

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические указания для студентов ТПУ

Конспект студента _____

Группа _____

Томск

УДК 515

Инженерная графика. Методические указания для студентов ТПУ. Перераб. и доп. – Томск: Изд-во ТПУ, 117 с.
ISBN 978-5-87307-118-7

Составители: ст. преподаватель Скачкова Л.А.
ст. преподаватель Фех А.И.

Рецензент доц., канд. техн. наук Е.В. Белоенко

Некоторые используемые в конспекте обозначения:

Совпадение, тождество – $\equiv$.

Совпадение, равенство – $=$.

Параллельность – $//$.

Перпендикулярность – $\perp$.

Скрещивание – $\bullet$.

Отображение – $\rightarrow$.

Принадлежность элемента (точки) множеству (прямой, плоскости и т.д.) – $\in$.

Принадлежность подмножества (прямой) множеству (плоскости, поверхности) – $\subset$.

Пересечение множеств – $\cap$.

Литература

Винокурова Г.Ф., Степанов Б.Л. Начертательная геометрия. Инженерная графика: учебное пособие. – 2-е изд. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 306 с.

А.А. Чекмарев Инженерная графика М.: Высш. шк., 2000 г.

В.О. Гордон, М.А. Семенцов-Огиевский Курс начертательной геометрии М.: Наука, 1988 М.: Высш. шк., 1999 г.

В.С. Левицкий Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей М.: Высш. шк., 2000 г.

Введение

Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение правил изображения на плоскости пространственных фигур и решение инженерно-геометрических задач на плоскостном чертеже; выработка знаний и навыков, необходимых для выполнения и чтения чертежей отдельных деталей.

Краткая историческая справка

Основоположник начертательной геометрии – Гаспар Монж. Годы жизни – 1746 – 1818.

Первый учебник по начертательной геометрии опубликован во Франции в 1798 г.

В 1810 г. Карл Потье начал читать лекции по начертательной геометрии в Петербургском Институте корпуса инженеров путей сообщения.

В 1821г. в России издан первый учебник по начертательной геометрии на русском языке. Автор – профессор Я.А. Севастьянов.

Валентин Николаевич Джонс 28(16)октября 1900 г. прочел в ТТИ первую лекцию по начертательной геометрии.

Методы проецирования, точка, прямая

Методы проецирования

Аппарат проецирования включает в себя центр проециций, проецируемый объект, проецирующие лучи и плоскость, на которой получается изображение.

1. *Центральное проецирование* - это общий случай проецирования геометрических объектов. Проецирование осуществляется из точки S – центра проецирования на плоскость P – плоскость проекций. Центр проецирования не должен находиться в плоскости проекций.

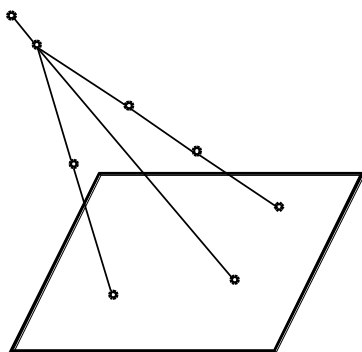


Рис. 1

Чтобы получить центральную проекцию какой-либо точки необходимо провести проецирующий луч через центр проецирования S и точку A . Точка пересечения луча с плоскостью проекций (точка a) является центральной проекцией заданной точки A на выбранную плоскость P .

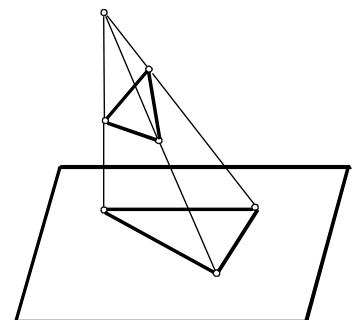
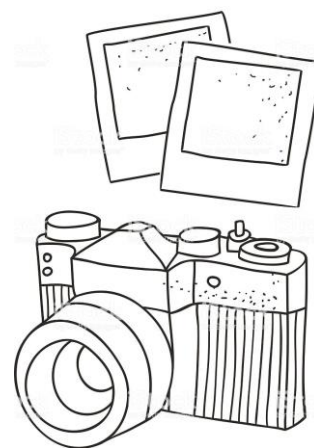


Рис. 2

Точки a, b, c, d являются центральными проекциями точек A, B, C, D на плоскости P .

Свойства центрального проецирования:

1. При центральном проецировании:
 - точка проецируется в точку;
 - прямая, не проходящая через центр проецирования, проецируется в прямую (проецирующая прямая – в точку);
 - плоская фигура, не принадлежащая проецирующей плоскости, проецируется в плоскую фигуру, рис. 2 (фигуры, принадлежащие проецирующей плоскости, проецируются в прямые линии);
 - трехмерная фигура проецируется в двумерную фигуру.



2. При заданном центре проецирования фигуры на параллельных плоскостях подобны.

3. Центральное проецирование устанавливает однозначное соответствие между фигурой и ее изображением.

Центральные проекции имеют большую наглядность, но имеют и недостатки. Они заключаются, например, в сложности построения изображения предмета и определения его истинных размеров. Поэтому этот способ имеет ограниченное применение.

Параллельное проецирование - можно рассматривать как частный случай центрального проецирования. При этом центр проецирования удален в бесконечность (S_{∞}). При параллельном проецировании применяют параллельные проецирующие прямые.

Их проводят в заданном направлении относительно плоскости проекций. Если направление проецирования перпендикулярно плоскости проекций, то проекции называют *прямоугольными* или *ортогональными* $\angle\alpha=90^\circ$, в других случаях – *косоугольными* $\angle\alpha\neq 90^\circ$ (рис. 3).

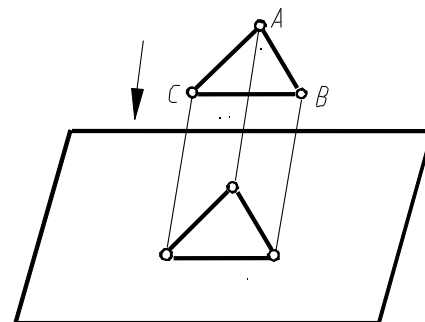


Рис. 3

Свойства параллельного проецирования:

При параллельном проецировании сохраняются все свойства центрального проецирования, которые дополняются новыми:

1. Параллельные проекции взаимно параллельных прямых параллельны, а отношение длин отрезков этих прямых равно отношению длин их проекций.
2. Плоская фигура, параллельная плоскости проекций, проецируется на эту плоскость в такую же фигуру.
3. Параллельный перенос фигуры в пространстве или плоскости проекций не изменяет вида и размеров проекции фигуры.

Применяя приемы параллельного проецирования точки и линии, можно строить параллельные проекции поверхности и тела. Параллельные проекции, как и центральные, не обеспечивают обратимости чертежа.

При проецировании на одну плоскость проекций между проецируемой фигурой и ее проекцией не существует взаимнооднозначного соответствия. Так, каждому проецируемому предмету при заданном его положении и выбранном направлении проецирования l соответствует единственная его проекция. Однако полученная фигура может быть проекцией бесконечного множества других фигур, которые отличаются друг от друга по величине и по форме. Из рис. 4 видно, что пространственной точке M соответствует единственная ее проекция на плоскости P – точка m . В то же время точка m является проекцией множества точек, лежащих на проецирующей прямой (M, M_1, M_2, M_3).

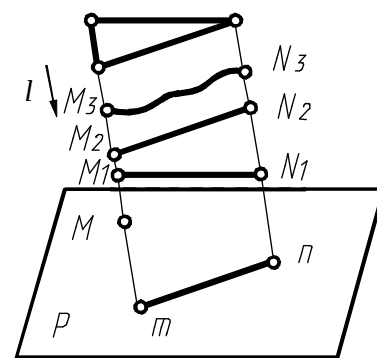


Рис. 4

Прямолинейный отрезок mn может быть проекцией не только прямолинейного отрезка M_1N_1 или M_2N_2 , но проекцией кривой линии M_3N_3 и любой плоской фигуры, расположенной в проецирующей плоскости.

Следовательно, изображение пространственной фигуры является не полным. Мы можем правильно понять чертеж тогда, когда он будет сопровождаться дополнительными пояснениями.

Метод прямоугольных проекций (метод Монжа)

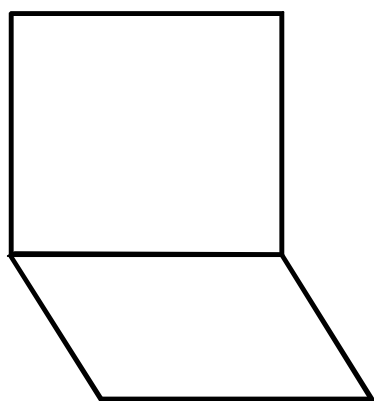


Рис. 5

Чертеж в системе прямоугольных проекций образуется при проецировании предмета не на одну, а на две или три взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Этот способ является частным случаем параллельного проецирования.

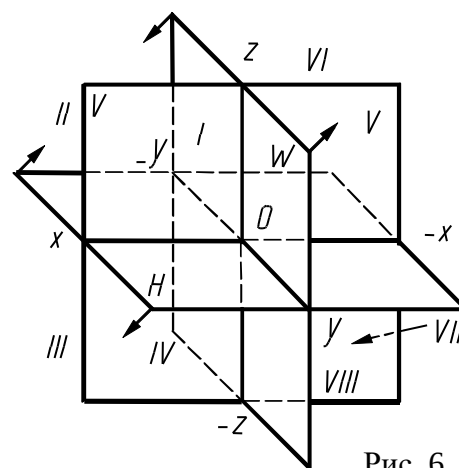


Рис. 6

Осуществлять проецирование на две взаимно перпендикулярные плоскости впервые предложил Гаспар Монж.

Такое проецирование обеспечивает обратимость чертежа. *Обратимость чертежа – однозначное определение положения точки в пространстве по ее проекциям.*

Три взаимно-перпендикулярные плоскости делят пространство на восемь частей, восемь октантов (рис. 6) (от лат. *octo* – восемь).

Три взаимно-перпендикулярные плоскости делят пространство на восемь частей, восемь октантов (рис. 6) (от лат. *octo* – восемь).

Н – _____
 V – _____
 W – _____
 O – _____
 OX, OY, OZ – _____

OX – ось широт

OY – ось глубин

OZ – ось высот

Точка

Опустим из точки A проецирующие лучи (перпендикуляры) до пересечения с плоскостями проекций H , V и W . Точки пересечения перпендикуляров с плоскостями проекций – это проекции точки на каждую из плоскостей проекций (рис. 7):

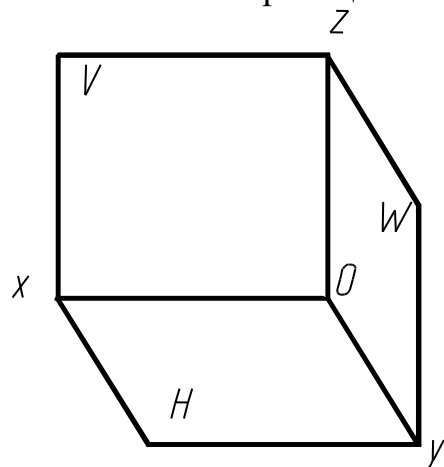


Рис. 7

A – _____

a – _____

a' – _____

a'' – _____

oa_x – координата точки A на ось x

oa_y – координата точки A на ось y

oa_z – координата точки A на ось z

Комплексный чертеж точки

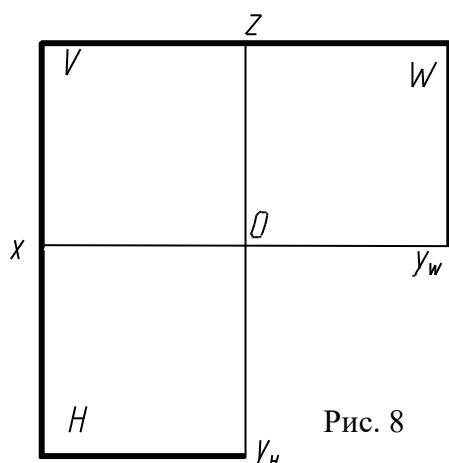


Рис. 8

Преобразуем чертеж так, чтобы горизонтальная и профильная плоскости проекций совпали с фронтальной плоскостью проекций, образуя одну плоскость чертежа (рис. 8). В результате получаем чертеж, называемый *эпюр Монжа* (от франц. *epure* – чертеж, проект) или *комплексный чертеж*.

Основные правила ортогонального проецирования точки

1. Положение точки в пространстве определяется тремя координатами $A(x, y, z)$.
2. Положение точки на плоскости определяется двумя координатами:
 $a(x, y); \quad a'(x, z); \quad a''(y, z)$.
3. Две проекции точки определяют положение ее третьей проекции; две проекции точки определяют ее положение в пространстве.
4. Две проекции находятся на одном перпендикуляре (линии связи) к оси проекций, их разделяющей.

Прямая линия

Линия – это множество всех последовательных положений двигающейся точки.

Прямая линия – линия, образованная движением точки, не меняющей своего направления.

Прямая линия задается

- двумя точками, ей принадлежащими;
- одной точкой и направлением линии.

Прямая может занимать в пространстве различное положение.

Положение прямой в пространстве

Относительно плоскостей проекции прямая может занимать различные положения:

- не параллельное ни одной из плоскостей проекций H , V , W ;
- параллельное одной из плоскостей проекций (прямая может и принадлежать этой плоскости);
- параллельное двум плоскостям проекций, то есть перпендикулярное третьей.

Прямая общего положения – прямая, не параллельная ни одной из плоскостей проекций.

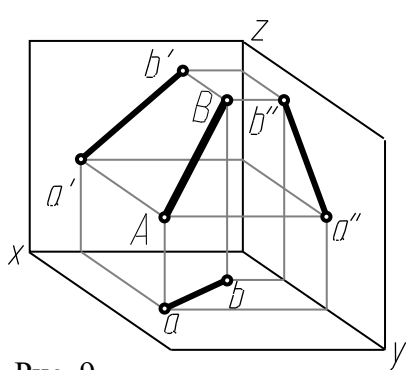
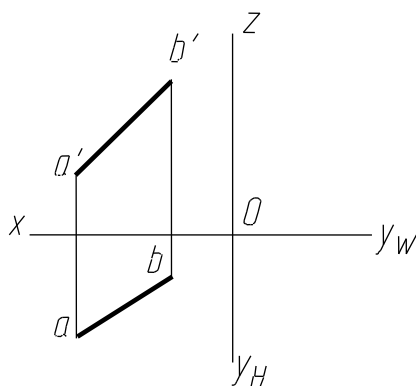


Рис. 9



Прямые частного положения – прямые, параллельные или перпендикулярные плоскости проекций.

Прямые частного положения можно разделить на:

- прямые, параллельные плоскости проекций – *прямые уровня*;
- прямые, перпендикулярные плоскости проекций – *проецирующие прямые*.

Прямые, параллельные плоскости проекций (прямые уровня)

Горизонтальная прямая ($AB \parallel H$)

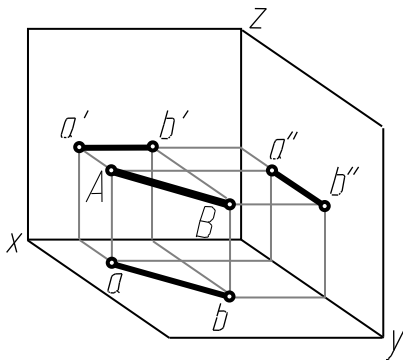
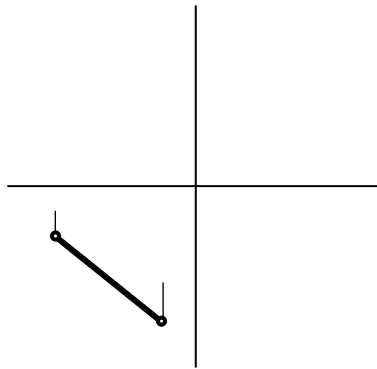


Рис. 10



Свойства проекций

$|ab| = |AB|$ - натуральная величина;

$(a'b') \parallel (Ox)$;

$(a''b'') \parallel (Oy_w)$;

$(AB \wedge V) = (ab \wedge Ox) = \beta$;

$(AB \wedge W) = (ab \wedge Oy_h) = \gamma$.

Фронтальная прямая ($CD \parallel V$)

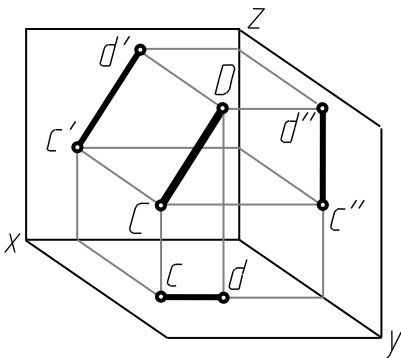
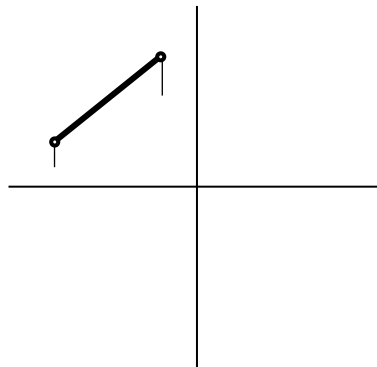


Рис. 11



Свойства проекций

$|c'd'| = |CD|$ - натуральная величина;

$(cd) \parallel (Ox)$;

$(c'd'') \parallel (Oz)$;

$(CD \wedge H) = (c'd' \wedge Ox) = \alpha$;

$(CD \wedge W) = (c'd'' \wedge Oz) = \gamma$.

Профильная прямая ($EF \parallel W$)

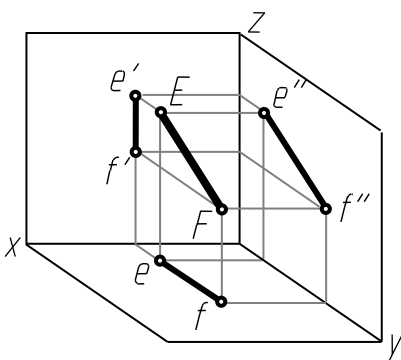
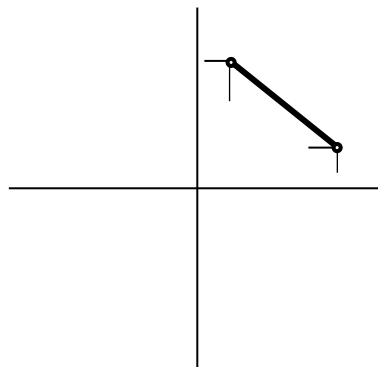


Рис. 12



Свойства проекций

$|e''f''| = |EF|$ - натуральная величина;

$(ef) \parallel (Oy_h)$;

$(e'f') \parallel (Oz)$;

$(EF \wedge H) = (e''f'' \wedge Oy_w) = \alpha$;

$(EF \wedge V) = (e''f'' \wedge Oz) = \beta$.

Если прямая параллельна плоскости проекций, то на эту плоскость в натуральную величину проецируется сама прямая и углы наклона ее к двум другим плоскостям проекций. Проекция прямой на две другие плоскости проекций параллельны осям, определяющим данную плоскость проекций.

Прямые, перпендикулярные плоскости проекций (прямые проецирующие)

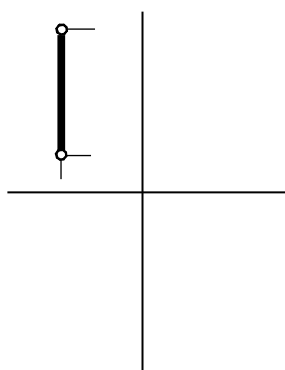
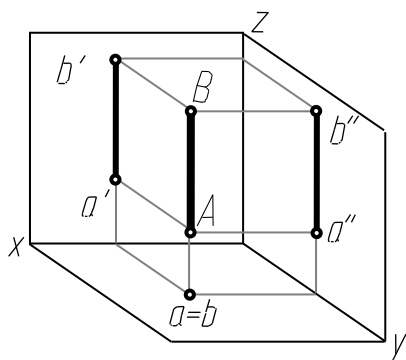


Рис. 13

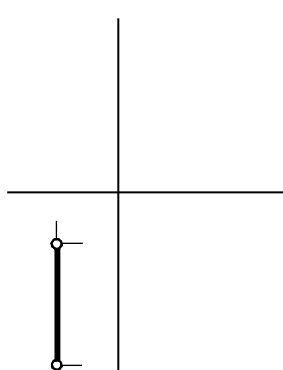
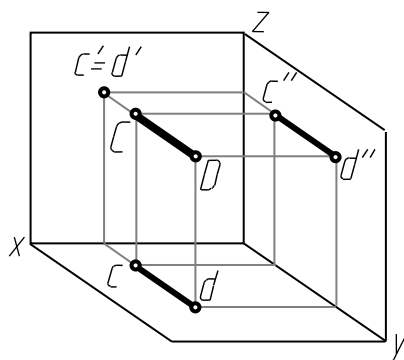


Рис. 14

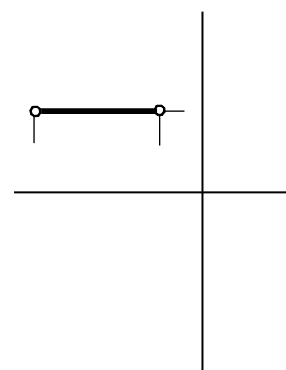
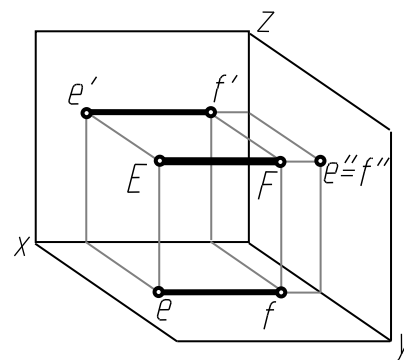


Рис. 15

Свойства проекций

$(AB) \perp H$; $(AB) \parallel V$;
 $(AB) \parallel W$; ab – точка;
 $|a'b'| = |a''b''| = |AB|$;
 $(a'b') \perp (Ox)$;
 $(a''b'') \perp (Oy_w)$.

Свойства проекций

$(CD) \perp V$; $(CD) \parallel H$;
 $(CD) \parallel W$; $c'd'$ – точка;
 $|cd| = |c''d''| = |CD|$;
 $(cd) \perp (Ox)$;
 $(c''d'') \perp (Oz)$.

Свойства проекций

$(EF) \perp W$; $(EF) \parallel H$;
 $(EF) \parallel V$; $e''f''$ – точка;
 $|ef| = |e'f'| = |EF|$;
 $(ef) \perp (Oy_n)$;
 $(e'f') \perp (Oz)$.

Если прямая перпендикулярна плоскости проекций, то на эту плоскость она проецируется в точку. Проекции прямой на две другие плоскости проекций перпендикулярны осям, определяющим данную плоскость проекций и равны натуральной величине отрезка прямой.

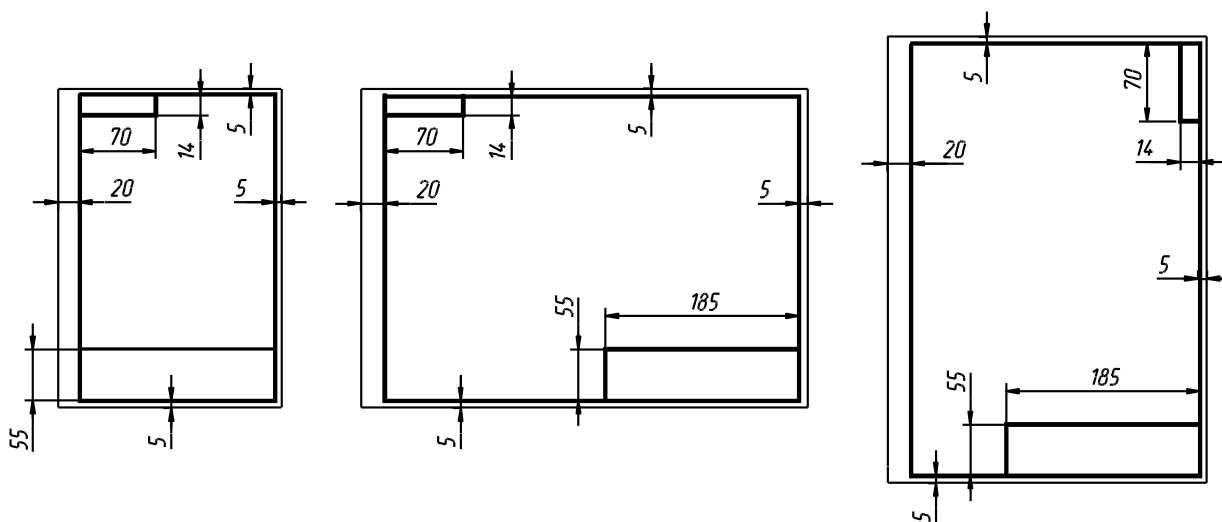
ПРАКТИКУМ

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

Форматы. Основная надпись

Форматы – размеры листов чертежей и других конструкторских документов. ГОСТ 2.301-68 установил следующие форматы и их обозначения.

Обозначение формата	A0 (44)	A1 (24)	A2 (22)	A3 (12)	A4 (11)
Размеры сторон формата, мм	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297



Формат A4

Форматы A0...A3

Формат листов бумаги определяется размерами внешней рамки чертежа, которая проводится тонкой линией. Линии рамки чертежа выполняются основной линией с трех сторон на расстоянии 5 мм от внешней рамки. С левой стороны чертежа на расстоянии 20 мм проводится четвертая линия рамки. На рисунке показано также расположение основной надписи (185 × 55) и дополнительной графы (70 × 14).

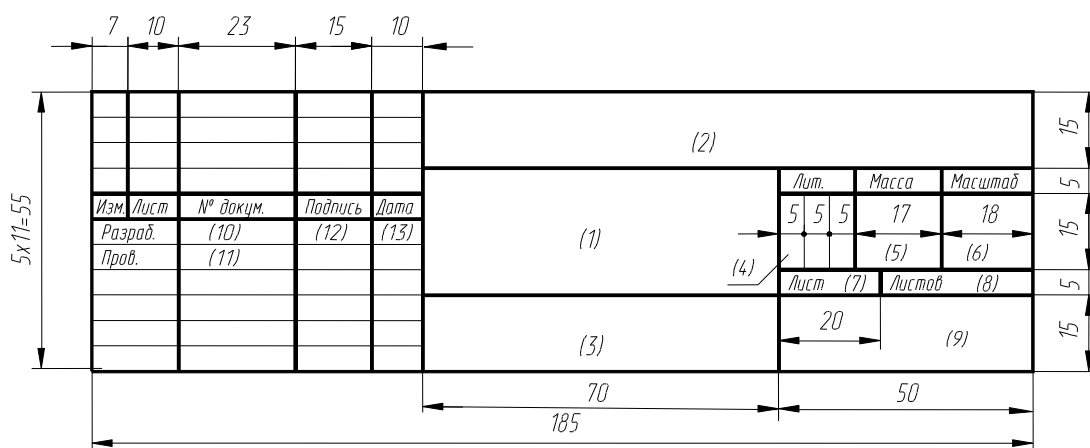


Рис 1

При выполнении чертежей изделий и схем применяется основная надпись по форме 1, рис 1 (ГОСТ 2.104-68). Основная надпись выполняется основными и тонкими линиями. В графах основной надписи указывают:

в графе 1 -наименование изделия (задания) (размер шрифта – 7);
в графе 2- обозначение чертежа (размер шрифта – 7) –

КГГ1. XXXXXX. 001

а б в г

а – код документа – КГГ;

б – номер работы;

в – классификационную характеристику изделия (для чертежа детали или сборочной единицы) или XXXXXX (для других чертежей);

г – номер варианта задания;

в графе 3 – материал детали (размер шрифта – 5);

в графе 4 – «У» (учебный чертеж) (размер шрифта – 5);

в графе 6 – масштаб чертежа (размер шрифта – 5);

в графе 7 – порядковый номер листа (на заданиях, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

в графе 8 – общее количество листов задания (графу заполняют только на первом листе);

в графе 9 – ТПУ, школу, номер группы (размер шрифта – 3,5);

в графе 10 – фамилию студента;

в графе 11 – фамилию преподавателя;

в графе 12 – подпись студента;

в графе 13 – дату выполнения чертежа.

Все остальные графы в учебных чертежах не заполняются.

Масштабы

Масштабом называется отношение размеров изображения к действительным размерам изделия.

В зависимости от сложности чертежа и размеров изображаемых изделий масштабы, согласно ГОСТ 2.302-68, выбирают 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; 1:1000
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

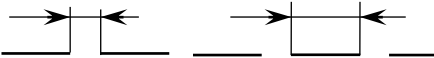
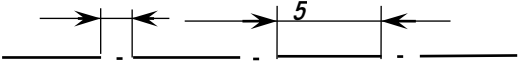
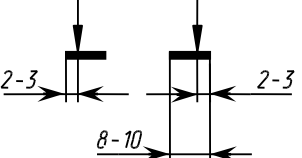
Линии

ГОСТ 2.303-68 устанавливает начертания и основные назначения линий на чертежах всех отраслей промышленности и строительства. Толщина сплошной основной линии *s* применяется в пределах 0,5–1,4 мм, в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина линий должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе. Для выполняемых чертежей заданий толщина сплошной основной линии рекомендуется 0,8–1 мм.

Стандарт устанавливает наименьшую толщину линий и наименьшее расстояние между смежными линиями в зависимости от формата чертежа, а также приводит некоторые указания по обводке изображений на чертежах:

- длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от размеров изображения;
- штрихи в линии должны быть приблизительно одинаковой длины;
- промежутки между штрихами в каждой линии должны быть приблизительно одинаковыми;
- штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами;
- штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении менее 12 мм;
- для сложных разрезов и сечений допускается концы разомкнутой линии соединять штрихпунктирной тонкой линией.

На рисунке приведены размеры, рекомендуемые для некоторых типов линий: сплошной основной, сплошной тонкой, штриховой, штрихпунктирной, разомкнутой:

	s	Линии видимого контура, линии перехода, контуры сечений видимых
	От $s/2$ до $s/3$	Линии контура наложенного сечения, размерные, выносные, выноски и др.
	От $s/2$ до $s/3$	Линии невидимого контура, линии перехода невидимые
	От $s/2$ до $s/3$	Линии осевые и центровые, линии сечений (оси симметрии для наложенных и вынесенных сечений)
	От s до $1,5s$	Линии сечений

Чертежные шрифты

Все надписи на чертежах и других технических документах выполняются чертежным шрифтом.

ГОСТом 2.304-81 установлены следующие *типы шрифта*:

тип А без наклона ($d=1/14h$); тип А с наклоном около 75° ($d=1/14h$);

тип Б без наклона ($d=1/10h$); тип Б с наклоном около 75° ($d=1/10h$) с параметрами, приведенными в таблице, где d – толщина линии шрифта, h – высота прописных букв (размер шрифта).

ГОСТом установлены следующие *размеры шрифта*:

(1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

При выполнении надписей на чертежах необходимо знать не только конструкцию букв и цифр, но и наиболее рациональную последовательность их обводки. При выполнении заданий по начертательной геометрии и инженерной графике рекомендуется применять шрифт типа Б с наклоном 75° .

Ширина букв и цифр для шрифта типа Б

Параметр		Относительный размер		Размеры, мм				
Размер шрифта:								
Высота прописных букв (<i>h</i>)		$(10/10)h$	$10d$	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Высота строчных букв (<i>c</i>)		$(7/10)h$	$7d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0
Расстояние между буквами (<i>a</i>)		$(2/10)h$	$2d$	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0
Минимальный шаг строк (<i>b</i>)		$(17/10)h$	$17d$	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0
Минимальное расстояние между словами (<i>e</i>)		$(6/10)h$	$6d$	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0
Толщина линий шрифта (<i>d</i>)		$(1/10)h$	d	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0
Ширина цифр и знака №	1	$(3/10)h$	$3d$	0,8	1,1	1,5	2,1	3,0
	4	$(4,5/10)h$	$4,5d$	1,1	1,6	2,3	3,2	4,5
	2,3,5,6,7,8,9,0	$(5/10)h$	$5d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0
	№	$(10/10)h$	$10d$	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Ширина прописных букв	Г,Е,З,С	$(5/10)h$	$5d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0
	Б,В,И,Й,К,Л,Н,О,П	$(6/10)h$	$6d$	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0
	Р,Т,У,Ц,Ч,Ъ,Ь,Э,Я	$(6/10)h$	$6d$	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0
	А,Д,М,Х,Ы,Ю	$(7/10)h$	$7d$	1,8	2,5	3,5	4,9	7,0
	Ж,Ф,Ш,Щ	$(8/10)h$	$8d$	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0
Ширина строчных букв	<i>c</i>	$(4/10)h$	$4d$	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
	<i>з</i>	$(4,5/10)h$	$4,5d$	1,1	1,6	2,3	3,2	4,5
	<i>а,б,в,г,д,е,и,к,л,н</i>	$(5/10)h$	$5d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0
	<i>о,п,р,у,х,ц,ч,ъ,ь,э,я</i>	$(5/10)h$	$5d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0
	<i>м,ы,ю</i>	$(6/10)h$	$6d$	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0
	<i>ж,т,ф,ш,щ</i>	$(7/10)h$	$7d$	1,8	2,5	3,5	4,9	7,0
Ширина прописных букв	<i>I</i>	$(1/10)h$	<i>d</i>	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0
	<i>J</i>	$(4/10)h$	$4d$	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
	<i>C,E,F,L</i>	$(5/10)h$	$5d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0
	<i>B,D,G,H,K,N,O</i>	$(6/10)h$	$6d$	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0
	<i>P,Q,R,S,T,U,Z,</i>	$(6/10)h$	$6d$	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0
	<i>A,M,V,X,Y</i>	$(7/10)h$	$7d$	1,8	2,5	3,5	4,9	7,0
	<i>W</i>	$(9/10)h$	$9d$	2,2	3,1	4,5	6,3	9,0
Ширина строчных букв	<i>i</i>	$(1/10)h$	d	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0
	<i>l</i>	$(2/10)h$	$2d$	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0
	<i>j</i>	$(3/10)h$	$3d$	0,8	1,1	1,5	2,1	3,0
	<i>c,f,r,t</i>	$(4/10)h$	$4d$	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
	<i>a,b,d,e,g,h,k,n</i>	$(5/10)h$	$5d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0
	<i>o,p,q,s,u,v,x,y,z</i>	$(5/10)h$	$5d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0
	<i>m,w</i>	$(7/10)h$	$7d$	1,8	2,5	3,5	4,9	7,0

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУ

ФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ

абвгдежзиклмнопрсту

фхцчшщъыьэюя

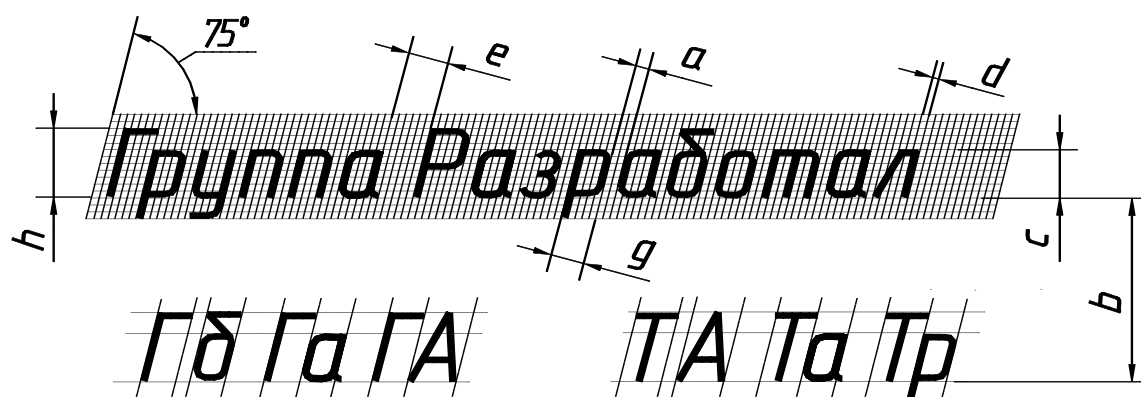
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T

U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t

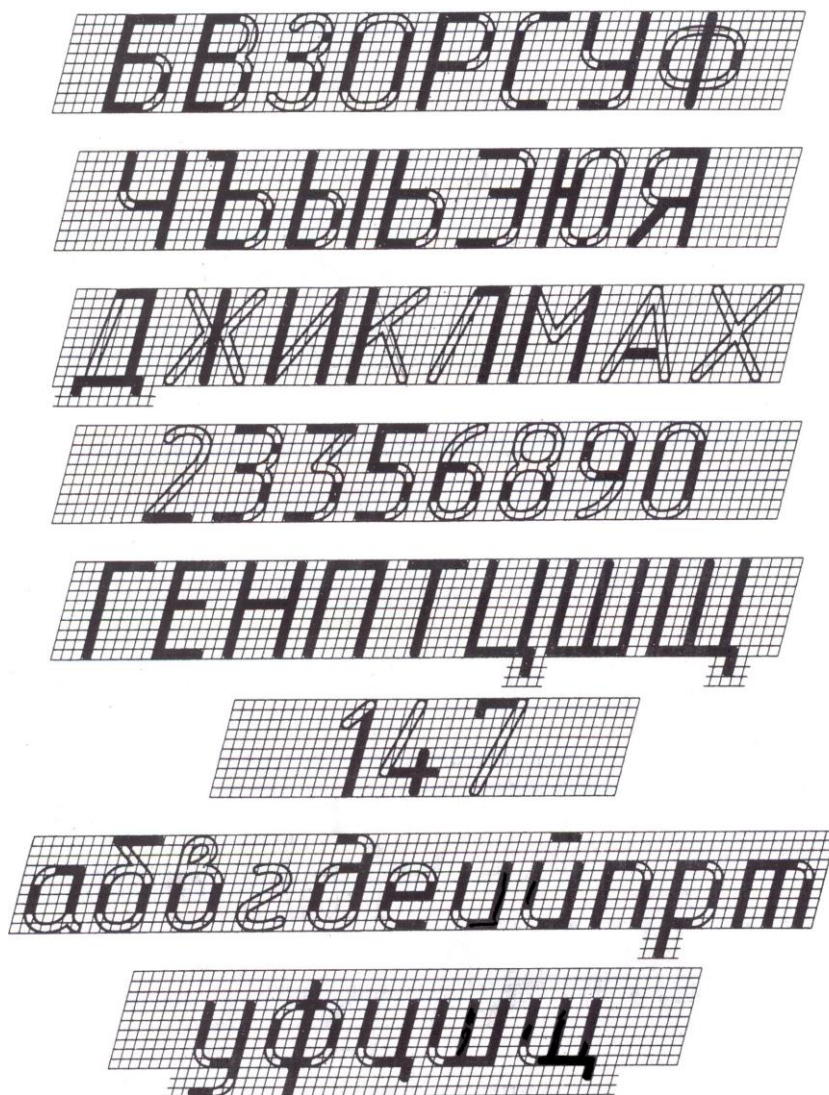
u v w x y z

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3 N°



Как правило, при обводке букв и цифр все вертикальные и наклонные элементы выполняются движением сверху вниз, горизонтальные – слева направо, а закругленные – вниз и влево или вниз и вправо

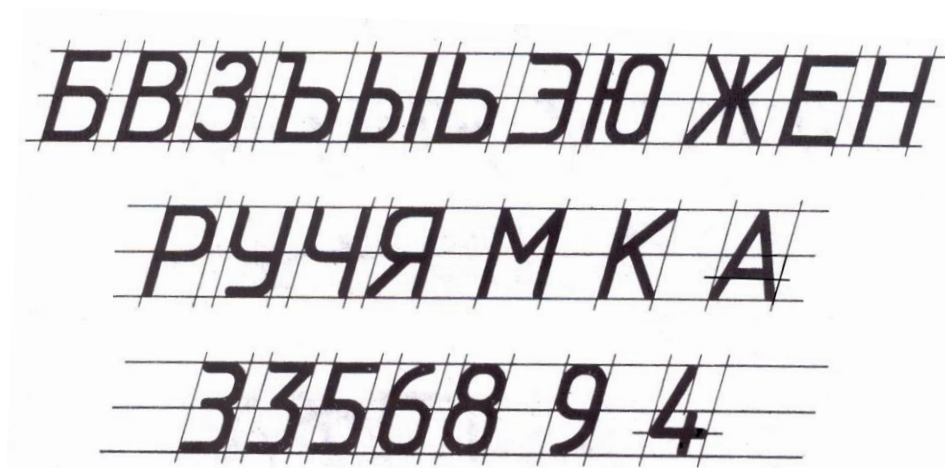
Для написания шрифта применяют вспомогательную сетку, в которую вписывают буквы. Шаг вспомогательных линий сетки зависит от толщины *d* линий шрифта.



Пример написания букв и цифр с помощью упрощенной вспомогательной сетки показан ниже на рисунке. На расстоянии размера шрифта проведены две тонкие линии, ограничивающие высоту букв и цифр. Между ними, посередине, проводят третью вспомогательную линию.

На верхней строчке показаны буквы, средние элементы которых располагаются над линией, на средней строчке – буквы, средние элементы которых находятся под средней линией.

Горизонтальные элементы буквы *А* и цифры *4* выполняются с помощью линии, которая проводится на расстоянии $\frac{1}{4} h$ от основания строки. Написание некоторых цифр приведено на нижней строке. Цифра *3* имеет две конструкции.



ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

В соответствии с образцом, приведенным на рисунке, выполнить работу «Титульный лист».

Работа выполняется на листе формата А3. В правом нижнем углу листа выполняется основная надпись по форме 1 (см. рис. 1). В левом верхнем углу выполняется дополнительная графа.

Текст «Графические работы» выполняется шрифтом 10. Остальной текст записывается в соответствии с рекомендациями по заполнению основной надписи, стр. 4-5.

100XXXXXX0JJX ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ по дисциплине "Инженерная графика"									
Изм. Лист № докум. Подп. Дата						КГГО.0XXXXXX.001			
Разраб. Иванов А.А. 15.09						Шрифт			
Пров. Фех А.И.						Лит Масса Масштаб			
Лист						Листов 1			
ТПУ ИШИТР									
Группа ВИС1									

ПРАКТИКУМ

Прямоугольное проецирование

Проекции точки

Сколько координат определяют положение точки в пространстве?

Любая проекция точки определяется _____ координатами:

горизонтальная _____

фронтальная _____

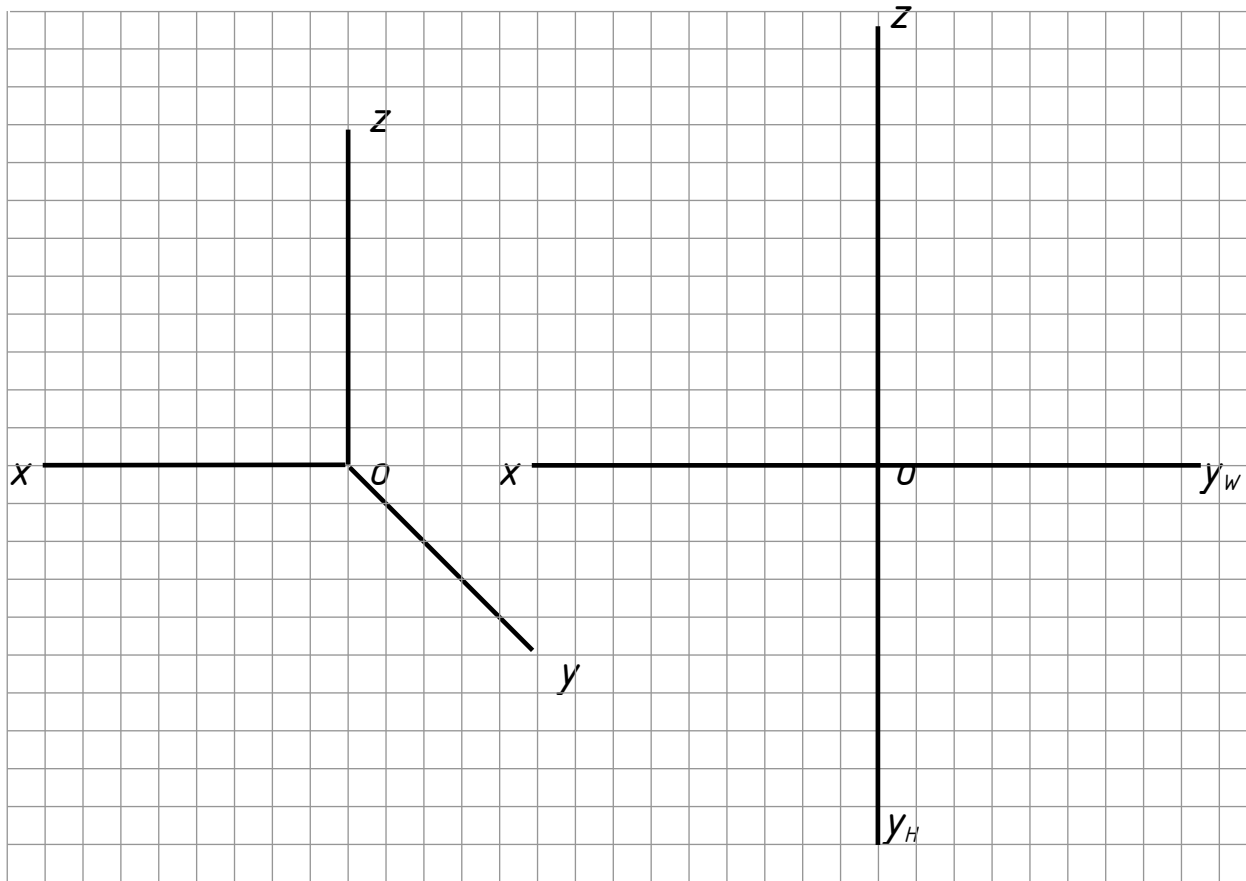
профильная _____

Что называется осью проекций? _____

Сколько проекций точки определяют ее положение в пространстве?

