались его доказать. Однако в течении 2000 лет им этого сделать не удалось. Кроме новых формулировок[1] пятого постулата, других успехов не было. Так продолжалось до 11 февраля 1826 года, когда на заседании Ученого Совета Казанского университета профессор **Николай Иванович Лобачевский** (1792-1856) сообщил о создании им новой геометрии, построенной на отрицании пятого постулата Эвклида.

Свою геометрию Лобачевский назвал **воображаемой** или **пангеометрией**. В противоположность постулату Эвклида, Лобачевский в основу построения теории параллельных линий положил следующую аксиому

4.3 Семинарское занятие №3 (2 часа).

Тема: «ГОСТ 2.311-68 Изображение резьбы»

4.3.1 Вопросы к занятию:

1. Основные понятия.
2. Классификация резьбы.
3. Параметры профиля резьбы.
4. Классификация резьбовых соединений.

4.3.2 Краткое описание проводимого занятия:

Настоящий стандарт устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

1. Общие сведения.

Резьбу изображают:

- а) на стержне - сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по внутреннему диаметру.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте (черт. 1, 2);

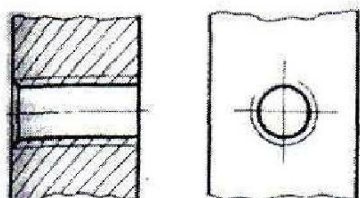


Черт.
1

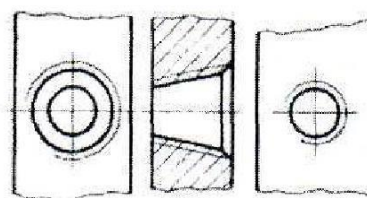
Черт.
2

б) в отверстии - сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по наружному диаметру.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте (черт. 3, 4).



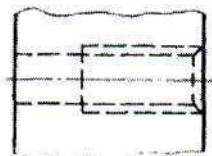
Черт.3



Черт.4

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми

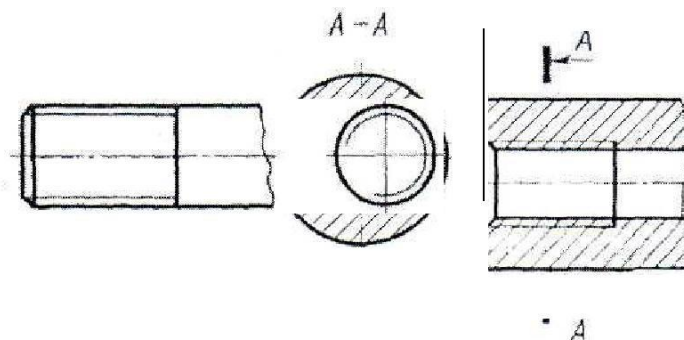


Черт. 5

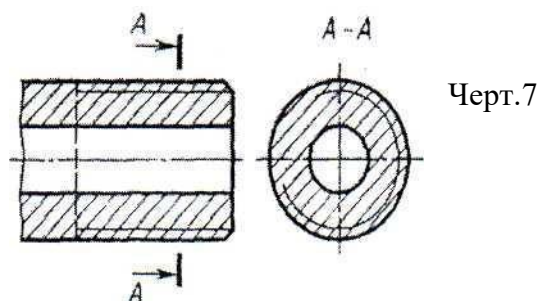
линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру (черт. 5).

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая (черт.

6—8).



Черт. 6



Черт. 7

Черт. 8

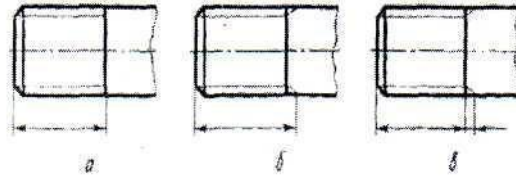
Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии (см. черт. 3, 4, 7, 8).

Размер длины резьбы с полным профилем (без сбega) на стержне и в отверстии указывают, как показано на черт. 9а и 10.

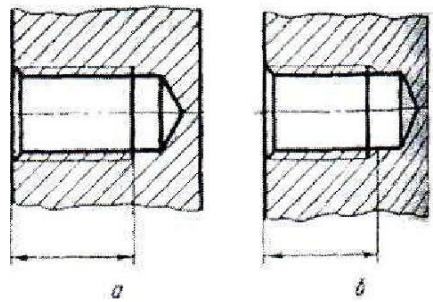
Размер длины резьбы (со сбегом) указывают, как показано на черт. 9б и 10б.

При необходимости указания величины сбega на стержне размеры наносят, как показано на черт. 9в.

Сбег резьбы изображают сплошной тонкой прямой линией, как показано на черт. 9, в и 10.

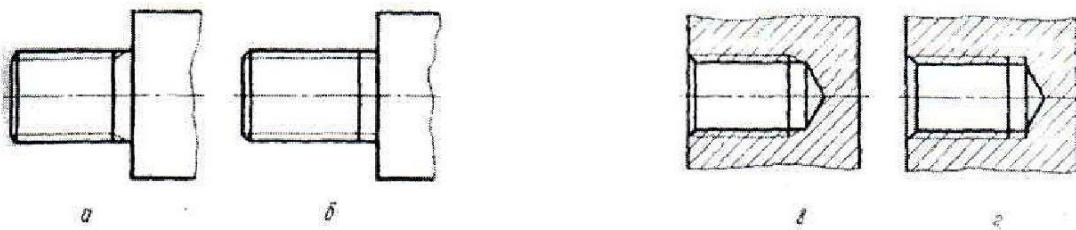


Черт. 9



Черт. 10

Недорез резьбы, выполненной до упора, изображают, как показано на черт. 11а и в. Допускается изображать недорез резьбы, как показано на черт. 11б и г.



Черт. 11

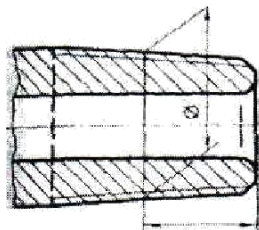
Основную плоскость конической резьбы на стержне, при необходимости,

указывают тонкой сплошной линией, как показано на черт.

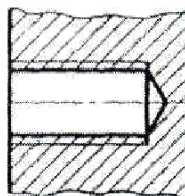
12.

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на черт. 13 и 14, даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы.





Черт 13 12

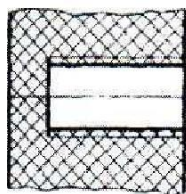


Черт.



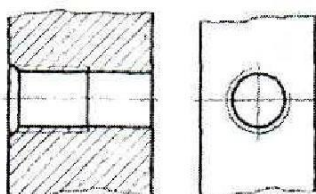
Черт 14

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 (черт. 15-17). Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски (см. черт. 15).



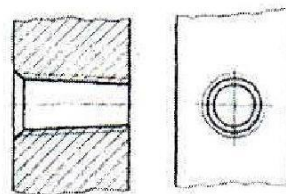
Черт.

15



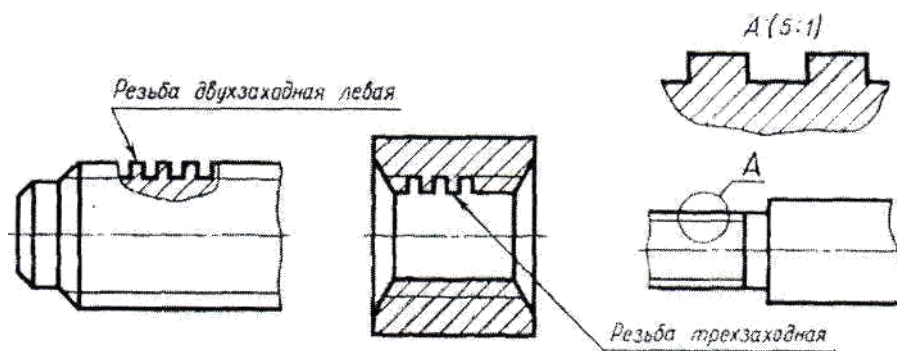
Черт.

