

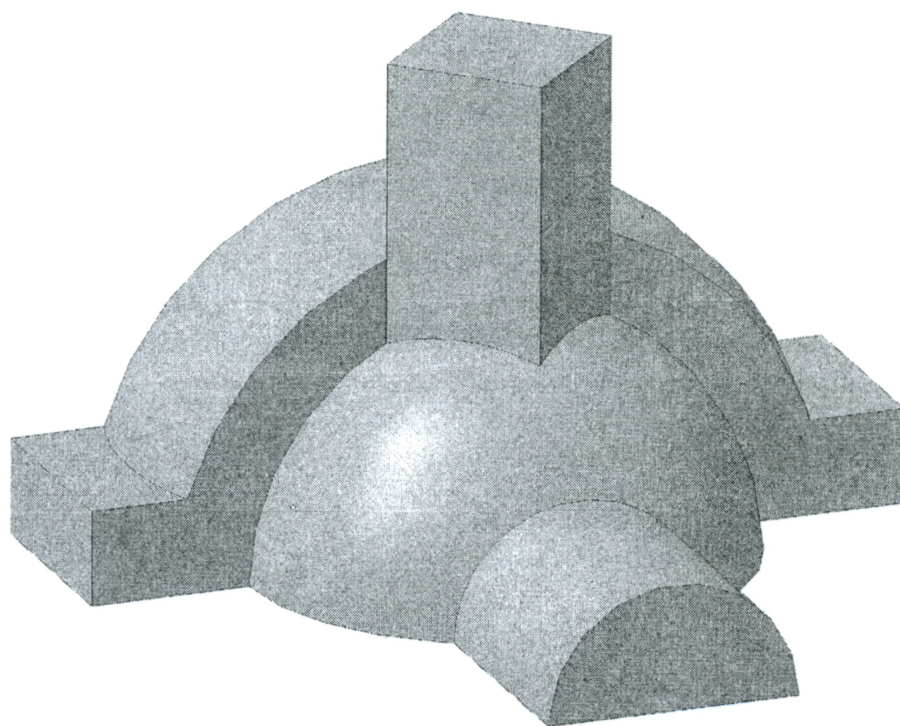
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**КАФЕДРА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И
ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ЧЕРЧЕНИЮ

для абитуриентов, поступающих на специальность
«Архитектура»



БРЕСТ 2011

УДК 744(075.8)

Методическое пособие предназначено для абитуриентов, поступающих на специальность «Архитектура», методическое пособие содержит сведения по правилам выполнения и оформления чертежей в соответствии с ГОСТ ЕСКД, сведения по геометрическим построениям, содержит методику выполнения различных задач проекционного черчения деталей, построение аксонометрических изображений.

Составители: Винник Н.С., зав. кафедрой
Матюх С.А., старший преподаватель
Морозова В.А., старший преподаватель

Рецензент: Л.С. Шабека, д.п.н., профессор кафедры «Инженерная графика и САПР» УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

Учреждение образования
© «Брестский государственный технический университет», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	4
1.1. ФОРМАТЫ.....	4
1.2. МАСШТАБЫ.....	4
1.3. ЛИНИИ.....	4
1.4. ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ.....	6
1.5. ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ.....	9
1.6. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ.....	10
2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ.....	12
2.1. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ.....	12
2.2. УКЛОН И КОНУСНОСТЬ.....	12
2.3. СОПРЯЖЕНИЯ.....	13
3. ВИДЫ.....	21
3.1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ВИДОВ.....	21
4. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА.....	24
4.1. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ТОЧЕК И ЛИНИЙ, ПРИНАДЛЕЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТЯМ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ.....	
4.2. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ ПЛОСКОСТЯМИ.....	27 28
4.3. ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЕКЦИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ С ОТВЕРСТИЯМИ.....	33
5. РАЗРЕЗЫ.....	37
5.1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗРЕЗОВ.....	37
5.2. ОБОЗНАЧЕНИЕ РАЗРЕЗОВ.....	38
5.3. СОЕДИНЕНИЕ ЧАСТИ ВИДА С ЧАСТЬЮ РАЗРЕЗА.....	39
6. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	40
6.1. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ТОЧКИ ПО ЕЕ ОРТОГОНАЛЬНЫМ ПРОЕКЦИЯМ.....	40
6.2. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ПЛОСКОЙ ФИГУРЫ ПО ЕЕ ОРТОГОНАЛЬНОМУ ЧЕРТЕЖУ.....	41
6.3. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ОКРУЖНОСТИ.....	42
6.4. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИИ ДЕТАЛИ С ВЫРЕЗОМ 1/4 ЕЕ ЧАСТИ.....	44
ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	48
ЛИТЕРАТУРА.....	51