Как располагаются проекции точки относительно разделяющей их оси?

1. Построить наглядное изображение и ортогональный чертеж точки $A(5,7,9)$.

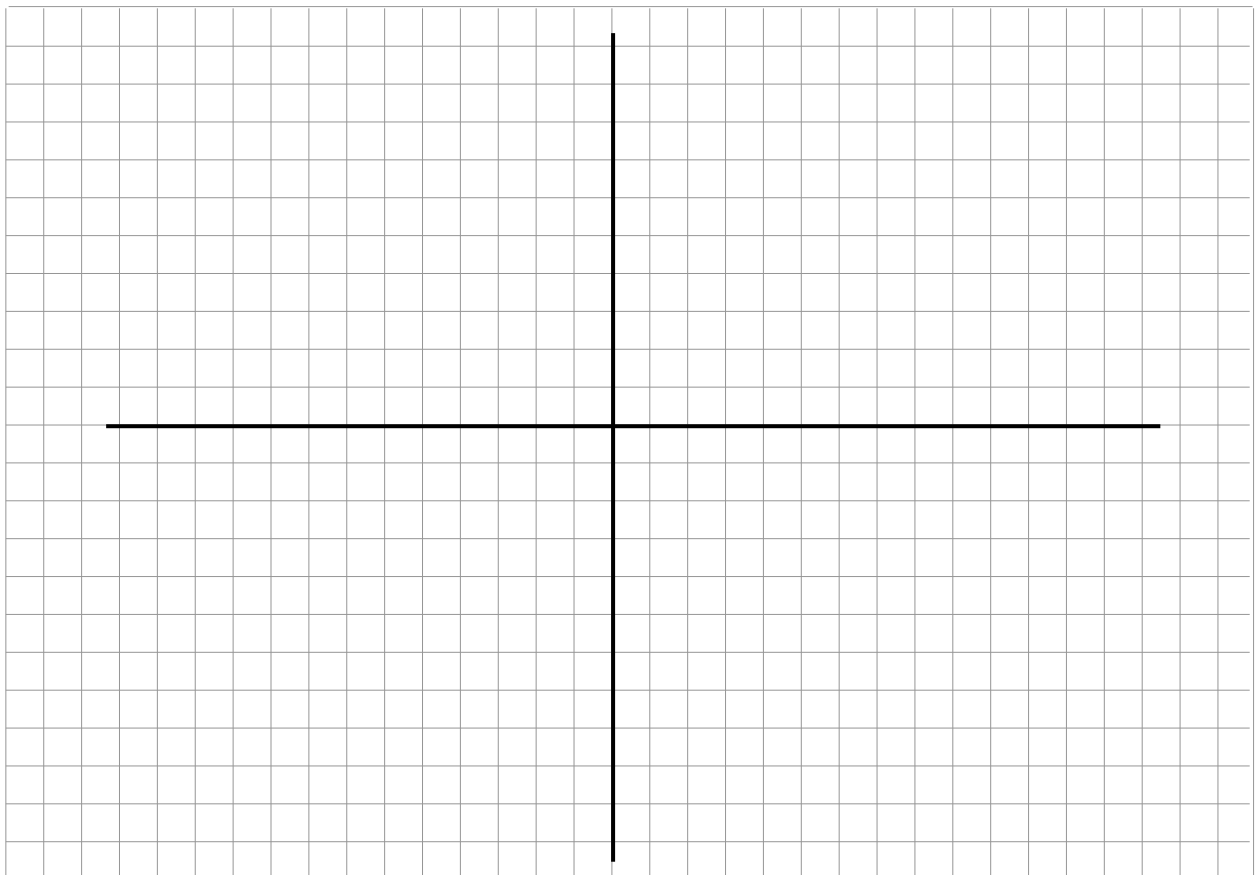


Где расположены точки и их проекции, если координаты точек равны:

$A(5,5,0)$ _____
 $B(5,0,5)$ _____
 $C(0,5,5)$ _____
 $D(7,0,0)$ _____
 $E(0,7,0,)$ _____
 $F(0,0,7)$ _____
 $G(0,0,0,)$ _____
 $K(3,4,6)$ _____

2. Построить проекции точки $A(2,4,6)$:

- построить проекции точки B , находящейся дальше точки A от фронтальной плоскости на 7 единиц;
- построить проекции точки C , лежащей на оси Ox левее точки A на 8 единиц;
- записать координаты точек B, C .



Прямые. Проекция прямой

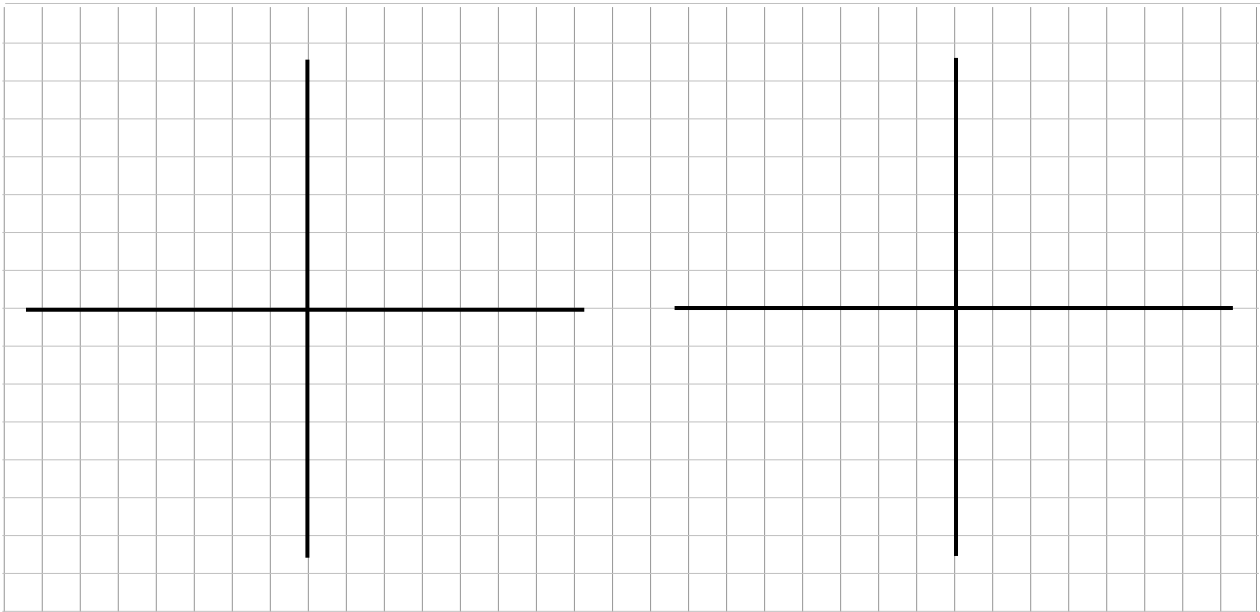
Прямой общего положения называется прямая _____

Прямая, параллельная плоскости проекций – это _____

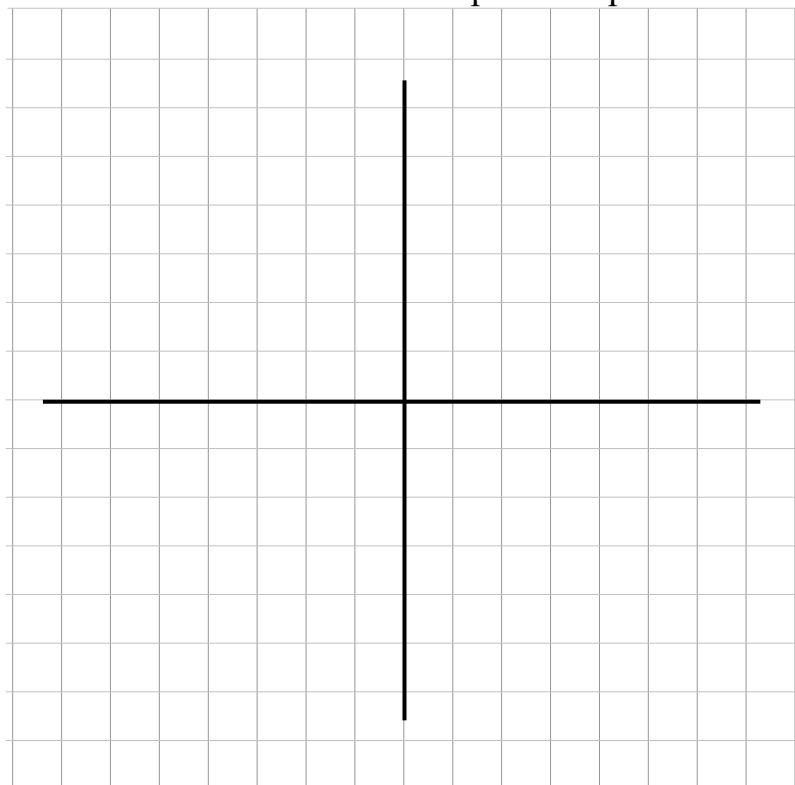
Прямая, перпендикулярная плоскости проекций – это _____

3. Построить проекции прямой AB : $A(5,4,1)$, $B(2,2,4)$ и найти на ней точку C , у которой координата $z = 3$.

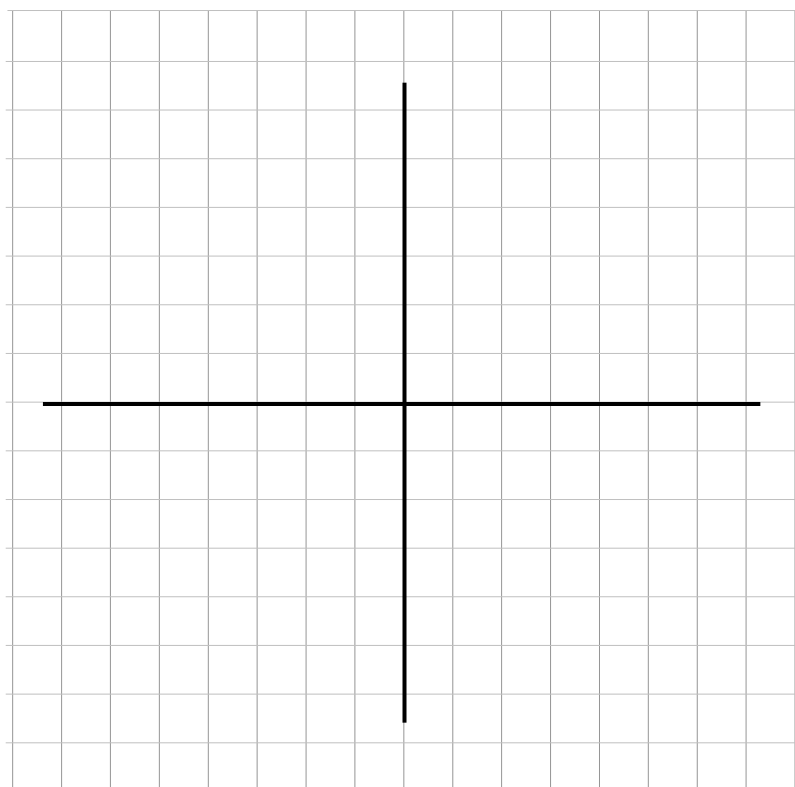
4. Через точку $K(3,3,3)$ провести прямую KN (длиной 3 единицы), перпендикулярную плоскости H . Сколько возможно вариантов решений? Запишите координаты точки N .



5. Через точку $C(4,4,3)$ провести прямую CD (длиной 4 единицы), параллельную плоскости H . Сколько возможно вариантов решений?



6. Через точку $A(4,2,4)$ провести прямую AB , параллельную плоскости V и наклоненную под углом 45° к плоскости H . Сколько возможно вариантов решений?



Работа №1. Построить три проекции прямых **AB** и **CD**. Определить, какими прямыми они являются (прямые общего положения, уровня или проецирующие).

Работа выполняется на листе формата А4.

Данные к задаче работы №1

№ вар.	<i>A</i>			<i>B</i>			<i>C</i>			<i>D</i>		
	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
1	60	40	35	25	5	45	10	40	10	65	10	10
2	35	60	5	65	20	5	0	50	45	20	10	0
3	60	10	50	30	60	50	5	20	10	60	30	5
4	10	0	15	70	20	10	40	0	30	10	45	30
5	25	0	55	0	50	20	55	20	35	50	20	0
6	45	45	10	45	25	45	25	0	20	0	45	20
7	45	45	40	45	45	0	30	5	40	10	50	40
8	75	20	10	30	20	40	10	25	10	55	50	10
9	75	25	15	50	50	15	45	15	45	5	15	5
10	60	10	20	60	10	55	50	30	25	50	55	10
11	30	50	45	10	20	45	50	50	10	50	50	55
12	50	0	40	65	20	40	10	10	15	10	50	30
13	65	40	50	35	40	5	5	10	40	5	10	20
14	50	45	0	60	0	30	15	10	5	40	30	5
15	65	30	45	30	40	45	10	10	45	10	10	15
16	45	0	40	65	20	0	10	0	40	20	0	10
17	55	50	50	30	35	50	5	10	15	60	5	25
18	0	15	0	0	25	25	35	55	0	0	30	45
19	40	40	50	40	40	5	10	15	45	65	0	20
20	65	0	40	65	30	25	25	10	0	0	20	40
21	40	55	45	10	55	25	30	50	0	0	20	25
22	75	25	20	45	60	20	0	25	10	45	30	55
23	75	10	15	60	20	50	45	50	10	5	10	10
24	60	20	20	40	20	20	10	20	35	60	10	50
25	10	10	60	10	10	20	55	10	50	45	50	50
26	55	40	0	65	40	20	5	10	10	40	30	50
27	75	50	40	40	50	40	5	50	20	70	20	0
28	20	50	45	10	20	10	35	50	10	60	50	50
29	10	15	0	65	10	30	45	60	40	10	40	40
30	10	0	15	60	25	10	45	40	55	30	40	40

Образец Работы №1. Тема: Прямые

КГГ1.ХХХХХХ.002

Прямая АВ–прямая общего положения.
Прямая СD–прямая фронтальная уровня.

	x	y	z
A	10	0	15
B	60	25	10
C	45	40	55
D	30	40	40

					КГГ1.ХХХХХХ.002			
					Прямые	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				1:1
Разраб.	Иванов А.А.							
Пров.	Скачкова Л.А.							
						Лист	Листов	
						ТПУ ИШИТР		
						Группа 4Д91		

Взаимное положение точки и прямой. Две прямые.

Взаимное положение точки и прямой

Если точка в пространстве принадлежит прямой, то ее проекции принадлежат соответствующим проекциям этой прямой.

Если это положение нарушается, то точка данной прямой не принадлежит.

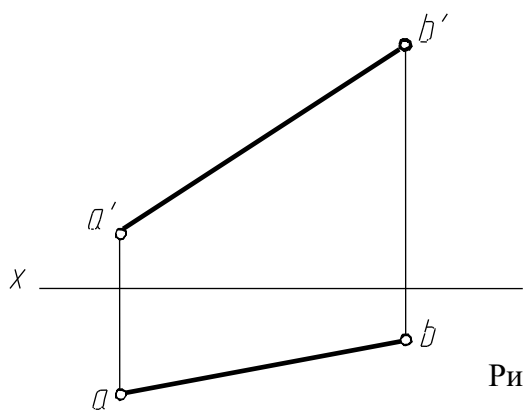


Рис. 16

- (•) $F \in (AB) \Rightarrow (f \in ab) \wedge (f' \in a'b')$;
- (•) $C \notin (AB) \Rightarrow (c \in ab) \wedge (c' \notin a'b')$;
- (•) $D \notin (AB) \Rightarrow (d \in ab) \wedge (d' \notin a'b')$;
- (•) $E \notin (AB) \Rightarrow (e \notin ab) \wedge (e' \in a'b')$.

Взаимное положение двух прямых

Прямые в пространстве могут занимать различные взаимные положения:

- пересекаться, то есть иметь одну общую точку;
- скрещиваться, то есть не иметь общей точки;
- быть параллельными, когда точка пересечения прямых удалена в бесконечность.

Пересекающиеся прямые. Если прямые пересекаются, то их одноименные проекции пересекаются между собой и точки пересечения проекций лежат на одной линии связи (рис. 17).

Скрещивающиеся прямые. Если прямые в пространстве не пересекаются, а скрещиваются (рис. 18), то хотя на чертеже их одноименные проекции и пересекаются, но точки пересечения проекций не лежат на одной линии связи. Эти точки не являются общими для прямых. Точки 1, 2, 3 и 4 являются **конкурирующими**. **Конкурирующими точками** называются точки, лежащие на одной линии связи, но на разных прямых.

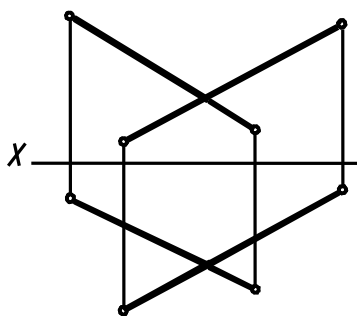


Рис. 17

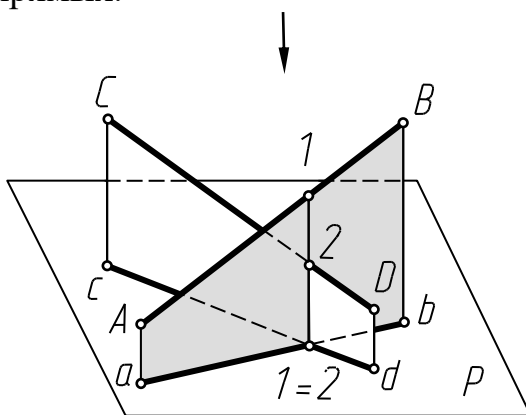


Рис. 18

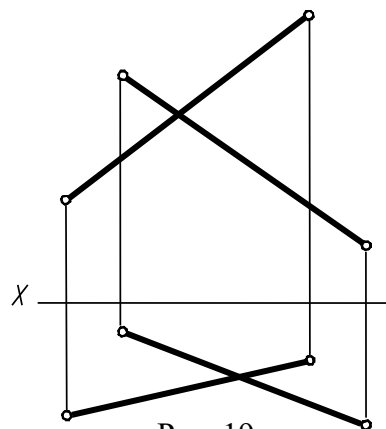
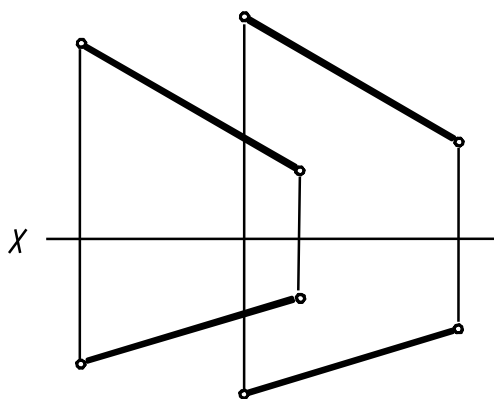
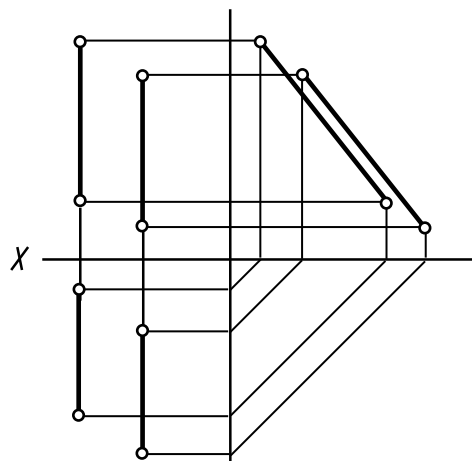


Рис. 19



а



б

Параллельные прямые. Если прямые общего положения в пространстве параллельны, то их одноименные проекции параллельны между собой (рис. 19). Прямые частного положения параллельны при условии параллельности одноименных проекций на той плоскости проекций, которой они параллельны.

Проекции плоских углов

В общем случае плоский угол проецируется на плоскость с искажением.

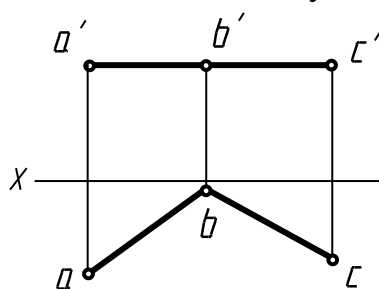
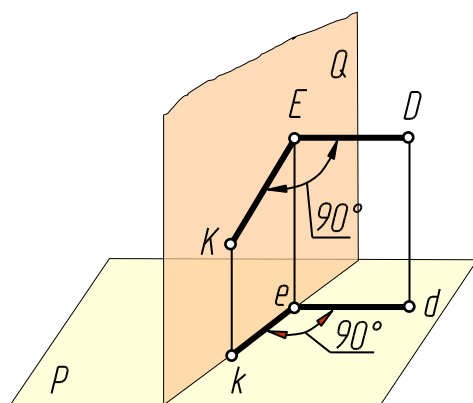


Рис. 20

Однако, если обе стороны угла параллельны какой-либо плоскости проекций, то на эту плоскость угол проецируется без искажения. Например, стороны угла ABC (рис. 20) параллельны горизонтальной плоскости H , поэтому угол спроецировался на нее без изменений.

Исключение составляет прямой угол. Он проецируется в истинную величину даже тогда, когда лишь одна из его сторон параллельна плоскости про-

екций.



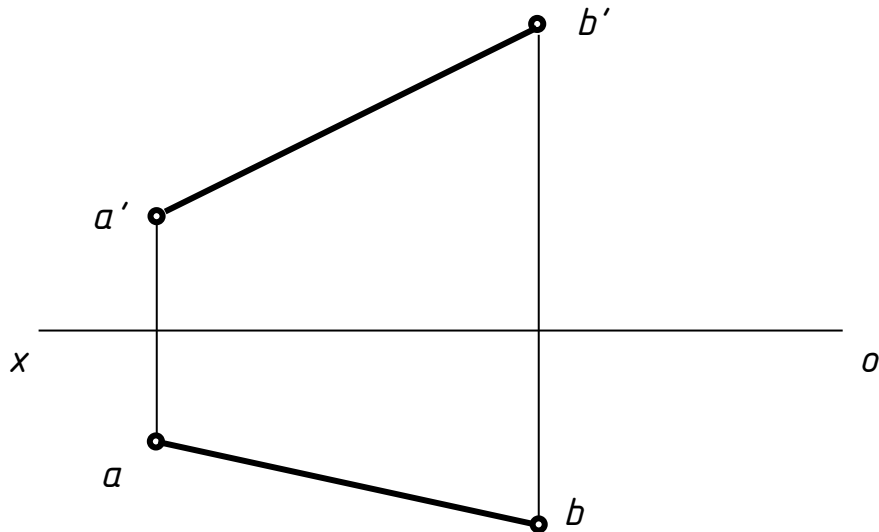
Теорема о проецировании прямого угла

Прямой угол проецируется в виде прямого угла, если одна из его сторон параллельна плоскости проекций, а вторая ей не перпендикулярна.

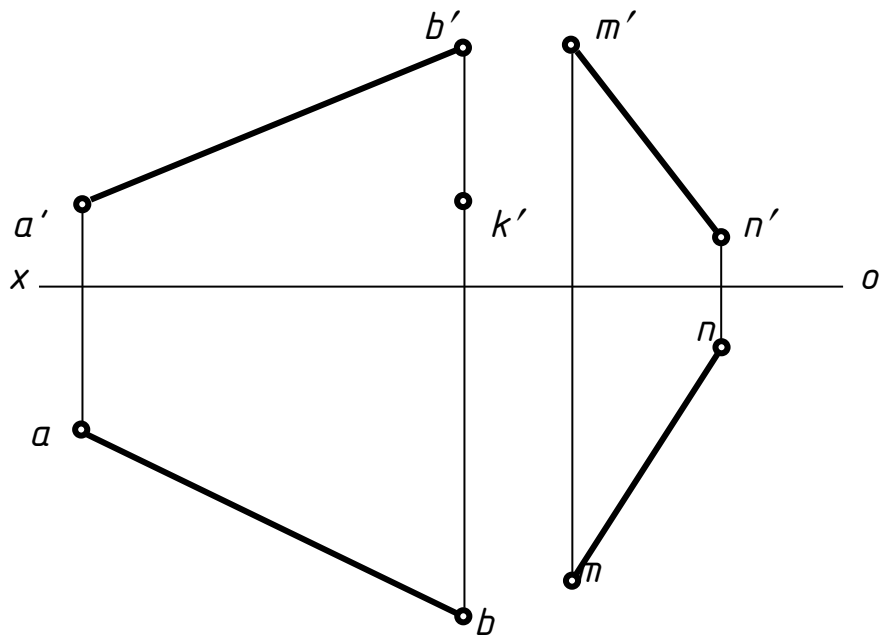
ПРАКТИКУМ

Взаимное положение прямых

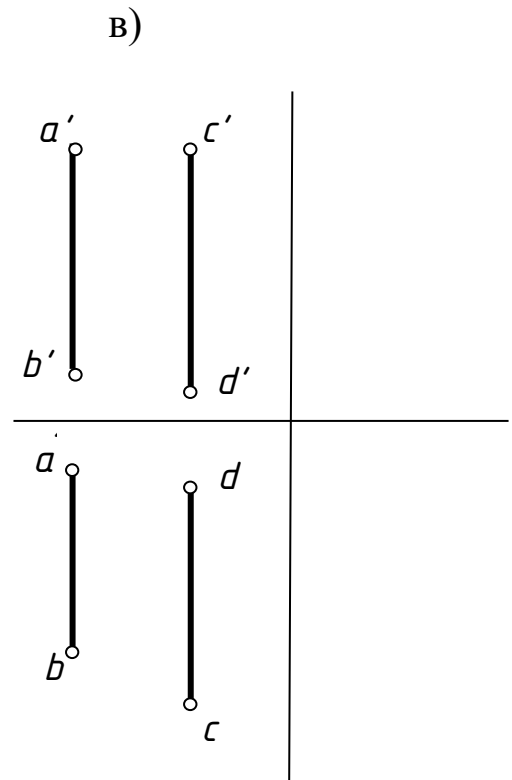
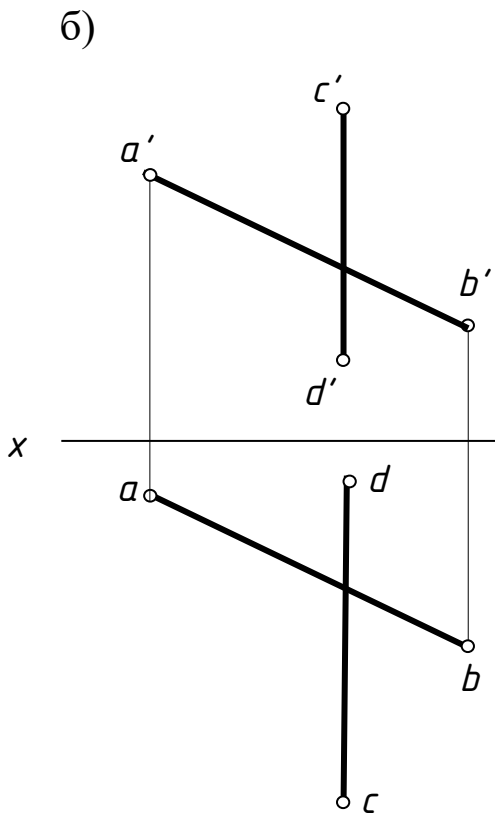
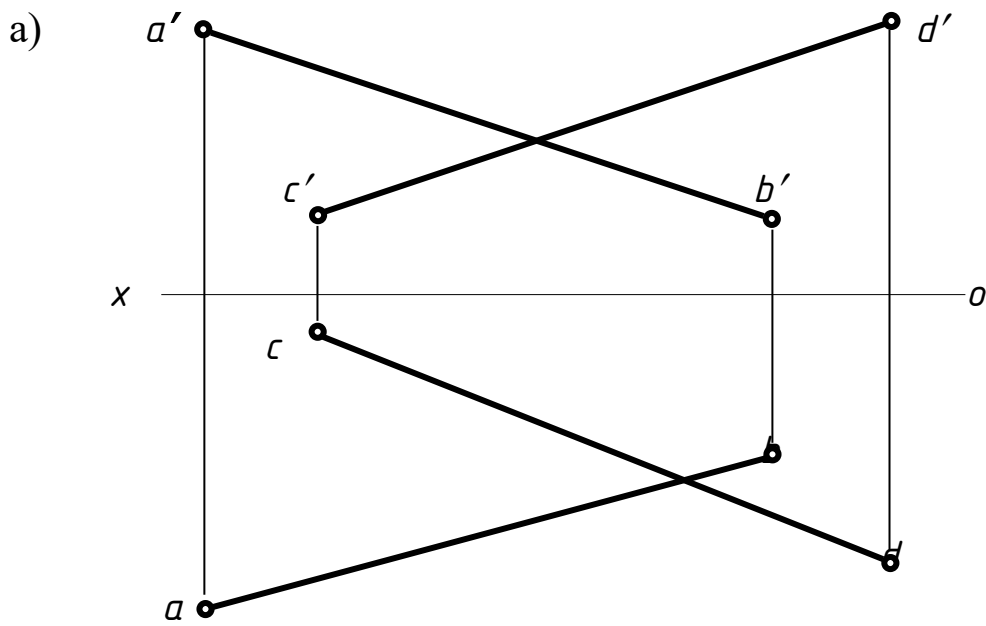
7. Построить две проекции прямой CD , если известно, что прямые AB и CD параллельны, длина AB равна CD . Точка C принадлежит плоскости V .



8. Через точку K провести прямую KL , параллельную прямой MN и пересекающую прямую AB в точке F . Составить план решения.



9. Определить взаимное положение двух прямых и видимость относительно плоскостей проекций.



Плоскость

Задание плоскости на чертеже

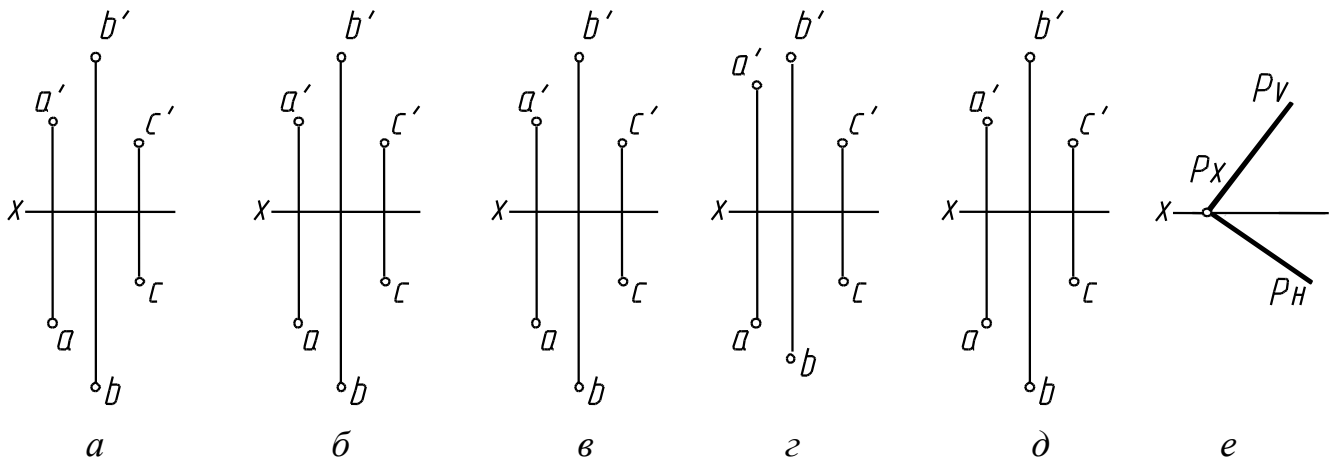


Рис. 1

На чертеже плоскость может быть задана различными способами (рис. 1):

- a* – _____
- б* – _____
- в* – _____
- г* – _____
- д* – _____
- е* – _____

Точка и прямая в плоскости

Точка принадлежит плоскости, если она принадлежит прямой, лежащей в этой плоскости.

$$(\bullet)K \in (A1) \subset Q \Rightarrow (\bullet)K \in Q$$

Прямая принадлежит плоскости, если:

- она проходит через две точки, принадлежащие плоскости;

$$(\bullet)A \in Q \wedge (\bullet)B \in Q \Rightarrow (AB) \subset Q$$

- она проходит через одну точку этой плоскости параллельно прямой, лежащей в этой плоскости.

$$(\bullet)A \in Q \wedge (AB \parallel CD)(CD \subset Q) \Rightarrow (AB) \subset Q$$

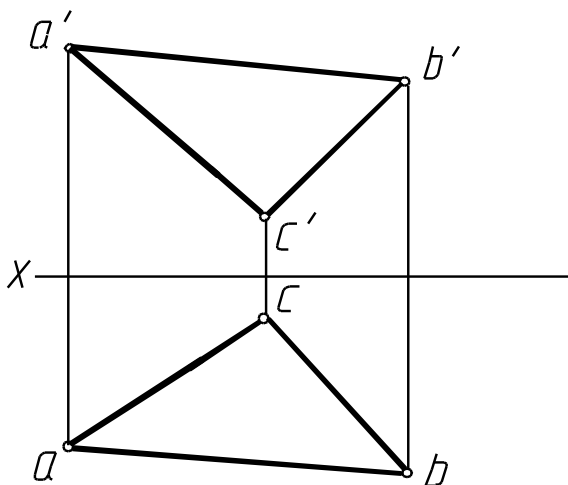


Рис. 2

Положение плоскости в пространстве

Плоскость, не параллельная и не перпендикулярная ни одной из плоскостей проекций, называется *плоскостью общего положения*.

Плоскости, параллельные или перпендикулярные плоскостям проекций, называются *плоскостями частного положения*. Они делятся на две группы.

Плоскость, перпендикулярную к плоскости проекций, называют *проецирующей* плоскостью.

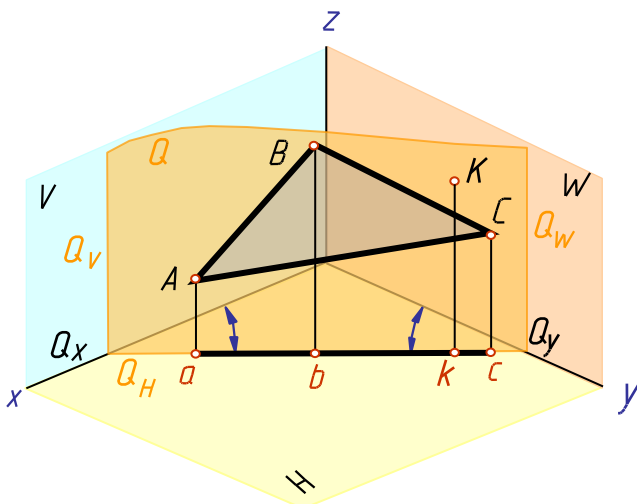
Плоскость, параллельную плоскости проекций, называют *плоскостью уровня*.

Проецирующие плоскости

Если плоскость перпендикулярна плоскости проекций, то на эту плоскость она проецируется в линию. Эту проекцию можно рассматривать и как след плоскости. На эту же плоскость проекций в натуральную величину про-

ецируются углы наклона данной плоскости к двум другим плоскостям проекций.

Проецирующие плоскости обладают собирательным свойством: если точка, линия или фигура расположены в плоскости, перпендикулярной плоскости проекций, то на этой плоскости их проекции совпадают со следом проецирующей плоскости.



Горизонтально проецирующая плоскость

Фронтально проецирующая плоскость

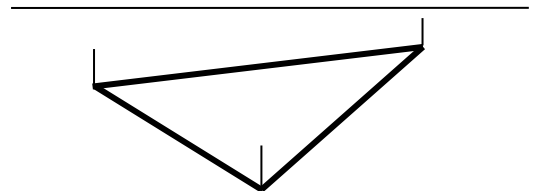
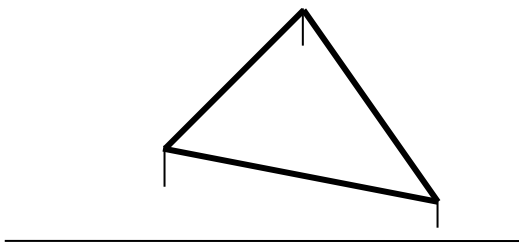


Рис. 3

Рис. 4

Плоскости уровня

Если фигура параллельна плоскости проекций, то на эту плоскость она проецируется в натуральную величину. Проекция фигуры на две другие плоскости проекций параллельны осям, определяющим данную плоскость проекций.

Горизонтальная

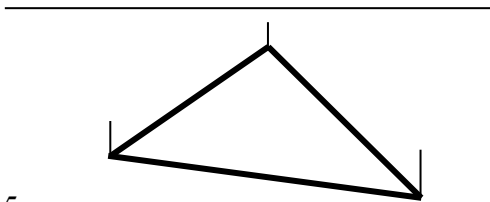


Рис. 5

Фронтальная

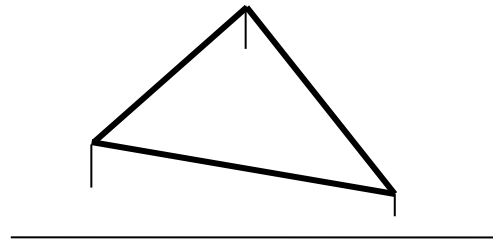
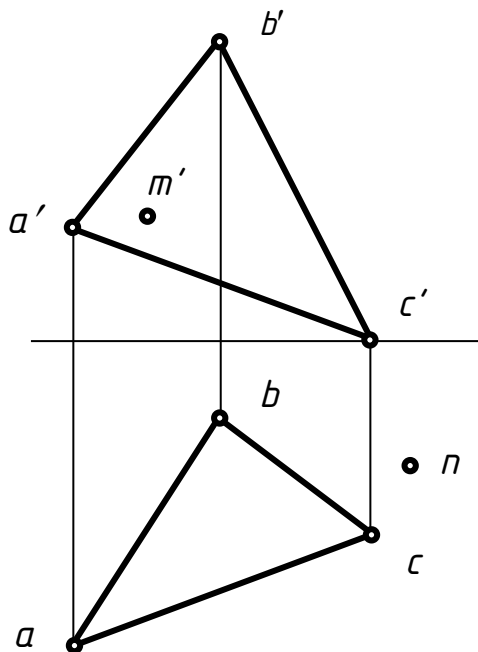


Рис. 6

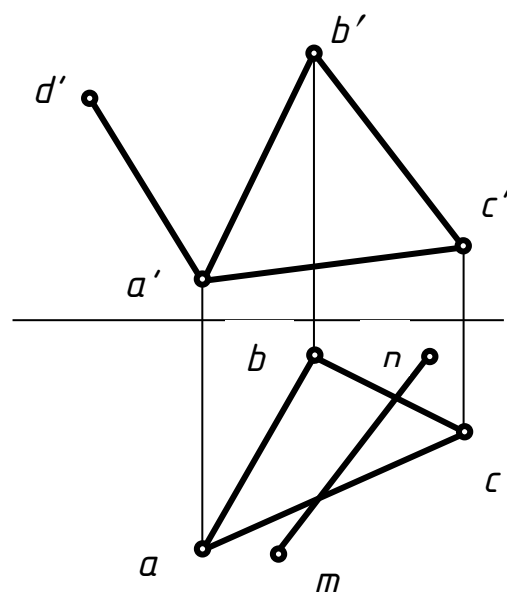
ПРАКТИКУМ – задачи для закрепления

Принадлежность точки и прямой плоскости

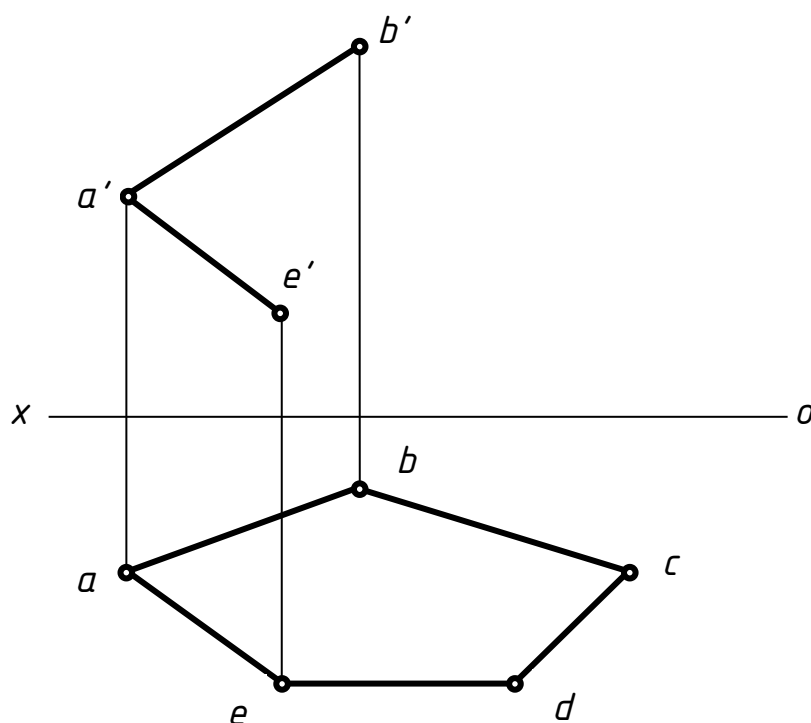
20. Найти недостающие проекции точек M и N , принадлежащих плоскости ΔABC .



21. Построить недостающие проекции прямых AD и MN , принадлежащих плоскости ΔABC .



22. Достроить вертикальную проекцию пятиугольника, если задана его горизонтальная проекция и вертикальные проекции двух смежных сторон.



Поверхности. Способы задания поверхности

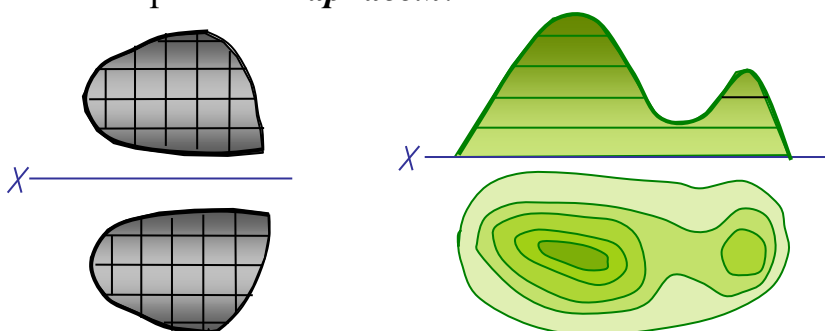
Существуют различные способы задания поверхности.

1. Аналитический способ

Поверхность в этом случае описана математическим выражением и представляется как геометрическое место точек или линий, удовлетворяющих уравнению $F(x, y, z) = 0$.

Например, поверхность шара задана уравнением: $x^2 + y^2 + z^2 = r^2$.

2. Задание поверхности *каркасом*.



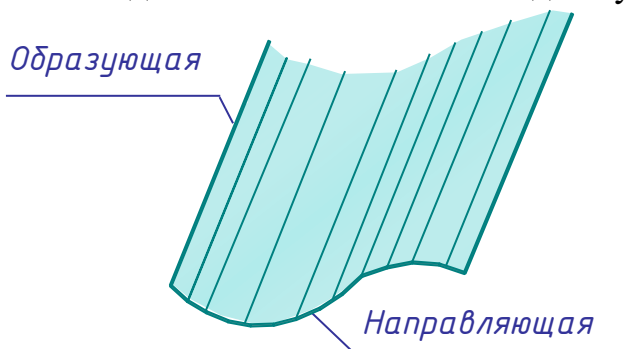
Этот способ используется при задании сложных поверхностей. Поверхность задается семейством линий, принадлежащих поверхности (каркасом). Каркасы могут быть сетчатые, линейчатые, точечные.

Способ задания поверхности каркасом с помощью линий пересечения поверхности плоскостями уровня применяется в топографии, горном и до-

рожном деле. Проекции линии уровня на плоскость проекций с соответствующими отметками представляют собой карту рельефа местности. Поверхность, отнесенная к земной поверхности, называется *топографической*.

3. Кинематический способ

В начертательной геометрии поверхности рассматриваются как множество последовательных положений движущейся линии. Такой способ образования



поверхности называется *кинематическим*.

Линия (кривая или прямая) движется в пространстве и создает поверхность. Она называется *образующей*. Как правило, образующая движется по второй линии. Эта линия называется *направляющей*.

Классификация поверхностей

1. Поверхности закономерные и не закономерные.
2. Линейчатые (образованные перемещением прямой линии) и не линейчатые (криволинейные) поверхности.

3. Поверхности развертывающиеся (или торсы) и неразвертывающиеся.

Развертывающиеся поверхности – поверхности, которые после разреза их по образующей могут быть односторонне совмещены с плоскостью без наличия разрывов и складок.

Неразвертывающиеся поверхности – поверхности, которые не могут быть совмещены с плоскостью без наличия разрывов и складок.

4. Поверхности с образующей постоянной формы и поверхности с образующей переменной формы.

Задание поверхности на чертеже

Чтобы задать поверхность на комплексном чертеже, достаточно иметь на нем такие элементы поверхности, которые позволяют построить каждую ее точку. Совокупность этих элементов называется *определителем поверхности*.

Определитель поверхности состоит из двух частей:

- *геометрической части*, включающей постоянные геометрические элементы (точки, линии), которые участвуют в образовании поверхности;

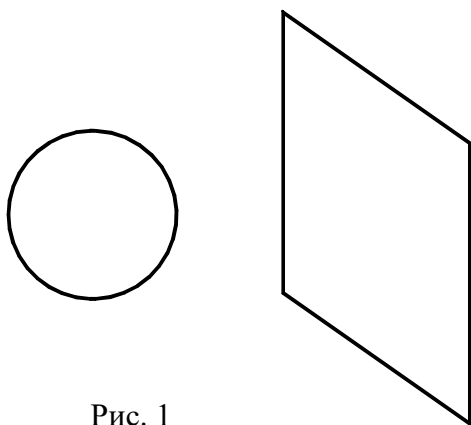


Рис. 1

линии), которые участвуют в образовании поверхности;

- алгоритмической части, задающей закон движения образующей, характер изменения ее формы.