16



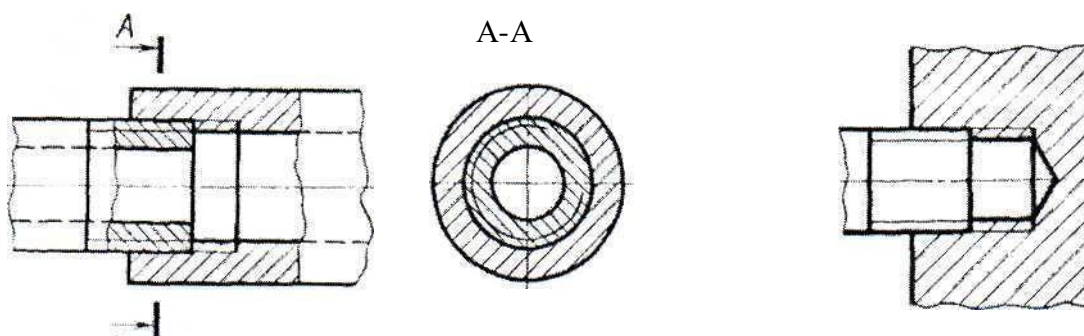
Черт.

Резьбу с нестандартным профилем показывают одним из способов, изображенных на черт. 18, со всеми необходимыми размерами и предельными отклонениями. Кроме размеров и предельных отклонений резьбы, на чертеже указывают дополнительные данные о числе заходов, о левом направлении резьбы и т.п. с добавлением слова «Резьба».



Черт. 19

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси, в отверстии показывают только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (черт. 19, 20).



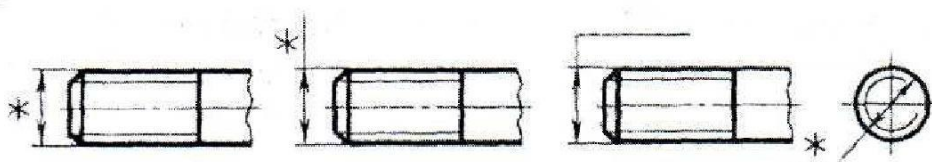
Черт. 20

А

0

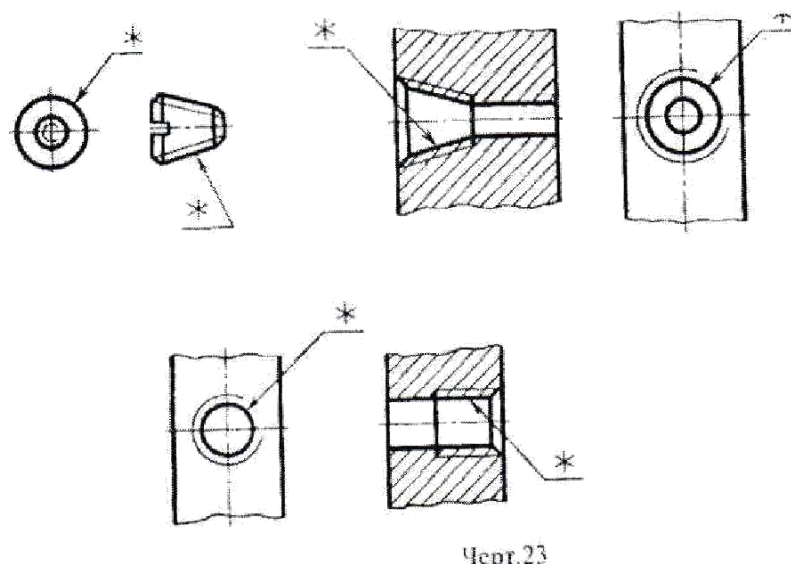
Черт. 19

Обозначения резьб указывают по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб и относят их для всех резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, к наружному диаметру, как показано на черт. 21, 22.



Черт. 21





Обозначения конических резьб и трубной цилиндрической резьбы наносят, как показано на черт. 23.

Специальную резьбу со стандартным профилем обозначают сокращенно Сп и условным обозначением резьбы. Детали машин и приборов соединяют крепежными деталями. Кроме того, применяются резьбовые соединения деталей, на одной из которых нарезана наружная, а на другой - внутренняя резьба. Такие соединения, называемые разъемными, можно разобрать без повреждения деталей.

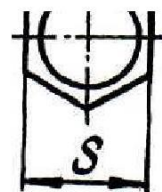
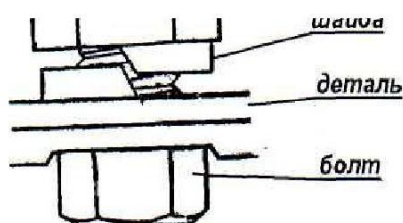
Стандартные крепежные детали можно разделить на две группы:

- 1) резьбовые крепежные детали (болты, винты, шпильки, гайки);
- 2) крепежные детали без резьбы – шайбы (обыкновенные, пружинные, стопорные) и шплинты.

В зависимости от требований, предъявляемых к соединению, оно может выполняться или только деталями I группы, или этими же деталями совместно с деталями II группы.

2. Болтовое соединение.

Составными элементами болтового соединения являются; болт, шайба, гайка и скрепляемые детали.



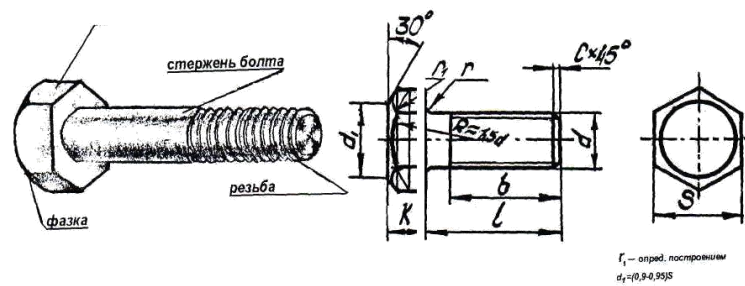


Рис.1

Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, на другом - участок с резьбой (длина нарезанного участка B , так называемого стяжного конца). Для увеличения прочности болта в месте, перехода от стержня к головке выполняют округления радиуса (галтель). Под термином "длина болта" подразумевается только длина стержня размер. Во избежание "забоя" резьбы и для облегчения навинчивания гайки конец стержня с резьбой обычно обтачивают на конус (снимают фаску.)

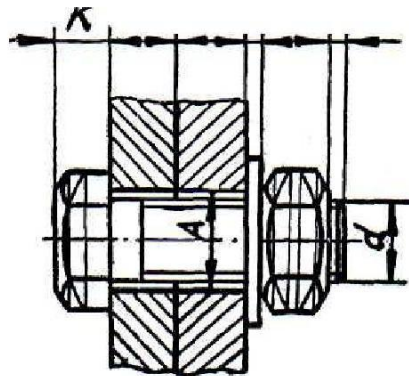


Рис.2

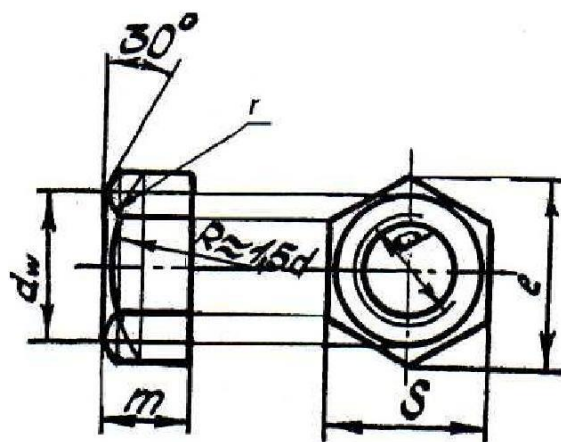
Каждому диаметру, болта d соответствуют определенные размеры его головки. При одном и том же диаметре резьбы болта d болт может изготавливаться различной длины l , которая стандартизована. Длина резьбовой части болта B также стандартизована и устанавливается в зависимости от его диаметра d и длины.