Ω - поверхность

P - плоскость проекций

m - контурная линия

m_p - очерк поверхности.

Чтобы сделать чертеж более наглядным строят *очерк поверхности*, а также ее наиболее важные линии и точки.

Линейчатые поверхности

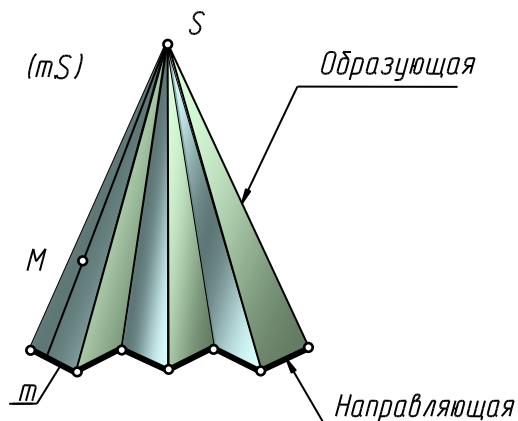
Гранные поверхности

Гранной поверхностью называется поверхность, образованная перемещением прямолинейной образующей по ломаной направляющей. Гранные поверхности можно разделить на два вида: пирамидальные и призматические.

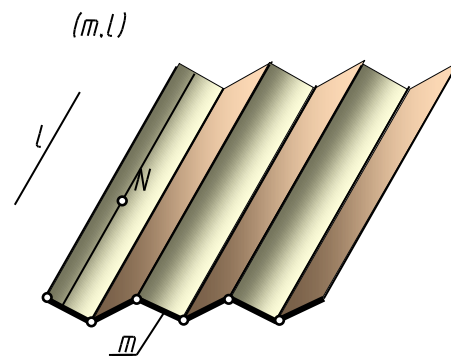
Пирамидальной называется поверхность, образованная перемещением прямолинейной образующей по ломаной направляющей. При этом все образующие проходят через некоторую неподвижную точку S . Определитель поверхности – ломаная направляющая m и точка S .

Призматической называется поверхность, образованная перемещением прямолинейной образующей по ломаной направляющей. При этом все образующие проходят параллельно некоторому заданному направлению l . Определитель поверхности – ломаная направляющая m и направление l .

Пирамидальная поверхность



Призматическая поверхность



Точка на поверхности

Точка принадлежит поверхности, если она принадлежит какой-нибудь линии, принадлежащей поверхности.

Линия принадлежит поверхности, если она проходит через точки, принадлежащие поверхности.

Следовательно, если точка принадлежит поверхности, то ее проекции принадлежат одноименным проекциям линии этой поверхности.

Точки M и N принадлежат соответственно пирамидальной и призматической поверхностям, так как принадлежат прямым, расположенным на этих поверхностях.

Геометрические тела

Часть пространства, ограниченная со всех сторон поверхностью, называется *телом*.

Многогранники

Многогранником называется тело, ограниченное плоскими многоугольниками. Рассмотрим два многогранника – пирамиду и призму.

Пирамида представляет собой многогранник, у которого одна грань – основание (произвольный многоугольник). Остальные грани (боковые) – треугольники с общей вершиной S , называемой вершиной пирамиды. Для задания на чертеже пирамиды достаточно задать ее основание и вершину. Чтобы построить проекции точки на поверхности пирамиды, нужно через эту точку провести вспомогательную прямую, принадлежащую поверхности пирамиды.

Призма называется многогранник, у которого основания – равные многоугольники с соответственно параллельными сторонами. Боковые грани призмы – параллелограммы. Для задания призмы достаточно задать одно ее основание и боковое ребро. Чтобы построить недостающую проекцию точки, лежащей на грани призмы, нужно через эту точку провести прямую.

Ω – пирамида $SABC$.

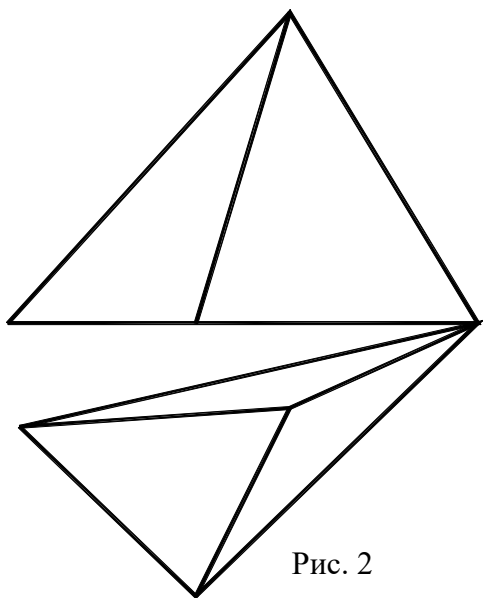


Рис. 2

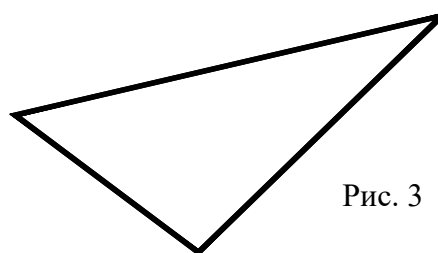
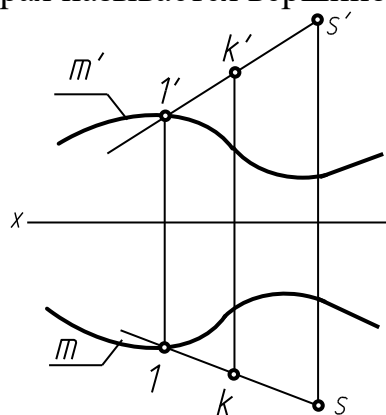
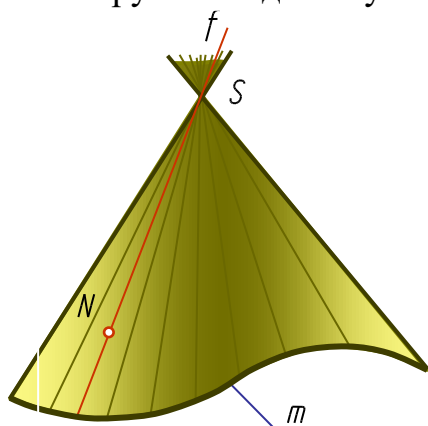


Рис. 3

Коническая и цилиндрическая поверхности

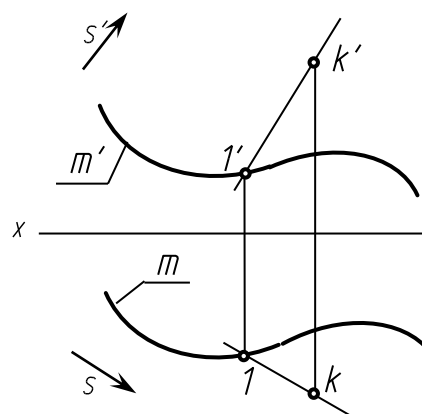
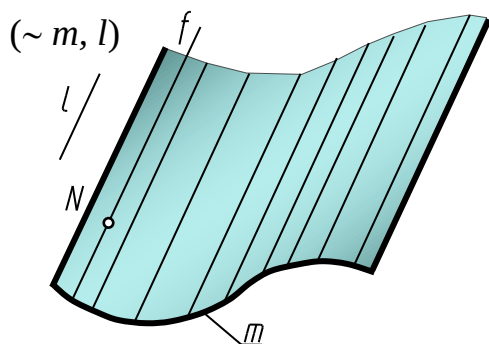
Коническая поверхность образуется движением прямолинейной образующей по криволинейной направляющей. При этом образующая проходит через некоторую неподвижную точку S , которая называется вершиной.



Коническая поверхность определена на чертеже, если заданы направляющая и вершина. Тело, ограниченное конической поверхностью и плоскостью, называется *конусом*. Конус будет круговым, если в его основании лежит круг.

Точка N принадлежит конической поверхности, так как она принадлежит образующей f этой поверхности; точка K принадлежит конической поверхности, так как она принадлежит образующей $S1$ ($k \in s1, k' \in s'1'$) данной поверхности.

Цилиндрическая поверхность образуется движением прямолинейной образующей параллельно заданной прямой линии l по криволинейной направляющей



Цилиндрическая поверхность определена, если задана направляющая и образующая. Для построения чертежа цилиндрической поверхности удобно выбирать в качестве направляющей линию пересечения цилиндрической поверхности с плоскостью проекций или другой плоскостью, ей параллельной.

Поверхности вращения

Поверхностью вращения называется поверхность, образованная вращением образующей вокруг неподвижной оси. Эта поверхность определяется на чертеже заданием образующей и оси вращения.

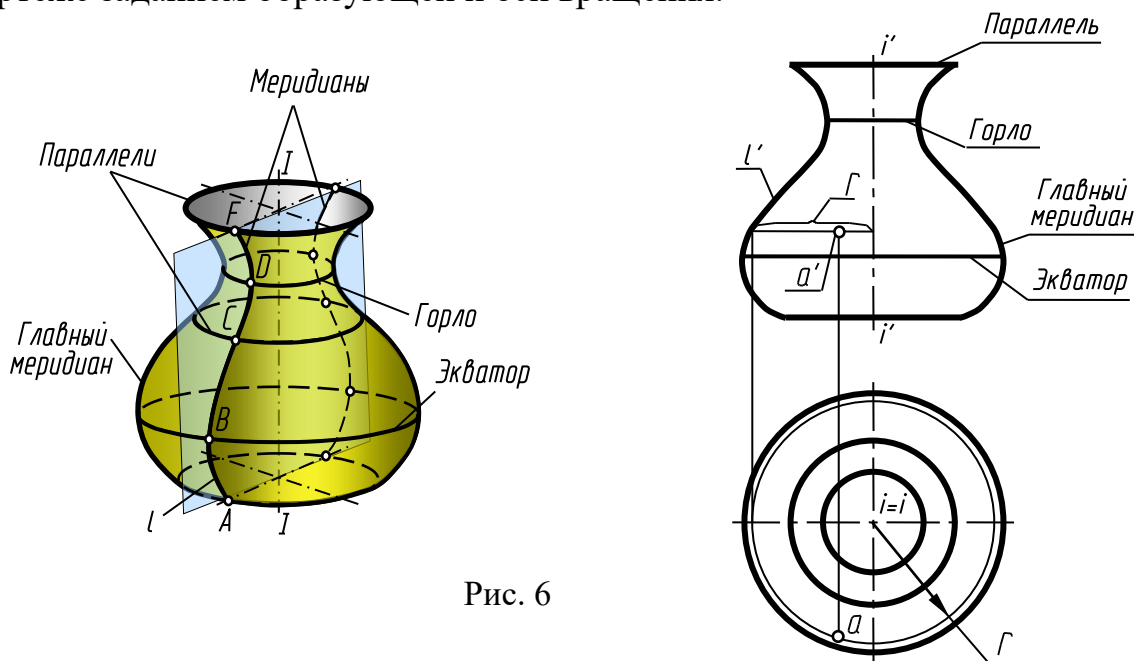


Рис. 6

Каждая точка образующей l описывает при своем вращении окружность, лежащую в плоскости, перпендикулярной оси вращения, с центром на оси. Эти окружности называются *параллелями*. Наибольшая из этих параллелей называется *экватором*, наименьшая – *горлом*.

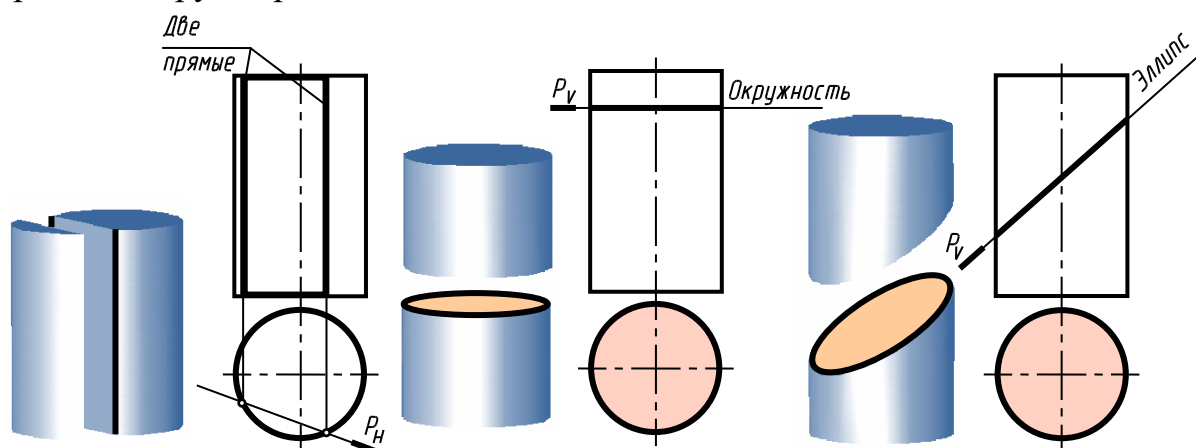
Плоскость, проходящую через ось поверхности вращения, называют *меридианальной*. Линию ее пересечения с поверхностью – *меридианом*. Меридиан, параллельный фронтальной плоскости проекций, называется *главным меридианом*. Все меридианы равны между собой.

Π - ось вращения.

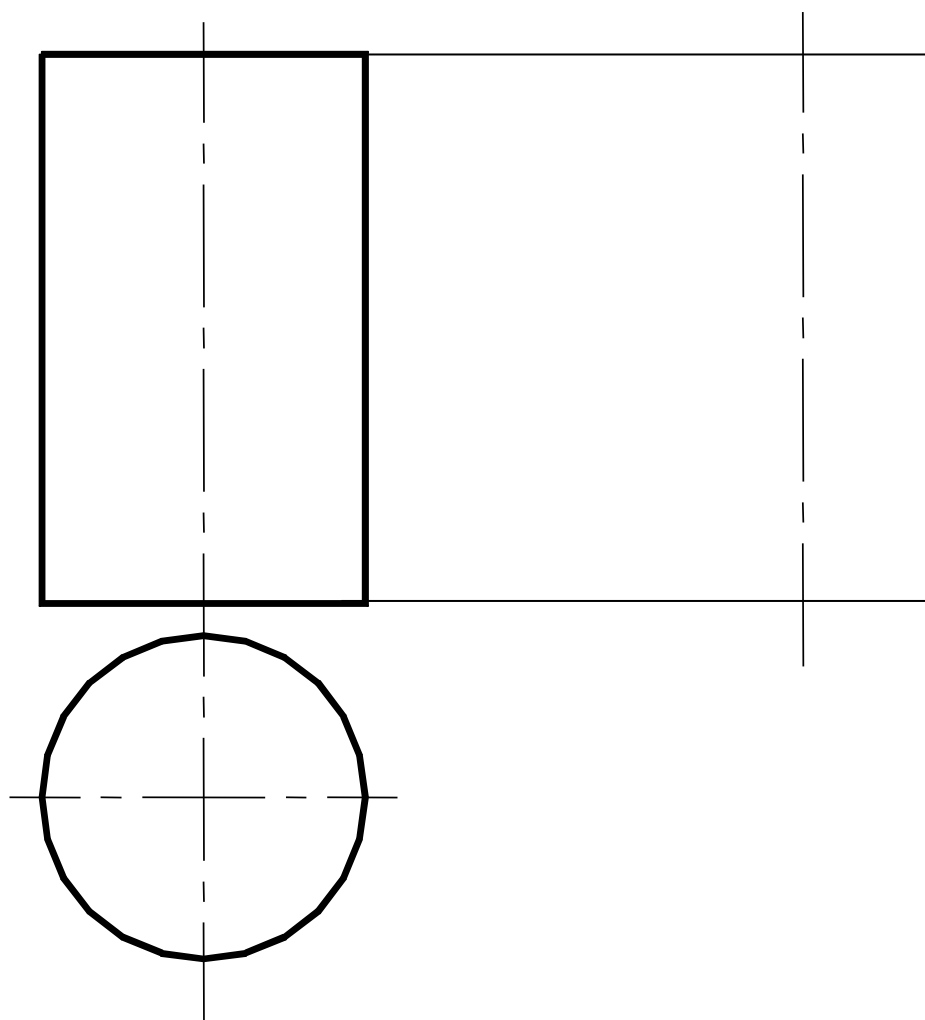
Точки на поверхностях вращения могут быть построены с помощью параллелей, то есть окружностей на поверхности.

Цилиндр вращения

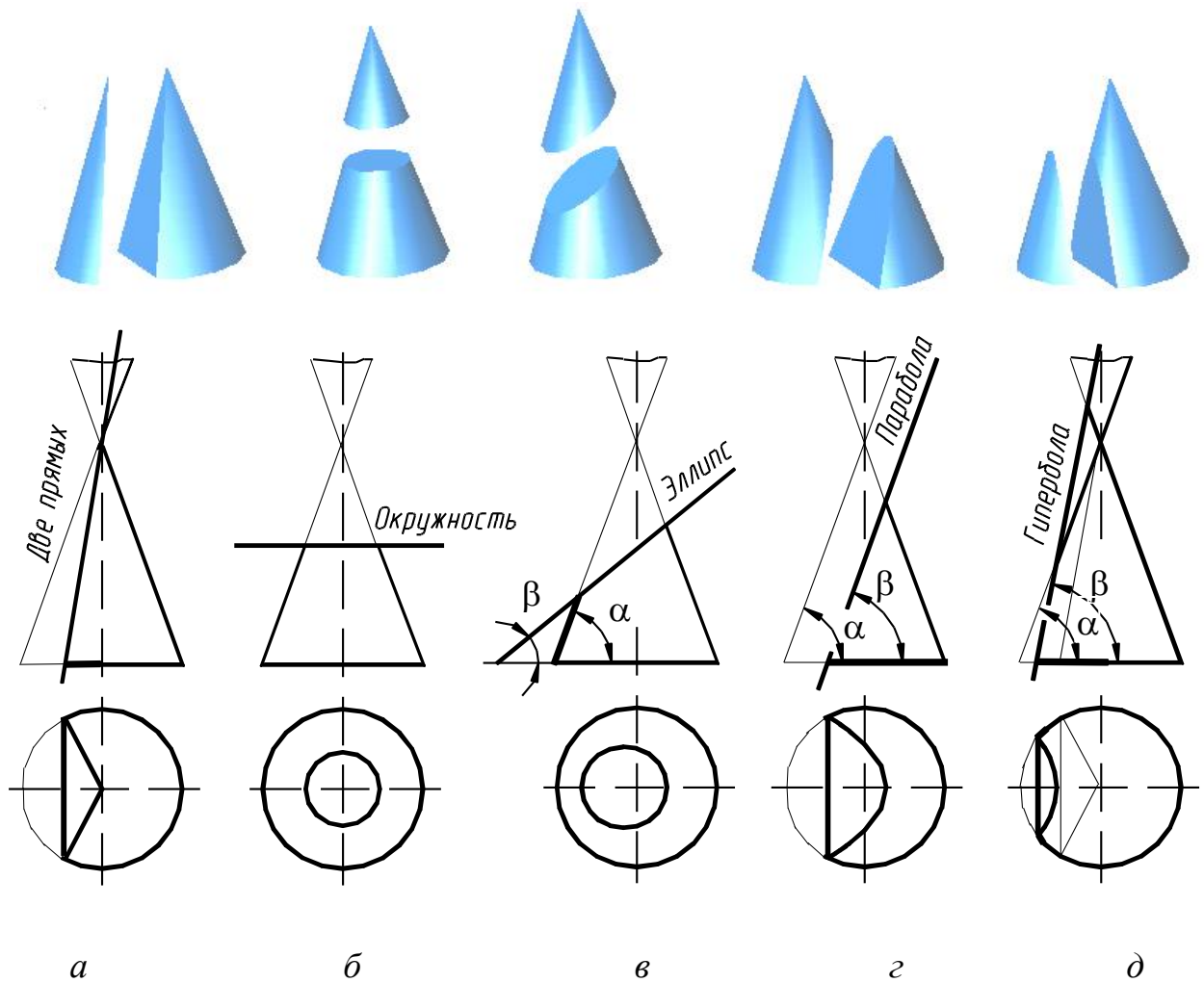
Цилиндром вращения называется поверхность, образованная вращением прямой вокруг параллельной ей оси.



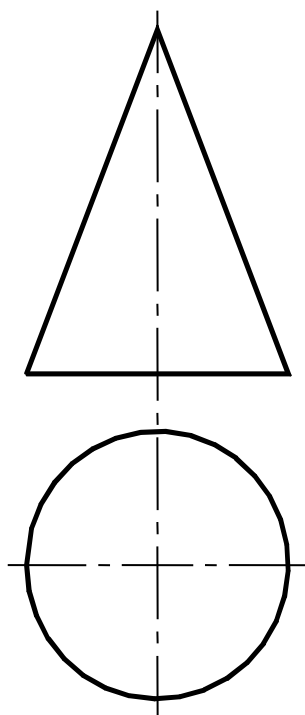
Сечение цилиндра плоскостью



Прямой круговой конус



Точка на конусе



Для конуса наиболее простыми линиями являются прямые (образующие) и окружности.

Горизонтальную проекцию точки A найдем с помощью образующей. Проведем через точку A и вершину конуса S вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость $P(P_V)$. Она пересекает конус по двум образующим SM и SN . Их фронтальные проекции совпадают. Строим горизонтальные проекции образующих. Затем проводим через точку a' линию связи. На пересечении линии связи и горизонтальных проекций образующих определим горизонтальную проекцию точки. Задача имеет два ответа: точки a_1 и a_2 .

$(\bullet)A \in SM$ или $(\bullet)A \in SN$

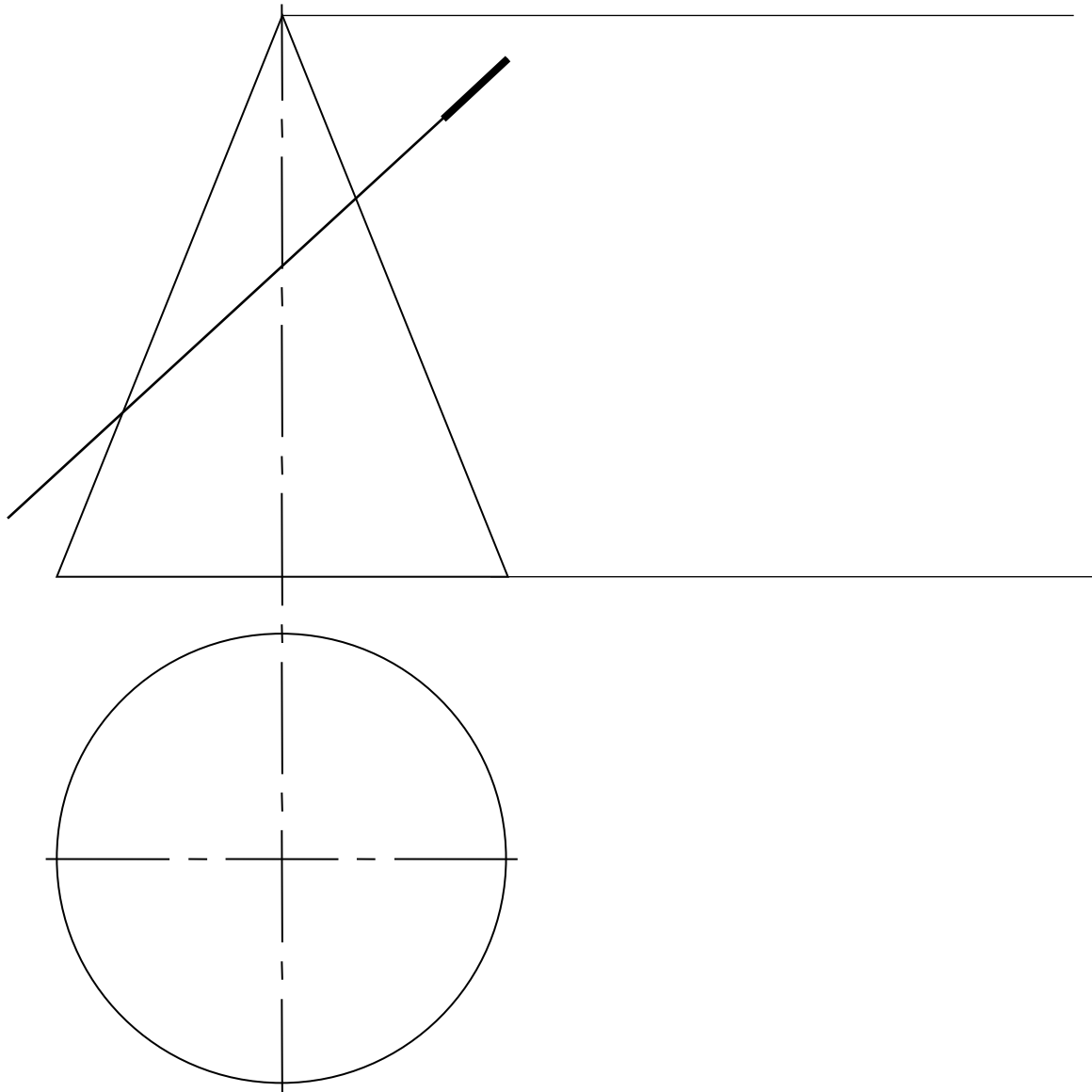
Горизонтальную проекцию точки B найдем, построив окружность, на которой она лежит. Для этого

через точку проведем горизонтальную плоскость, которая пересекает конус по окружности радиуса r .

$$(\bullet) B \in \text{Окр. } r$$

Строим горизонтальную проекцию этой окружности. Через точку b' проведем линию связи до ее пересечения с окружностью. Задача также имеет два ответа – точки b_1 и b_2 .

Сечение конуса плоскостью

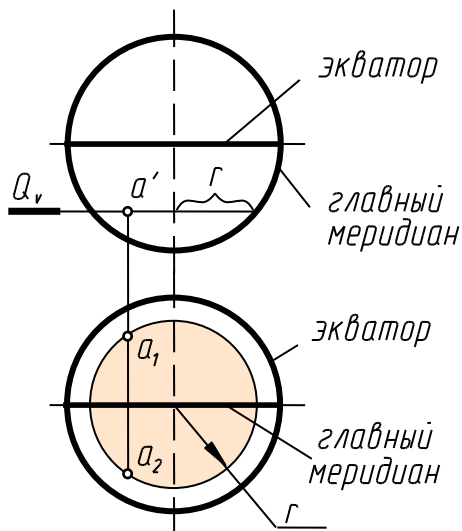
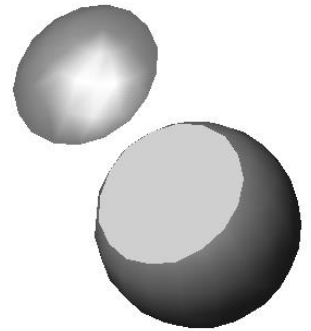


Сфера

Шаровой поверхностью (или сферой) называется поверхность, образованная при вращении окружности вокруг своего диаметра.

Если шаровая поверхность пересекается плоскостью, то в сечении всегда получается окружность, которая может спроецироваться:

- в *прямую*, если секущая плоскость перпендикулярна плоскости проекций;
- в *окружность*, если секущая плоскость параллельна плоскости проекций. Например, окружность с радиусом r , равным расстоянию от оси вращения шара до очерка;



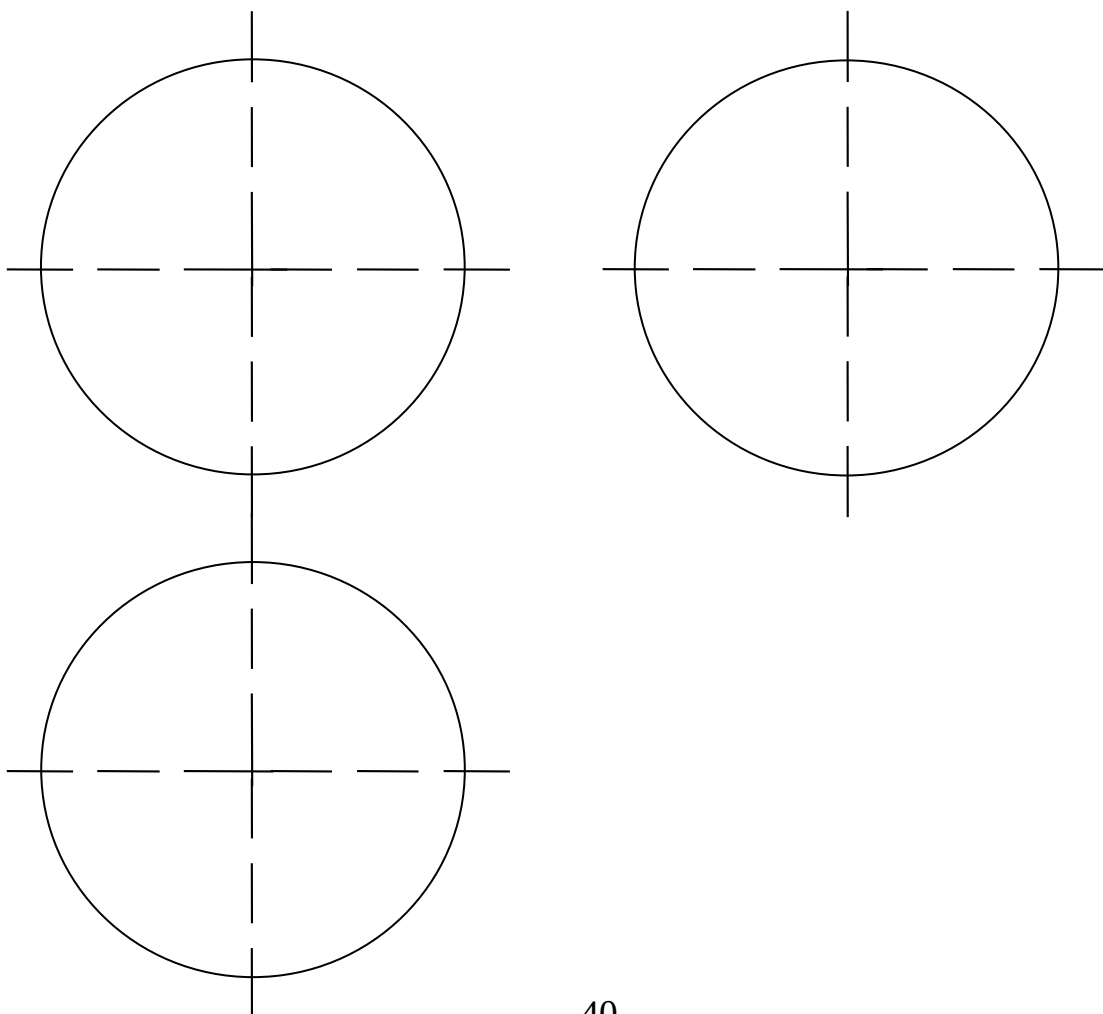
плоскости проекций. Например, окружность с радиусом r , равным расстоянию от оси вращения шара до очерка;

- в *эллипс*, если секущая плоскость не параллельна плоскости проекций.

Чтобы построить проекции точки, лежащей на поверхности шара, необходимо через нее провести секущую плоскость, параллельную плоскости проекций, затем построить окружность, на которой находится эта точка.

$$(\bullet) A \in \text{Окр. } r$$

Сечение сферы плоскостью



Возможные случаи пересечения криволинейных поверхностей

Существуют четыре варианта пересечения поверхностей.

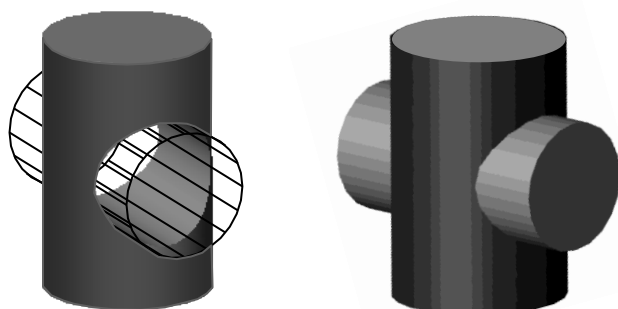


Рис. 8

Пронизание

Все образующие первой поверхности пересекаются со второй поверхностью, но не все образующие второй поверхности пересекаются с первой. В этом случае линия пересечения поверхностей распадается на две замкнутые кривые линии (рис. 8).

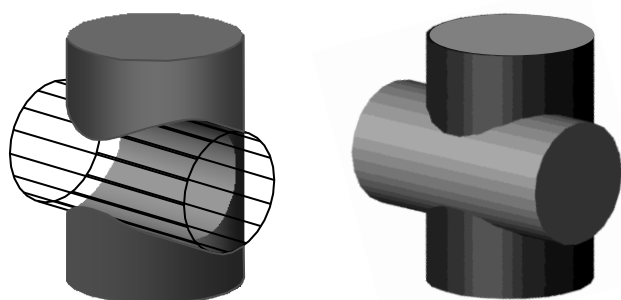


Рис. 9

Врезание

Не все образующие той и другой поверхности пересекаются между собой. В этом случае линия пересечения — одна замкнутая кривая линия (рис. 9).

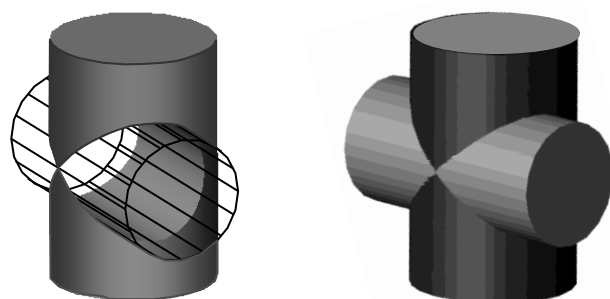


Рис. 10

Касание

Все образующие одной поверхности пересекаются со второй, но не все образующие второй поверхности пересекаются с первой. Поверхности имеют в одной точке (точка K на рис. 10) общую плоскость касания. Линия пересечения распадается на две замкнутые кривые линии, пересекающиеся в точке касания.

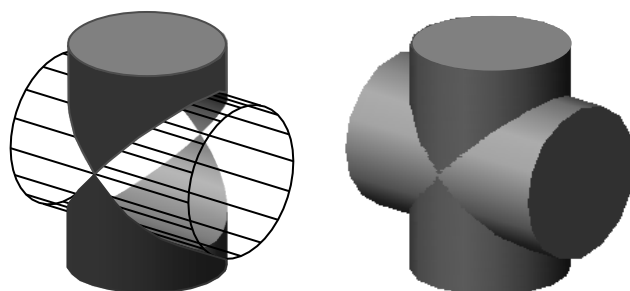


Рис. 11

Двойное касание

Все образующие обеих поверхностей пересекаются между собой. В этом случае линия пересечения распадается на две плоские кривые, которые пересекаются в точках касания (рис. 11).

Теорема Монжа

Если две поверхности второго порядка описаны около третьей поверхности второго порядка или вписаны в нее, то линия их взаимного пересечения распадается на две плоские кривые. Плоскости этих кривых пройдут через прямую, соединяющую точки пересечения линий касания.

Если оси пересекающихся поверхностей вращения параллельны какой – либо плоскости проекций, то на эту плоскость кривые линии проецируются в прямые.

На рис. 12, 13 два цилиндра описаны вокруг сферы. Во всех этих случаях поверхности пересекаются по эллипсам.

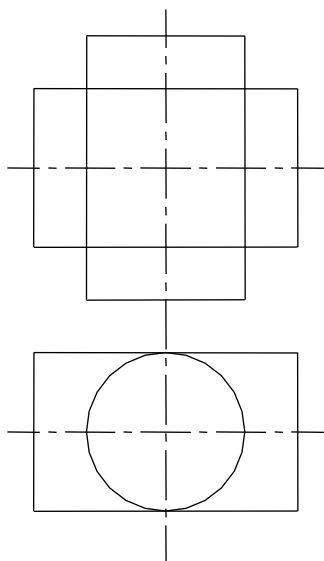


Рис. 12

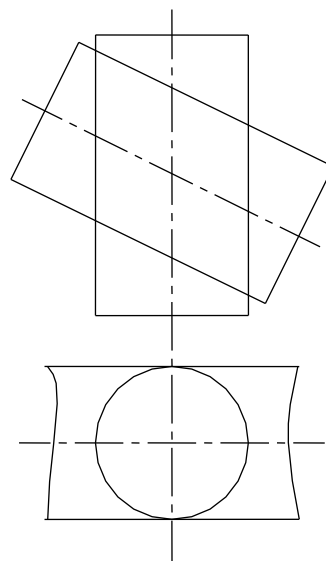
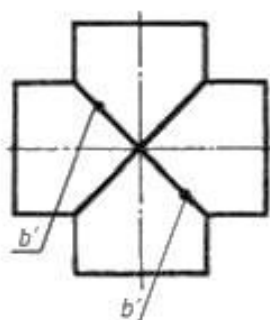
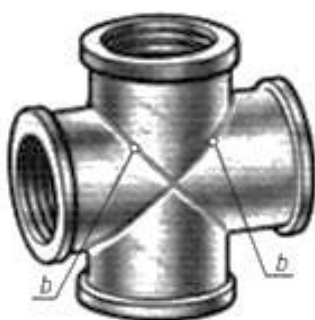


Рис. 13

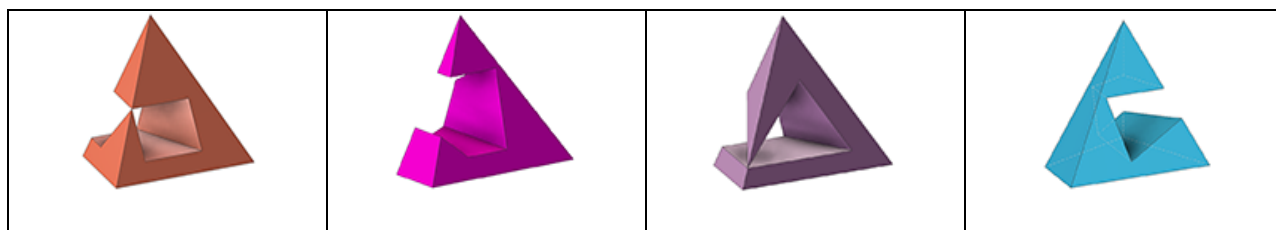
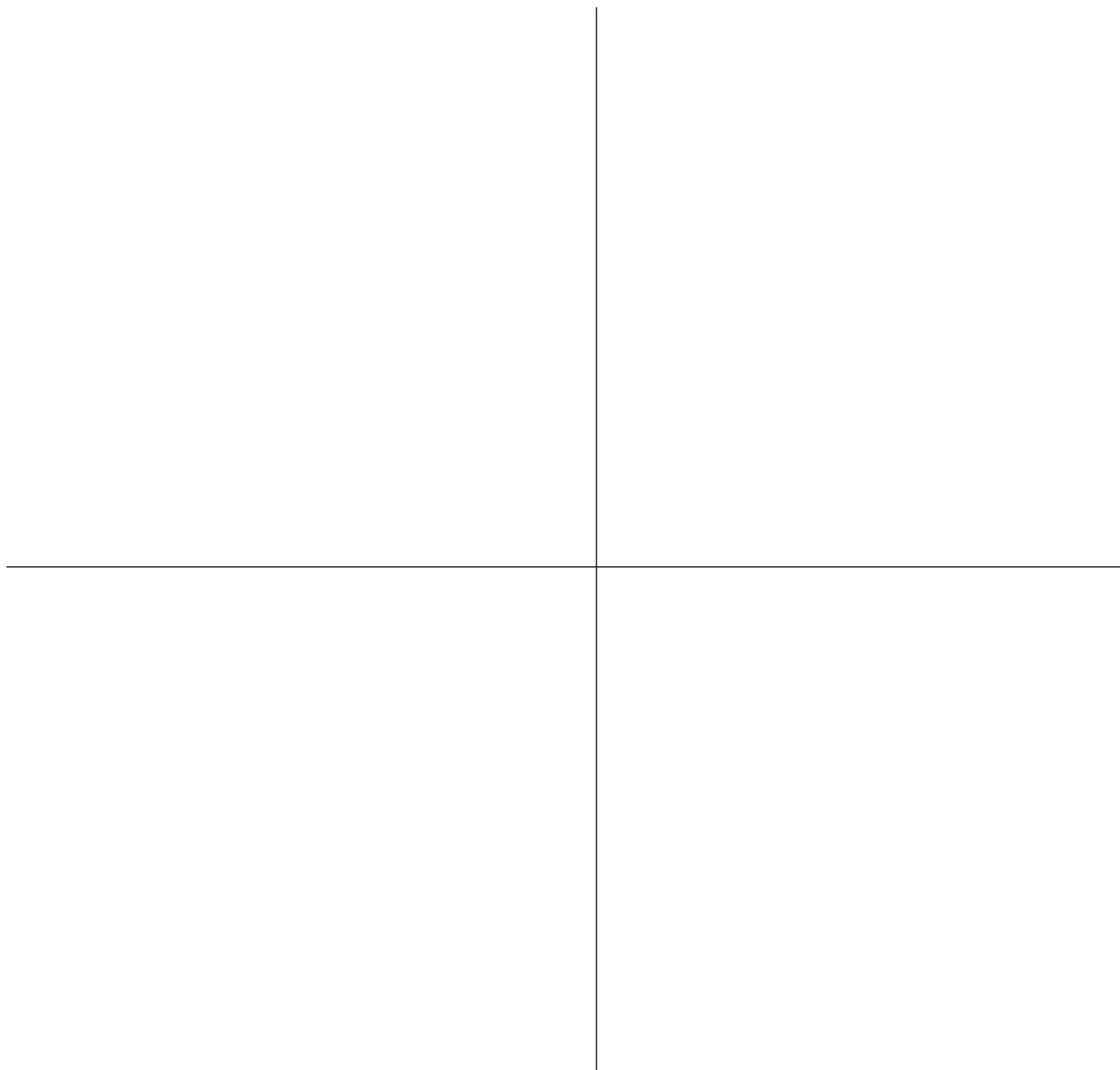


ПРАКТИКУМ

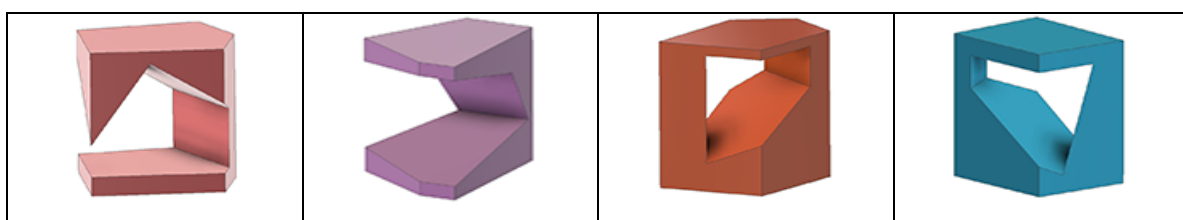
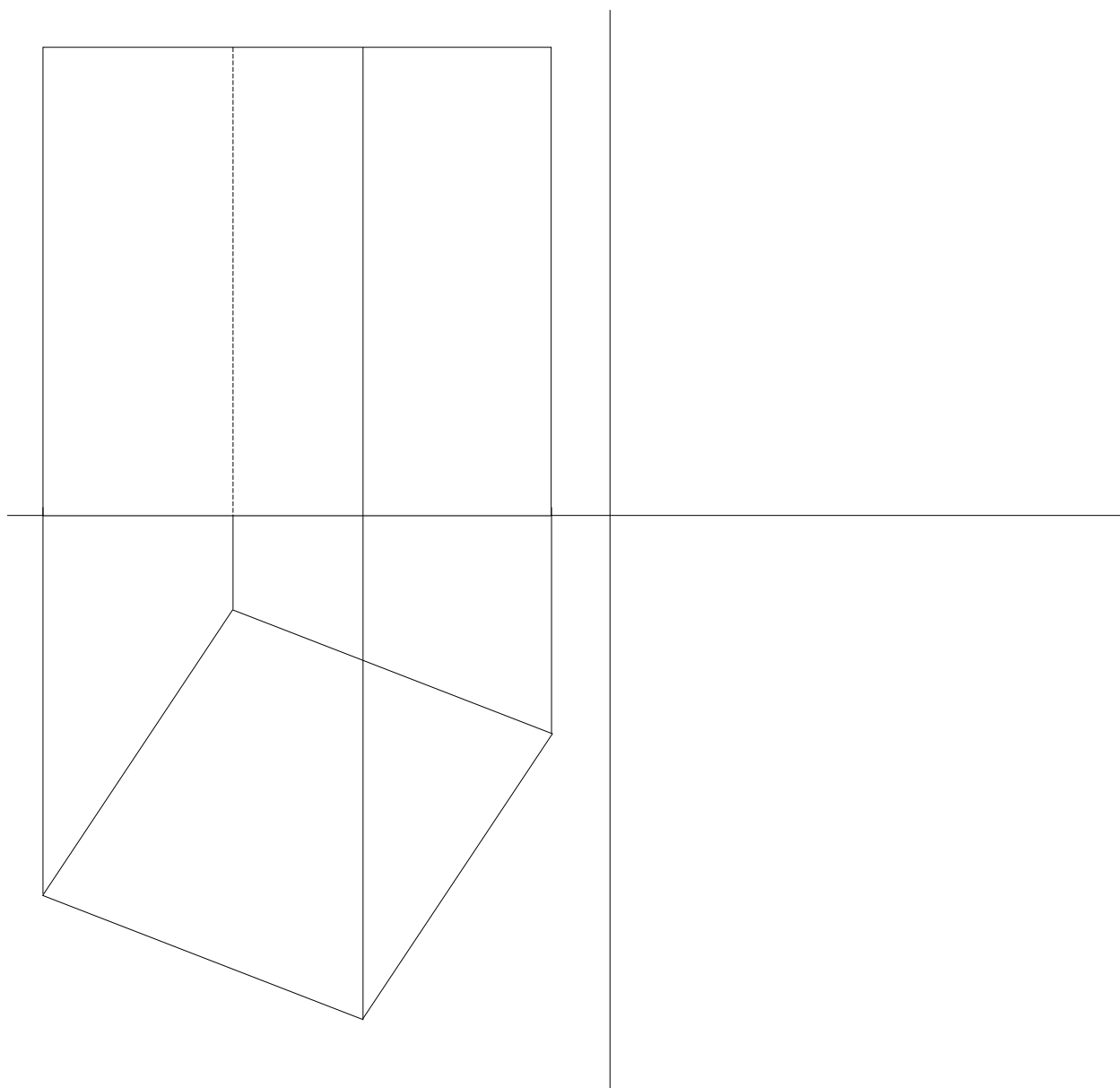
Поверхности. Взаимное пересечение поверхностей.

Тела с вырезами (многогранники)

10. Построить три проекции пирамиды с вырезом



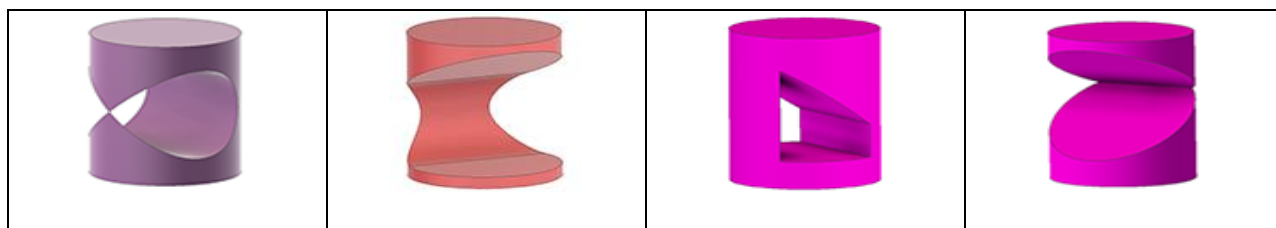
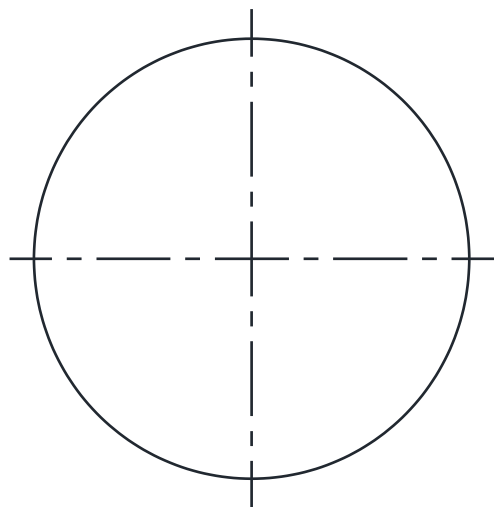
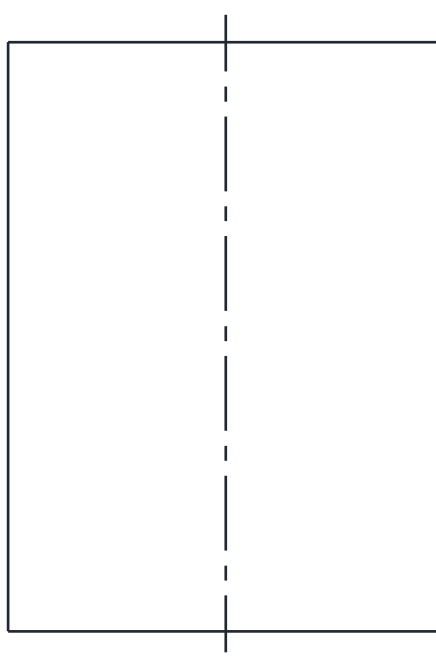
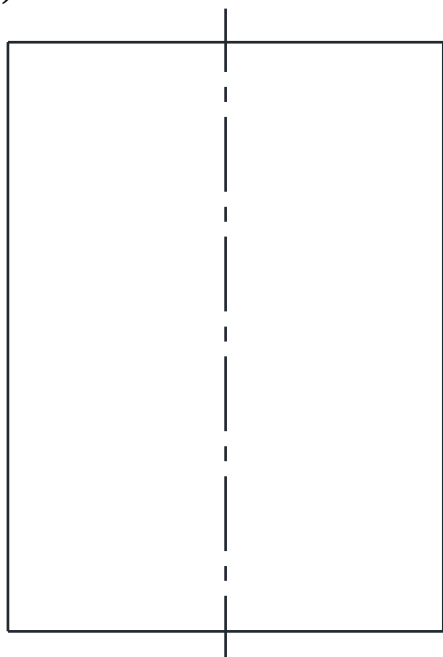
11. Построить три проекции призмы с вырезом.



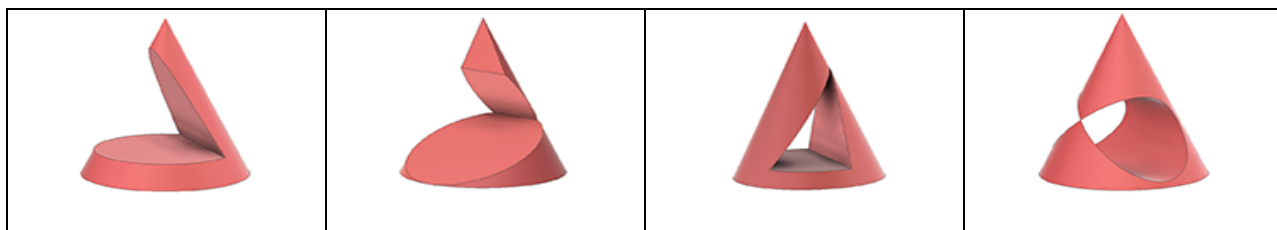
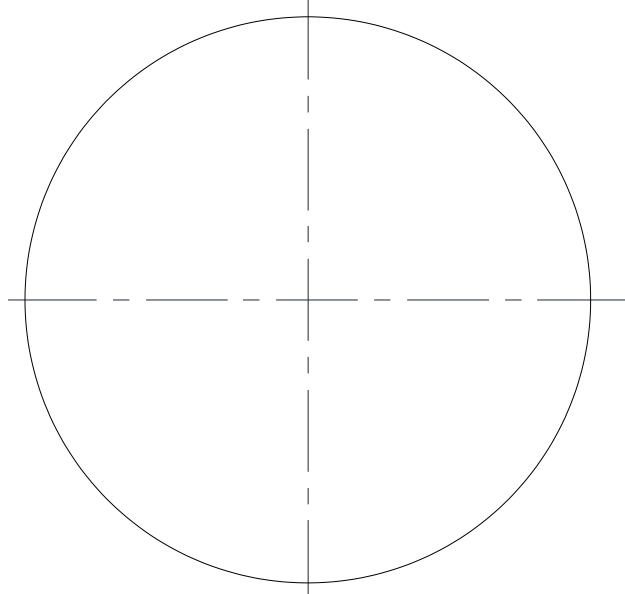
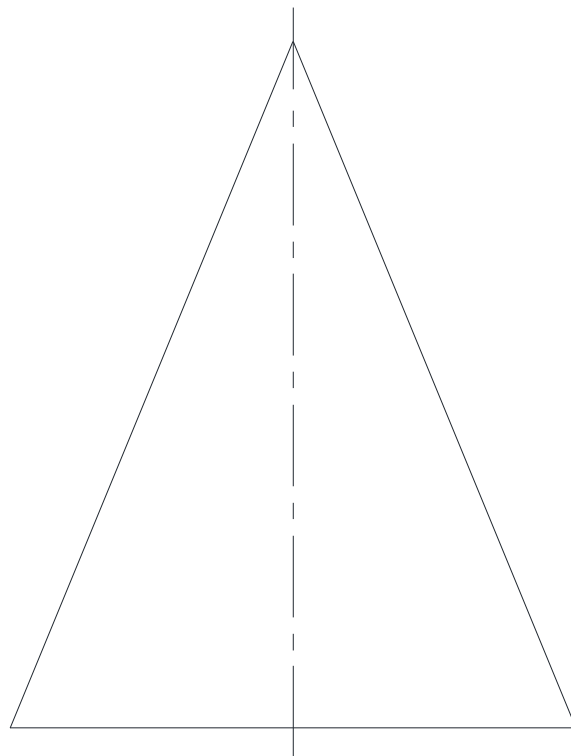
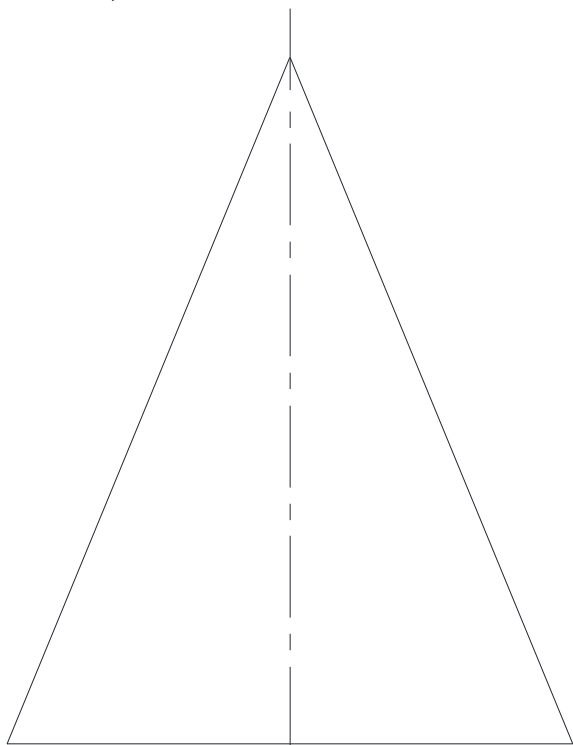
Тела с вырезами (поверхности вращения)

12. Построить три проекции поверхностей вращения с вырезом.

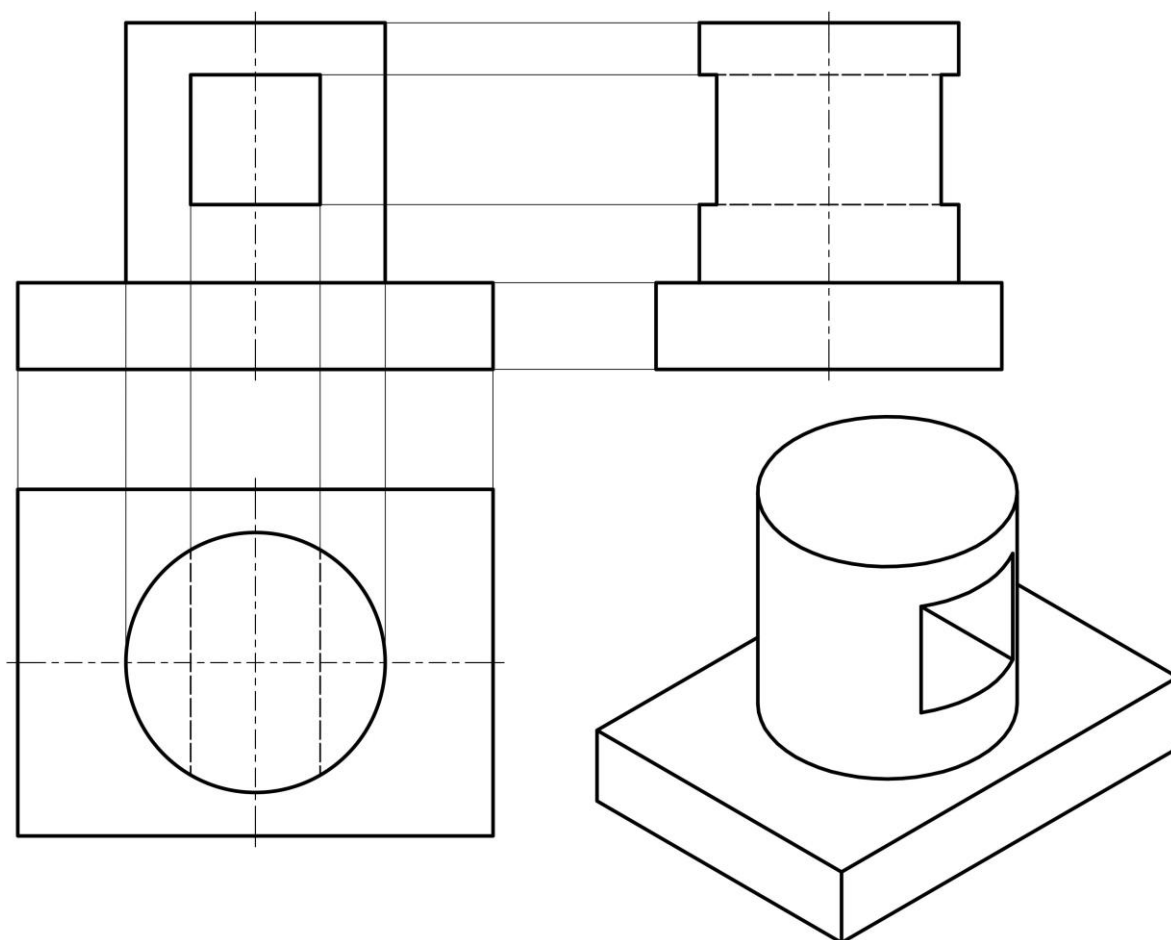
a)



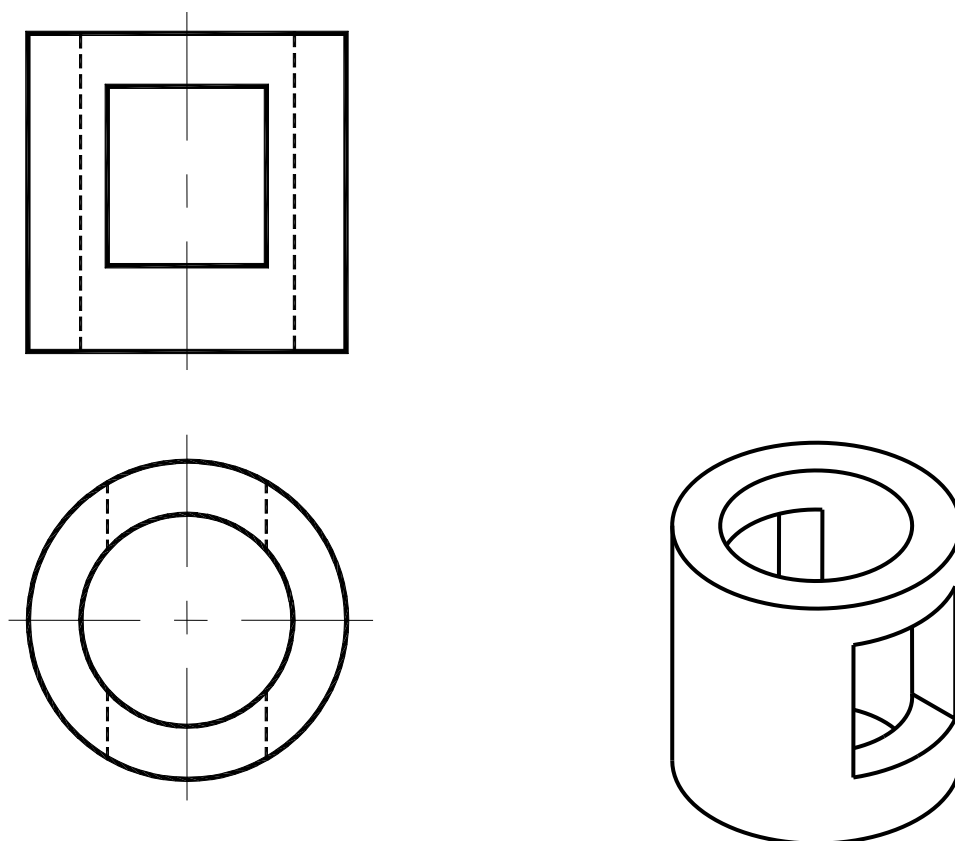
δ)



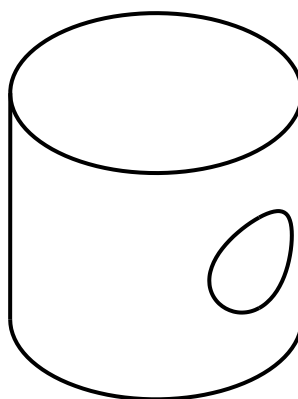
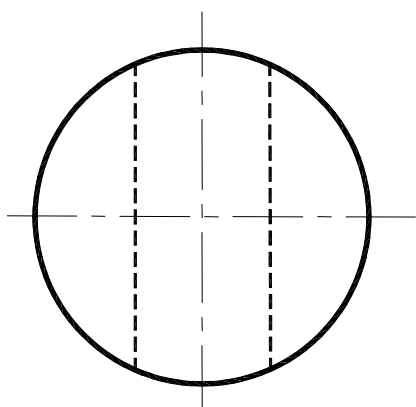
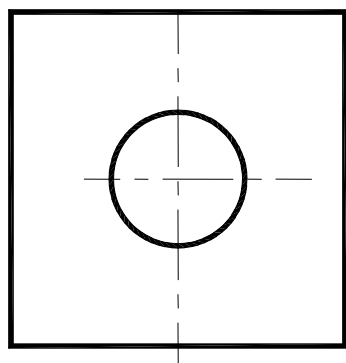
13. Достроить третьи проекции заданных тел с вырезом (см.пример)



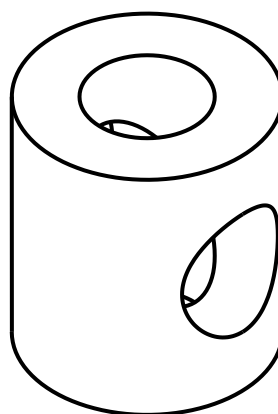
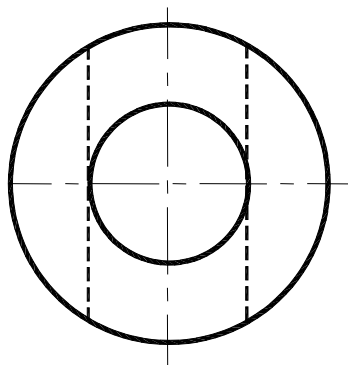
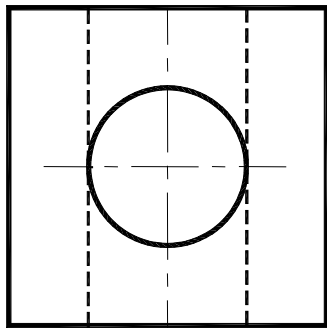
a)



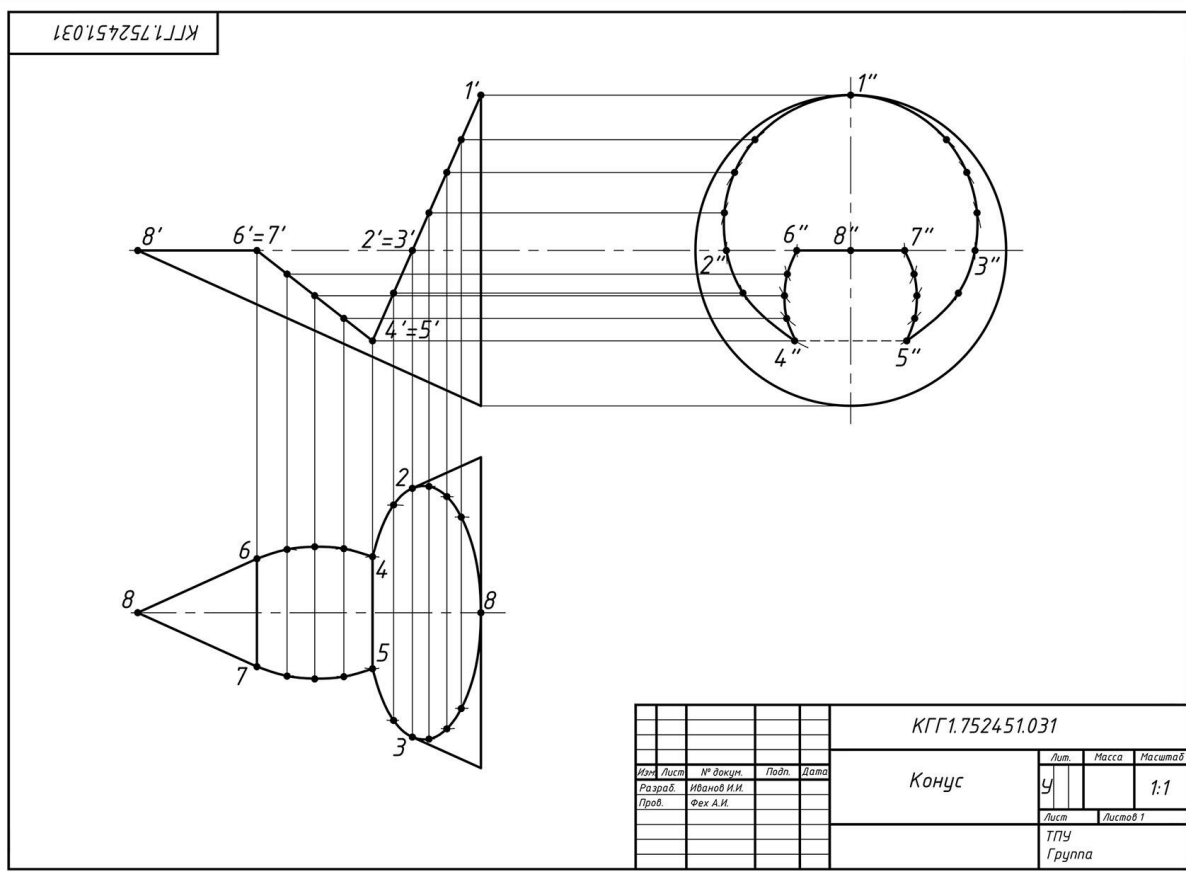
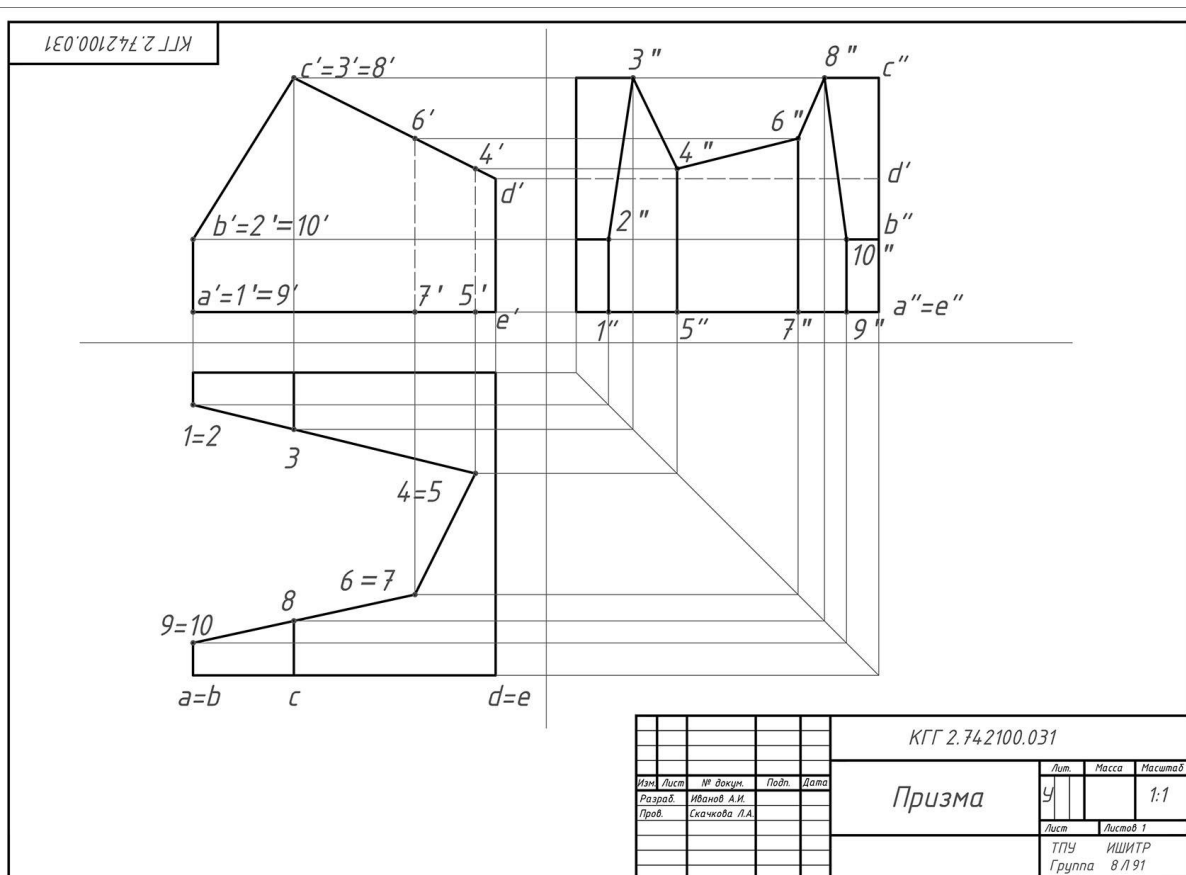
6)



B)



Образцы работы №2. Тема: Тела с вырезами



Аксонометрия

Комплексный чертеж является графически простым и удобно измеряемым. Но по нему не всегда легко представить предмет в пространстве. Необходим чертеж, дающий и наглядное представление. Он может быть получен при проецировании предмета вместе с осями координат на одну плоскость. В этом случае на одной проекции можно получить наглядное и метрически определенное изображение. Такие виды изображений называют *аксонометрическими проекциями*.

Слово «аксонометрия» (от гр. *axop* – ось и *metreo* –измеряю) переводится как «измерение по осям».

Способ аксонометрического проецирования состоит в том, что фигура вместе с осями прямоугольных координат (к которым она отнесена в пространстве) проецируется на некоторую плоскость. Эту плоскость называют *плоскостью аксонометрических проекций*, или *картинной плоскостью* (рис. 1).

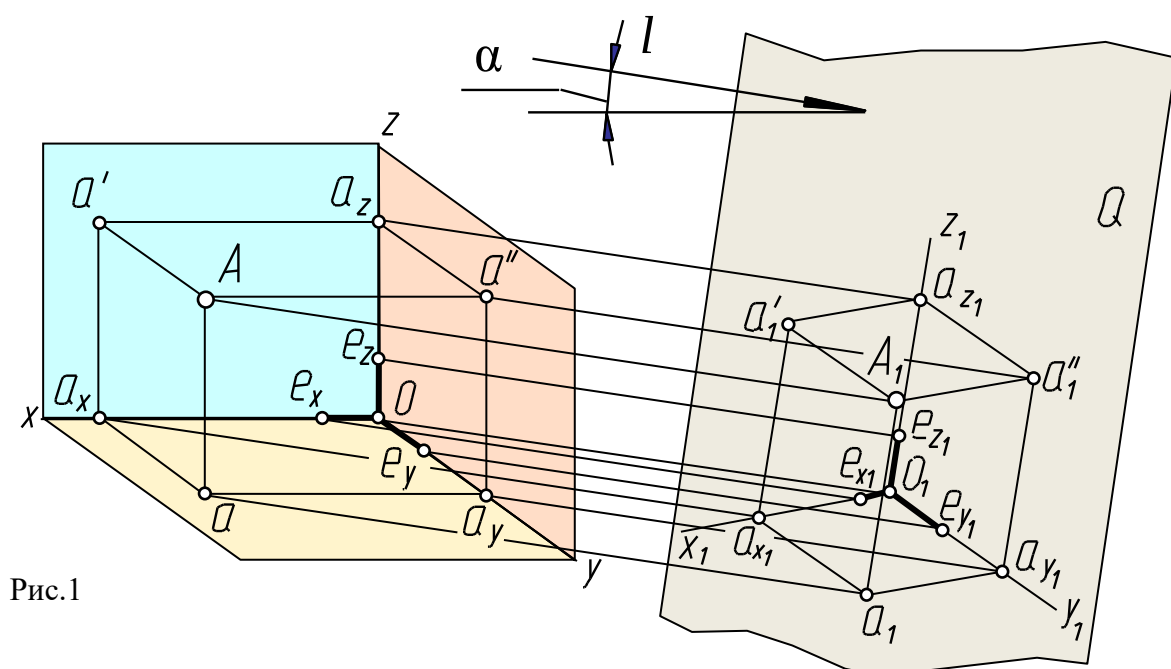


Рис.1

При проецировании фигуры проецирующие лучи могут выходить из одной точки – центральная аксонометрия или быть параллельными друг другу – параллельная аксонометрия. В дальнейшем мы будем рассматривать только параллельную аксонометрию.

Q – плоскость аксонометрических проекций (картинная плоскость);

l – направление проецирования;

α – угол наклона направления проецирования l к плоскости аксонометрических проекций Q (картинной плоскости).

Из точек O , a_x , a_y , a_z проведем проецирующие лучи до пересечения с плоскостью Q и найдем аксонометрические проекции этих точек O_1 , a_{x1} , a_{y1} , a_{z1} .

x_1 , y_1 , z_1 – аксонометрические оси координат (аксонометрические оси);

A_1 – аксонометрическая проекция точки A ;

a_1, a_1', a_1'' – вторичные проекции точки A ;

e_x, e_y, e_z – масштабные отрезки;

e_{x1}, e_{y1}, e_{z1} – аксонометрические (вторичные) проекции масштабных отрезков.

При построении аксонометрии фигуры учитывают не длины масштабных отрезков, а отношение длины аксонометрической проекции масштабного отрезка к его действительной величине. Эти отношения называются *коэффициентом искажения по оси*.

Обозначим эти коэффициенты:

$$\text{по оси } x \quad m = \frac{e_{x1}}{e_x}, \quad \text{по оси } y \quad n = \frac{e_{y1}}{e_y}, \quad \text{по оси } z \quad k = \frac{e_{z1}}{e_z}.$$

В зависимости от направления проецирования по отношению к плоскости аксонометрических проекций Q аксонометрические проекции делятся на:

- прямоугольные, если угол проецирования $\alpha = 90^\circ$;
- косоугольные, если $\alpha \neq 90^\circ$.

Доказано, что сумма квадратов коэффициентов искажения удовлетворяет уравнениям:

- для косоугольной аксонометрии – $m^2 + n^2 + k^2 = 2 + \operatorname{ctg}^2 \alpha$;
- для прямоугольной аксонометрии – $m^2 + n^2 + k^2 = 2$.

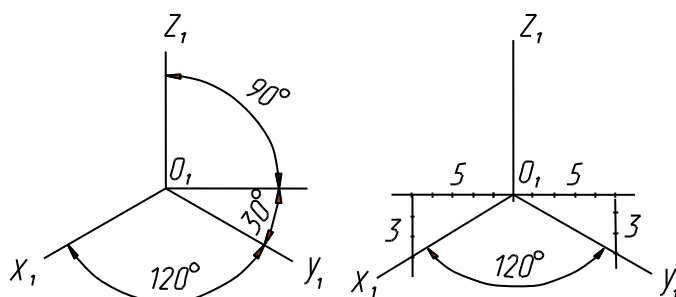
Основная теорема аксонометрии

Аксонометрией называется изображение предмета на плоскости, отнесенное к определенной системе координат и выполненное в определенном масштабе с учетом коэффициентов искажения.

В зависимости от соотношения между коэффициентами искажения по осям различают следующие аксонометрические проекции:

1. Изометрические, если $m = n = k$.
2. Диметрические, если $m = k \neq n$ или $m = n \neq k$.
3. Триметрические, если $m \neq n \neq k$.

Прямоугольная параллельная изометрия



В прямоугольной изометрической проекции коэффициенты искажения по всем трем осям одинаковы ($m=n=k$) и равны 0,82, а аксонометрические оси x_1, y_1, z_1 образуют друг с другом углы в 120° .

Но на практике изометрию для упрощения выполняют приведенной, принимая коэффициенты $m=n=k=1$. При этом изображение увеличивается в 1,22 раза.

Построение изометрической проекции точки A

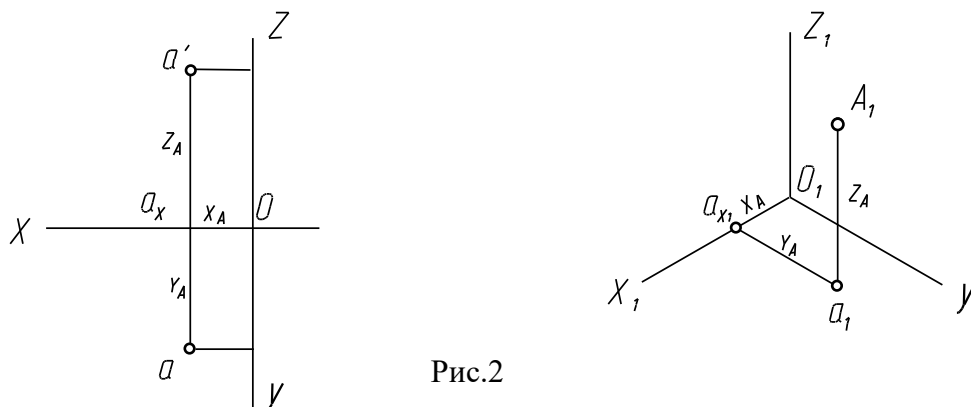


Рис.2

Прямоугольная параллельная диметрия

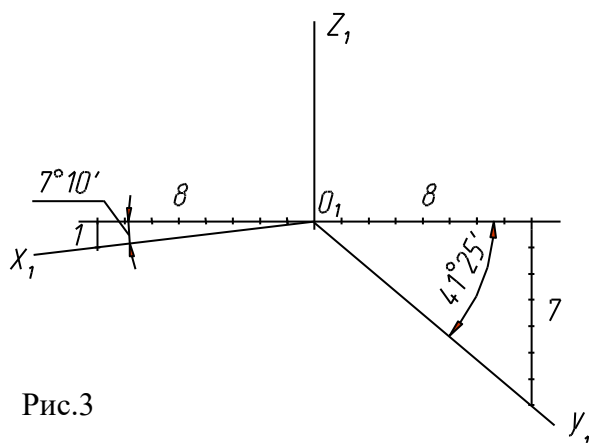


Рис.3

В прямоугольной диметрии коэффициенты искажения по оси x_1 и z_1 принимают равными – $m=k=0,94$, а по оси y_1 – в два раза меньше – $n=1/2 m=0,47$.

Ось z_1 – вертикальная, ось x_1 расположена под углом $7^\circ 10'$. Ось y_1 расположена под углом $41^\circ 25'$ к горизонтальной прямой (рис. 5). На практике выполняют приведенную диметрию, принимая коэффициенты искажения $m=k=1$, а $n=0,5$. Изображение увеличивается в 1,06 раза.

Если дана ортогональная проекция точки A (рис. 4), то для построения диметрической проекции этой точки проводим аксонометрические оси под заданными углами.

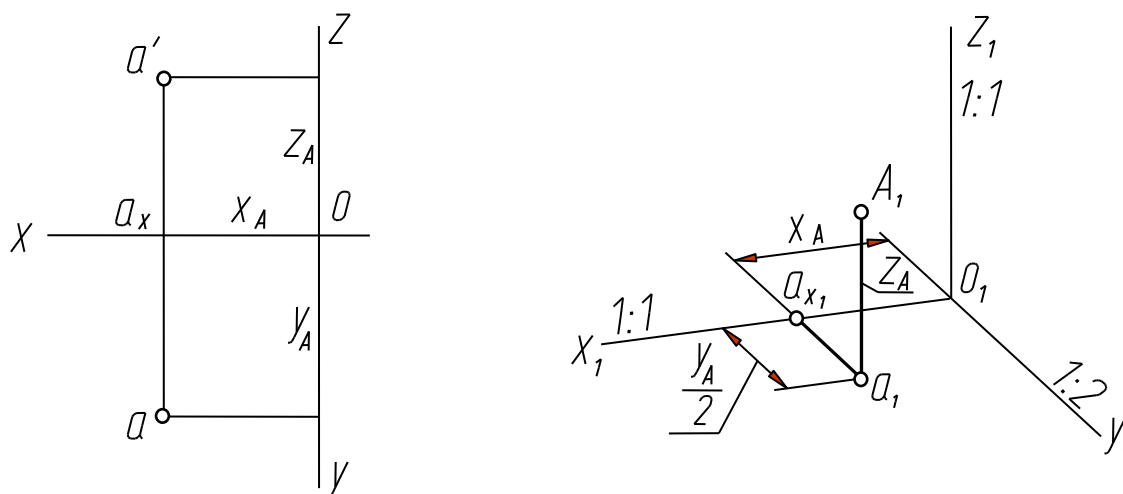
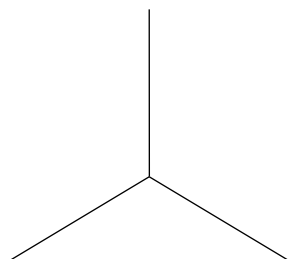


Рис.4

Штриховка в аксонометрии:

Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях проводят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям:

а) в изометрии



б) в диметрии

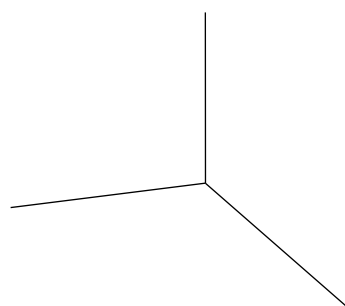


Рис. 5

Изображение окружности в аксонометрии

При построении приведенной аксонометрии размеры увеличиваются в 1,22 раза. Поэтому величина большой оси эллипса составляет $1,22D$, а величина малой оси – $0,71D$.

а) в изометрии

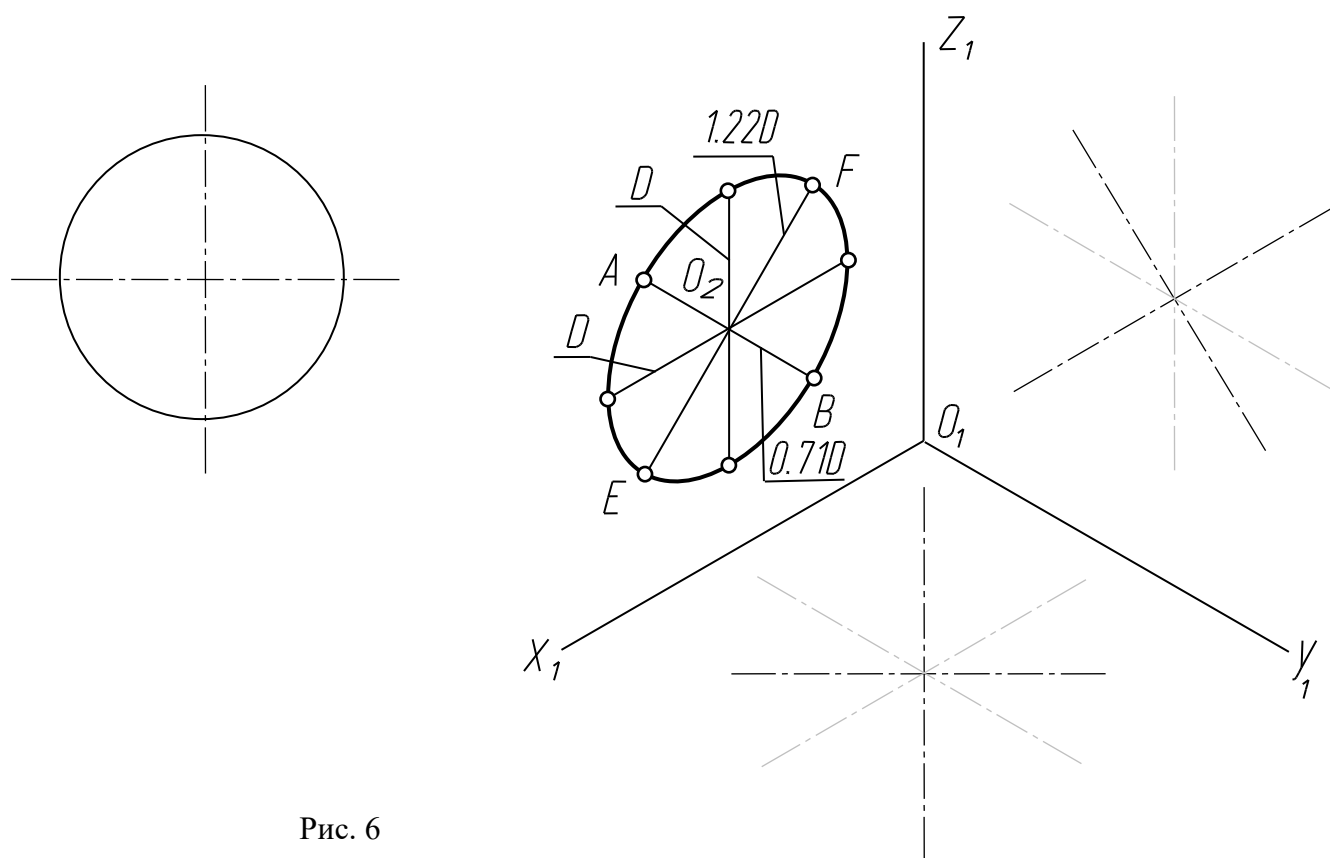


Рис. 6

б) в диметрии

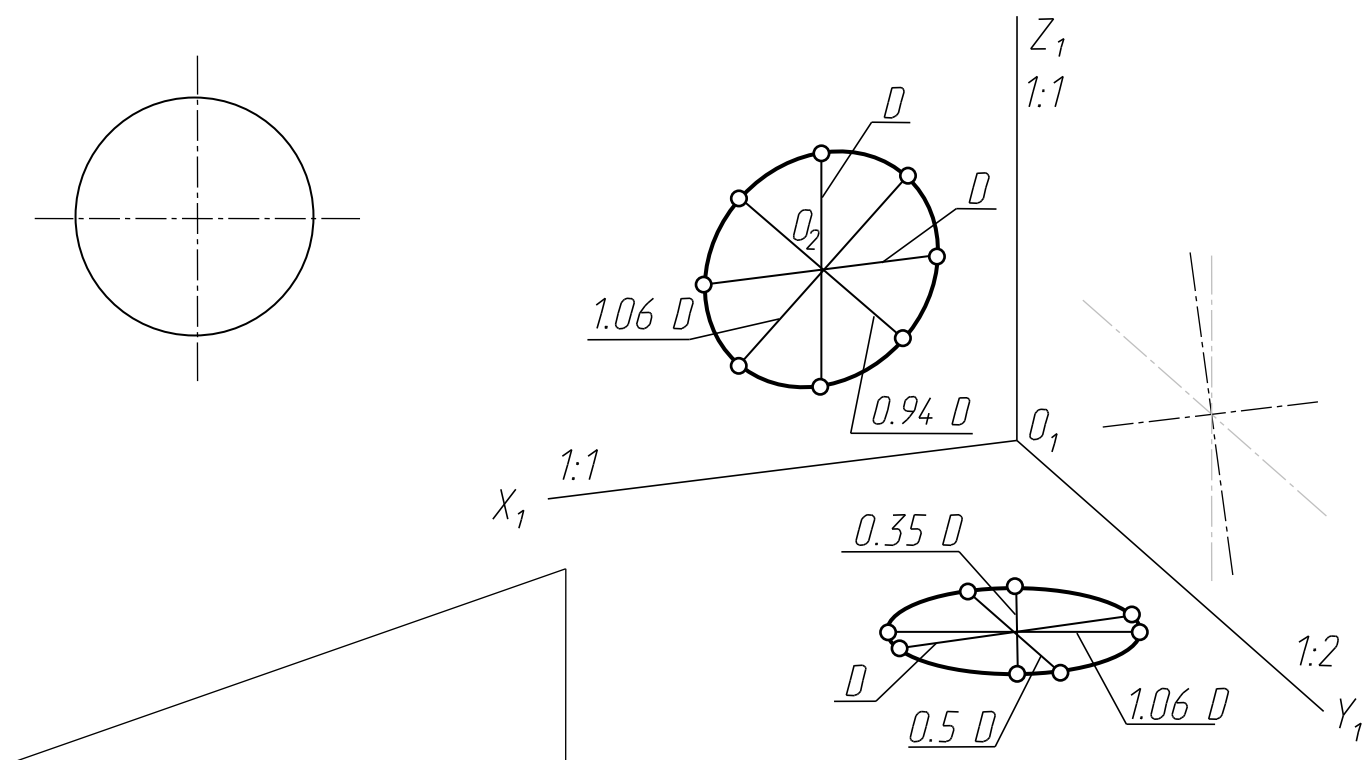


Рис. 7

Изображение шара и тора в аксонометрии

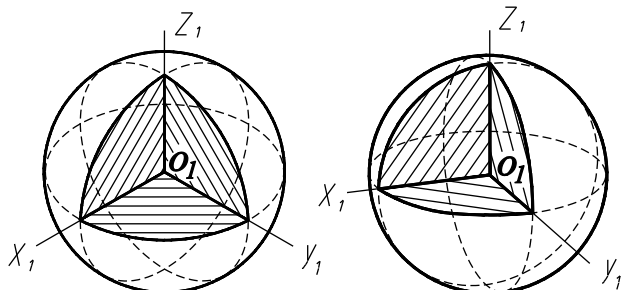


Рис. 8

Рис. 9

В прямоугольной параллельной аксонометрии шар изображается окружностью. При построении аксонометрии шара по натуральным показателям искажения его аксонометрической проекцией будет круг с диаметром, равным диаметру изображаемого шара.

При построении изображения шара по приведенным показателям диаметр этой окружности увеличивается в соответствии с увеличением коэффициента приведения: в изометрии – в 1,22 раза (рис. 8), в диметрии – в 1,06 раза (рис. 9).

Аксонометрическая проекция тора выполняется с помощью вписанных в него вспомогательных сфер.