На рис. 2 представлен чертеж болта и показаны необходимые построения, выполняемые в учебном процессе.

Гайки навинчивают на резьбовой конец болта или шпильки. При завинчивании гайки соединяемые детали зажимаются между гайкой и головкой болта. По форме гайки могут быть шестигранными, квадратными и круглыми. Гайки изготавливаются нормальной, повышенной и грубой точности. Наиболее употребительны шестигранные

гайки нормальной точности по ГОСТ 5915-70 в двух исполнениях: с двумя

и одной наружными фасками. Чертеж гайки выполняется по размерам, взятым из соответствующего ГОСТа. Изображение шестигранной гайки строится, как и головка болта (рис. 3).

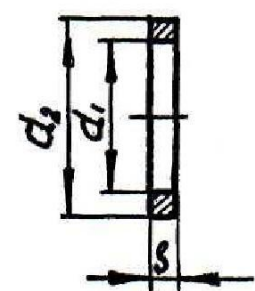


r-опред. построением

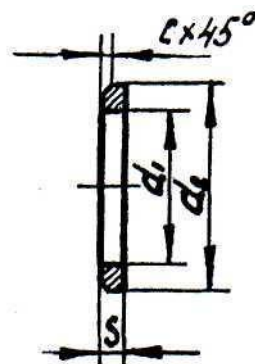
Рис.3

Шайбы применяются при следующих условиях:

- а) если отверстие под болты или шпильку некруглое (овальное, прямоугольное), когда мала опорная поверхность у гаек;
- б) если необходимо предохранить опорную поверхность детали от задиров при затяжке гайки ключом;
- в) если детали изготовлены из мягкого материала (алюминия, латуни, бронзы, дерева и др.), в этом случае нужна большая опорная поверхность. Под гайкой для предупреждения смятия детали. Размеры стальных плоских шайб для болтов и гаек берут по ГОСТ 11371 - 78 или СТ СЭВ 28-76 и 281-76. Наиболее часто применяемые шайбы имеют два исполнения: исполнение I - без фаски исполнение 2-е фаской (рис. 4).



$$d_w = (0,9 - 0,95s)$$



Исполнение 1

Исполнение 2

Рис. 4

Рассмотрим пример вычерчивания болтового соединения в учебном процессе по размерам, взятым из ГОСТов.

Требуется соединить болтом две детали, общая толщина, которых равна 20 мм, диаметр отверстия под болт 13 мм.

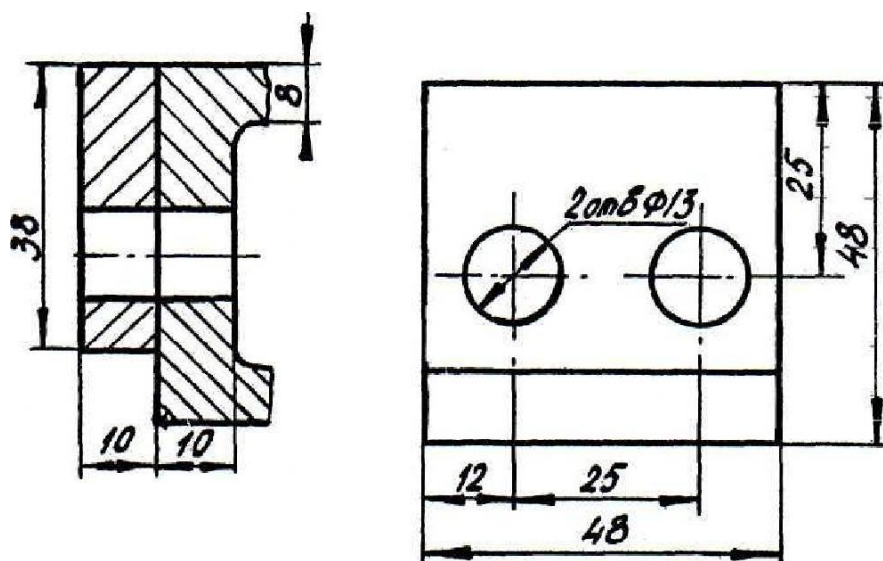


Рис. 5

Так как по условному соотношению диаметр отверстия под болт $A=I, Id$, а диаметр d стандартного болта может быть только четным числом, принимаем номинальный диаметр резьбы болта М12. По табл. 25.2 "Основные размеры болтов с шестигранной головкой (нормальной точности)" по ГОСТ 7798-70 (приложение) принимаем для болта М12 I исполнения: шаг резьбы

1,75 мм

размер "под ключ" $S=19$ мм

Принимаем основные размеры головки болта М12: высота головки K - 8 мм. Размеры шайбы выбираются в зависимости от

номинального	диаметра болта	по табл. 29.1	"Шайбы обычные :
нормальные	по ГОСТ	1 1 3 7 1 - 7 8 "	(приложение). Для

номинального диаметра резьбы М12, класса точности С, исполнения I: внутренний диаметр $d_i = 13$ мм наружный диаметр $d_2=24$ мм толщина $iS=2,5$ мм. Для номинального диаметра резьбы М12: исполнение I, размер "под ключ 19 мм, диаметр описанной окружности, не менее $e= 20,9$ мм высота $m= 10$ мм. Расчетная длина $l_{расч.}$ подсчитывается по формул $l_{расч.} = a+b+S+m+n$,

где a и b -толщина соединяемых деталей в мм; S - толщина шайбы в мм; m - высота гайки в мм. n - длина выступающего конца болта в

мм. ($n=0,25\dots 0,3d$).

Подсчитав расчетную длину болта по таблице "Длина болтов с шестигранной головкой нормальной (класс В) и повышенной (класс А) точности в диапазоне Диаметров 6-48 мм по ГОСТ 7798-70 и ГОСТ 7805-70 подбирают ближайшее значение. В зависимости от d и длины по той же таблице определяется длина резьбы на стержне. Таким образом, расчетная длина болта в рассматриваемом примере будет равна $l_{расч}=20+2,5+10+3=35,5$ мм.

По таблице принимаем ближайшее значение = 35 мм и длину резьбы $d=30$ мм.