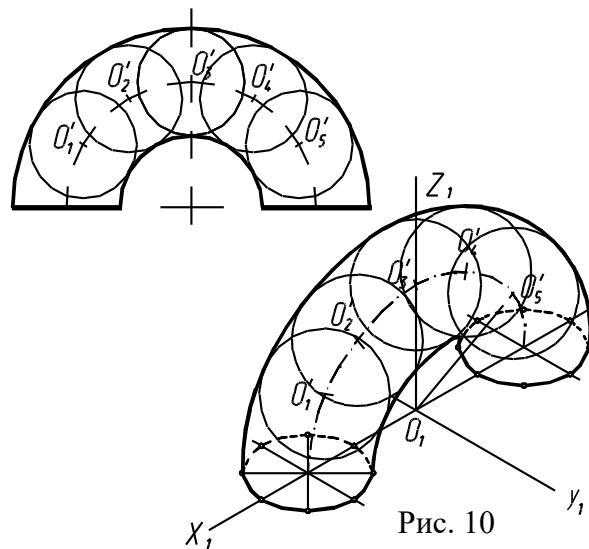


Рис. 10

Косоугольная аксонометрия

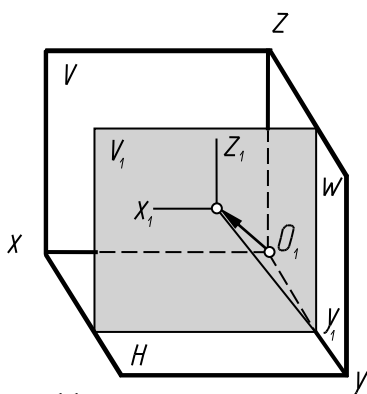


Рис. 11

При выполнении косоугольной фронтальной изометрии и диметрии аксонометрическую плоскость располагают параллельно фронтальной плоскости проекций (рис. 11). Тогда коэффициенты искажения по осям O_1X_1 и O_1Z_1 равны 1 ($m = k = 1$), а угол между ними равен 90° . Углы между осью O_1Y_1 и осями O_1X_1 и O_1Z_1 равны 135° , а коэффициент искажения равен 0,5 ($n = 0,5$) для диметрии и 1 ($n = 1$) для изометрии. Деталь располагают по отношению к осям так, чтобы сложные плоские фигуры (окружности, дуги плоских кривых) находились в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций. Тогда они изображаются без искажения. Окружности, лежащие в других плоскостях, проецируются в эллипсы.

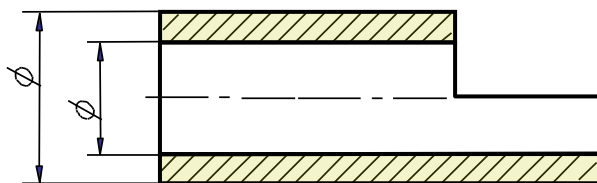


Рис. 12

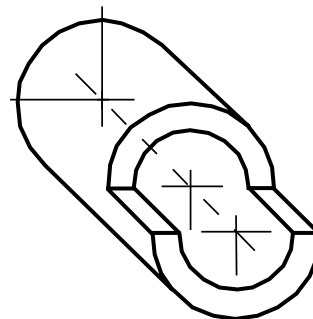


Рис. 13

Изображения – виды разрез сечения

Виды

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Различают основные, дополнительные и местные виды.

Основные виды

Основными называют виды, полученные проецированием предмета на шесть граней куба, если предмет поместить внутрь его (рис. 1). Изображение предмета на фронтальную плоскость принимают за **главный вид** изделия. Главный вид должен давать наиболее полное представление о строении детали.

Если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекций), то они не обозначаются (рис. 2, а). Если проекционная связь отсутствует, то направление проецирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву русского алфавита (рис. 2, б). Если вид выполнен в другом масштабе, рядом с буквой в скобках указывается масштаб (например, $A(1:2)$, рис. 2, в).

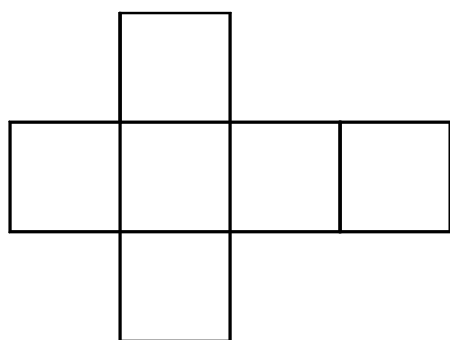


Рис. 1

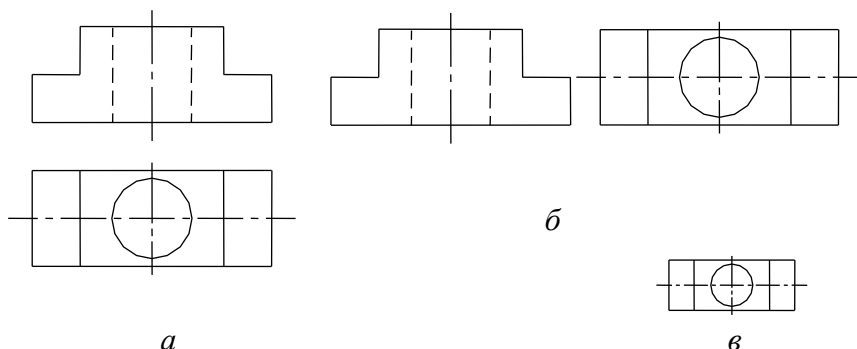


Рис. 2

Второе изображение – символ

Применение условных знаков позволяет уменьшать количество изображений при вычерчивании предметов.

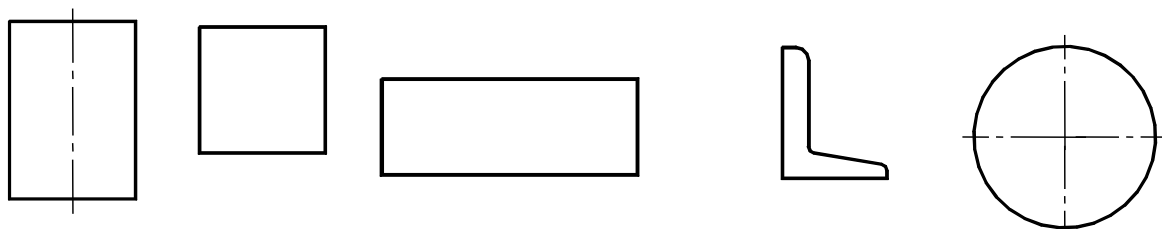


Рис. 3

Местные виды

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета, называется *местным* видом. Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере (рис. 4), или не ограничен (вид Б). Местный вид отмечается на чертеже подобно основному виду, выполненному не в проекционной связи.

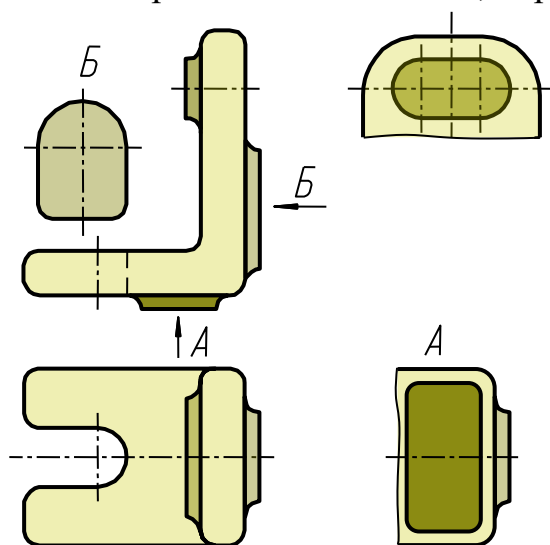


Рис. 4

Если местный вид выполнен в масштабе, отличном от масштаба остальных изображений на чертеже, то рядом с буквенным обозначением этого вида в скобках указывается его масштаб.

Дополнительные виды

Дополнительный вид – это изображение предмета (или его части) на выбранную плоскость, не параллельную ни одной из плоскостей проекций. Дополнительные виды следует применять, если в детали имеется элемент, наклоненный относительно плоскостей проекций, который проецируется на основные виды с искажением.

Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (рис. 5, *а*).

Если между основным и дополнительным видами нет проекционной связи, то дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже прописной буквой русского алфавита. У связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (стрелка *А*, рис. 5, *б*, *в*).

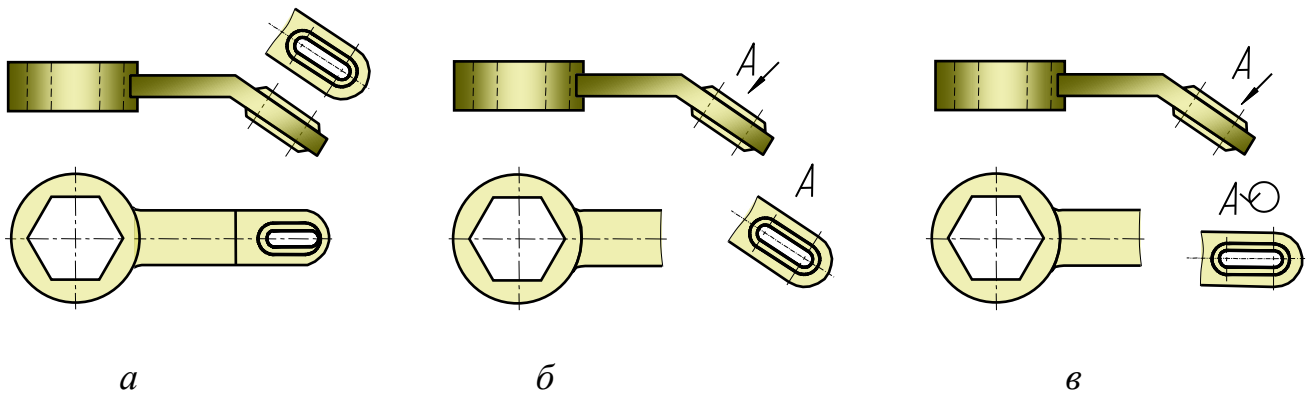


Рис. 5

Допускается дополнительный вид поворачивать, но сохраняя, как правило, положение, принятое для данного предмета на главном изображении. Обозначение вида при этом должно быть дополнено условным графическим обозначением $\curvearrowright$ «повернуто» (рис. 4, *в*).

При необходимости указывают угол поворота после знака «повернуто». Несколько одинаковых дополнительных видов, относящихся к одному предмету, обозначают одной буквой и вычерчивают один вид.

Разрезы

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (рис. 6). Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы, как правило, располагают на месте соответствующих основных видов.

Разрезы можно разделить на четыре группы.

РАЗРЕЗЫ				
1. В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются:				
простые разрезы, которые выполнены одной секущей плоскостью			сложные разрезы, которые выполнены двумя и более плоскостями	
2. В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяются на:			сложные ступенчатые, если секущие плоскости параллельны	сложные ломанные, если секущие плоскости пересекаются
горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций	вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;		наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.	
	вертикальный фронтальный, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций	вертикальный профильный, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций		
3. В зависимости от положения секущей плоскости относительно длины или высоты предмета:				
продольные, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета		поперечные, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета		
4. В зависимости от полноты изображения:				
полные		местные (частичные)		

Простые разрезы

Простые разрезы выполняются одной секущей плоскостью. Если простой разрез выполнен по *оси симметрии детали и расположен в проекционной связи с другими изображениями*, он не обозначается.

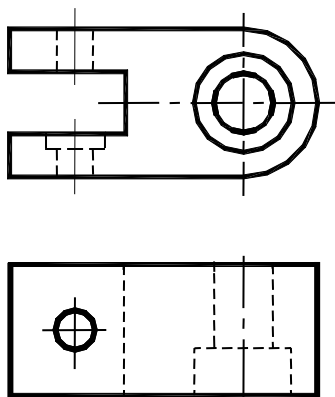


Рис. 6

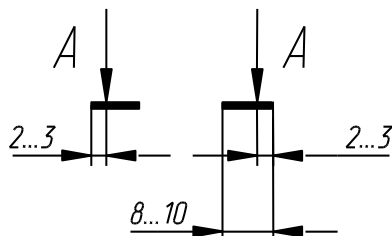


Рис. 7

В противном случае положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения (рис. 6). Для линии сечения применяется разомкнутая линия толщиной $(1 \div 1,5)s$. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. У начала и конца линии сечения ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита так, чтобы стрелки размещались между буквой и изображением (рис. 7). Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения.

Сложные разрезы

При выполнении сложных разрезов применяются две и более секущие плоскости.

При выполнении ступенчатых разрезов секущие плоскости располагаются параллельно (рис. 8), ломаных – под углом (рис. 9).

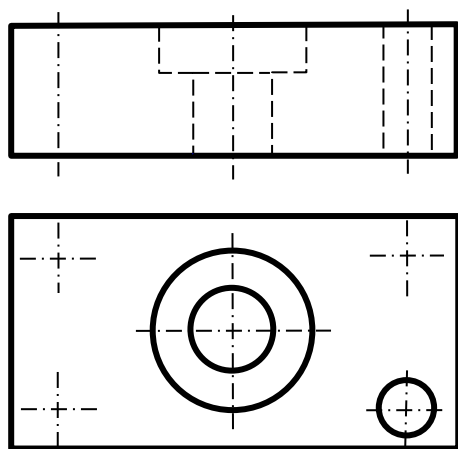


Рис. 8

При выполнении сложных разрезов переход от одной секущей плоскости к другой на разрезе условно не показывается.

Если совмещенные плоскости будут параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез можно помещать на месте соответствующего вида. При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость (рис. 9, б, выступ Б).

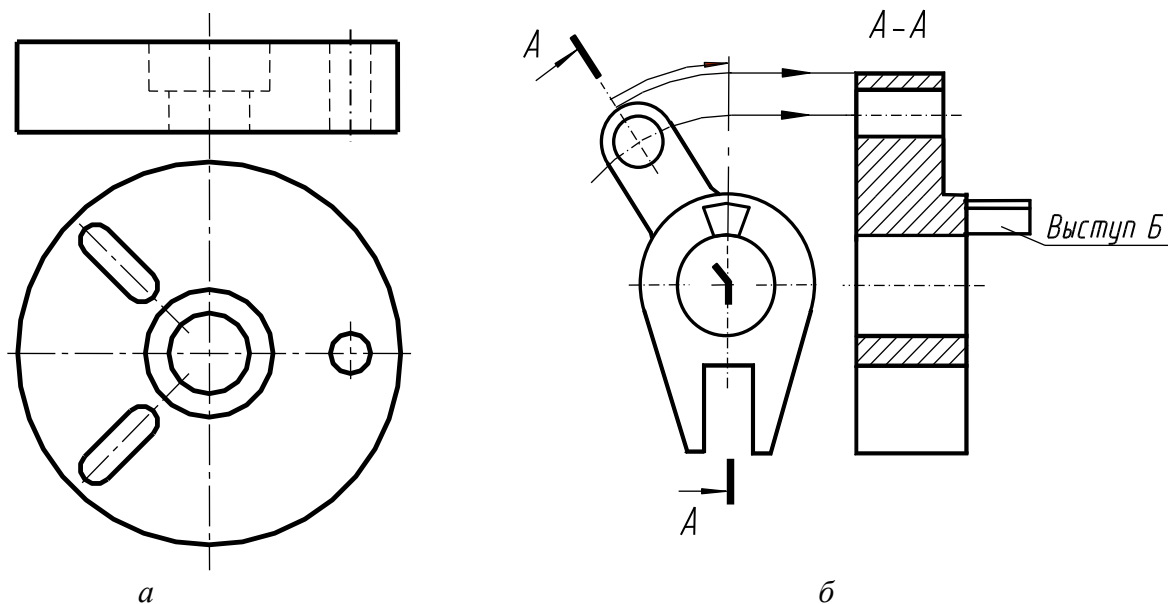
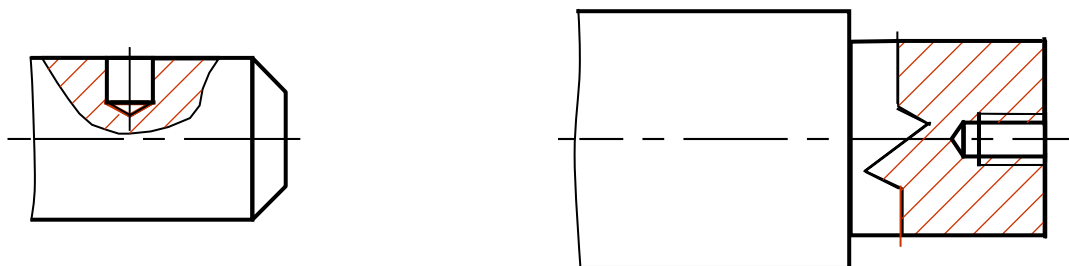


Рис. 9

Местные разрезы

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называется *местным*.

Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом. Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения.



Сечения

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на *вынесенные* (рис. 10, 11) и *наложенные* (рис. 12).

Лучше использовать вынесенные сечения. Их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 11).

Сечения симметричные

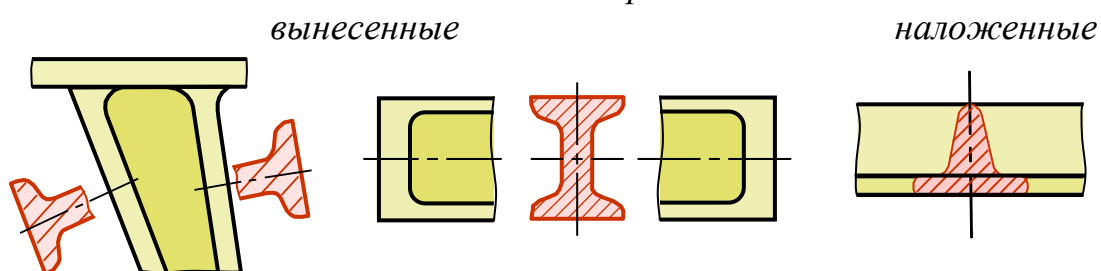


Рис. 10

Рис. 11

Рис. 12

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, контур наложенного сечения – сплошными тонкими линиями. Контур изображения предмета в месте расположения наложенного сечения не прерывают (рис. 12).

Сечения несимметричные

вынесенные

наложенные

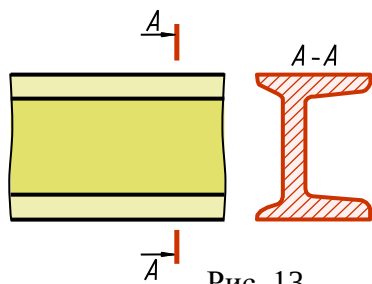


Рис. 13

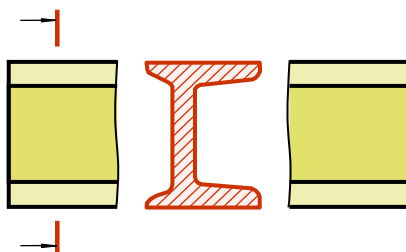


Рис. 14

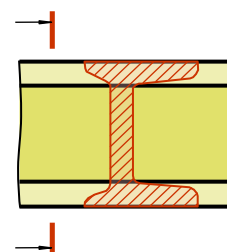
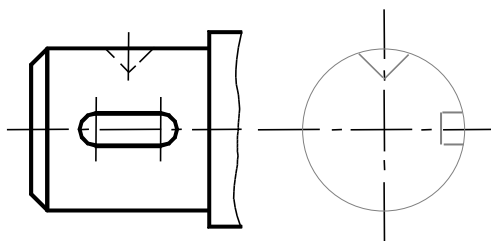


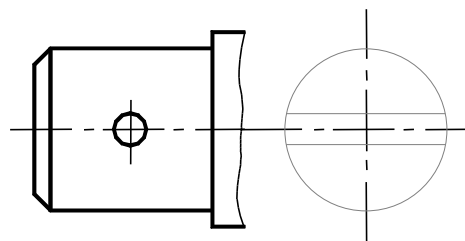
Рис. 15

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (рис. 14) или наложенных (рис. 15), линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

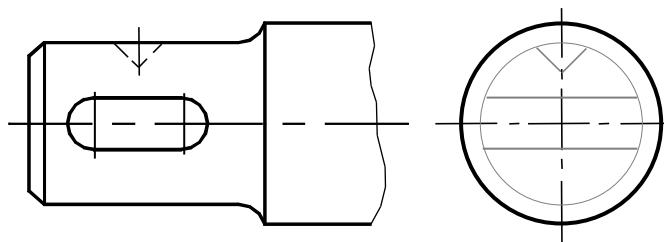
Условности при выполнении сечений



a



б



в

В случае некруглого отверстия и если при выполнении сечения изображение распадается на отдельные самостоятельные части, то вместо сечения нужно применять разрезы (рис. 16, в).

Рис. 16

Условности и упрощения

Если деталь симметричная, то при выполнении разреза рекомендуется совмещать половину вида с половиной разреза (рис. 17). Границей вида и разреза является осевая линия. При этом разрез выполняется справа (рис. 17) или снизу (рис. 18) от оси симметрии.

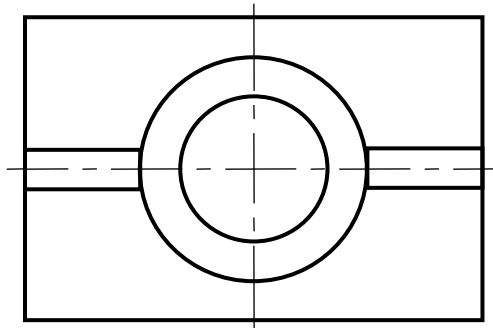
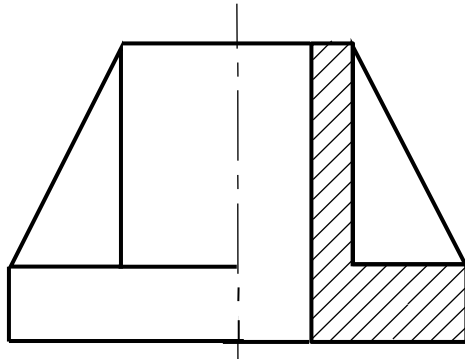


Рис. 17

Тонкие стенки (ребра жесткости), спицы маховиков, зубья зубчатых колес, шлицы шлицевых валов при продольном разрезе показываются незаштрихованными.

Такие детали, как болты, винты, заклепки, шпонки, непустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и т. п. при продольном разрезе показываются нерассеченными. Шарики всегда показываются нерассеченными.

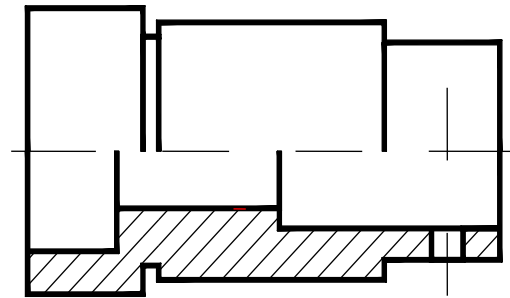
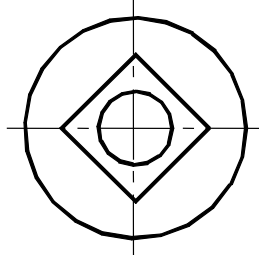
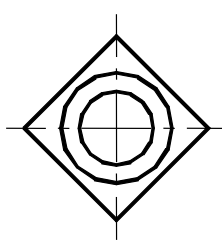
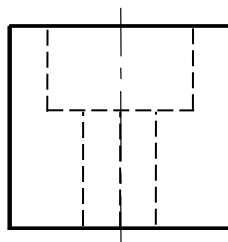
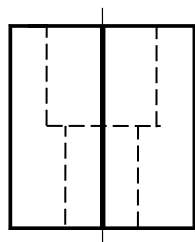


Рис. 18

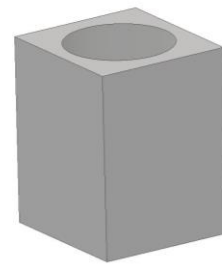
Если с осью симметрии изображения совпадает какая-либо линия, например, проекция ребра, то вид от разреза отделяют сплошной волнистой линией (рис. 19). Линию проводят правее (если ребро изображается на виде, рис. 19, а) или левее (если ребро изображается на разрезе, рис. 19, б) оси симметрии.



а

б

Рис. 19



а



б

Для показа отверстий в ступицах зубчатых колес, шкивов, а также шпоночных пазов вместо полного изображения детали допускается изображать контур отверстия (рис. 20) или паза (рис. 23)

Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один-два таких элемента (например, одно-два отверстия), а остальные элементы показывают упрощенно или условно (рис. 21).

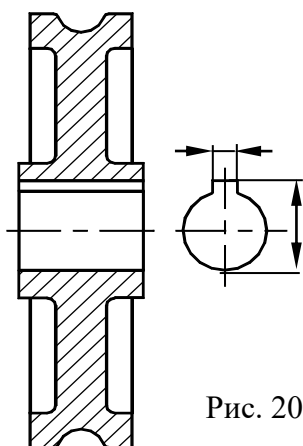


Рис. 20

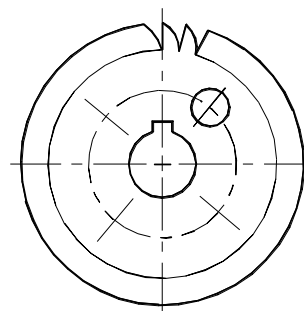


Рис. 21

На видах и разрезах допускается упрощенно изображать проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется точного их построения. Например, вместо лекальных кривых проводят дуги окружности и прямые линии (рис. 22 и 23)

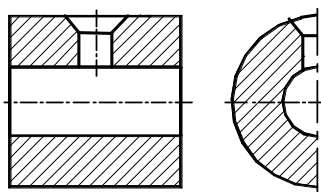


Рис. 22

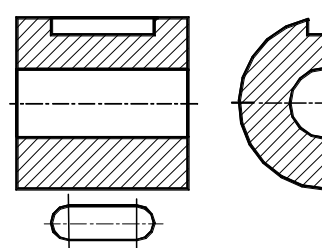
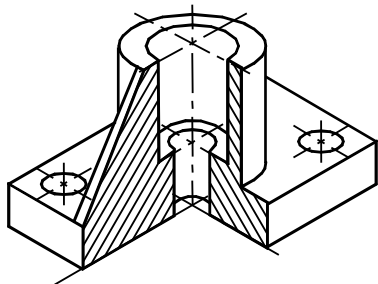


Рис. 23

ПРАКТИКУМ

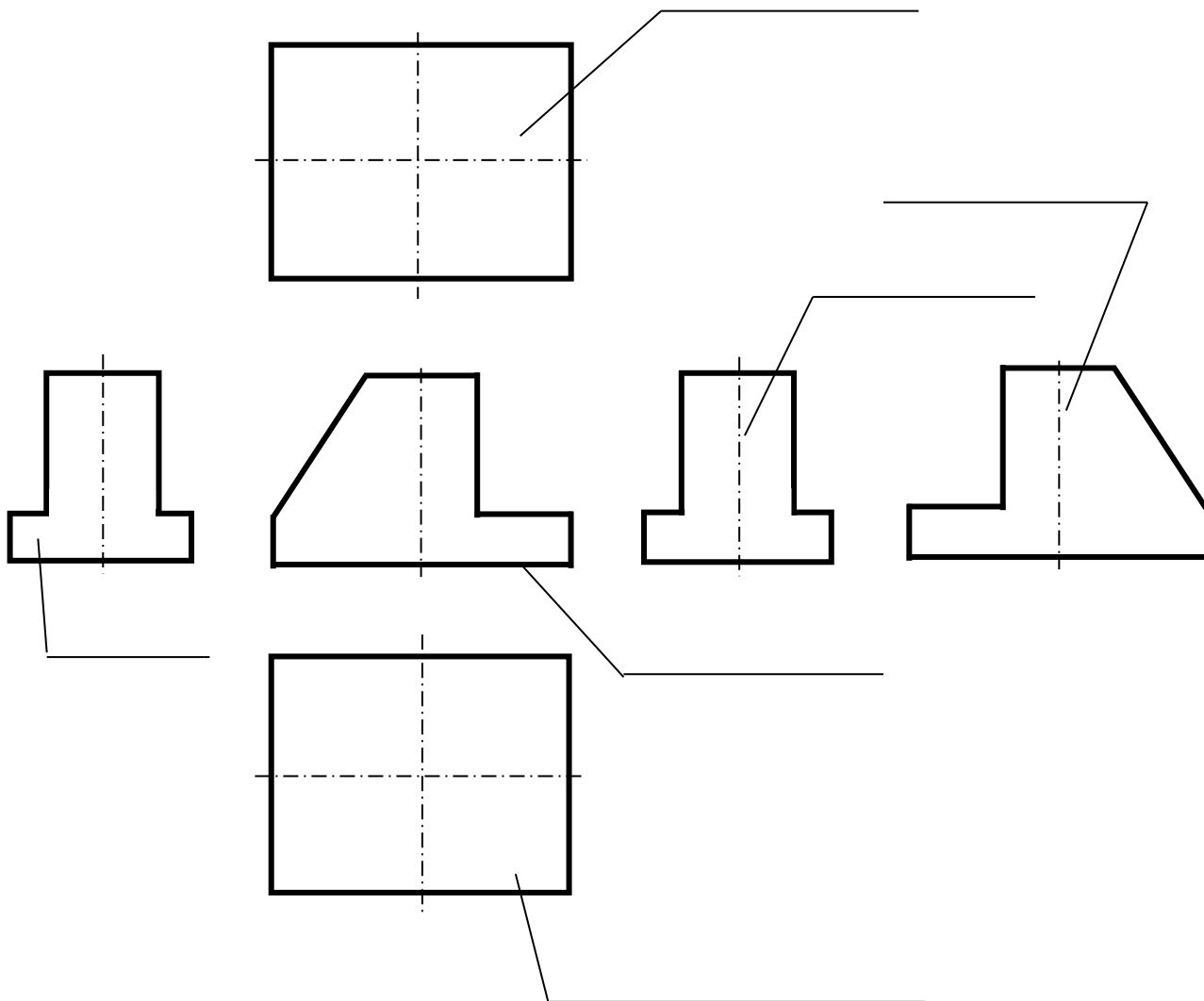
Изображения. Виды



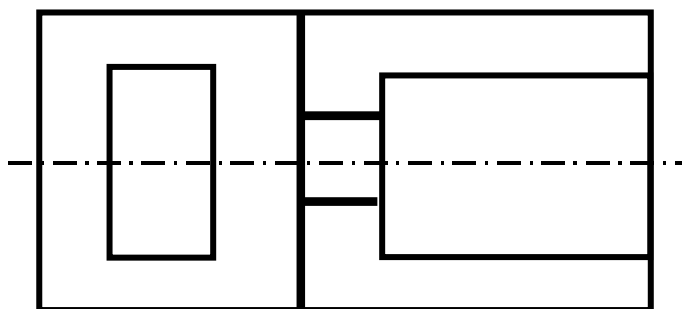
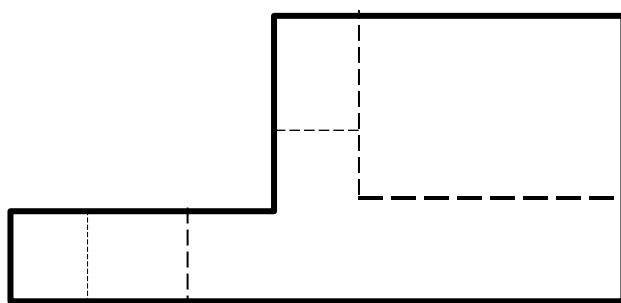
14. По данному пространственному изображению детали закончить выполнение ее видов.

Внутреннее строение детали показать линиями невидимого контура.

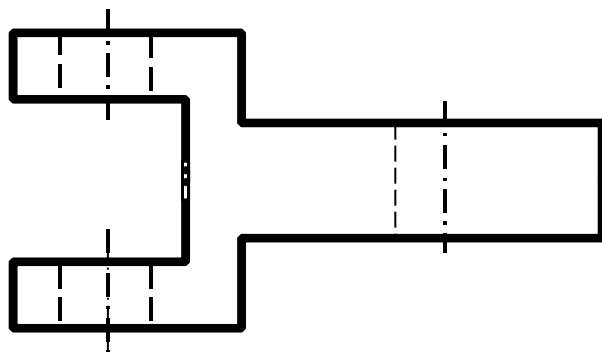
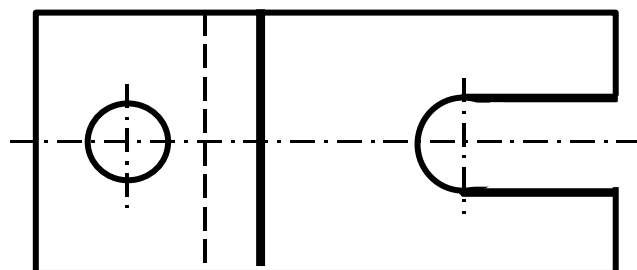
Написать на полках линий – выносок названия видов.



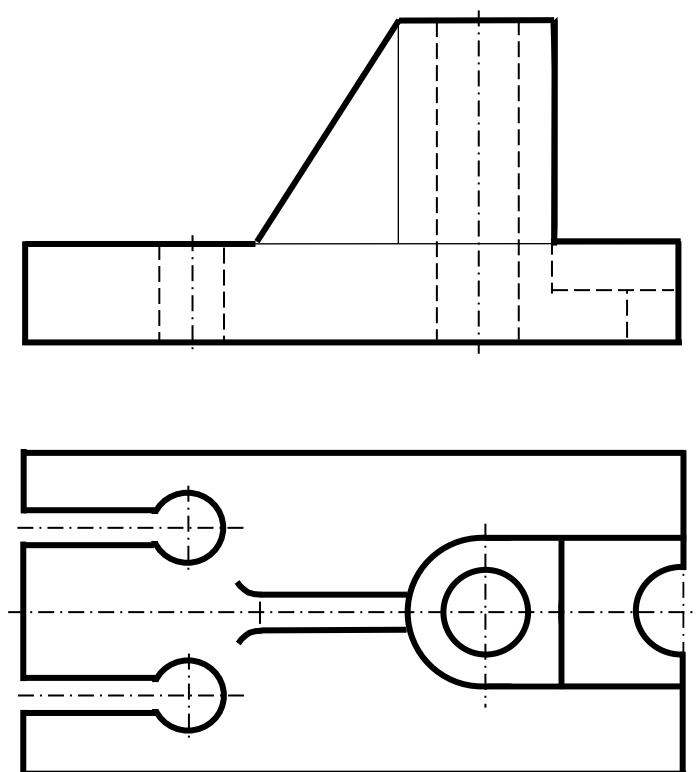
15. Построить фронтальный разрез.



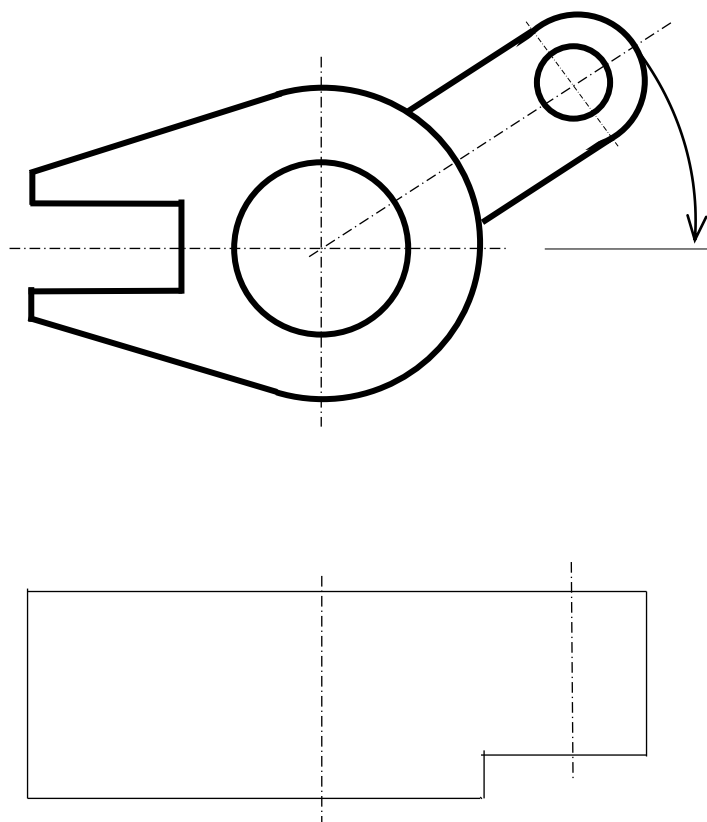
16. Построить горизонтальный и местный разрез.



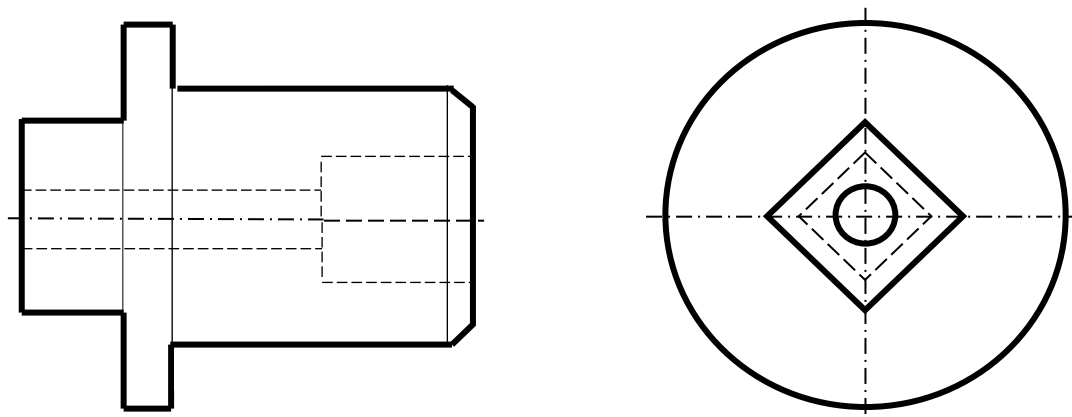
17. Выполнить сложный ступенчатый разрез и нанести размеры.



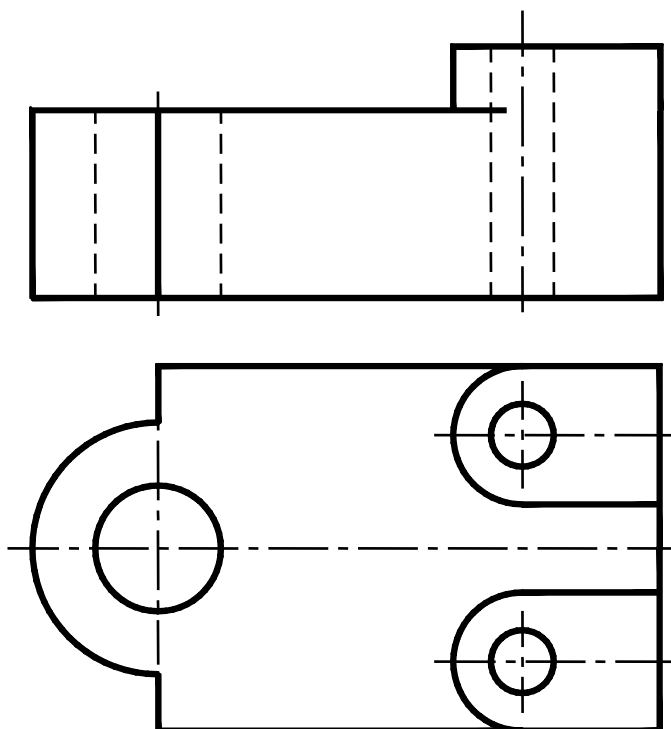
18. Выполнить сложный ломаный разрез и нанести размеры (отверстия сквозные).



19. Закончить выполнение чертежа детали, выполнив фронтальный разрез, нанести размеры.

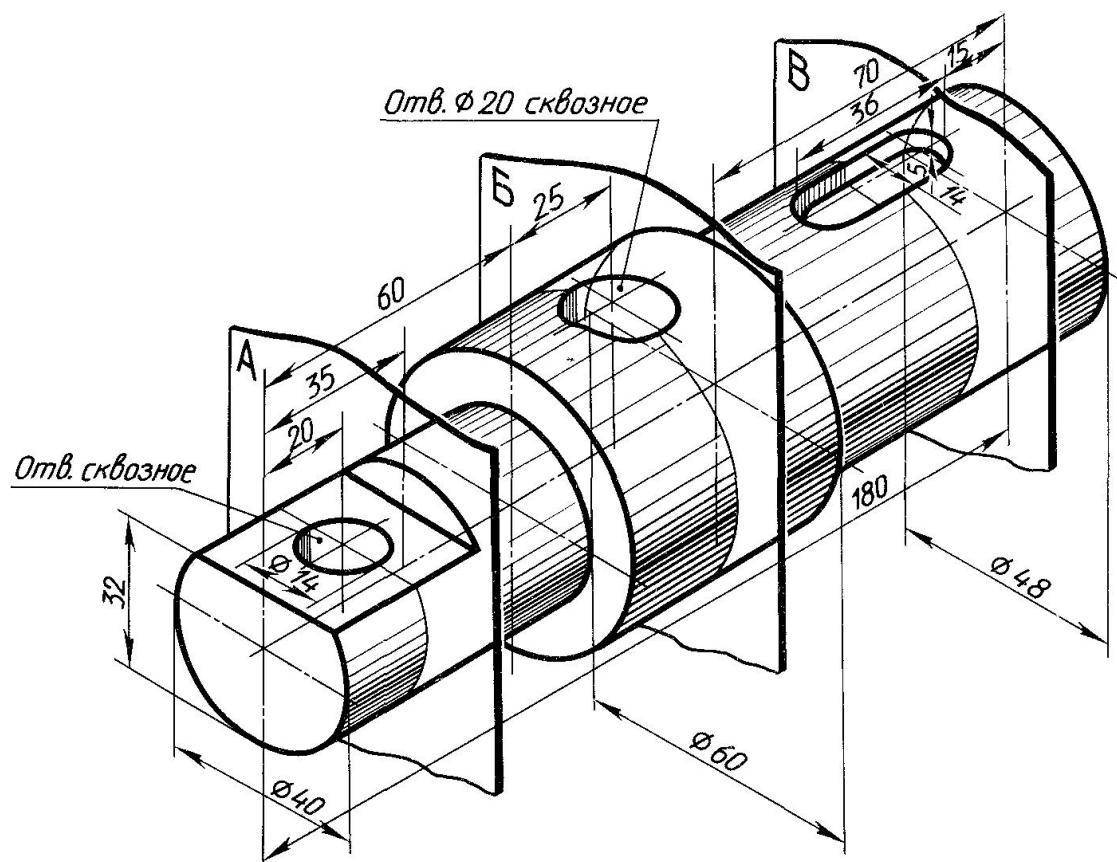


20. Выполнить сложный ступенчатый разрез и нанести размеры.

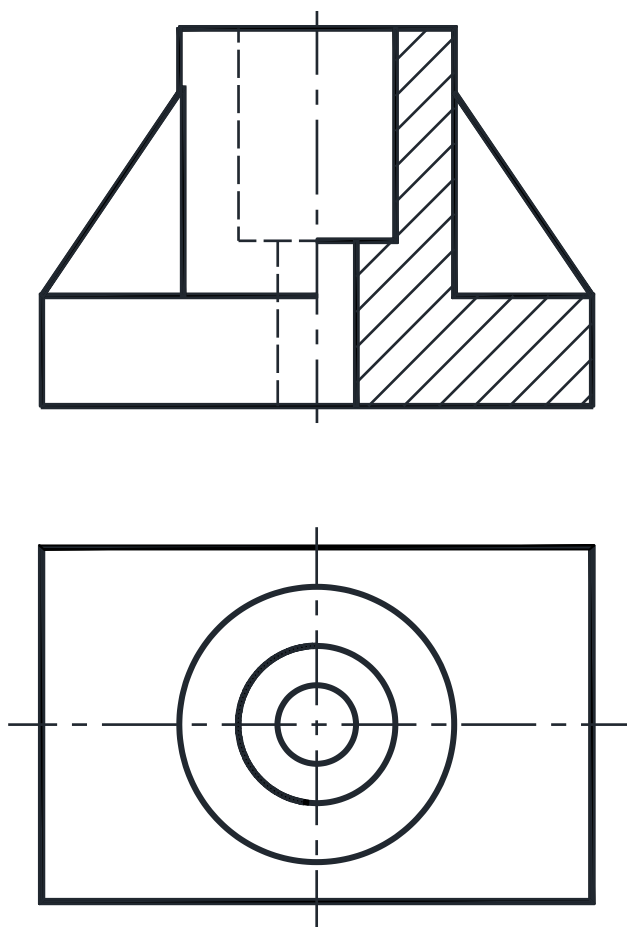


Сечения

21. Выполнить сечения плоскостями А, Б и В.

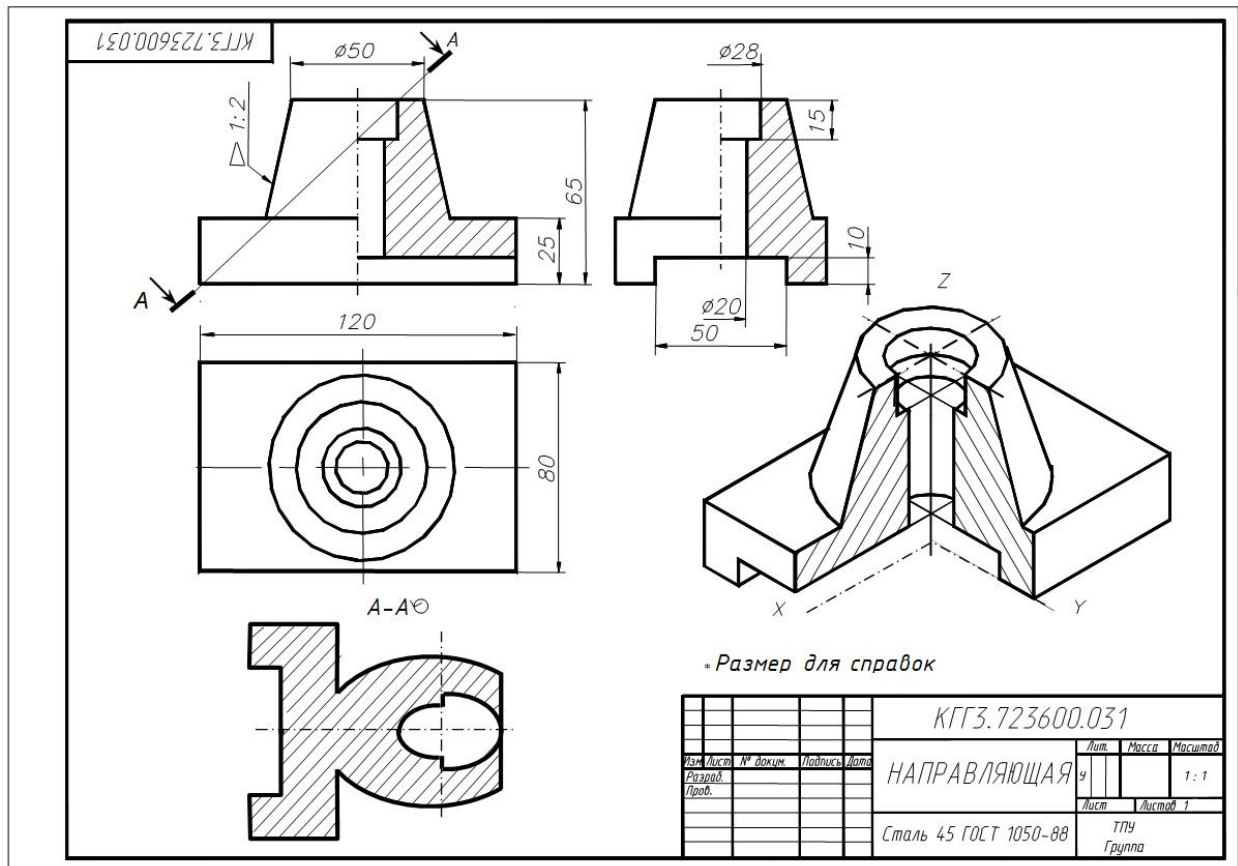


22. Построить сечение детали наклонной плоскостью и аксонометрию детали с аксонометрическим вырезом.



Образец работы №3. Тема: Изображения

По двум изображениям построить третье, выполнить разрезы, нанести размеры, построить изометрию детали с вырезом части ее.



Нанесение размеров на чертежах

Размеры на чертежах указывают *размерными числами* (числовыми величинами, определяющими данный размер) и *размерными линиями*, служащими для указания направлений и границ измерений. Для линейных размеров размерные линии проводят параллельно отрезку, размер которого указывается (рис. 1).

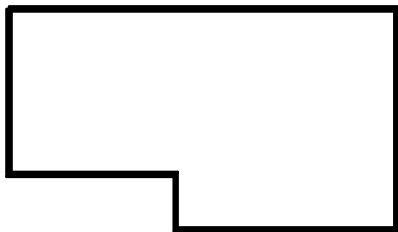


Рис. 1

Размерные линии примыкают своими стрелками к границам измерений. Границами измерений могут быть специально для этого предназначенные *выносные линии*, а также контурные, осевые и центровые линии.

Выносные линии должны выступать за концы стрелок размерной линии приблизительно на 2 – 3 мм.

Рекомендуется длину стрелки принимать равной $(4-5)s$. На чертеже величины стрелок должны быть одинаковыми для всех размеров.

Расстояние между размерной линией и параллельной ей линией контура должно быть 10 мм. При нанесении на чертеже параллельных размерных линий расстояние между ними должно быть не менее 7 мм (рис. 1).

В качестве размерных линий нельзя использовать контурные, осевые, центровые и выносные линии. В качестве размерных линий нельзя использовать контурные, осевые, центровые и выносные линии.

Нанесение линейных размеров

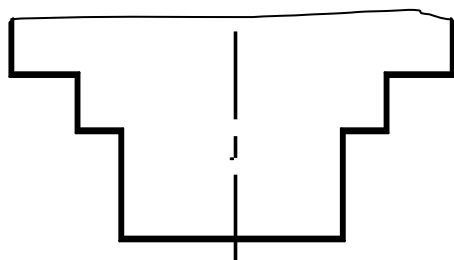


Рис. 2

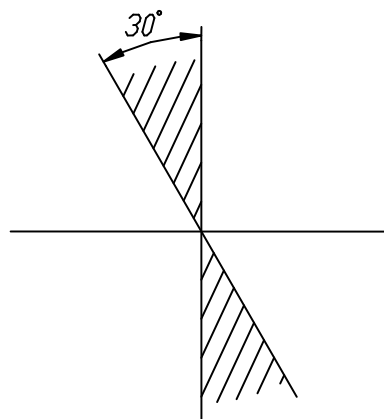


Рис. 3

Нанесение размеров при недостатке места для стрелок и размерных чисел

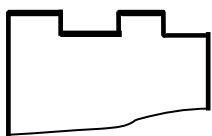


Рис. 4

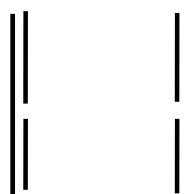


Рис. 5

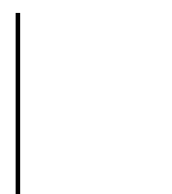


Рис. 6

Нанесение угловых размеров

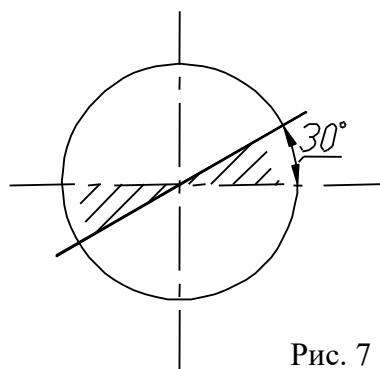


Рис. 7

Нанесение размеров радиусов

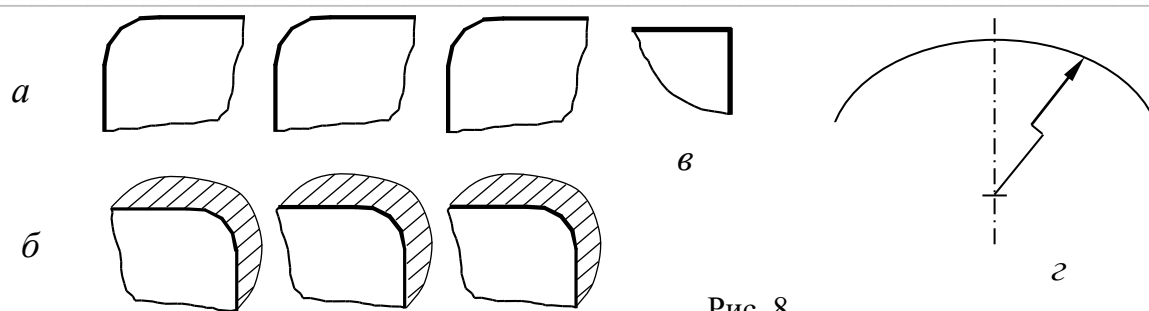


Рис. 8

Нанесение размеров диаметров

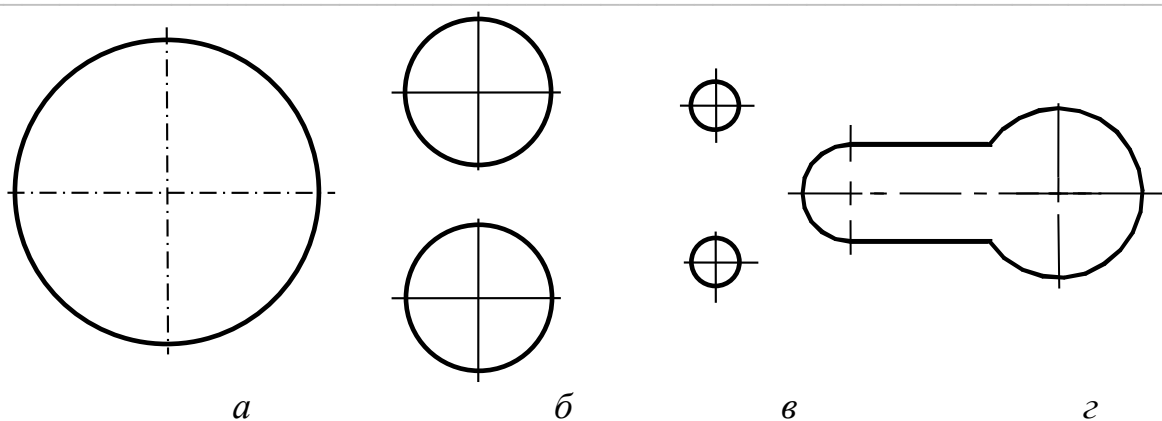


Рис. 9

Размерные линии с обрывом

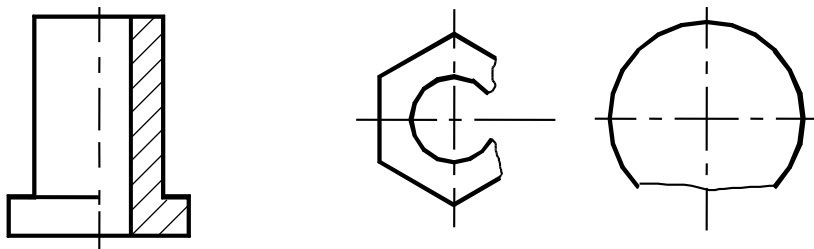


Рис. 10

Типы размеров

Формообразующие

Координирующие

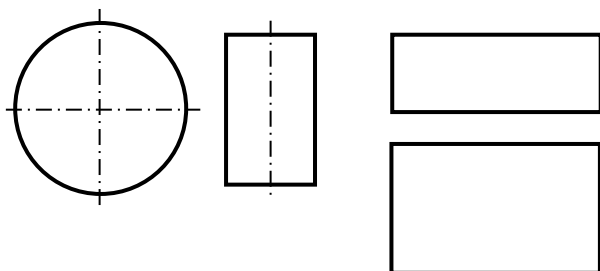


Рис. 11

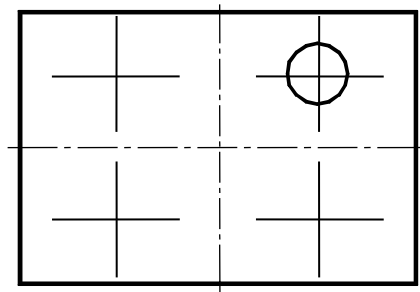


Рис. 12

Способы нанесения линейных размеров

Размеры могут быть заданы различным образом, и от разработчика изделия зависит выбор наиболее целесообразного варианта. Нанесение размеров производится от баз.

Базами называют поверхности, линии или точки (или их сочетание), которые определяют положение детали в механизме или от которых зависит положение других деталей. Различают четыре вида размерных баз: конструкторские, технологические, измерительные и сборочные, каждая из которых имеет свое назначение.

В качестве размерных баз принимают обработанные торцы, уступы, кромки, опорные, и другие поверхности (*действительные базы*). Базами могут быть оси симметрии, центровые линии, от которых удобно измерять раз-

меры (*мнимые базы*). Выбор размерных баз определяет способ нанесения размеров.

1. *Цепной способ* заключается в последовательном нанесении размеров, образующих как бы цепочку (рис. 13), определяющую последовательность обработки отдельных частей детали. При этом способе сложно соблюдать точность размеров при изготовлении

2. *Способ от общей базы (координатный)* заключается в нанесении размеров от одной базы (рис. 14). Он наиболее удобен при конструировании изделий, но не всегда удобен при изготовлении детали.

3. *Комбинированный способ* заключается в сочетании цепного способа и способа от общей базы (рис. 15). Он предпочтителен как обеспечивающий достаточную точность и удобство изготовления, измерения и контроля деталей без каких-либо дополнительных подсчетов размеров

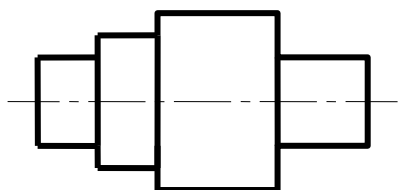


Рис. 13

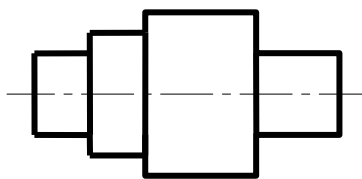


Рис. 14

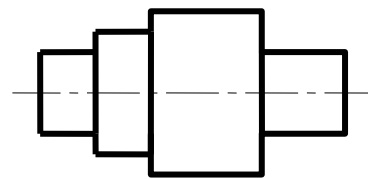


Рис. 15

Справочные размеры

Справочными называются размеры, которые не подлежат выполнению по данному чертежу и указываются для большего удобства пользования им.

На чертеже их отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: «* Размеры для справок».

К справочным относят один из размеров замкнутой размерной цепи и размеры, перенесенные с чертежей изделий-заготовок и др.

Конусность и уклон

Конусность. Под конусностью понимают отношение разности диаметров оснований усеченного конуса к его высоте: $K=(D_1 - D_2)/H$ или отношение диаметра основания полного конуса к его высоте.

Перед размерным числом, определяющим конусность, наносят знак конусности $\triangleleft$. Вершина знака направлена в сторону вершины конуса (рис. 16). Знак и величину конусности наносят на полке линии-выноски или над осью конуса.

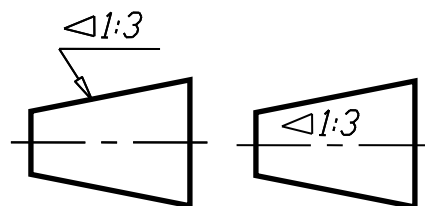
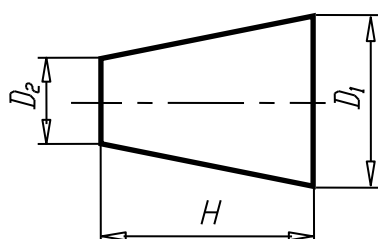


Рис. 16

Уклон. Уклоном называется отношение катетов прямоугольного треугольника.

Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак $\angle$, острый угол которого направлен в сторону уклона. Знак и величину уклона наносят на полке линии-выноски, оканчивающейся стрелкой (рис. 17). Уклон задается отношением, например: $\angle 1:3$.

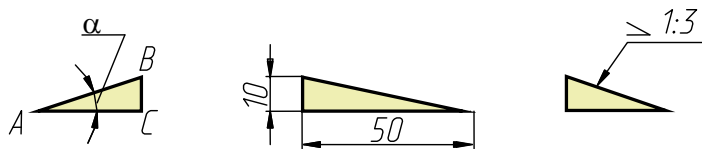


Рис. 17

Группировка размеров

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу,

рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, где геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 18). Если указывается размер ступенчатого отверстия (рис. 19), то его диаметры указываются там, где и глубина. Количество отверстий указывается один раз к меньшему диаметру.

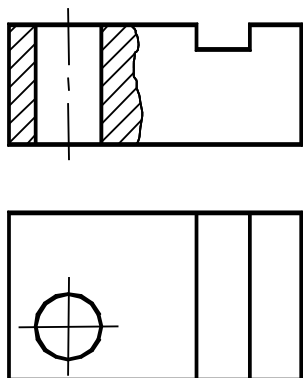


Рис. 18

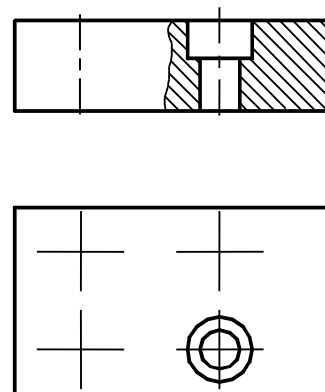


Рис. 19

Нанесение размеров элементов, равномерно распределенных по окружности

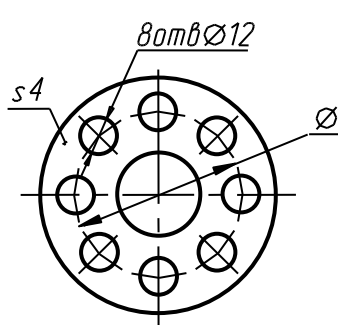


Рис. 20

Если на чертеже изображены элементы, равномерно расположенные по окружности (отверстия, углубления и т. п.), то угловые размеры, определяющие их взаимное расположение, не наносят, а указывают только количество эле-

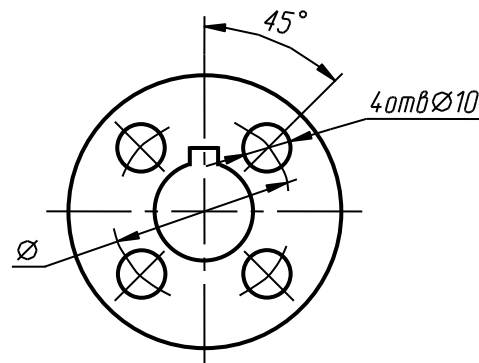


Рис. 21

ментов (рис. 20). Угол 45° (рис. 21) задать необходимо, так как он определяет положение четырех отверстий $\varnothing 10$ относительно паза.

Нанесение размеров фасок

При нанесении размеров конических фасок *размерную линию проводят параллельно оси конуса*. Первое число обозначения указывает высоту усеченного конуса, второе – угол наклона образующих конуса (если угол наклона образующих конуса равен 45° , рис. 22).

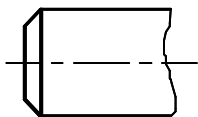


Рис. 22

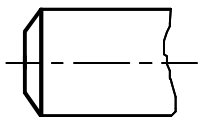


Рис. 23

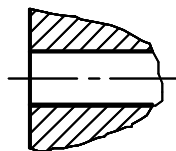


Рис. 24

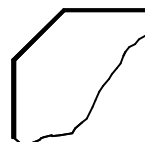


Рис. 25

При любом другом значении угла указывают два размера – линейный и угловой (рис. 23).

Если высота фаски на чертеже равна 1 мм и менее, то фаску не изображают, а размер наносят (рис. 24). Плоские фаски задают или линейным и угловым, или двумя линейными размерами (рис. 25).

Размеры двух симметричных элементов

Для повышения наглядности чертежа и ускорения работы применяют

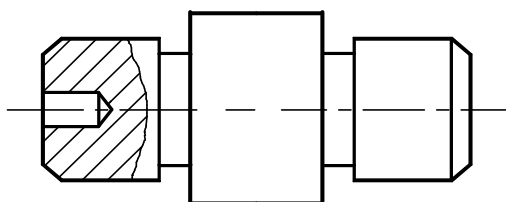
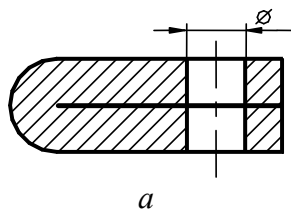


Рис. 26

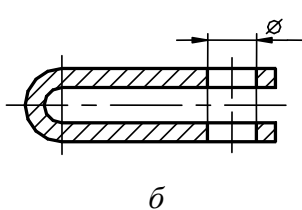
упрощения, чтобы сократить количество наносимых размеров, а иногда даже изображений. Так, например, размеры двух симметрично расположенных элементов предмета, кроме отверстий, наносят только один раз без указания их количества и группируют, как правило, в одном месте (рис. 26).

Размеры фасок и проточек в размерную цепь не включают.

Одинаковые элементы, расположенные в разных частях предмета (например, отверстия), рассматривают как один элемент, если между этими элементами нет промежутка (рис. 27, а) или если эти элементы соединены тонкими сплошными линиями (рис. 27, б). В противном случае указывают полное количество элементов (два отверстия $\varnothing 10$, рис. 28).



а



б

Рис. 27

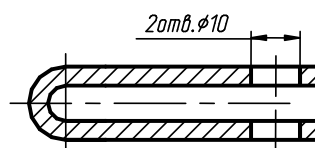
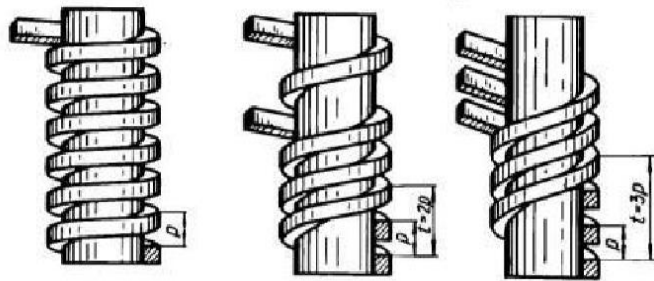
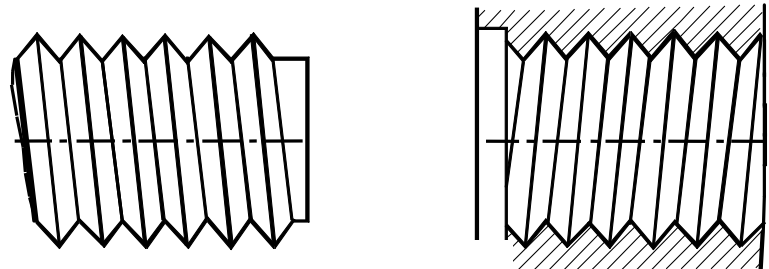
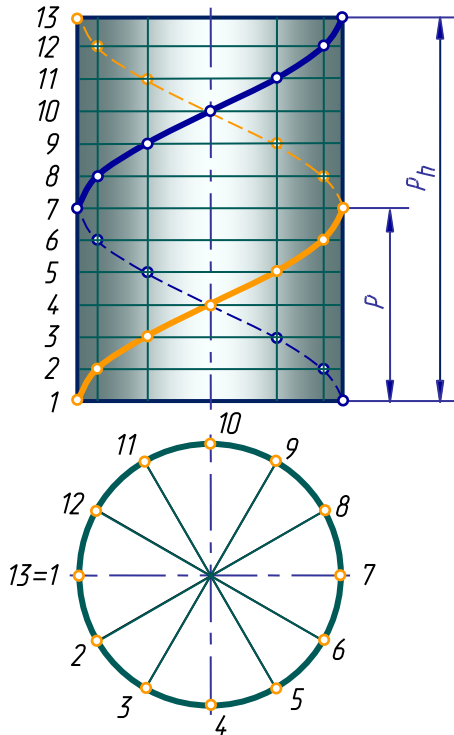


Рис. 28

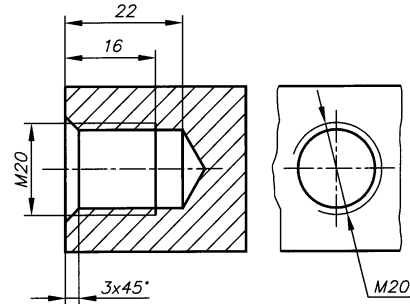
Резьба

Резьба — это поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. Если винтовое движение совершает точка, то производимую ею пространственную кривую называют винтовой линией (рис. 1).



а) однозаходная б) многозаходные

Глухое резьбовое отверстие



Основные параметры резьбы

- *наружный (номинальный) диаметр резьбы d, D* — диаметр воображаемого цилиндра или конуса, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы;
- *внутренний диаметр резьбы d_1, D_1* — диаметр воображаемого цилиндра или конуса, описанного вокруг впадин наружной резьбы или вершин внутренней резьбы;
- *профиль резьбы* — контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ее ось: треугольный, трапециевидальный, прямоугольный, круглый (например, на рис. 2, профиль треугольный);

угол α (угол профиля резьбы) – угол между смежными боковыми сторонами профиля;

- шаг цилиндрической резьбы P – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля;

- ход цилиндрической резьбы P_h – расстояние, на которое переместится точка за один полный оборот; в однозаходной резьбе ход равен шагу, в многозаходной – произведению шага P на число заходов n : $P_h = n \times P$;

- направление резьбы: правое (вращение по часовой стрелке), левое (против часовой стрелки); указывается в условном обозначении резьбы буквами LH ;

- поверхность, на которой нарезана резьба – цилиндрическая или коническая.

Изображение резьбы на чертежах

На стержне

Резьбу изображают условно сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему (рис. 2). На видах слева или справа по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутой в любом месте. Границу резьбы проводят сплошной основной линией до линии наружного диаметра резьбы (рис. 2, а).

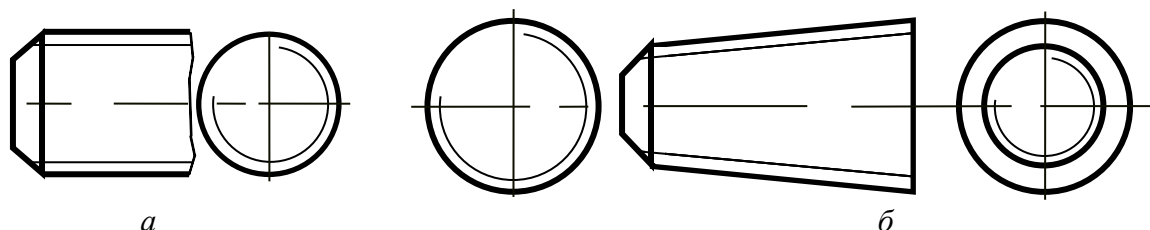


Рис. 2

В отверстиях

Резьбу в отверстиях при выполнении разреза изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими – по наружному (рис. 3). На видах сбоку по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутой в любом месте.

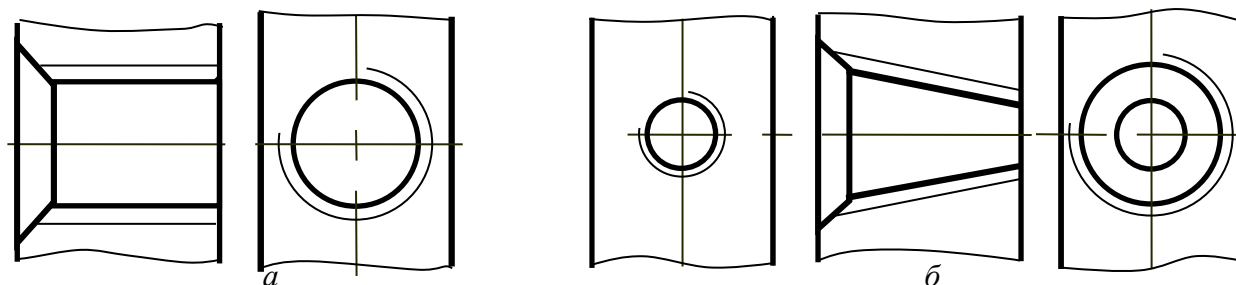


Рис. 3

Границу резьбы в отверстии показывают сплошной основной линией, проводя ее до линий наружного диаметра резьбы.

Линии штриховки в разрезах и сечениях проводят до линий наружного диаметра резьбы на стержне и до линий внутреннего диаметра в отверстии, т. е. в обоих случаях до сплошных основных линий.

В соединении

На разрезах резьбового соединения при изображении на плоскости, параллельной его оси, в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 4).

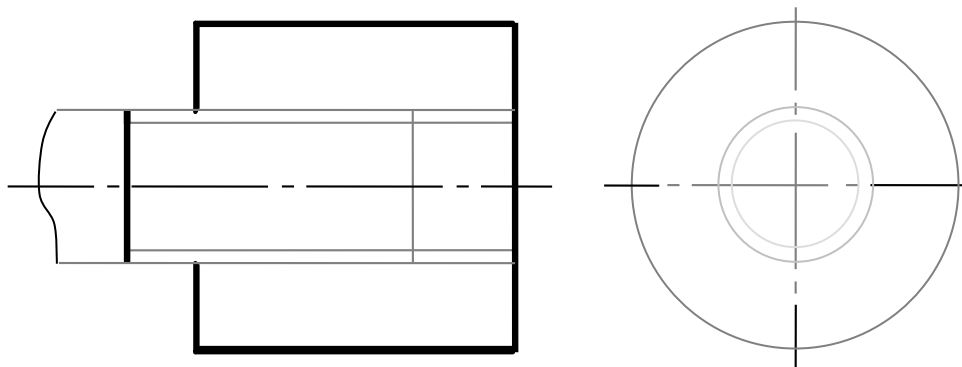


Рис. 4

Классификация резьб

- по форме поверхности, на которой нарезана резьба (цилиндрические, конические);
- по форме профиля (треугольная, прямоугольная, трапецеидальная, круглая и др.);
- по направлению винтовой поверхности (правые и левые);
- по числу заходов – числу винтовых линий (однозаходные, многозаходные);
- по расположению резьбы на поверхности стержня или в отверстии (внешние и внутренние);
- по назначению (крепежные, крепежно-уплотнительные, ходовые, специальные и др.).

Крепежные резьбы

Цилиндрические резьбы

Резьба метрическая

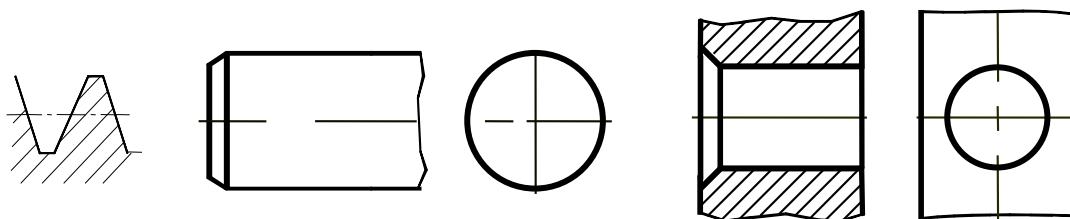


Рис. 5

Метрическая резьба может быть выполнена *многозаходной*.

В условное обозначение многозаходной резьбы входят: буква *M*, номинальный диаметр резьбы, числовое значение хода и в скобках буква *P* с числовым значением шага.

Резьба дюймовая

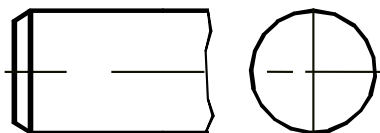
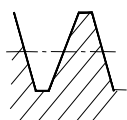
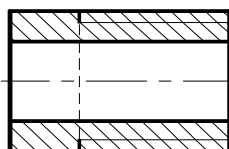
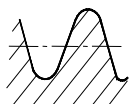
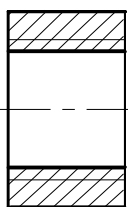


Рис. 6

Резьба трубная



a



б

Рис. 7

В условное обозначение трубной цилиндрической резьбы входит буква *G*, указывающая тип резьбы, и обозначение размера резьбы (т. е. размера внутреннего диаметра трубы, на которой резьба нарезана). Например, обозначение

G1 (рис. 7, *a*) означает, что резьба трубная цилиндрическая нарезана на трубе с внутренним диаметром 25,4 мм (т. е. один дюйм). Обозначение внутренней трубной резьбы (рис. 7, *б*) расшифровывается как условное обозначение трубной цилиндрической резьбы в отверстии, в которое ввертывается труба с внутренним диаметром 25,4 мм (т. е. один дюйм).

Конические резьбы

Метрическая

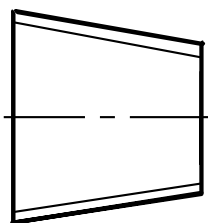
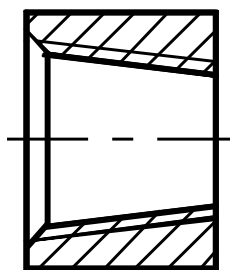


Рис. 8



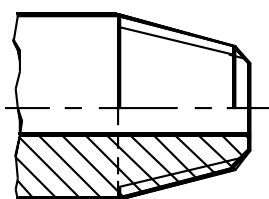


Рис. 9

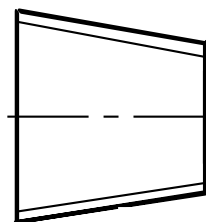
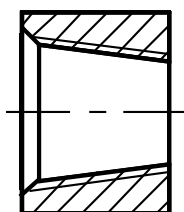
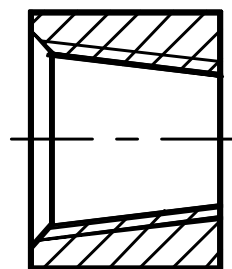


Рис. 10



Ходовые резьбы

Трапецеидальная

Трапецеидальная одноходовая резьба по ГОСТ 9484-81 имеет профиль в виде равнобоковой трапеции с углом 30° между боковыми сторонами (рис. 11). Для каждого диаметра предусмотрено, как правило, три шага. В условном обозначении одноходовой трапецеидальной резьбы указывают буквы *Tr*, наружный диаметр и шаг, например: *Tr 32 × 6*.

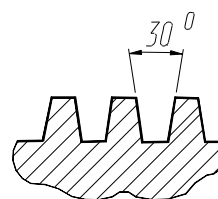
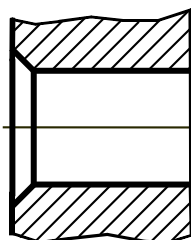
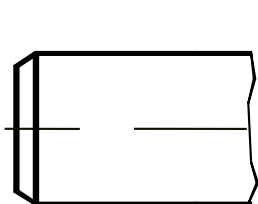


Рис. 11

Многозаходная трапецеидальная резьба обозначается буквами *Tr*, номинальным наружным диаметром резьбы, числовым значением хода и в скобках буквой *P* и числовым значением шага. Между номинальным диаметром и значением хода резьбы ставят знак «×», например: *Tr20×4(P2)*. Обозначение левой резьбы дополняют буквами *LH*, например: *Tr80×40(P10)LH*.

Упорная

Упорная резьба по ГОСТ 10177-82 имеет профиль в виде неравнобокой трапеции с углом 3° рабочей стороны и 30° нерабочей (рис. 12). Как и трапецеидальная, упорная резьба при одном диаметре может иметь различные шаги. В условное обозначение упорной резьбы входят буква *S* (указывающая тип резьбы), номинальный наружный диаметр и шаг, например: *S50×8*. Для левой резьбы указывают буквы *LH*, например: *S50×8LH*.

Условное обозначение многозаходной резьбы содержит букву *S*, номинальный наружный диаметр, значение хода, в скобках букву *P* и значение шага, например: *S50×24(P8)*.

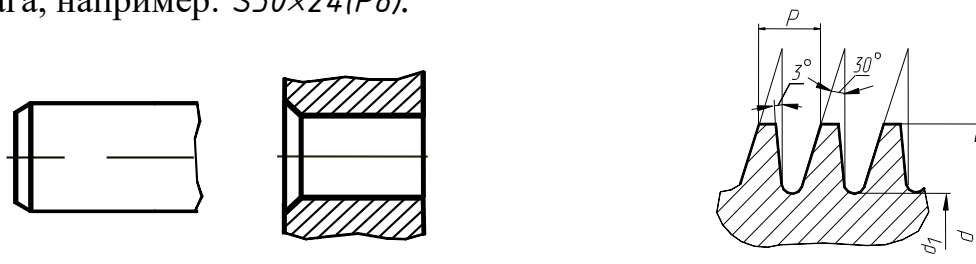
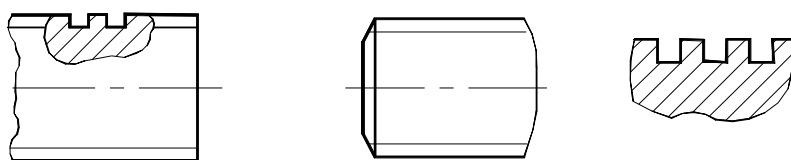


Рис. 12

Прямоугольная

Резьба прямоугольная (квадратная) не стандартизована. Так как резьба не стандартизирована, то на чертеже приводят все данные, необходимые для ее изготовления (рис. 15). Прямоугольная резьба имеет высокий КПД, но обладает меньшей прочностью по сравнению с трапецеидальной и упорной резьбой.

Рис. 13



Специальные резьбы

Специальные резьбы бывают:

- со стандартным профилем и нестандартными размерами шага или диаметра. В обозначение таких резьб включают буквы *Sp* (резьба специальная), затем указывают обозначение резьбы, размеры наружного диаметра и шага. Например, *SpM20×0,8* означает, что резьба специальная метрическая с наружным диаметром 20 мм и мелким нестандартным шагом 0,8 мм.

- резьбы, имеющие узковедомственное назначение. Например:

- резьба окулярная для оптических приборов

OK40×6(P1.5) ГОСТ 5359-71;

- резьба Эдиссона круглая для цоколей и патронов электрических ламп.

Пример обозначения:

E14 ГОСТ 6042-83;

- резьба круглая для санитарно-технической арматуры (для шпинделей вентилей смесителей, туалетных и водопроводных кранов) только с резьбой диаметра 12 мм.

Пример обозначения:

Кр.12×2,54 ГОСТ 13536-68,

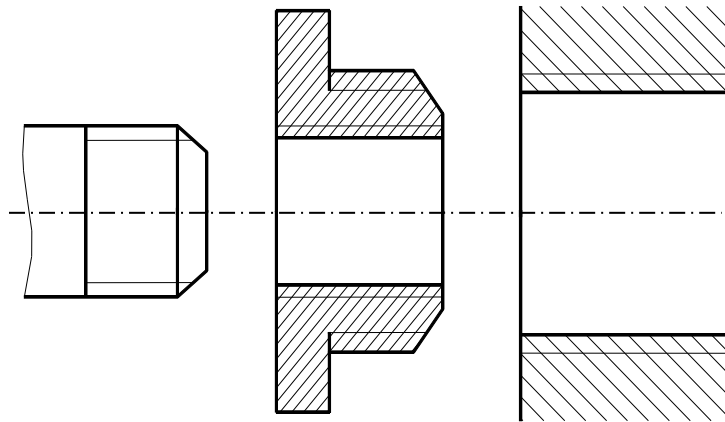
где диаметр резьбы – 12 мм и шаг – 2,54 мм.

Тип резьбы	Профиль резьбы	Условное изображение и обозначение резьбы			
		Наружная резьба		Внутренняя резьба	
		На пл-ти параллельно оси резьбы	На пл-ти перпенди- кулярно оси резьбы	В разрезе	На виде (при отсутствии разреза)
Метрическая с крупным шагом ГОСТ 9150-81					
Метрическая с мелким шагом ГОСТ 9150-81					
Дюймовая цилиндрическая ОСТ НКТП 1260					
Коническая дюймовая ГОСТ 6111-52					
Трубная цилиндрическая ГОСТ 6357-81					
Трубная коническая ГОСТ 6211-81					
Тrapeцидальная ГОСТ 9484-81					
Упорная ГОСТ 10177-82					
Прямоугольная					

ПРАКТИКУМ

Соединения

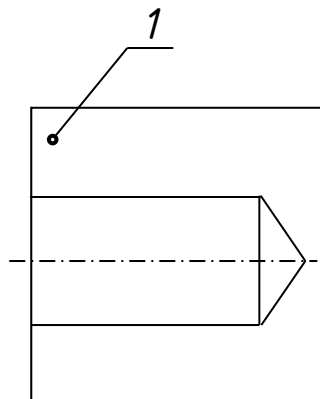
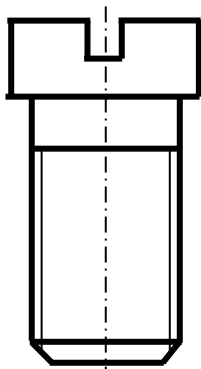
23. Вычертить детали в сборке.



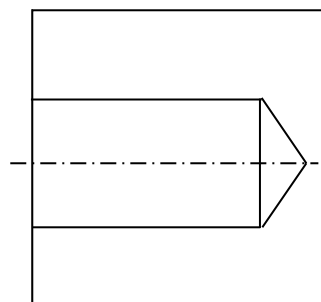
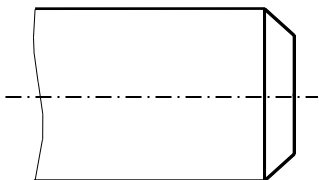
Обозначение на чертеже резьбы:

- | | |
|-----------------|---|
| метрической | — |
| трубной | — |
| дюймовой | — |
| трапецеидальной | — |
| упорной | — |
| прямоугольной | — |
| специальной | — |

24. С помощью винта присоединить к детали 1 (предварительно в ней нарезать резьбу) пластину (подсчитать толщину пластины). Выполнить продольный разрез и поперечное сечение по соединению.

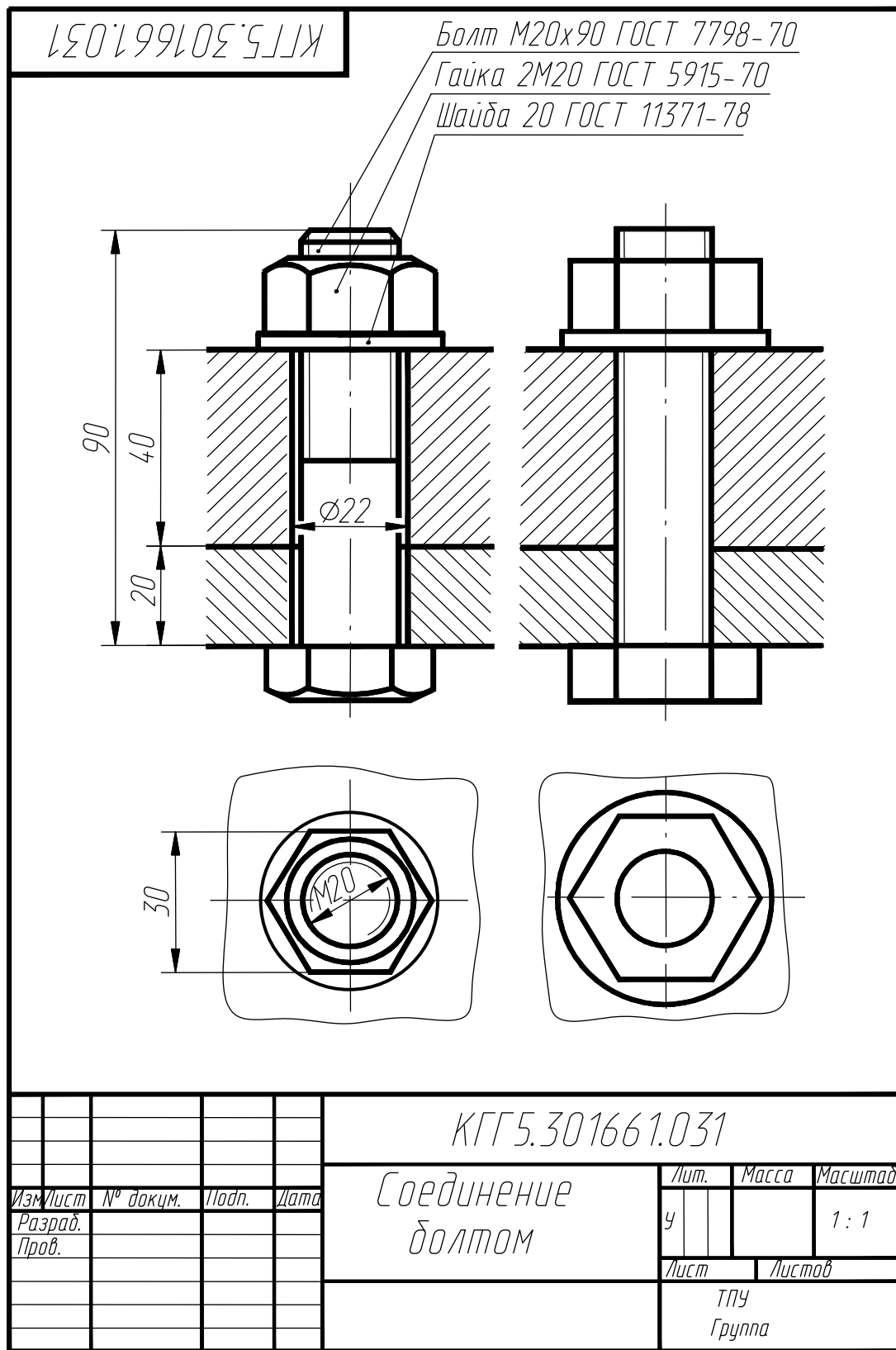


25. Начертить линии резьбы на стержне и в отверстии. На стержне обозначить резьбу метрическую с диаметром 22 мм левую, в отверстии обозначить резьбу упорную с диаметром 22 мм двухзаходную с шагом 3.



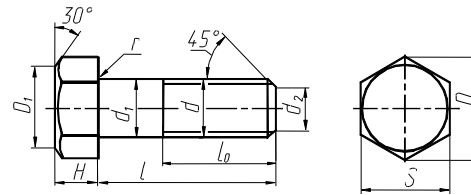
Образцы работы №4. Тема: Соединения

а) соединение болтом;



Соединение болтом

Болты с шестигранной головкой (нормальной точности) по ГОСТ 7798-70
Исполнение 1



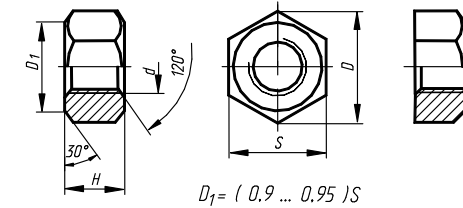
$$D_1 = (0,9 - 0,95)S; \quad d_1 = d$$

Пример условного обозначения

Болт М20×50 ГОСТ 7798-70 – болт с диаметром резьбы $d=20$ мм, длиной $l=50$ мм, исполнения 1, с крупным шагом резьбы.

Номинальный диаметр резьбы, d	8	10	12	16	20	30	36	42
Шаг резьбы, P	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3,5	4	4,5
Размер «под ключ», S	13	17	19	24	30	46	55	65
Высота головки, H	5,5	7	8	10	13	19	23	26
Диам. описан. окр., D	14,2	18,7	20,9	26,5	33,3	50,9	60,8	72,1
Диаметр фаски, d_2	5,5	7	8,5	12	15	23	28	32
Длина болта, l	Длина резьбы l_0 (знаком × отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)							
45	22	26	30	38	×	×	-	-
50	22	26	30	38	×	×	×	-
55	22	26	30	38	46	×	×	×
60	22	26	30	38	46	×	×	×
65	22	26	30	38	46	×	×	×
70	22	26	30	38	46	×	×	×
75	22	26	30	38	46	66	×	×
80	22	26	30	38	46	66	×	×
90	22	26	30	38	46	66	78	×
100	22	26	30	38	46	66	78	×
110	22	26	30	38	46	66	78	90
120	22	26	30	38	46	66	78	90

Гайки шестигранные (нормальной точности) по ГОСТ 5915-70
Исполнение 1



$$D_1 = (0,9 \dots 0,95) S$$

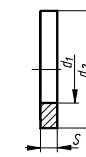
Примеры условного обозначения

Гайка М20 ГОСТ 5915-70 – гайка исполнения 1 с диаметром резьбы $d=20$ мм, с крупным шагом резьбы.
Гайка 2М20 ГОСТ 5915-70 – то же, исполнения 2.