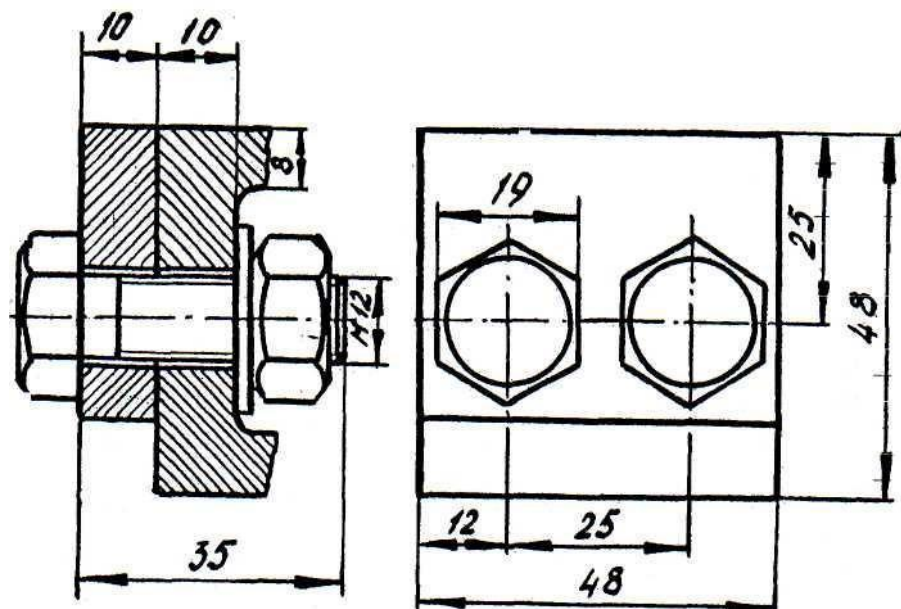


Рис. 6.

На чертеже болтового соединения обязательно указывать следующие размеры: толщина деталей: длина болта, размер резьбы болта, размер "под ключ".

3. Шпильчатое соединение.

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень, концы которого имеют резьбу. Наибольшее распространение получили шпильки, изготавливаемые по ГОСТ 22032-76 (нормальной точности для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях).

Резьбовой конец шпильки l_1 называется ввинчиваемым или посадочным резьбовым концом. Он предназначен для завинчивания в резьбовое отверстие одной из соединяемых, деталей. Длина ввинчиваемого резьбового конца определяется материалом детали, в которую он должен ввинчиваться и может выполняться равной величине:

$l_j=d$ - для стальных, бронзовых и латунных деталей (ГОСТ 22032-76, 22033-78); $l_j=l,25d$ - для чугунных деталей (ГОСТ 22036-76, 22037-76); $l_j=2d$ - для деталей из легких сплавов (ГОСТ 22038-76, ГОСТ 22041-76) (d - наружный диаметр резьбы). Резьбовой конец

шпильки l_0 называется просто резьбовым

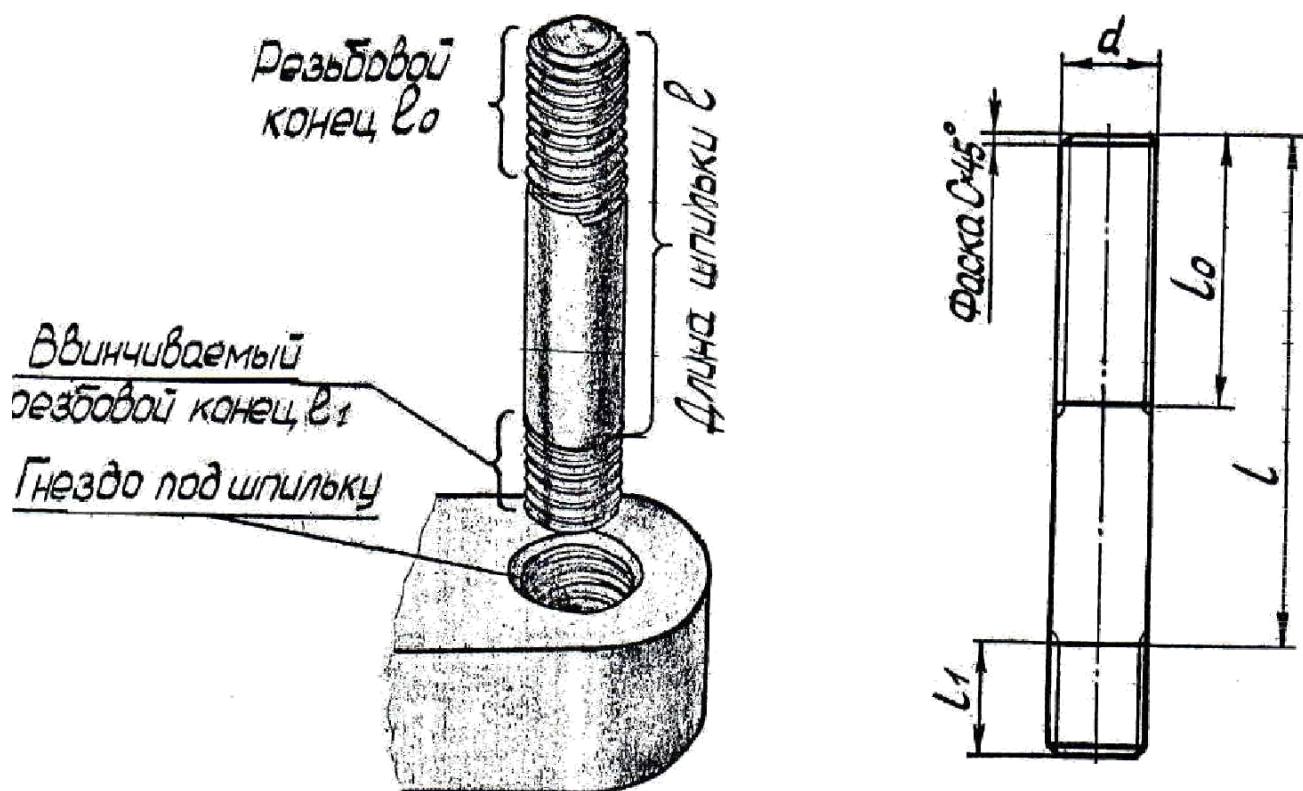
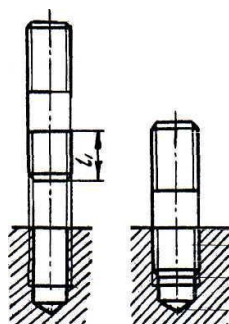


Рис. 7

концом и предназначен для навинчивания на него гайки при соединении скрепляемых деталей. Под длиной шпильки понимается длина стержня без ввинчиваемого резьбового конца. Длина резьбового (гаечного) конца может иметь различные значения, определяемые диаметром резьбы d_{19} высотой гайки, толщиной шайбы.

Шпильки изготавливаются на концах с одинаковыми диаметрами резьбы и гладкой части посередине нормальной и повышенной точности,

В учебном чертеже рекомендуется выбрать шпильку по ГОСТ 22032-76. Технологическая последовательность выполнения отверстия с резьбой под шпильку, и порядок сборки шпилечного соединения следующие: Вначале сверлят отверстие диаметром d_j . На учебных чертежах принимается равным $0,85 d$ на глубину $l_2 - l_j + 6P$ (P - шаг резьбы). Отверстие заканчивается с конической поверхностью с углом конуса 120° .



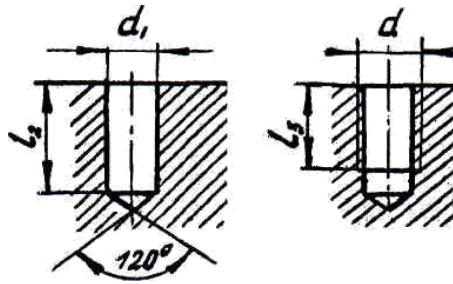


Рис. 8

1. Выбрать для данного размера резьбового отверстия шпильку соответствующего диаметра.
2. Подобрать необходимые для данного шпилечного соединения шайбу и гайку, определить длину шпильки по ГОСТу.
3. Рассчитать глубину сверленного и нарезанного отверстия под шпильку.

Рассмотри м пример вычерчивания шпилечного соединения, если известно, что диаметр резьбового отверстия М12. Толщина одной из скрепляемых деталей, в которой имеется сквозное отверстие $d=13$ мм, равна 19мм. Условно будем считать, что скрепляемые детали стальные, т.е. длина посадочного конца будет равна диаметру резьбы, или 12мм.

По ГОСТ 22032-76 выбираем шпильку М12 (таблица "Основные размеры шпилек общего применения для резьбовых отверстий ГОСТ 22032-76"). Основные параметры для шпильки данного диаметра:

Шаг резьбы $P = 1,75$ мм

Диаметр стержня $d_j=12$ мм.

Прежде чем определить расчетную длину шпильки, необходимо выбрать для данного соединения соответствующие гайку и шайбу. Гайка выбирается, так же, как и в болтовом соединении по ГОСТ 5915-70. Основные ее размеры находим в таблице, Для гайки М12 исполнения I: Размер "под ключ" $S=19$ мм.

Диаметр описанной окружности $e = 20,9$ мм.

Высота $t=10$ мм.

Шайба по ГОСТ 11371-78- табл. 29.1 (приложение).

Для номинального диаметра, резьбы крепежной детали М12: Исполнение 1, $M=24$ мм. $S=2,5$ ММ.

Расчетная длина шпильки определяется толщиной детали, высотой гайки, толщиной шайбы и длиной, выступающей над гайкой n где $n=0,25...0,3*$, т.е. для М12 $n=2$

$$0,25=3\text{MM}, p_{\text{BCI}}=19+2,5+10+3=34,5\text{MM}.$$

Сопоставляя полученную величину с рядом длин, предусмотренный стандартом, по таблице "Длина шпилек общего применения" принимаем стандартное ближайшее значение $l=35$ мм. По той же таблице определяем $l_0=29$ мм. Глубина сверленного отверстия l_2 в данном примере будет равна

$$l_2 = h + 6P = 12 + 6 \cdot 1,75 = 22,5.$$

Глубина нарезки резьбы $l_3 = h + 2P = 12 + 2 \cdot 1,75 = 15,5$. Чертеж шпилечного соединения в задании будет иметь окончательный вид.

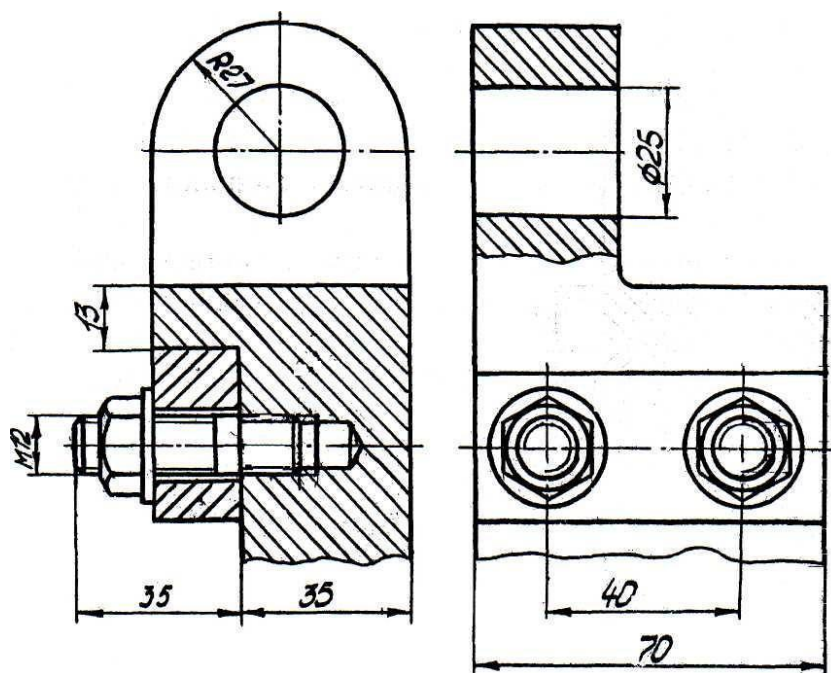
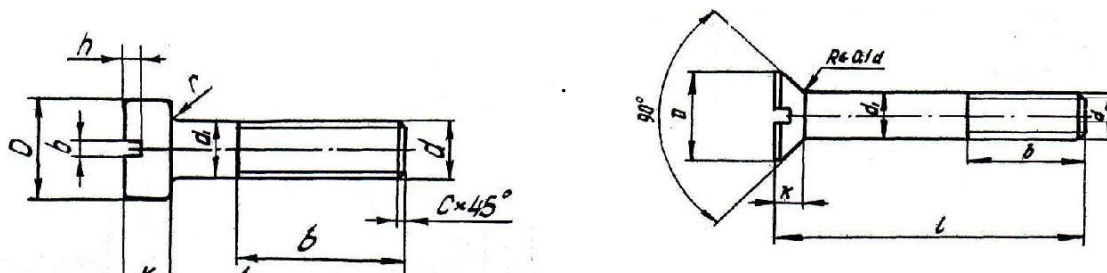


Рис.10

4. Винтовое соединение.

В винтовом соединении, как и в шпилечном, резьбовая часть винта ввинчивается в резьбовое отверстие детали. Граница резьбы винта должна быть несколько выше линии разреза детали. Верхние детали в отверстиях резьбы не имеют. Между стенками гладкого отверстия и винтом должен быть зазор. Винты разделяются на: винты с головкой под отвертку и с головкой под ключ. В учебном чертеже требуется вычертить соединения винтами двух типов: винтом с цилиндрической и винтом с конической головкой. На рис 11 приведены чертежи этих винтов. Винты можно вычертить по параметрам, рекомендуемым стандартом или по относительным размерам.



Рассмотрим пример вычерчивания соединения винтом с цилиндрической головкой по стандартным размерам. Исходными данными являются две детали, в одной из которых имеется резьбовое отверстие, в другой - сквозное с цилиндрической зенковкой.

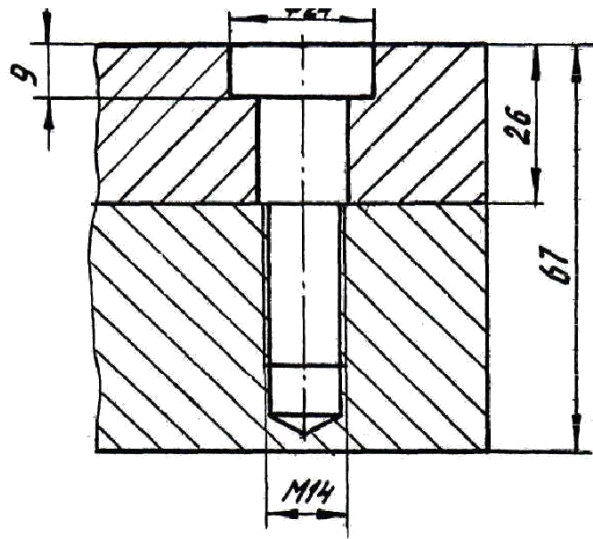


Рис. 12

Требуется: 1. Подобрать соответствующий винт по ГОСТ 1491-80.