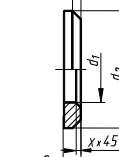
Номинальный диаметр резьбы, d	8	10	12	16	20	30	36	42
Размер «под ключ», S	13	17	19	24	30	46	55	65
Диам. описан. окр., D	14,2	18,7	20,9	26,5	33,3	50,9	60,8	72,1
Высота гайки, H	6,5	8	10	13	16	24	29	34

Шайбы нормальные по ГОСТ 11371-78

Исполн. 1



Исполн. 2



Примеры условного обозначения

Шайба 20 ГОСТ 11371-78 - шайба нормальная исполнения 1 для крепежной детали с диаметром резьбы 20 мм
Шайба 2.20 ГОСТ 11371-78 - то же, исполнения 2

Номинальный диаметр резьбы, d	8	10	12	16	20	30	36	42
Внутренний диаметр, d_1	8,4	10,5	13	17	21	31	37	43
Наружный диаметр, d_2	17	21	24	30	37	56	66	78
Толщина, s	1,6	2	2,5	3	3	4	5	7
Фаска	e	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	1,2	1,7
	x	0,8	1,0	1,2	1,5	1,5	1,5	2,1

Задание

Выполнить два изображения соединения болтом по действительным размерам и упрощенное его изображение по ГОСТ 2.315-68.

Методические указания

Рабочая длина болта подсчитывается по формуле $l=l_1+l_2+S+H+K$ (рис. 1). Диаметр сквозных отверстий деталей принимается равным $1,1 d$, где d – диаметр резьбы. Часть детали, выходящая за гайку, принимается равной $(0,25 - 0,35) d$. Фаски на головке болта и гайке вычерчиваются, как показано на рис. 3. Упрощенное изображение строится, как показано на рис. 2. при этом размеры гайки, шайбы и головки болта получаются несколько большими.

Таблица заданий					
№ зад.	Номинальный диаметр резьбы, d	Толщина соединяемых деталей		Исполнение	
		1	2	Гайка	Шайба
1	8	20	14	2	2
2	10	16	16	1	1
3	12	20	14	2	1
4	16	24	15	2	2
5	20	25	20	1	1
6	30	24	20	2	1
7	36	40	35	1	2
8	42	35	30	2	2
9	8	25	14	2	1
10	10	20	12	1	1
11	12	15	14	1	2
12	16	24	20	2	1
13	20	30	20	2	2
14	30	34	20	2	1
15	36	35	30	2	2
16	42	30	25	1	1
17	8	22	12	1	2
18	10	20	17	2	2
19	12	24	10	2	1
20	16	20	14	1	1
21	20	30	25	1	2
22	30	40	24	2	1
23	36	30	25	1	1
24	42	40	25	2	2
25	8	20	14	2	2
26	10	16	16	1	1
27	12	20	14	2	1
28	16	24	15	2	2
29	20	25	20	1	1
30	30	24	20	2	1

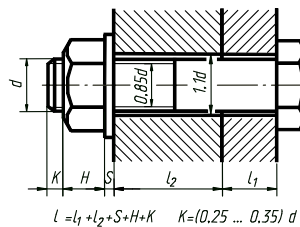


Рис. 1

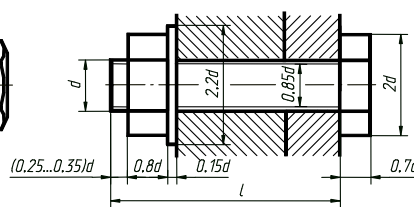


Рис. 2

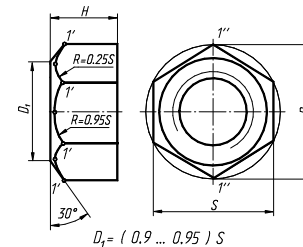
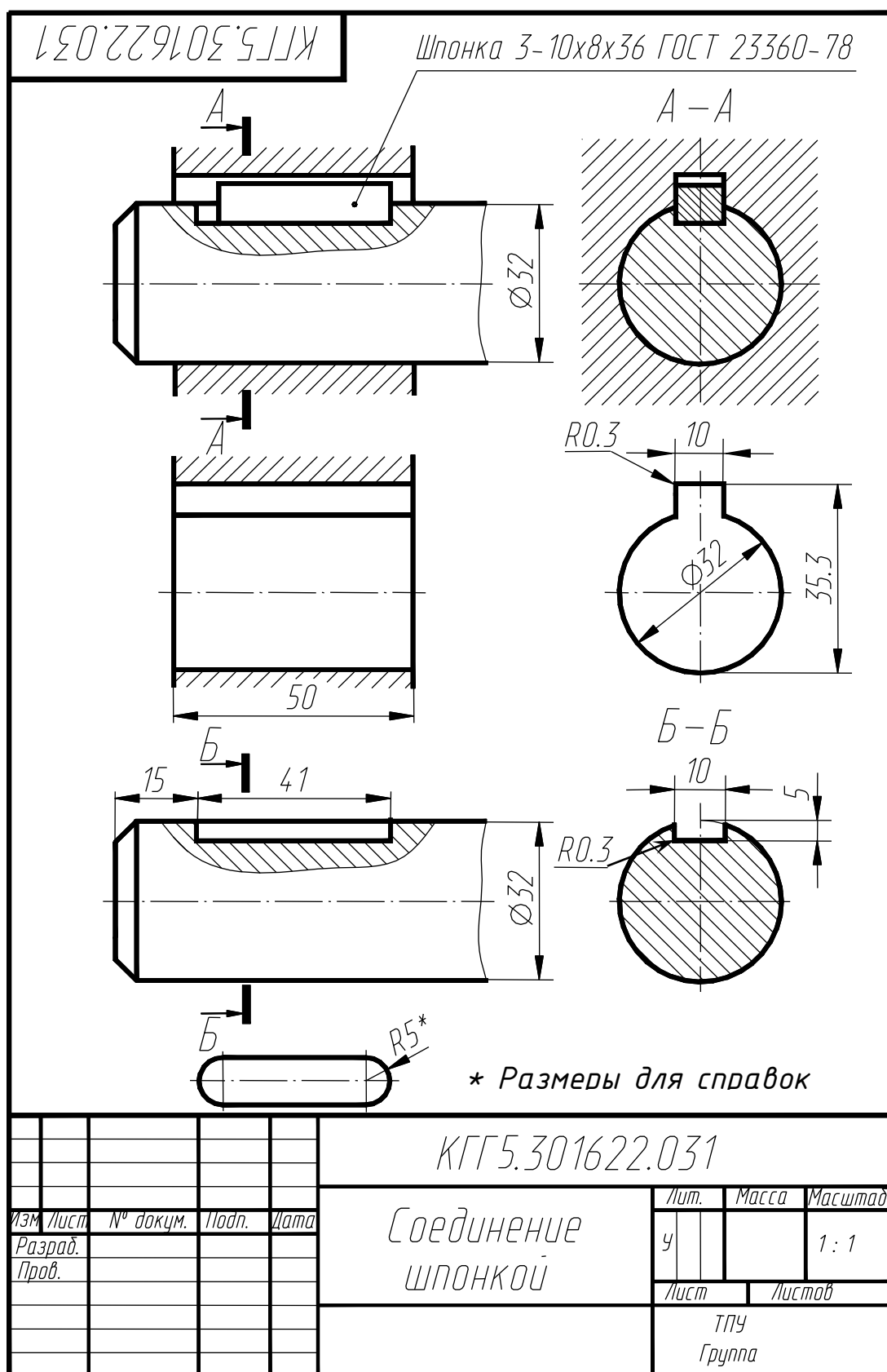


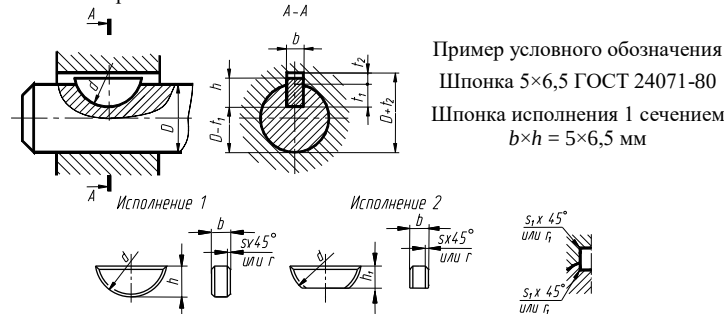
Рис. 3

б) соединение шпонкой;



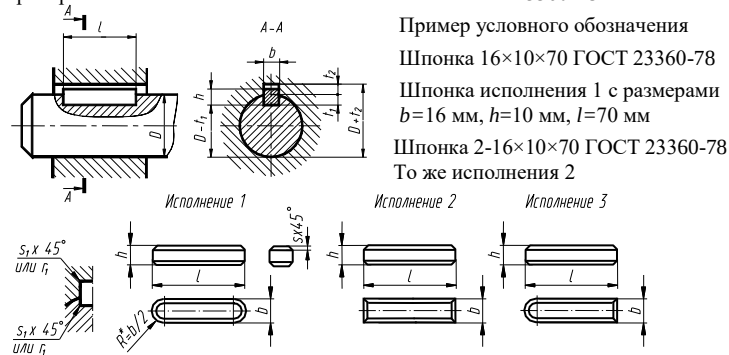
Соединение шпонкой

Размеры сегментных шпонок и сечений пазов по ГОСТ 24071-80



Диаметр вала, D	Размеры шпонки			Глубина паза		Фаска s или радиус r	Фаска s ₁ или радиус r ₁
	b	h	d	Вал t ₁	Втулка t ₂		
19-20	5	7,5	19	5,5	2,3	0,25-0,4	0,16-0,25
21-22	5	8	22	6,5	2,3	0,25-0,4	0,16-0,25
23-25	6	9	22	7,0	2,8	0,25-0,4	0,16-0,25
26-28	6	10	25	7,5	2,8	0,25-0,4	0,16-0,25
29-32	8	11	28	8,0	3,3	0,4-0,6	0,25-0,4
33-38	10	13	32	10	3,3	0,4-0,6	0,25-0,4

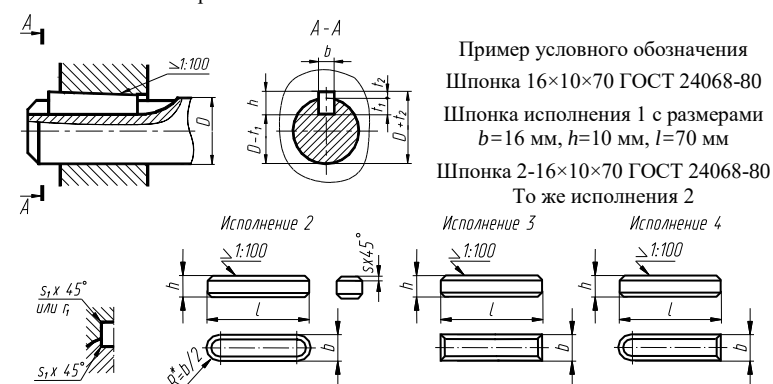
Размеры призматических шпонок и сечений пазов по ГОСТ 23360-78



Диаметр вала, D	Размеры шпонки			Глубина паза		Фаска s или радиус r	Фаска s ₁ или радиус r ₁
	b	h	l	Вал t ₁	Втулка t ₂		
18-22	6	6	14-70	3,5	2,8	0,25-0,4	0,16-0,25
23-30	8	7	18-90	4	3,3	0,25-0,4	0,16-0,25
31-38	10	8	22-110	5	3,3	0,4-0,6	0,25-0,4
39-44	12	8	28-140	5	3,3	0,4-0,6	0,25-0,4
45-50	14	9	32-160	5,5	3,8	0,4-0,6	0,25-0,4
51-58	16	10	45-180	6	4,3	0,4-0,6	0,25-0,4

Ряд длин l: 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 93, 100, 110, 125, 140, 160, 180

Размеры клиновых шпонок и сечений пазов по ГОСТ 24068-80



Диаметр вала, D	Размеры шпонки			Глубина паза		Фаска s или радиус r	Фаска s ₁ или радиус r ₁
	b	h	l	Вал t ₁	Втулка t ₂		
18-22	6	6	14-70	3,5	2,2	0,25-0,4	0,16-0,25
23-30	8	7	18-90	4	2,4	0,25-0,4	0,16-0,25
31-38	10	8	22-110	5	2,4	0,4-0,6	0,25-0,4
39-44	12	8	28-140	5	2,4	0,4-0,6	0,25-0,4
45-50	14	9	36-160	5,5	2,9	0,4-0,6	0,25-0,4
51-58	16	10	45-180	6	3,4	0,4-0,6	0,25-0,4

Ряд длин l: 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 93, 100, 110, 125, 140, 160, 180

Задание

Выполнить два изображения соединения шпонкой с продольным и поперечным разрезами. Выполнить чертежи вала и колеса со шпоночным пазом.

Методические указания

Выполнение чертежа начинайте с разметки листа, на котором отметьте место для основной надписи и верхней дополнительной графы. Масштаб изображения выберите так, чтобы чертеж получился крупным.

Толщина колеса l₁ (рис. 1) и размеры l₂-l₄ для шпоночного паза (рис. 2) выбираются самостоятельно.

Чертеж элемента колеса со шпоночным пазом (рис. 1) и вала со шпоночным пазом (рис. 2) допускается выполнять на обратной стороне листа.

Таблица заданий			
№ зад.	Диаметр вала, D, мм	Шпонка по ГОСТ	Исполнение
1	20	24071-80	2
2	25	23360-78	1
3	50	24068-80	4
4	24	24071-80	1
5	52	23360-78	2
6	30	24068-80	3
7	26	24071-80	1
8	28	23360-78	3
9	25	24068-80	2
10	30	24071-80	2
11	32	23360-78	1
12	56	24068-80	4
13	34	24071-80	1
14	50	23360-78	2
15	32	24068-80	3
16	22	24071-80	1
17	30	23360-78	3
18	36	24068-80	2
19	25	24071-80	2
20	30	23360-78	1
21	34	24068-80	2
22	28	24071-80	1
23	56	23360-78	2
24	40	24068-80	3
25	32	24071-80	1
26	28	23360-78	1
27	20	24068-80	4
28	35	24071-80	2
29	26	23360-78	1
30	28	24068-80	2

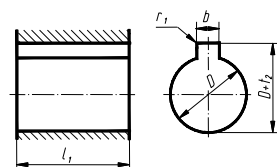


Рис. 1

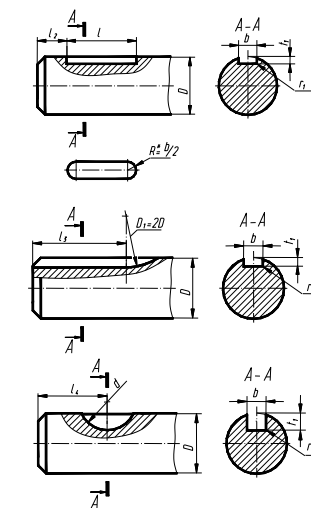
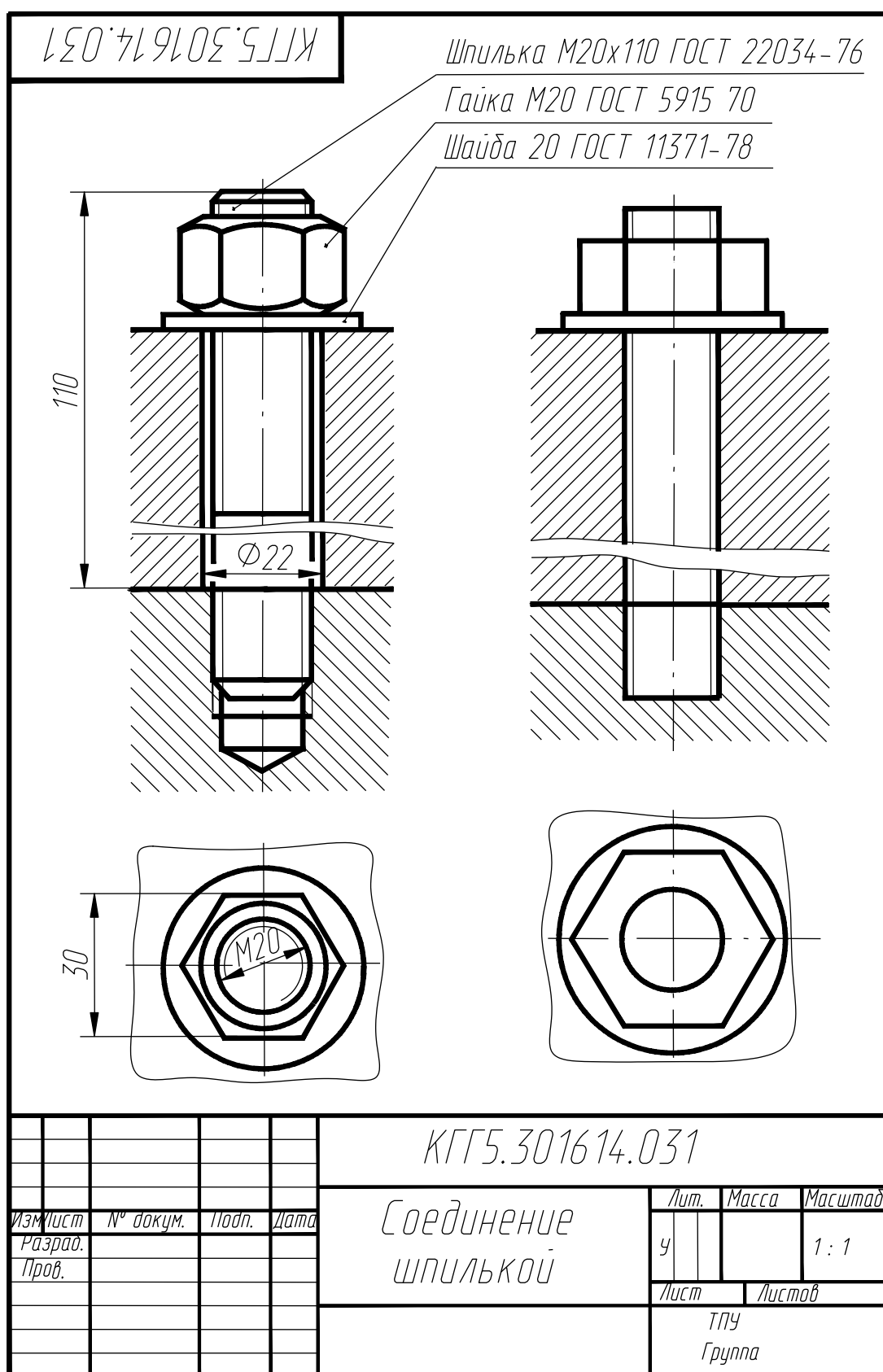


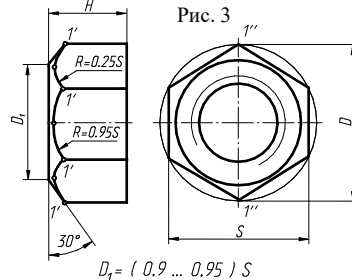
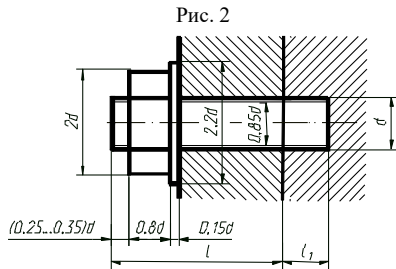
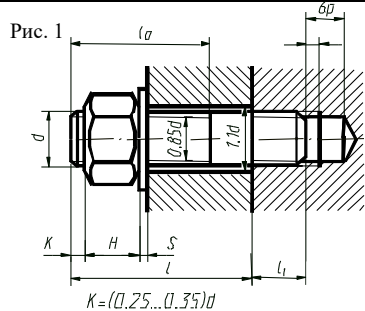
Рис. 2

в) соединение шпилькой;



Соединение шпилькой

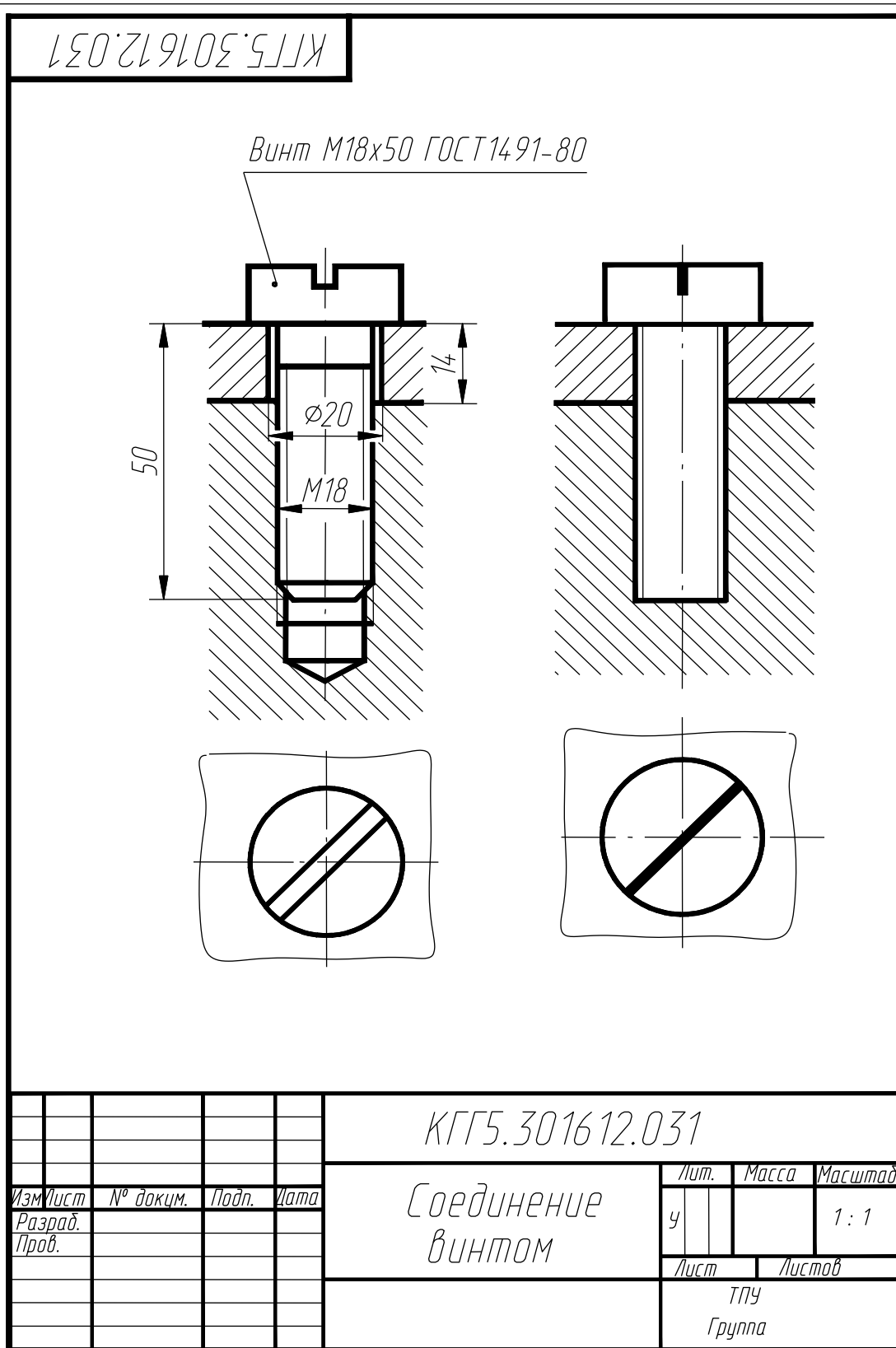
Таблица заданий						Шпильки для деталей с резьбовыми отверстиями (нормальной точности)										Гайки шестигранные (нормальной точности) по ГОСТ 5915-70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
№ зад.	Номинальный диаметр резьбы, d	Рабочая длина шпильки, l	по Шпилька ГОСТ	Исполнение		ГОСТ	Длина ввинчиваемого конца	Материал детали							Исполнение 1				Исполнение 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
				Гайка	Шайба																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												



Задание
Выполнить два изображения соединения шпилькой по действительным размерам и упрощенное его изображение по ГОСТ 2.315-68.

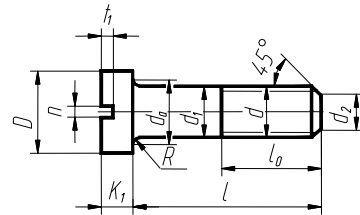
Методические указания
При выполнении чертежа соединения по действительным размерам глубина гнезда и нарезка резьбы в нем выбираются в зависимости от шага резьбы p и l (рис. 1). диаметр сквозного отверстия детали берется равным $1,1 d$, где d – диаметр резьбы. Часть шпильки, выходящая за гайку, принимается (0Б25 – 0Б35) d . Фаски на гайке вычерчиваются, как показано на рис. 3. Упрощенное изображение строится, как показано на рис. 2, при этом размеры гайки и шайбы получаются несколько большими.

г) соединение винтом;

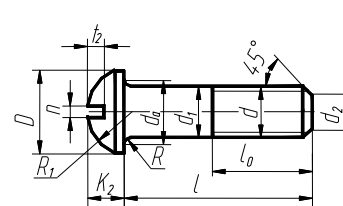


Соединение винтом

Винты с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491-80



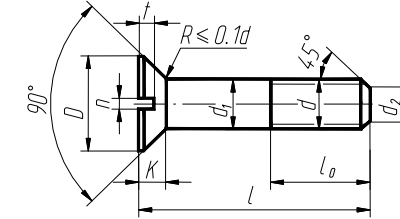
Винты с полукруглой головкой по ГОСТ 17473-80



$d_1 = d$

Номинальный диаметр резьбы, d	4	5	6	8	10	12	14	16	18
Шаг резьбы, P	0,7	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,0	2,5
Диаметр головки, D	7	8,5	10	13	16	18	21	24	27
Высота головки, K_1	2,6	3,3	3,9	5	6	7	8	9	10
K_2	2,8	3,5	4,2	5,6	7	8	9,5	11	12
Радиус головки, R_1	3,6	4,4	5,1	6,6	8,1	9,1	10,5	12,1	13,6
Ширина шлица, n	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0	4,0
Глубина шлица, t_1	1,4	1,7	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
t_2	1,6	2,1	2,3	3,2	4,0	4,2	4,5	5,0	5,5
Радиус под головкой, R	0,2	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
d_a	4,7	5,7	6,8	9,2	11,2	14,2	16,2	18,2	20,2
Диам. фаски, d_2	2,5	3,5	4	5,5	7	8,5	10	12	13
Длина винта, l	Длина резьбы l_0 (знаком × отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)								
20	14	16	×	×	×	-	-	-	-
25	14	16	18	×	×	×	-	-	-
30	14	16	18	22	×	×	×	-	-
35	14	16	18	22	26	30	×	×	×
40	14	16	18	22	26	30	34	×	×
45	-	16	18	22	26	30	34	38	×
50	-	16	18	22	26	30	34	38	42
55	-	-	18	22	26	30	34	38	42
60	-	-	18	22	26	30	34	38	42
65	-	-	-	22	26	30	34	38	42

Винты с потайной головкой по ГОСТ 17475-80



$d_1 = d$

Пример условного обозначения
Винт М10×55 ГОСТ 17475-80 - винт с потайной головкой исполнения 1, с диаметром резьбы $d=10$ мм, с крупным шагом резьбы, длиной $l=55$ мм

Номинальн. Диам. резьбы, d	4	5	6	8	10	12	14	16	18
Шаг резьбы, P	0,7	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,0	2,5
Диаметр головки, D	7,4	9,2	11	14,5	18	21,5	25	28,5	32,5
Высота головки, K_1	2,2	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Ширина шлица, n	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0	4,0
Глубина шлица, t_1	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Диам. фаски	2,5	3,5	4	5,5	7	8,5	10	12	13
Длина винта, l	Длина резьбы l_0 (знаком × отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)								
20	14	×	×	×	×	-	-	-	-
25	14	16	18	×	×	×	×	-	-
30	14	16	18	×	×	×	×	×	-
35	14	16	18	22	×	×	×	×	×
40	14	16	18	22	26	×	×	×	×
45	-	16	18	22	26	30	×	×	×
50	-	16	18	22	26	30	34	×	×
55	-	-	18	22	26	30	34	38	×
60	-	-	18	22	26	30	34	38	42
65	-	-	-	22	26	30	34	38	42

Задание

Выполнить два изображения соединения винтом по действительным размерам и упрощенное изображение по ГОСТ 2.315-68

Методические указания

При выполнении чертежа соединения винтом по действительным размерам толщина детали 1, глубина гнезда дет. 2 и нарезки резьбы в нем выбирается в зависимости от шага резьбы P (рис. 1). Диаметр сквозного отверстия дет. 1 принимается равным $1,1d$, где d – диаметр резьбы. Головка винта изображается, как показано на рис. 2 или на образце выполненной работы.

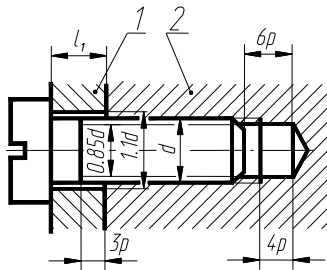


Рис. 1

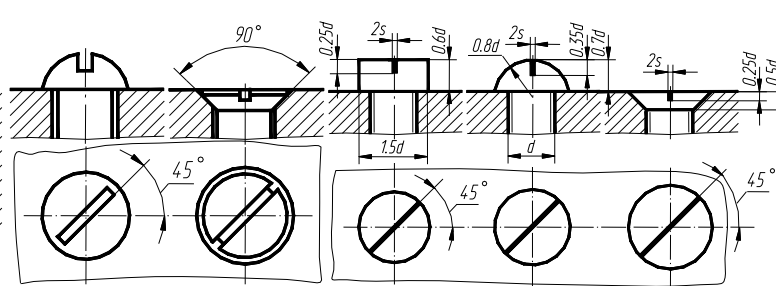


Рис. 2

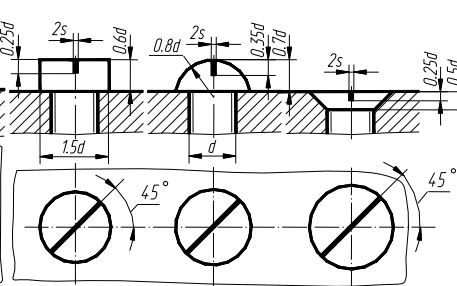
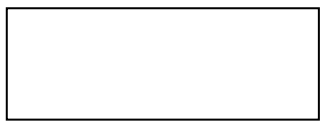


Рис. 3

Соединения неразъемные и разъемные

Соединения



Неразъемные соединения
Соединение сваркой

Типы швов

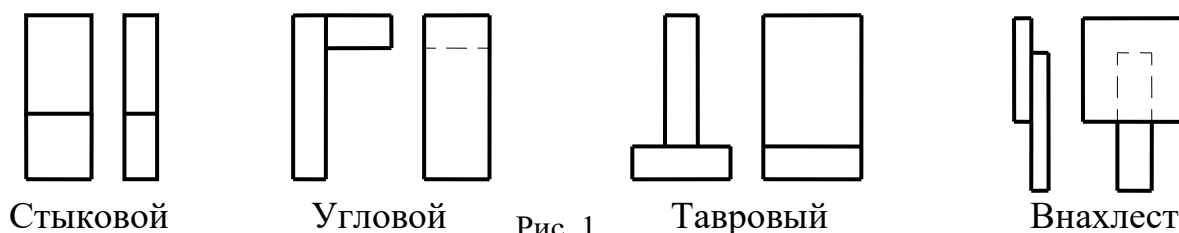


Рис. 1

Обозначение сварных швов

На рис. 2 схематично показана структура обозначения стандартного шва согласно ГОСТ 2.312-72. При обозначении шва на чертеже помещают

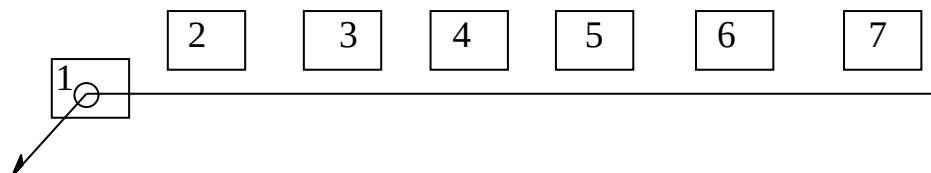


Рис. 2

1. Вспомогательные знаки шва по замкнутой линии и монтажного шва.
2. Номер стандарта на тип и конструкцию шва.
3. Буквенно-цифровое обозначение шва по указанному стандарту на его конструкцию. Например: С4 – шов стыкового соединения без скоса кромок.
4. Условное обозначение способа сварки (допускается не указывать для ручной электродуговой сварки).
5. Знак ∇ и размер катета шва в мм.
6. Размеры шва (длина провара, диаметр точки и др.).
7. Вспомогательные знаки по дополнительной обработке шва.

Обозначение сварного шва, приведенное на рис. 3, означает следующее:

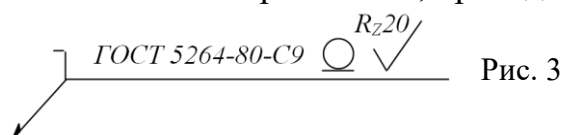


Рис. 3

Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний, выполняемый электродуговой ручной сваркой при монтаже изделия. Усиление шва снять. Шероховатость поверхности шва R_{z20} .



Изображение сварных швов

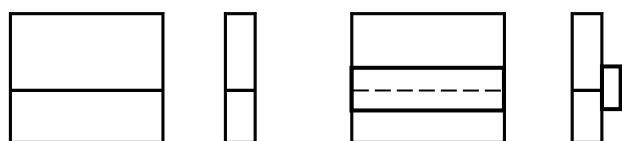


Рис. 4

Изображение видимых сварных точек

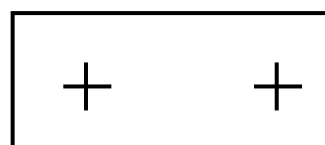


Рис. 5

Соединение пайкой

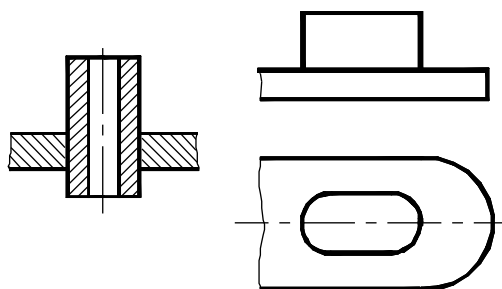
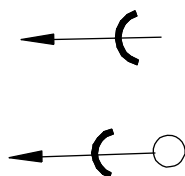


Рис. 6

Соединение склеиванием

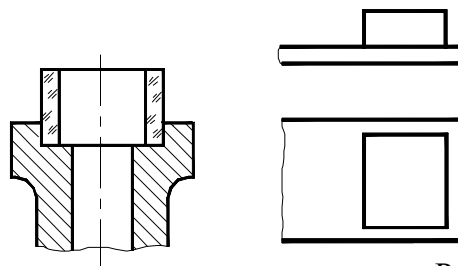
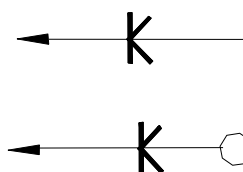


Рис. 7

Разъемные соединения

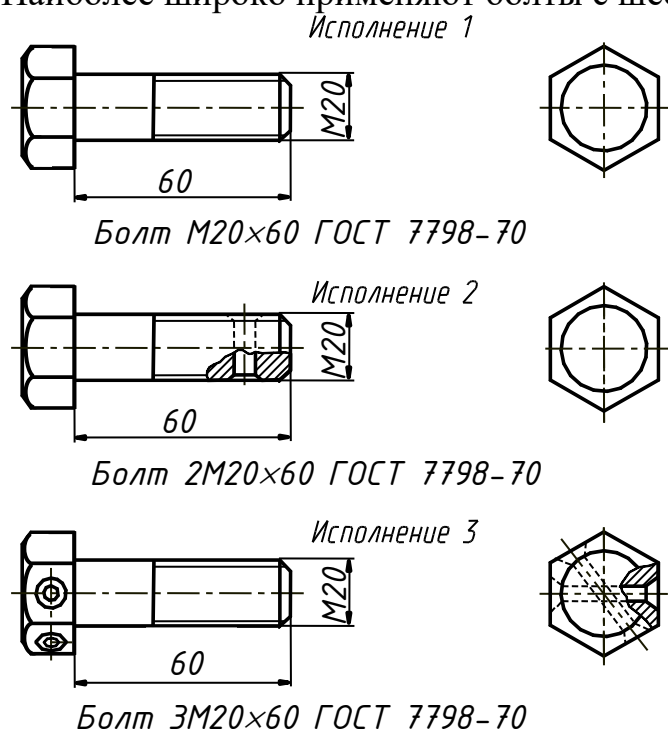
Резьбовые соединения

Крепежные детали

В условное обозначение крепежных деталей входит:

1. Наименование.
2. Исполнение (кроме 1).
3. Диаметр резьбы.
4. Шаг резьбы (для метрической резьбы с мелким шагом).
5. Длина стержня (для болта, винта, шпильки).
6. Номер стандарта.

Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, а на другом – резьба для наворачивания гайки. Наиболее широко применяют болты с шестигранной головкой.



Болты могут иметь метрическую резьбу с крупным или мелким шагом. На рис. 8 показаны три исполнения болта с шестигранной головкой:

- без отверстия в стержне и головке;
- с отверстием в стержне для стопорения шплинтом;
- с двумя отверстиями в головке для стопорения проволокой.

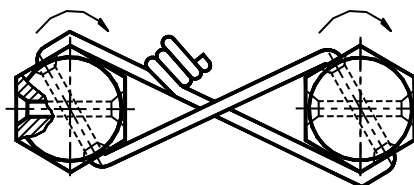
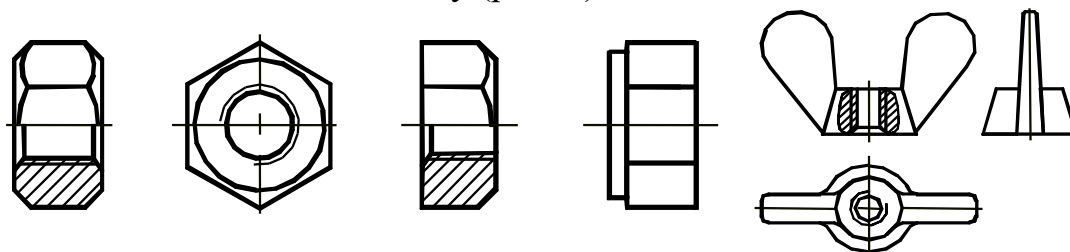


Рис. 8

Гайка – это резьбовое изделие, имеющее отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку (рис. 8).

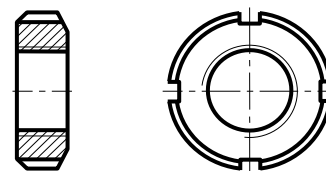


Шестигранные

Гайка-барашек

Шестигранные гайки по исполнению могут быть трех видов:

- исполнения 1 – с двумя наружными коническими фасками;
- исполнения 2 – с одной наружной конической фаской;
- исполнения 3 – с цилиндрическим или коническим выступом на одном торце гайки и без наружных фасок.



Круглая

Рис. 9

Примеры условных обозначений:

Гайка М20 ГОСТ 5915-70 – гайка шестигранная, исполнения 1 (не указывается), с диаметром резьбы 20 мм, с крупным шагом резьбы.

Гайка 2М20х1,5 ГОСТ 5915-70 – гайка исполнения 2, с диаметром резьбы 20 мм, с мелким шагом резьбы 1,5 мм.

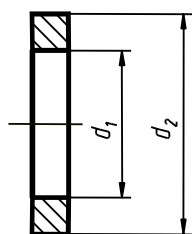
Шайба – это цельная или разрезная пластина с круглым отверстием, которую устанавливают под гайку или головку болта.

Их можно разделить на две группы:

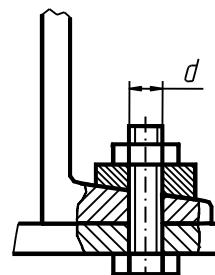
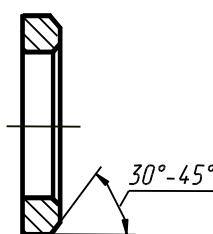
- подкладочные шайбы: круглые (рис. 10, а) или косые (рис. 10, б);
- стопорные шайбы (рис. 10, а, б).

Исполнение 1

Исполнение 2



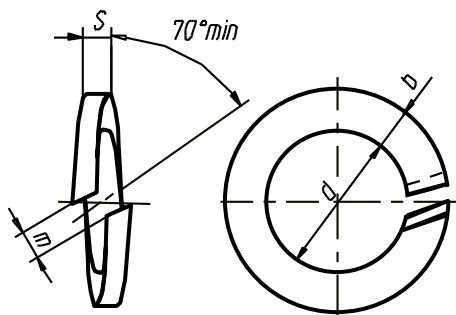
а



б

Исполнение 1

Исполнение 2



в

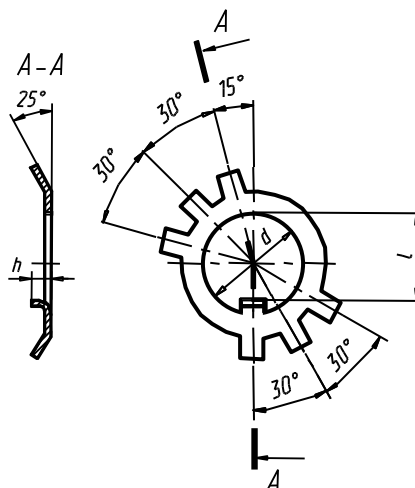
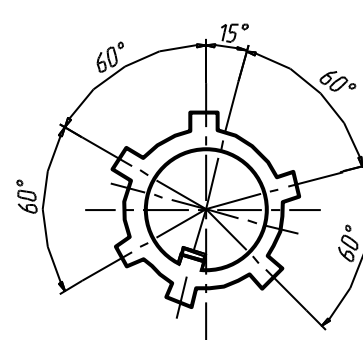


Рис. 10



г

Винты крепежные

Винт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, а на другом – резьба. Наиболее широко применяют винты крепежные для металла (рис. 12):

- с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491-80 (рис. 11, а);
- с полукруглой головкой по ГОСТ 17473-80 (рис. 11, б);
- с потайной головкой по ГОСТ 17475-80 (рис. 11, в);
- с полупотайной головкой по ГОСТ 17474-80 (рис. 11, г).

Примеры условных обозначений винтов:

Винт М20×60 ГОСТ 17473-80 – винт с полукруглой головкой (ГОСТ 17473-80), исполнения 1 (исполнение 1 в обозначении не указывается), с метрической резьбой диаметром 20 мм, с крупным шагом (крупный шаг в обозначении не указывается) и длиной винта 60 мм.

Винты с полукруглой, потайной и полупотайной головками бывают двух исполнений: под плоскую отвертку (исполнение 1) и под крестообразную отвертку (исполнение 2).

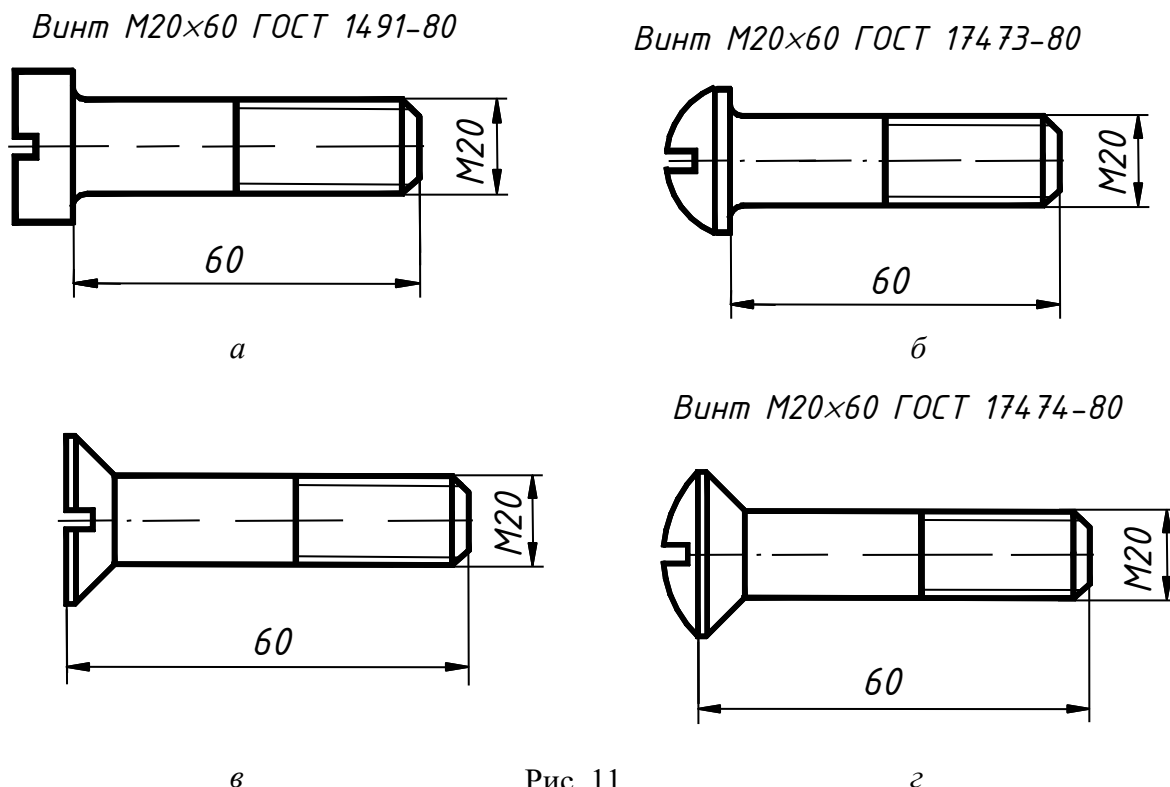


Рис. 11

Шпилька. Шпилькой называется крепежная деталь, представляющая собой цилиндрический стержень, оба конца которого имеют резьбу (рис. 12).