2. Определить глубину сверленного и нарезанного отверстия. По ГОСТ 1491-80. Выбираем винт М14 исполнения 2. Основные параметры винта: Шаг резьбы $P = 2$ мм Диаметр стержня $d = 14$ мм Диаметр головки $D = 21$ мм Высота, головки $h = 8$ мм Размеры шлица выбираем из табл. 27.6. Ширина шлица $b = 3$ мм Глубина шлица 4 мм. Размерная цепь, определяющая длину винта (стержня) будет состоять из следующих звеньев: длина заворачиваемой части винта + толщина верхней детали без глубины зенкованного отверстия. Винт ввертывается в резьбовое отверстие на величину равную $1,5 \dots 1d$, значит, в нашем случае, винт ввернется в деталь на величину от 21 до 28 мм. Примем меньшее значение, т.е. 21 мм. Толщина верхней детали без глубины зенковки будет равна $26 - 9 = 17$ мм, т.е. расчетная длина винта $l_{\text{дасч.}} = 21 + 17 = 38$ мм. Длина для крепежных винтов выбирается из ряда, мм: 2;

(2,5); 3; 3,5; 4; 5; 6; (7); 8; 9; 9; 10; 11; 12; (13); 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; (38); 40; (42); 45; (48); 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; (85); 90; (95); 100; 110; 120 Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется. Округлив полученное значение до ближайшего стандартного, принимаем 40 мм. Определяем длину нарезанной части стержня 34 мм. При выбранной стандартной длине винта должен быть ввернут в деталь с резьбовым отверстием на глубину $40 - 17 = 23$ мм. Значит, глубина сверленного отверстия будет, как и в шпилечном соединении, равна 23, + $6P_j =$ т.е. $23 + 6 \cdot 2 = 35$ мм, глубина нарезанного отверстия: $23 + 2P_2 =$ т.е. $23 + 2 \cdot 2 = 27$ мм.

4.4 Семинарское занятие №4 (2 часа).

Тема: «Методы проецирования»

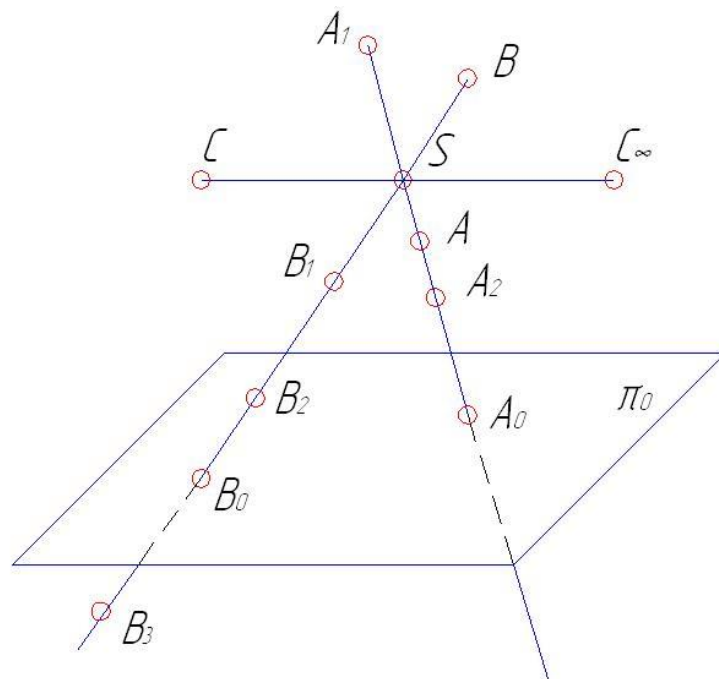
4.4.1 Вопросы к занятию:

1. Центральное проецирование.
2. Параллельное прямоугольное проецирование.
3. Параллельное косоугольное проецирование.

4.4.2 Краткое описание проводимого занятия:

Центральное проецирование.

При центральном проецировании задают произвольную *плоскость проекций* и *центр проекции*. Центр проекции – это точка не лежащая в плоскости проекции.



π_0 – плоскость проекций;

S – центр проекций.

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

На рисунке центральной проекцией точки A является точка A_0 – точка пересечения прямой AS с плоскостью π_0 . Таким же образом построены центральные проекции $A_1, A_2, B, B_1, B_2, B_3$. Они получаются при пересечении проецирующих прямых (проецирующих лучей) с плоскостью проекций.

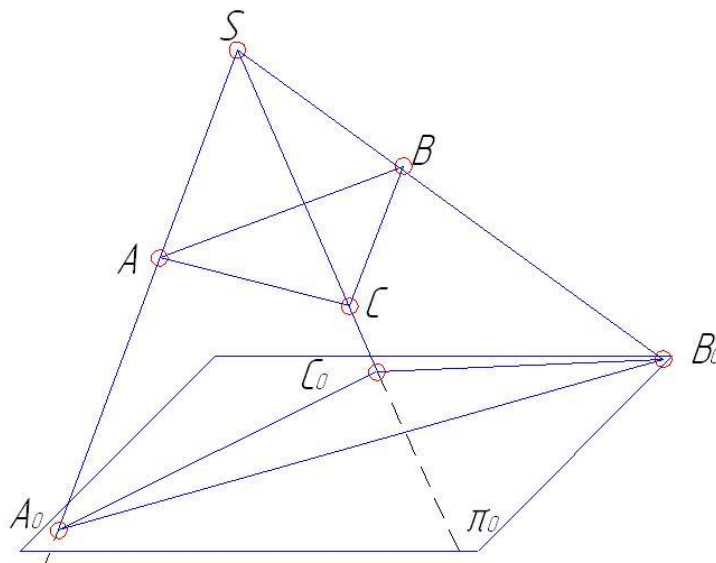
2.1. В случае параллельности проецирующего луча плоскости проекций точка **2** будет иметь центральную проекцию, но удаленную бесконечно далеко.

Как видно из рисунка центральные проекции точек лежащих на одной проецирующей прямой совпадают. Поэтому одна центральная проекция точки не позволяет однозначно определить положение точки в пространстве.

Таким образом, для однозначного определения положения точки в пространстве необходимы дополнительные условия, например, можно задать второй центр проекций.

Так как любая линия или поверхность состоит из множества точек, то центральная проекция этой линии или поверхности может быть построена как множество центральных проекций всех ее точек. При этом проецирующие прямые образуют проецирующую поверхность или могут оказаться в одной плоскости, которая называется проецирующей.

Для построения проекций линий, поверхностей или тел часто достаточно построить проекции лишь некоторых характерных точек. Например, для построения проекции треугольника достаточно построить проекции его вершин.



Свойства центрального проецирования:

1. При центральном проецировании: а) точка проецируется в точку;
- б) прямая, не проходящая через центр проекций, проецируется в прямую (проецирующая прямая - в точку);

в) плоская (двумерная) фигура, не принадлежащая проецирующей плоскости, проецируется в виде двумерной фигуры (фигуры, принадлежащие проецирующей плоскости, проецируются вместе с ней в виде прямой);

г) трехмерная фигура отображается двумерной.

2. Центральные проекции фигур сохраняют взаимную принадлежность и непрерывность.

3. При заданном центре проецирования проекции фигуры на параллельных плоскостях подобны.

Параллельное проецирование.

Параллельное проецирование – частный случай центрального проецирования, если условиться, что центр проекций находится бесконечно далеко от плоскости проекций. При параллельном проецировании проецирующие прямые параллельны. Причем, если эти прямые не перпендикулярны плоскости проекций, то проекции называют косоугольными.

Параллельной проекцией точки называется точка пересечения проецирующей прямой, проведенной параллельно заданному направлению, с плоскостью проекций.

Параллельная проекция линии получается как совокупность проекций составляющих ее параллельных проекций точек. При этом проецирующие прямые в своей совокупности образуют цилиндрическую поверхность. Поэтому параллельные проекции фигур называют цилиндрическими.

При параллельном проецировании все свойства центрального проецирования сохраняются, а также возникают следующие новые свойства:

- 1. Параллельные проекции взаимно параллельных прямых параллельны, а отношение длин отрезков этих прямых равно отношению их проекций.*
- 2. Для прямой линии проецирующей поверхностью является плоскость;*
- 3. Каждая точка и линия в пространстве имеют единственную свою проекцию;*
- 4. Каждая параллельная проекция точки может быть проекцией множества точек;*
- 5. Каждая параллельная проекция линии может быть проекцией множества линий;*
- 6. Для проецирования прямой необходимо и достаточно иметь проекции двух ее точек;*
- 7. Если точка принадлежит прямой, то проекции точки принадлежит проекции этой прямой;*
- 8. Если прямая параллельна проецирующей прямой, то проекцией этой прямой является точка;*
- 9. Отрезок прямой линии, параллельной плоскости проекций проецируется на эту плоскость в натуральную величину.*

Прямоугольное проецирование. Метод Монжа.

Прямоугольное или ортогональное проецирование является частным случаем параллельного проецирования, при котором проецирующие прямые перпендикулярны плоскости проекций. Соответственно, прямоугольной или ортогональной проекцией точки называют точку пересечения ортогональной проецирующей прямой с плоскостью проекций.

Кроме свойств параллельных косоугольных проекций ортогональные проекции имеют следующее свойство:

- прямоугольные проекции двух взаимно перпендикулярных прямых, одна из которых параллельна плоскости проекций, а другая не перпендикулярна ей, взаимно перпендикулярны

В силу своих преимуществ (простота геометрических построений, сохранение на проекциях при определенных условиях формы и размеров проецируемой фигуры) прямоугольное проецирование применяется для разработки чертежей.

Накопленные сведения и приемы изображения на плоскости пространственных форм впервые систематизировал и развил французский ученый конца XVIII – начала XIX века Гаспар Монж (1746-1818 гг.).

Гаспар Монж – крупный французский ученый, инженер, общественный и государственный деятель в период революции 1789-1794 гг. и правления Наполеона I, участник работы по введению метрической системы мер и весов.

Изложенный Монжем метод заключается в ортогональном проецировании на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций, обеспечивая выразительность и точность изображений объемных форм на плоскости. Это основной метод составления технических чертежей.

Причем использование указанного метода позволяет обеспечить обратимость чертежа, т. е. возможность установления истинного положения точки в пространстве по ее ортогональным проекциям.

4.5 Семинарское занятие №5 (2 часа).

Тема: «Плоскость»

4.5.1 Вопросы к занятию:

1. Плоскость на эюре.
2. Плоскость общего и частного положения.

4.5.2 Краткое описание проводимого занятия:

Задачи работы:

- 1) *Определить на эюре Монжа расстояние от точки D до плоскости треугольника ABC;*
- 2) *Через точку E, удаленную от плоскости треугольника ABC на 35 мм построить плоскость параллельную данной;*
- 3) *Через точку B провести плоскость, перпендикулярную стороне треугольника AC;*

4) Оформить чертеж по всем правилам оформления, предусмотренным ЕСКД (единой системой конструкторской документации).

Правила оформления:

1) Тип линий:

- проекций прямых линий – сплошная основная;
- следов плоскости – сплошная основная цветным карандашом;
- осей координат, продолжений проекций, главных линий плоскости – сплошная тонкая толщиной 2^s ;
- линий связи – сплошная тонкая толщиной $3^s \dots 5^s$.

2) Размер шрифта на чертеже: -

- буквенных обозначений – 7;
- цифровая градуировка осей координат – 5.

3) Обозначения на чертеже:

- точек – полыми кружками диаметром 2...4 мм и прописными буквами латинского алфавита (А, В, С)
- горизонтального, фронтального и профильного следа прямой линии - соответственно М, N, Р;
- горизонтального, фронтального и профильного следа плоскости – соответственно h'_{oABC} , f'_{oABC} , p'''_{oABC} ;
- других плоскостей – α , β , γ ;
- точек схода следов по осям X, Y и Z соответственно X_{oABC} , Y_{oABC} и Z_{oABC} ;
- главных линий плоскости строчными буквами латинского алфавита (a, b).

4) Координаты точек согласно варианта задания в виде таблицы изобразить в правом верхнем углу поля чертежа.

Варианты заданий:

№ варианта	Точки	Координаты			№ варианта	Точки	Координаты			№ варианта	Точки	Координаты		
		X	Y	Z			X	Y	Z			X	Y	Z
1	A	65	10	20	11	A	65	20	55	21	A	65	0	15
	B	10	20	0		B	20	5	5		B	40	55	0
	C	0	60	60		C	0	50	25		C	0	20	40
	D	35	70	5		D	60	15	10		D	55	50	60
2	A	70	0	60	12	A	75	5	15	22	A	60	30	65
	B	45	50	10		B	35	55	65		B	45	60	10

	C	0	20	10		C	0	25	0		C	5	20	10
	D	20	50	55		D	65	55	0		D	75	10	15
13	A	70	60	45	13	A	80	0	40	23	A	75	0	25
	B	40	0	55		B	0	20	70		B	30	50	5
	C	0	45	10		C	30	45	0		C	10	20	60
	D	65	15	0		D	70	55	65		D	60	55	55
4	A	65	20	0	14	A	70	10	20	24	A	80	10	20
	B	40	5	55		B	50	45	50		B	45	70	0
	C	0	50	5		C	0	25	10		C	0	40	45
	D	70	65	55		D	60	55	0		D	10	15	0
5	A	60	60	10	15	A	65	20	10	25	A	65	55	20
	B	45	15	55		B	10	0	20		B	25	5	5
	C	0	5	25		C	0	60	60		C	0	25	50

	D	10	45	55		D	35	5	70		D	60	10	55
6	A	60	65	20	16	A	70	20	0	26	A	75	25	5
	B	45	20	80		B	45	10	50		B	35	65	55
	C	5	10	10		C	0	10	20		C	0	0	25
	D	70	20	10		D	20	55	50		D	65	0	55
7	A	65	15	0	17	A	70	45	60	27	A	80	40	0
	B	40	0	55		B	40	55	0		B	0	70	20
	C	0	40	20		C	0	10	45		C	30	0	45
	D	55	60	50		D	65	0	15		D	70	65	55
8	A	60	65	30	18	A	65	0	20	28	A	65	10	20
	B	45	10	60		B	40	55	55		B	45	70	40
	C	5	10	20		C	0	5	50		C	10	45	0
	D	75	15	10		D	70	55	65		D	70	65	55
9	A	75	25	0	19	A	60	10	60	29	A	70	0	60
	B	30	5	50		B	45	55	15		B	40	5	20
	C	10	60	20		C	0	25	5		C	0	60	5
	D	60	55	55		D	10	55	45		D	45	50	5
10	A	80	20	10	20	A	60	20	65	30	A	65	60	45
	B	45	0	70		B	45	50	20		B	10	20	0
	C	0	45	40		C	5	10	10		C	0	20	10
	D	10	0	15		D	70	10	20		D	65	15	0

4.6 Семинарское занятие №6 (2 часа).

Тема: « Способ замены плоскостей проекций »

4.6.1 Вопросы к занятию:

1. Определение натуральной величины отрезка и углов наклона прямой к плоскости.
2. Перевод прямой общего положения в проецирующее положение.
3. Перевод плоской фигуры общего положения в проецирующее положение.
4. Определение натурального вида плоской фигуры общего положения.