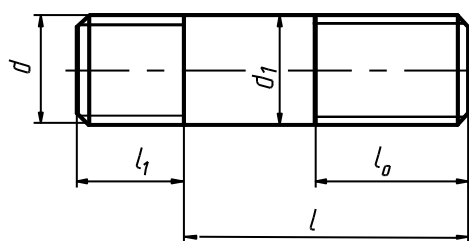


Рис. 12

d – номинальный диаметр резьбы;

d_1 – диаметр стержня;

l – длина шпильки (длина стяжного конца шпильки);

l_1 – длина ввинчиваемого (посадочного) резьбового конца;

l_0 – длина гаечного конца.

Длина l_1 ввинчиваемого резьбового конца шпильки зависит от материала той детали, в которую ввинчивают шпильку.

- для резьбовых отверстий в стальных, латунных и бронзовых деталях – $l_1=d$;
- для резьбовых отверстий в деталях из ковкого чугуна – $l_1=1,25d$;
- для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов – $l_1=2d$.

Пример условного обозначения:

- Шпилька $M20 \times 150$ ГОСТ 22032-76 –

шпилька с ввинчиваемым концом длиной $l_1=d$ (ГОСТ 22032-76), исполнения 1 (не указывается), с метрической резьбой диаметром $d=20$ мм, с крупным шагом $P=2,5$ мм (не указывается), длиной $l=150$ мм.

Трубные соединения

Трубопровод состоит из труб (рис. 13) и специальных соединительных частей, которые называются фитингами (рис. 14–16).

Соединительные части – фитинги – позволяют соединить сразу несколько труб, устраивать ответвления под разными углами, переходы с одного диаметра на другой и так далее.

Примеры условных обозначений:

1. Труба обыкновенная, неоцинкованная, обычной точности изготовления, с условным проходом 20 мм, немерной длины, без резьбы и без муф

Труба 20 ГОСТ 3262–75.

2. То же с муфтой:

Труба М–20 ГОСТ 3262–75.

3. То же мерной длины 8 м, с резьбой:

Труба Р–20–8000 ГОСТ 3262–75.

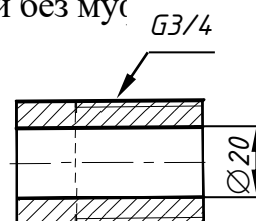


Рис. 13

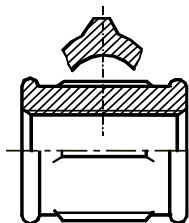


Рис. 14

1. Муфта короткая без покрытия для труб с $D_y=40$ мм.

Муфта короткая 40 ГОСТ 8954–75

2. Муфта переходная без покрытия для труб с $D_y=32$ мм и $D_y=25$ мм

Муфта 32×25 ГОСТ 8957–75

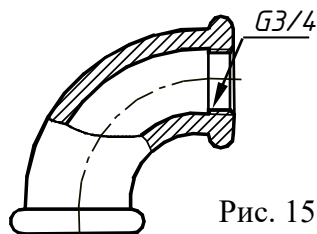


Рис. 15

Угольник без покрытия для труб с $D_y=20$ мм

Угольник 20 ГОСТ 8946–75

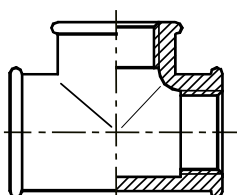


Рис. 16

Тройник прямой без покрытия для труб с $D_y=40$ мм

Тройник 40 ГОСТ 8948–75

Соединение шпонкой

Шпонка – это деталь, которая устанавливается в пазах двух соединяемых деталей для передачи крутящего момента от одной детали (вала) к другой (зубчатому колесу).

Наиболее распространены шпонки призматические, клиновые и сегментные.

Шпонки призматические

Наиболее широко применяются призматические шпонки, выпускаемые в трех исполнениях (рис. 17). В условном обозначении призматической шпонки указывается слово «Шпонка», исполнение шпонки (кроме первого), размеры $b \times h \times l$ и стандарт шпонки. Пример обозначения:

Шпонка 2 – 18×11×100 ГОСТ 23360–78,

где 2 – исполнение шпонки;

18 – ширина шпонки, мм;

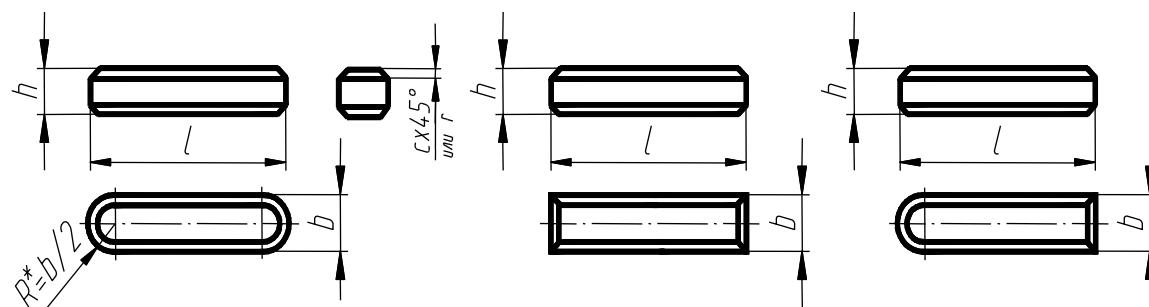
11 – высота шпонки, мм;

100 – длина шпонки, мм.

Исполнение 1

Исполнение 2

Исполнение 3



* Размер для справок

Рис. 17

Шпонки сегментные

Шпонки сегментные выпускают по в двух исполнениях (рис. 18). Применяют при передаче небольших крутящих моментов (т. к. глубокий паз ослабляет вал) на концах валов небольших диаметров ($d \leq 55$ мм).

Исполнение 1

Исполнение 2

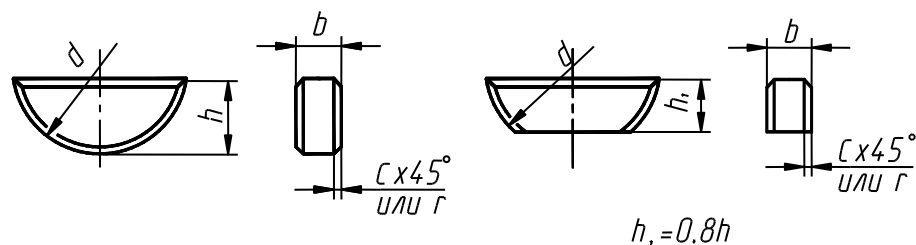


Рис. 18

Пример условного обозначения:

Шпонка 5×6,5 ГОСТ 24071–80,

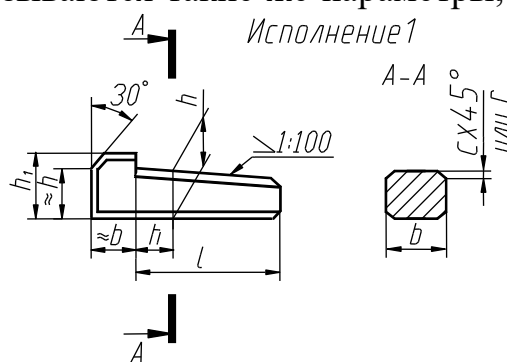
где 5 – ширина, мм и 6,5 – высота шпонки, мм (исполнение 1)

Шпонки клиновые. Клиновые шпонки выпускают по в четырех исполнениях (рис. 22). Применяют их в тихоходных механизмах. Рабочие поверхности – верхняя и нижняя грани. Между боковыми гранями шпонки и паза – зазоры.

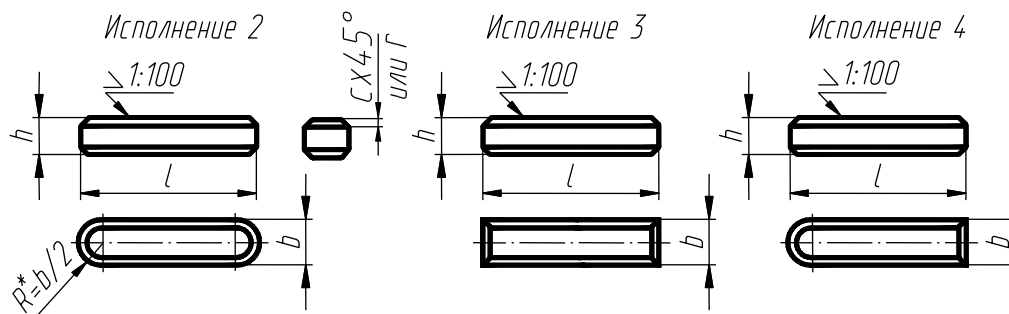
В обозначении клиновых шпонок указываются такие же параметры, как и в призматических шпонках.

Шпонка 4 – 18×11×100 ГОСТ 24068–80,

где 4 – исполнение шпонки;



18 – ширина, мм;
11 – высота, мм;
100 – длина, мм.



* Размер для справок

Рис. 19

Шлицевые соединения

Эти соединения называются многошпоночными. В них шпонки выполнены как одно целое с валом. Это позволяет передавать большие крутящие моменты по сравнению со шпоночным соединением.

Изображение шлицев на стержне

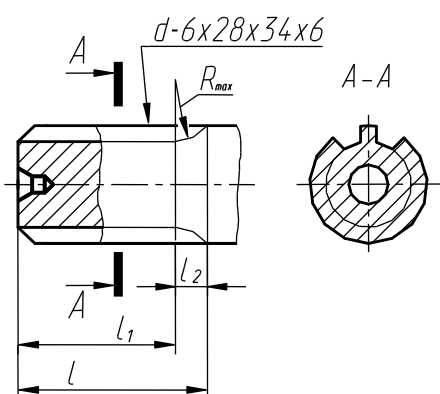


Рис.23

При обозначении шлицевого соединения учитывается способ центрирования:

Центрирование по внутреннему диаметру d (рис. 23):

$d-6 \times 28 \times 34 \times 6$,

где d – способ центровки;

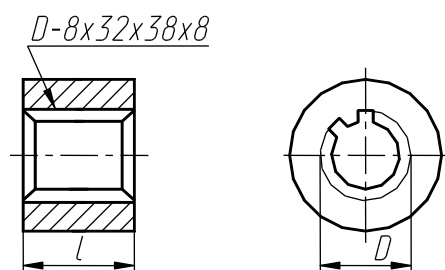
6 – число зубьев;

28 – внутренний диаметр;

34 – наружный диаметр;

6 – ширина зуба;

Изображение шлицев в отверстии

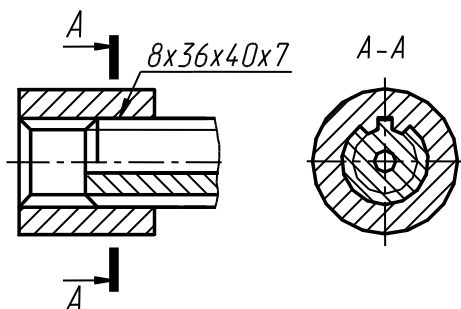


Центрирование по внешнему диаметру D (рис. 24):

$D-8 \times 32 \times 38 \times 8$

где D – способ центровки; 8 – число зубьев; 32 – внутренний диаметр; 38 – наружный диаметр; 8 – ширина зуба.

Рис. 24



На учебных чертежах обычно ограничиваются указанием числа зубьев, размеров внутреннего и наружного диаметров и ширины зуба: $8 \times 36 \times 40 \times 7$ (рис. 25).

Рис. 25

Канавки и проточки

Проточки для резьбовых крепежных изделий

Проточку (f_1) делают у конца резьбы для выхода инструмента и получения резьбы полного профиля на всей длине стержня или отверстия. На чертежах деталей проточки изображают упрощенно прямоугольной формы. Ширина проточки f_1 включается в длину резьбы l , (рис. 1,а). Действительную форму проточек с нанесением размеров показывают на выносных элементах, рис. 1,б.

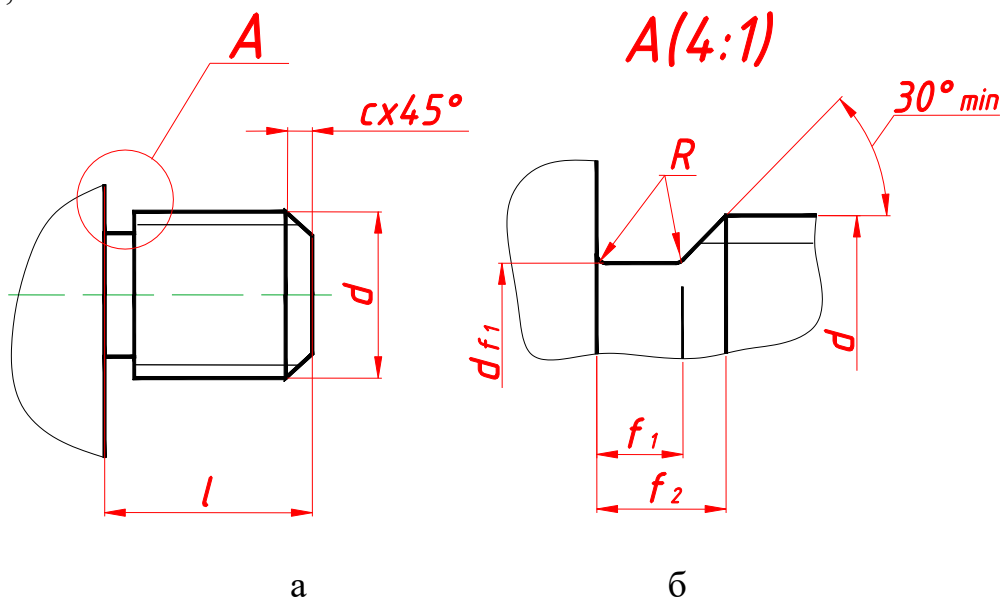


Рис. 1. Пример нанесения размеров на проточку резьбового изделия:

- а) условное изображение проточки на чертеже,
- б) выносной элемент (действительное изображение проточки)

Форму и размеры проточек наружной резьбы устанавливает ГОСТ 27148-86. Определяющим размером служит шаг резьбы P . Проточки делятся на проточки нормальной ширины и узкие. Размеры нормальных проточек наружной метрической резьбы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Шаг резьбы P	Номинальный диаметр резь- бы d	Размеры нормальных наружных проточек		d_{f1}	$R=0,5P$
		f_{1min}	f_{2max}		
0,40	2,0	0,8	1,40	$d - 0,7$	0,20
0,45	2,5	1,0	1,60	$d - 0,7$	0,22
0,50	3,0	1,1	1,75	$d - 0,8$	0,25
0,60	3,5	1,2	2,10	$d - 1,0$	0,30
0,70	4,0	1,5	2,45	$d - 1,1$	0,35
0,75	4,5	1,6	2,60	$d - 1,2$	0,40
0,80	5,0	1,7	2,80	$d - 1,3$	0,40
1,00	6,0	2,1	3,50	$d - 1,6$	0,50
1,25	8,0	2,7	4,40	$d - 2,0$	0,60
1,50	10	3,2	5,20	$d - 2,3$	0,75
1,75	12	3,9	6,10	$d - 2,6$	0,90
2,00	14; 16	4,5	7,00	$d - 3,0$	1,00
2,50	18; 20; 22	5,6	8,70	$d - 3,6$	1,25
3,00	24; 27	6,7	10,50	$d - 4,4$	1,50
3,50	30; 33	7,7	12,00	$d - 5,0$	1,75
4,00	36; 39	9,0	14,00	$d - 5,7$	2,00
4,50	42; 45	10,5	16,00	$d - 6,4$	2,25
5,00	48; 52	11,5	17,50	$d - 7,0$	2,50
5,50	56; 60	12,5	19,00	$d - 7,7$	2,75
6,00	64; 68	14,0	21,00	$d - 8,8$	3,00

Форму и размеры проточек для внутренней метрической резьбы устанавливает ГОСТ 27148-86, рис. 2. Определяющим размером служит шаг резьбы P . Размеры нормальных проточек внутренней метрической резьбы приведены в табл.

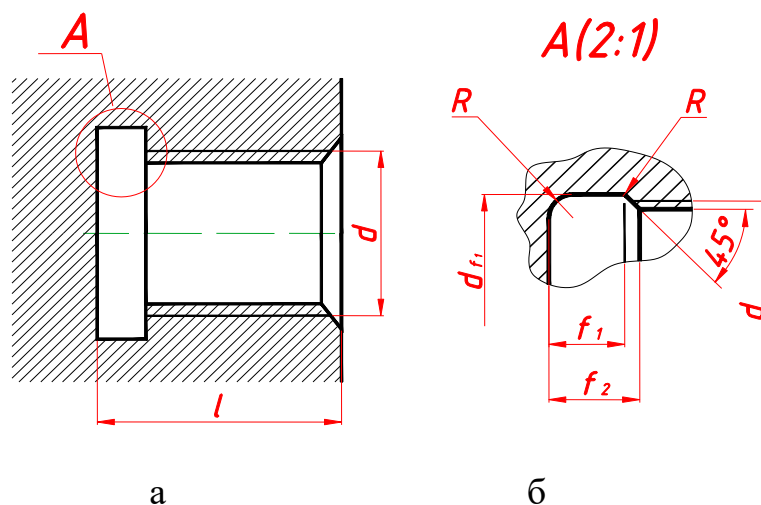


Рис. 2. Пример нанесения размеров на проточку резьбового отверстия:
а) условное изображение проточки на чертеже,
б) выносной элемент (действительное изображение проточки)

Шаг резьбы P	Номинальный диаметр резь- бы d	Размеры нормаль- ных внутренних проточек		d_{f1}	$R=0,5P$
		f_{1min}	f_{2max}		
0,40	2,0	1,6	2,20	$d + 0,2$	0,20
0,45	2,5	1,8	2,40	$d + 0,2$	0,22
0,50	3,0	2,0	2,70	$d + 0,3$	0,25
0,60	3,5	2,4	3,30	$d + 0,3$	0,30
0,70	4,0	2,8	3,80	$d + 0,3$	0,35
0,75	-	3,0	4,00	$d + 0,3$	0,40
0,80	5,0	3,2	4,20	$d + 0,3$	0,40
1,00	6,0	4,0	5,20	$d + 0,5$	0,50
1,25	8,0	5,0	6,70	$d + 0,5$	0,60
1,50	10	6,0	7,80	$d + 0,5$	0,75
1,75	12	7,0	9,10	$d + 0,5$	0,90
2,00	14; 16	8,0	10,30	$d + 0,5$	1,00
2,50	18; 20; 22	10,0	13,00	$d + 0,5$	1,25
3,00	24; 27	12,0	15,20	$d + 0,5$	1,50
3,50	30; 32	14,0	17,70	$d + 0,5$	1,75
4,00	36; 39	16,0	20,00	$d + 0,5$	2,00
4,50	42; 45	18,0	23,00	$d + 0,5$	2,25
5,00	48; 52	20,0	26,00	$d + 0,5$	2,50
5,50	56; 60	22,0	28,00	$d + 0,5$	2,75
6,00	64; 68	24,0	30,00	$d + 0,5$	3,00

Канавка под уплотнительные кольца из фетра и войлока

В канавку вставляют войлочное или фетровое кольцо (рис. 3,а), уплотняющее место выхода вращающейся детали (например, место выхода вала из корпуса редуктора, рис. 3,в). Форму и размеры колец устанавливают ГОСТ 288-72, ГОСТ 6308-71 и ГОСТ 6418-81.

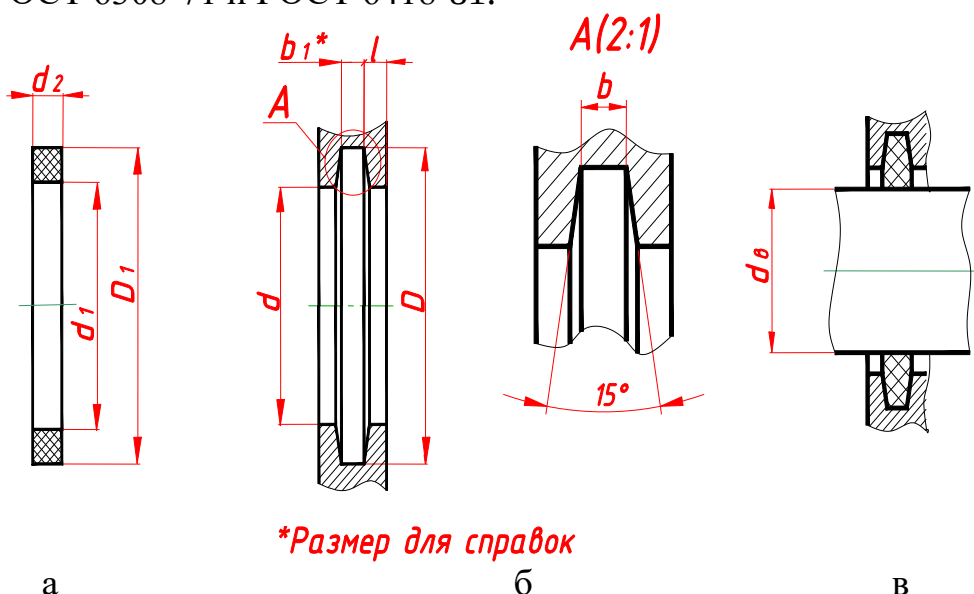


Рис. 3. Примеры нанесения размеров на войлочное кольцо (а) и канавку уплотнительного места выходного конца вала (б, в)

Размеры трапециевидального профиля канавки рекомендуется наносить на выносном элементе (рис. 3,б). На чертеже детали необходимо ставить размер l (положение канавки, рис. 3,б). Размеры канавок и диаметров отверстий деталей d устанавливает нормаль машиностроения МН 180-61. Определяющим размером служит диаметр вала d_B , рис. 3,в. Диаметры d , d_1 и D_1 принимают равными: $d = d_B + 1$;

$d_1 = d_B - 1$; $D_1 = D - 1,0$ (мм), рис. 3. Выбрав из табл. 6 по диаметру вала d_B значение $\frac{D-d}{2} = k$, определяем наибольший диаметр отверстия D по формуле $D = 2k + d_B + 1$.

Размеры канавок для сальниковых уплотнений и толщины колец для них сведены в табл.

Диаметр вала d_B , мм	$\frac{D-d}{2} = k$	b , мм	b_1 , мм	b_2 , мм
От 10 до 15	4	2	3	2,5
От 16 до 22	5	3	4,3	3,5
От 25 до 48	6	4	5,5	5
От 50 до 65	8	5	7,1	6
От 70 до 85	9	6	8,3	7
От 90 до 95	10	7	9,6	8,5
От 100 до 115	12	8	11,1	9,5
От 120 до 135	14	9	12,7	10,5

Конструкторская документация

Виды изделий

Изделием называется любой предмет или любой набор предметов, подлежащих изготовлению на производстве. ГОСТ 2.101-68 устанавливает следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты.

Деталь -изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций ,например, вал, болт, гайка и т.п.

Сборочная единица -изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, пайкой, сваркой и т.п.).

Комплекс - несколько отдельных специфицированных изделий, предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например, буровая установка ,корабль, ракетная установка.

Комплект –набор отдельных изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например, комплект измерительной аппаратуры, комплект запасных частей, комплект инструментов.

.Изделия в зависимости от их назначения делят на две группы: изделия основного производства и вспомогательного.

Изделия основного производства - это изделия , предназначенные для поставки (реализации),например, прибор, станок, автомат.

Изделия вспомогательного производства - это изделия, предназначенные для собственных нужд предприятия, например, штампы, приспособления.

.Изделия в зависимости от места изготовления разделяют на покупные и непокупные.

Покупные изделия - это изделия, не изготавливаемые на данном предприятии, а получаемые им в готовом виде.

Непокупные изделия - это изделия, изготавливаемые на данном предприятии.

.Изделия в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей делят на:

неспецифицированные, т.е. не имеющие составных частей (детали)

специфицированные, т.е. состоящие из нескольких составных частей (сборочные единицы, комплексы, комплекты).

Виды и комплектность конструкторских документов

Виды конструкторских документов, применяемых в производственных условиях, и их комплектность устанавливает ГОСТ 2.102-68.

Конструкторские документы (КД) определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля его качества, эксплуатации и ремонта.

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы, например, рабочий чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида, схему, спецификацию, пояснительную записку и др.

Чертеж детали и спецификацию относят к основным конструкторским документам

Чертеж детали - документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. На рабочем чертеже детали указывают размеры, предельные отклонения и шероховатость поверхностей и другие данные, которым она должна соответствовать перед сборкой.

Эскиз детали - временный документ, выполненный без помощи чертежных инструментов (от руки) в глазомерном масштабе и содержащий изображения детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

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

Чертеж общего вида (ВО) - документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Схема - это документ, на котором показаны в виде условных графических обозначений или изображений составные части изделия и связи между ними.

Спецификация - документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Пояснительная записка - документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений.

В зависимости от способа выполнения и характера использования КД делятся на:

оригиналы – документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников;

подлинники – документы, оформленные подлинными установленными подписями и выполненные на любом материале, позволяющие многократное воспроизведение с них копий;

дубликаты – копии подлинников, обеспечивающие идентичность воспроизведения подлинника, выполненные на любом материале, позволяющем снятие с них копий;

копии – документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником (дубликатом) и предназначенные для непосредственного использования при разработке, в производстве, эксплуатации и ремонте изделий.

*За основные конструкторские документы принимают:
для деталей – чертеж детали;
для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификацию.*

На стадиях проектирования, включающих техническое предложение, эскизный проект и технический проект, разрабатывается *чертеж общего вида* изделия. Он создается с такой полнотой, что по нему можно выяснить не только работу конструкции, взаимодействие и способы соединения деталей, но и форму отдельных деталей. На основании чертежа общего вида разрабатывается рабочая документация: чертежи отдельных деталей, сборочный чертеж, спецификация, а при необходимости монтажный и габаритный чертежи.

Обозначение изделий и конструкторской документации

Обозначение изделия является одновременно обозначением его *основного КД* (чертежа или спецификации). Система обозначения имеет большое значение для производства.

С 1992 г. введена единая обезличенная классификационная система обозначения изделий основного и вспомогательного производства и КД всех отраслей промышленности на всех стадиях разработки.

Установлена следующая структура обозначения основного конструкторского документа:

четырехзначный буквенный код организации - разработчика;
шестизначный код классификационной характеристики;
порядковый регистрационный номер от 001 до 999.

Код классификационной характеристики состоит из указания класса (два знака), подкласса, группы, подгруппы и вида.

При выполнении чертежа на нескольких листах всем листам одного изделия присваивают одно и то же обозначение и наименование.

Сборочные чертежи

Требования, предъявляемые к сборочному чертежу (ГОСТ 2.109-73)

Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи ее составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность сборки и контроля сборочной единицы;
- габаритные размеры;
- установочные размеры;
- присоединительные размеры;
- необходимые конструкторские размеры;
- указания о способах соединения неразъемных соединений (сварка, пайка, обжатие и т.д.);
- номера позиций составных частей изделия.

Для предохранения от пробивания пара или жидкости через неплотности между корпусом и подвижными деталями сборочной единицы ставят уплотняющие устройства, называемые сальниковыми. Нажимной втулкой сжимают набивку. Наличие конических поверхностей (фасок) на конце нажимной втулки и на дне сальниковой камеры заставляют часть набивки перемещаться по направлению к штоку (шпинделю) и тем самым загораживают проход (утечку) рабочей среды (пара, жидкости, газа). Для предотвращения продавливания набивки иногда на дно камеры укладывается кольцо.

При вычерчивании сальникового уплотнения нажимную втулку, накидную гайку и крышку изображают в поднятом положении, т. е. когда все кольцевое пространство в сальниковой камере заполнено набивкой. При этом накидная гайка должна быть навинчена несколькими витками на резьбу верхней части крышки, рис. 1.

На сборочном чертеже вентиль показывается в закрытом, а кран - в открытом положении.

Условности и упрощения при выполнении сборочных чертежей

При выполнении сборочных чертежей допускаются не показывать:

а) фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, рифление, насечки, оплетки и др. мелкие элементы деталей;

б) зазоры между стержнем и отверстием;

в) крышки, щиты, перегородки и т.п., если необходимо показать закрытые или составные части изделия. Над изображением делают соответствующую надпись, например, "Крышка не показана", "Крышка поз.5 не показана";

г) видимые составные части изделия, расположенные за сеткой;

д) надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и др. подобных деталях, а также маркировочные и технические данные и надписи на изделии. Изображают только контур таблички, планки, надписи;

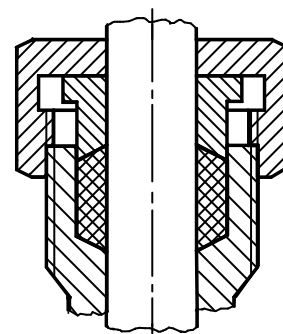
е) стандартные крепежные детали, шпонки, непустотелые валы, шпиндели, шатуны, рукоятки и т.п. детали при продольном разрезе показывают нерассеченными..

При выполнении сборочных чертежей допускаются упрощения:

а) изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, показывают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков;

б) сварное, паяное, клееное и т.п. изделие из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях, штрихуют как монолитное тело, изображая границы между деталями сплошными основными линиями;

в) изделия, изготовленные из прозрачного материала, изображают как непрозрачные;



г) на разрезах допускается изображать нерассеченными составные части изделия, на которые выполнены самостоятельные сборочные чертежи;

д) изображать перемещающиеся части изделия в крайнем или промежуточном положении, используя штрихпунктирные с двумя точками тонкие линии.

Штриховка на сборочных чертежах

На сборочных чертежах при выполнении штриховки смежных деталей применяют штриховку с наклоном линий в разные стороны (встречная штриховка) или с разным расстоянием между линиями штриховки, или сдвигают одни линии относительно других.

Для одной и той же детали на всех изображениях чертежа сохраняют один и тот же наклон и одно и то же расстояние между линиями штриховки.

Рассмотрим использование различных условностей и упрощений при выполнении сборочного чертежа.

Как отмечалось, на сборочных чертежах можно не указывать: фаски (поз. 6 и 9), скругления (поз. 3), проточки, углубления, выступы, рифления, и другие мелкие элементы, а также зазоры между стержнем и отверстием (поз. 8).

Если на чертеже общего вида необходимо изображать профиль нестандартной резьбы (поз. 1), то на сборочном чертеже этого не делают.

Недорез резьбы и коническую часть глухого отверстия можно не изображать (поз. 5).

Сварное, паяное, клееное и тому подобное изделие из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют как монолитное тело (в одну сторону), вычерчивая границы между деталями сплошными основными линиями (поз. 2).

При изображении пружин в разрезе следует изображать только сечения витков. Если число витков пружины более четырех, то с каждого конца пружины показывают только 1 – 2 витка, не считая опорных. Остальные витки не изображают, а проводят только осевые линии через центры сечений витков по всей длине пружины (поз. 4). Если диаметр проволоки или толщина сечений материала на чертеже 2 мм и менее, то пружину изображают сплошной основной линией (поз. 7).

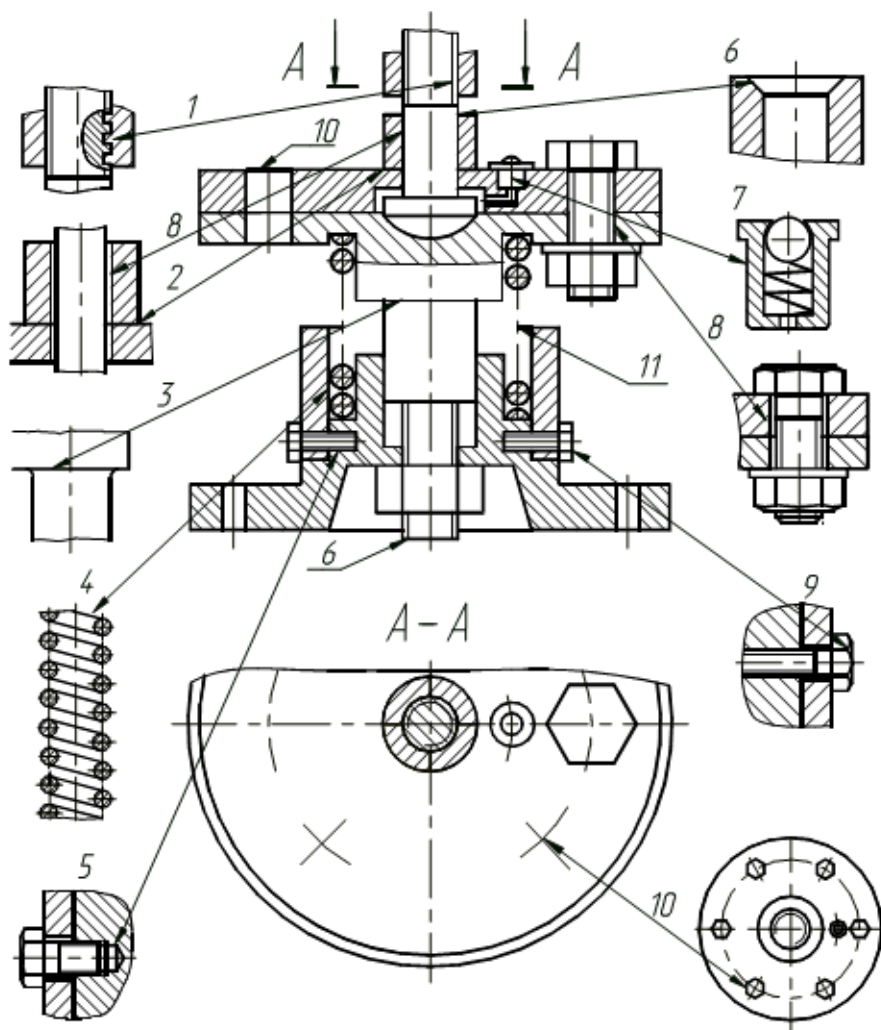
Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной сечениями витков, изображают только до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков (поз. 11).

Стандартные, типовые, покупные изделия и другие, широко применяемые изделия на разрезах изображают внешними очертаниями (поз. 7).

Аналогично изображают составные части изделия, на которые выполнены самостоятельные сборочные чертежи.

Если предмет, изображенный на сборочном чертеже, имеет ряд однотипных соединений, то крепежные детали, входящие в эти соединения пока-

зывают условно или упрощенно в одном – двух местах каждого соединения, а в остальных – центровыми или осевыми линиями (поз. 10).



Номера позиций

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы (т.е. после заполнения спецификации).

Номера позиций указывают на полках линий-выносок, проводимых от изображения составных частей изделия.

Выполняют линию-выноску с полочкой сплошной тонкой линией, конец которой заканчивается точкой. Полочка располагается параллельно основной надписи чертежа.

Номера позиций располагают вне контура изображения параллельно основной надписи чертежа. Расстояние между контуром изображений и полками должно быть одинаковым и не менее 30 мм. Рекомендуется группировать номера позиций в одну колонку или строку, располагая по возможности на одной линии и в возрастающем порядке.

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем размер шрифта размерных чисел на том же чертеже.

Спецификация

Спецификация - документ, определяющий состав сборочной единицы.

Спецификация (ГОСТ 2.108-68) необходима для изготовления сборочной единицы, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство данного изделия.

Спецификацию выполняют на каждую сборочную единицу на отдельных листах формата А4.

Основная надпись на первом листе спецификации выполняется по форме 2 (рис. 2), последующие листы спецификации оформляются основной надписью по форме 2а (рис. 3).

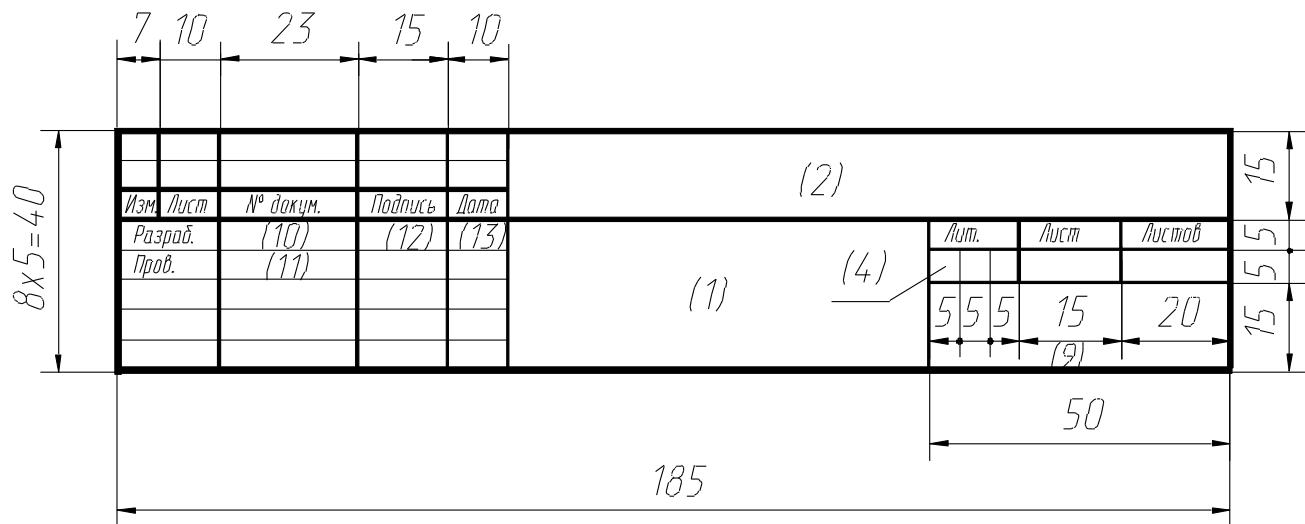


Рис. 2 Основная надпись по Ф.2

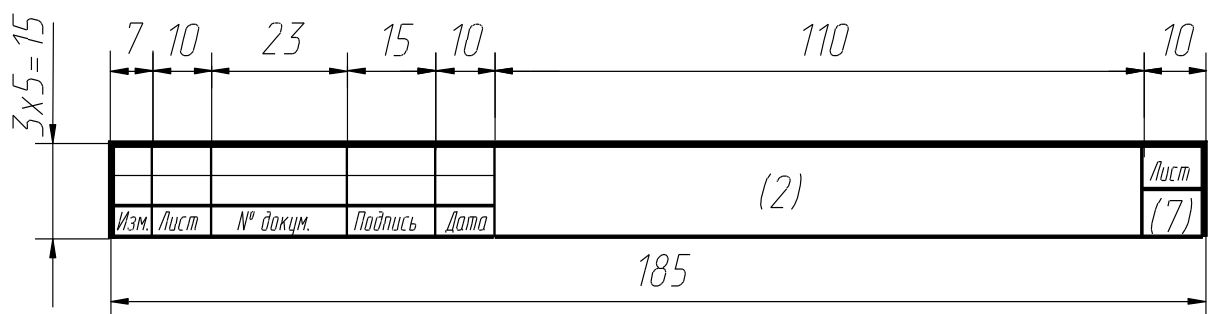


Рис. 3 Основная надпись по Ф.2а

В спецификацию вносят все составные части изделия и все конструкторские документы, относящиеся к данному изделию. Спецификации заполняются сверху вниз и состоят из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;

детали;
стандартные изделия;
прочие изделия;
материалы;
комплекты.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия.

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка, в графе “Наименование” и подчеркивают сплошной тонкой линией.

После каждого заголовка и каждого раздела спецификации оставляют не менее одной свободной строчки.

Порядок заполнения спецификаций по разделам

В разделы “Комплексы”, “Сборочные единицы”, “Детали” вносят соответственно комплексы, сборочные единицы (неразъемные) и детали, входящие в специфицируемое изделие. Запись указанных изделий производится в алфавитном порядке сочетания начальных букв наименования, а также в порядке возрастания шестизначных характеристик, входящих в обозначение.

В раздел “Стандартные изделия” записываются изделия, применяемые по государственным стандартам (ГОСТ), отраслевым стандартам (ОСТ), республиканским стандартам (РСТ) и стандартам предприятий.

В пределах каждой категории стандартов запись производят по одноименным группам, в пределах каждой группы - в алфавитном порядке наименований изделий; в пределах каждого наименования - в порядке возрастания обозначения стандартов; в пределах каждого обозначения стандарта - в порядке возрастания размеров изделия или его основных параметров.

В раздел «Прочие изделия» вносят изделия применяемые не по основным конструкторским элементам, т. е. покупные изделия, за исключением стандартных.

Запись производят аналогично записи в разделе “Стандартные изделия”.

В раздел «Материалы» вносят материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. При этом материалы записывают по видам и в следующей последовательности:

металлы черные;
металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные;
металлы цветные, благородные и редкие;
кабели, провода, шнуры;
пластмассы пресс-материалы;
бумажные и текстильные материалы;
лесоматериалы;
резиновые и кожевенные материалы;
минеральные, керамические и стеклянные материалы;

лаки, краски, нефтепродукты и химикаты;
прочие материалы.

В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований, а в пределах каждого наименования - по возрастанию размеров или других параметров.

В раздел “Комплекты” вносят комплекты, которые непосредственно входят в специфицируемое изделие и записывают их в следующей последовательности:

комплект монтажных частей;
комплект сменных частей;
комплект запасных частей;
комплект запасных частей и принадлежностей;
комплект укладок;
комплект тары;
прочие комплекты.

Выполнение эскиза детали

Подготовительные стадии выполнения эскиза:

1. Осмотреть деталь, ознакомиться с ее конструкцией, мысленно расчленить деталь на простые геометрические формы и определить их взаимосвязь.

2. Установить наименование детали, материал, из которого она изготовлена, назначение, рабочее положение детали в изделии.

3. Определить главный вид детали.

Главный вид детали - это тот вид детали, который дает наибольшее представление о ее конструкции и размерах. Главный вид всегда изображается на виде спереди.

4. Определить минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений и выносных элементов).

5. Установить величину изображения.

Основные стадии выполнения эскиза детали:

Эскизы рекомендуется выполнять на бумаге в клетку или миллиметровке соответствующего формата. Сетка линий клеток облегчает проведение горизонтальных и вертикальных линий, линий штриховки под углом 45 градусов и надписей.

На эскизах разрешается проводить окружности и дуги большого радиуса при помощи циркуля.

Эскиз выполняется в следующем порядке:

1. На выбранном формате нанести рамку в соответствии с ГОСТ 2.301-68, оформить основную и дополнительную надписи в соответствии с ГОСТ 2.104-68.

2. Тонкими линиями нанести габаритные прямоугольники, количество которых соответствует количеству и месту намеченных заранее изображений. При этом зарезервировать места для нанесения размеров и надписей.

3. Провести оси симметрии и оси отверстий. Нанести внешние контуры каждого изображения, соблюдая пропорции между частями и элементами детали на глаз. Изобразить конструктивные элементы, элементы изделия (фаски, проточки, уклоны и т. д.).

4. Тонкими штриховыми линиями наметить внутреннюю конструкцию детали.

5. Выполнить необходимые разрезы и сечения.

6. Обвести соответствующими линиями все изображения.

7. Нанести выносные и размерные линии.

Произвести обмер детали измерительными инструментами и нанести размерные числа.

9. Выполнить штриховку в разрезах и сечениях.

10. Обозначить резьбы в соответствии с ГОСТ на тот или иной тип резьбы.

11. Оформить эскиз необходимыми надписями и указаниями.

Содержание

Введение. Методы проецирования, точка, прямая.....	3
Методы проецирования.....	3
Метод прямоугольных проекций Монжа.....	5
Точка.....	6
Прямая линия	7
ПРАКТИКУМ. Основные правила выполнения чертежей.	11
ПРАКТИКУМ. Проекции точки.....	17
Взаимное положение точки и прямой. Две прямые	23
ПРАКТИКУМ. Взаимное положение прямых	25
Плоскость.....	27
Задание плоскости на чертеже.....	27
Положение плоскости в пространстве.....	28
ПРАКТИКУМ. Принадлежность точки и прямой плоскости.....	29
Поверхности.....	30
Способы задания поверхности.....	30
Задание поверхности на чертеже.....	31
Линейчатые поверхности.....	32
Многогранники.....	33
Коническая и цилиндрическая поверхности.....	35
Поверхности вращения.....	36
Цилиндр вращения.....	37
Прямой круговой конус.....	38
Сфера.....	40
ПРАКТИКУМ. Тела с вырезами.....	43
Аксонометрия.....	50
Изображения – виды, разрезы, сечения.....	55
Виды.....	55
Разрезы.....	58
Сечения.....	60
Условности и упрощения.....	62
ПРАКТИКУМ. Изображения. Виды. Разрезы.....	64
Нанесение размеров на чертежах.....	69
Резьба.....	76
ПРАКТИКУМ. Соединения.....	84
Соединения разъемные и неразъемные.....	94
Выносные элементы. Канавки и проточки.....	102
Конструкторская документация.....	106

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические указания

Составители: Алина Ильдаровна Фех
Лариса Александровна Скачкова

Формат 60×84/8. Бумага «Классика».
Печать RISO. Усл. печ. л. 9,53. Уч.-изд. л. 8,63.
Тираж 500 экз.

Томский политехнический университет
Система менеджмента качества



Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.