4.6.2 Краткое описание проводимого занятия:

Правила оформления:

1) Тип линий

- проекций отрезков прямых линий – сплошная основная;
- натуральной величины расстояния между прямыми AS и BC, проекции двугранного угла – сплошная основная цветным карандашом; —
- осей координат, продолжений проекций – сплошная тонкая толщиной 2^s ;
- линий связи – сплошная тонкая толщиной $3^s \dots 5^s$. — —

2) Размер шрифта на чертеже:

- буквенных и цифровых обозначений – 7; -
- цифровая градуировка осей координат – 5.

3) Обозначения на чертеже:

- точек – полыми кружками диаметром 2...4 мм и прописными буквами латинского алфавита (A, B, C);
- новых плоскостей проекций – π_4 , π_5 и т.д.

4) Координаты точек согласно варианта задания в виде таблицы изобразить в правом верхнем углу поля чертежа.

Варианты заданий:

№ варианта	Точки А	Координаты			№ варианта	Точки А	Координаты			№ варианта	Точки А	Координаты		
		X 45	Y 5	Z 55			X 10	Y 20	Z 10			X 75	Y 0	Z 25
1	В	5	45	10	11	В	55	50	10	21	В	30	50	15
	С	70	15	0		С	80	0	60		С	10	20	50
	С	65	65	50		С	20	50	45		С	60	55	45
	А	65	0	20		А	75	20	0		А	45	60	20
2	В	0	50	60	12	В	5	10	15	22	В	0	20	10
	С	10	10	0		С	55	50	30		С	60	30	65
	С	35	60	5		С	65	0	40		С	75	25	20
	А	35	60	35		А	45	55	5		А	60	20	65
3	В	5	25	10	13	В	5	10	50	23	В	45	60	10
	С	60	30	5		С	70	0	20		С	5	20	10
	С	55	10	50		С	75	55	65		С	75	10	25
	А	80	20	10		А	80	0	30		А	45	55	15
4	В	45	0	70	14	В	10	15	10	24	В	0	25	5
	С	0	45	40		С	60	30	50		С	60	10	60
	С	10	0	15		С	70	45	0		С	60	20	10
	А	40	5	55		А	45	55	5		А	10	10	20
5	В	0	50	10	15	В	5	10	45	25	В	55	10	50
	С	65	20	0		С	70	0	45		С	80	60	0
	С	70	65	35		С	65	50	65		С	20	45	50
	А	75	15	50		А	65	20	0		А	75	0	20
6	В	35	0	0	16	В	0	60	50	26	В	5	15	10
	С	10	45	20		С	10	0	10		С	55	30	50
	А	75	15	50		А	65	20	0		А	75	0	20

	S	70	50	5		S	35	5	60		S	65	45	0
7	A	75	25	0	17	A	35	35	60	27	A	45	5	55
	B	30	15	50		B	5	10	25		B	5	50	10

	C	10	50	20		C	60	5	30		C	70	20	0
	S	60	45	55		S	55	50	10		S	75	65	55
8	A	45	20	60	18	A	80	10	20	28	A	40	20	60
	B	0	10	20		B	45	70	0		B	5	20	30
	C	60	65	20		C	0	40	45		C	60	55	20
	S	75	25	10		S	10	15	0		S	70	30	5
9	A	60	65	20	19	A	40	55	5	29	A	60	55	20
	B	45	10	60		B	30	10	50		B	40	5	70
	C	5	10	20		C	65	0	20		C	0	20	15
	S	75	25	20		S	70	55	65		S	65	30	15
10	A	45	15	55	20	A	75	50	10	30	A	45	20	45
	B	0	5	25		B	35	0	0		B	5	5	25
	C	60	60	10		C	10	20	45		C	50	50	10
	S	60	10	20		S	70	5	50		S	65	15	25

3.7 Семинарское занятие №7 (2 часа).

Тема: «Проецирование гранных тел»

4.7.1 Вопросы к занятию:

1. Сечение призмы плоскостью частного положения.
2. Сечение призмы плоскостью общего положения.
3. Развертка призмы.

4.7.2 Краткое описание проводимого занятия:

Правила оформления:

1) Тип линий

- проекций отрезков прямых линий – сплошная основная;
- натуральной величины расстояния между прямыми AS и BC, проекции двугранного угла – сплошная основная цветным карандашом; —
- осей координат, продолжений проекций – сплошная тонкая толщиной 2^s ;
- линий связи – сплошная тонкая толщиной $3^s \dots 5^s$. — —

2) Размер шрифта на чертеже:

- буквенных и цифровых обозначений – 7; -
- цифровая градуировка осей координат – 5.

3) Обозначения на чертеже:

- точек – полыми кружками диаметром 2...4 мм и прописными буквами латинского алфавита (A, B, C);
- новых плоскостей проекций – π_4 , π_5 и т.д.

4) Координаты точек согласно варианта задания в виде таблицы изобразить в правом верхнем углу поля чертежа.

Разработал: ст. преподаватель кафедры «Инженерная графика» Сорокин А.А.

Варианты заданий:

№ варианта	Точки А	Координаты			№ варианта	Точки А	Координаты			№ варианта	Точки А	Координаты		
		X 45	Y 5	Z 55			X 10	Y 20	Z 10			X 75	Y 0	Z 25
1	В	5	45	10	11	В	55	50	10	21	В	30	50	15
	С	70	15	0		С	80	0	60		С	10	20	50
	С	65	65	50		С	20	50	45		С	60	55	45
	А	65	0	20		А	75	20	0		А	45	60	20
2	В	0	50	60	12	В	5	10	15	22	В	0	20	10
	С	10	10	0		С	55	50	30		С	60	30	65
	С	35	60	5		С	65	0	40		С	75	25	20
	А	35	60	35		А	45	55	5		А	60	20	65
3	В	5	25	10	13	В	5	10	50	23	В	45	60	10
	С	60	30	5		С	70	0	20		С	5	20	10
	С	55	10	50		С	75	55	65		С	75	10	25
	А	80	20	10		А	80	0	30		А	45	55	15
4	В	45	0	70	14	В	10	15	10	24	В	0	25	5
	С	0	45	40		С	60	30	50		С	60	10	60
	С	10	0	15		С	70	45	0		С	60	20	10
	А	40	5	55		А	45	55	5		А	10	10	20
5	В	0	50	10	15	В	5	10	45	25	В	55	10	50
	С	65	20	0		С	70	0	45		С	80	60	0
	С	70	65	35		С	65	50	65		С	20	45	50
	А	75	15	50		А	65	20	0		А	75	0	20
6	В	35	0	0	16	В	0	60	50	26	В	5	15	10
	С	10	45	20		С	10	0	10		С	55	30	50
	А	75	15	50		А	65	20	0		А	75	0	20

	S	70	50	5		S	35	5	60		S	65	45	0
7	A	75	25	0	17	A	35	35	60	27	A	45	5	55

	B	30	15	50		B	5	10	25		B	5	50	10
	C	10	50	20		C	60	5	30		C	70	20	0
	S	60	45	55		S	55	50	10		S	75	65	55
8	A	45	20	60	18	A	80	10	20	28	A	40	20	60
	B	0	10	20		B	45	70	0		B	5	20	30
	C	60	65	20		C	0	40	45		C	60	55	20
	S	75	25	10		S	10	15	0		S	70	30	5
9	A	60	65	20	19	A	40	55	5	29	A	60	55	20
	B	45	10	60		B	30	10	50		B	40	5	70
	C	5	10	20		C	65	0	20		C	0	20	15
	S	75	25	20		S	70	55	65		S	65	30	15
10	A	45	15	55	20	A	75	50	10	30	A	45	20	45
	B	0	5	25		B	35	0	0		B	5	5	25
	C	60	60	10		C	10	20	45		C	50	50	10
	S	60	10	20		S	70	5	50		S	65	15	25