ВВЕДЕНИЕ

Целью вступительных испытаний по предмету «Творчество» является выявление способностей и степени подготовки абитуриентов к обучению по специальности «Архитектура».

Методическое пособие содержит сведения по правилам выполнения и оформления чертежей в соответствии с ГОСТ ЕСКД, сведения по геометрическим построениям, содержит методику выполнения различных задач проекционного черчения деталей, построение аксонометрических изображений.

В пособии даны варианты заданий для самостоятельной работы.

1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

При выполнении чертежей необходимо соблюдать ГОСТы: 2.301-68 «Форматы», 2.302-68 «Масштабы», 2.303-68 «Линии», 2.304-81 «Шрифты чертежные», 2.305-68 «Изображения – виды, разрезы, сечения», 2.307-68 «Нанесение размеров», 2.317-69 «Аксонометрические проекции».

1.1. ФОРМАТЫ

Формат листа – это геометрический размер чертежной бумаги, на которой выполняются оригиналы, подлинники, дубликаты, копии.

Размеры форматов устанавливает ГОСТ 2.301-68 «Форматы» (табл. 1).

Таблица 1 – Обозначения и размеры основных форматов

Обозначения основных форматов	Размеры сторон форматов, мм
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

1.2. МАСШТАБЫ

Масштабы для вычерчивания чертежей принимаются по ГОСТ 2.302-68 «Масштабы» (табл. 2).

Таблица 2 – Масштабы

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

Масштаб – это отношение линейных размеров на чертеже к действительным.

На чертежах **всегда** наносятся **действительные** размеры в миллиметрах.

Применение масштабов распространяется только на **величину изображения**.

Если на листе все чертежи выполнены в одном масштабе, то в соответствующей графе основной надписи ставится только этот масштаб; если нет, то в графе основной надписи ставят прочерк, а масштаб указывают непосредственно рядом с надписью в скобках, например: А-А (1:10); Б (1:50).

1.3. ЛИНИИ

Типы линий при выполнении чертежей, их наименование, начертание, толщину и основное назначение устанавливает ГОСТ 2.303-68 «Линии» (таблица 3).

Толщина сплошной основной линии **с** должна быть в пределах **от 0,5 до 1,4 мм** в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа.

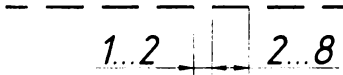
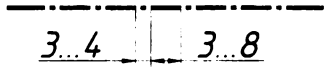
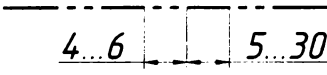
Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Длина штрихов и промежутки между ними должны быть одинаковыми на всем чертеже.

Штрихпунктирные и штриховые линии должны заканчиваться и пересекаться штрихами. При начертании штрихпунктирной линии вместо точки можно наносить маленький штрих (≈ 1 мм). Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими, если диаметр окружности менее 12 мм. Осевые и центровые линии должны выступать за контур изображения на 2-5 мм.

Линии-выноски различных обозначений не должны пересекаться между собой.

Таблица 3 – Линии

Наименование	Начертание	Толщина	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная		s	Линии видимого контура. Линии перехода видимые. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза).
2. Сплошная тонкая		От s/3 до s/2	Линии контура наложенного сечения. Линии размерные и выносные. Линии штриховки. Линии-выноски. Полки линий-выносок и подчеркивание надписей. Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях. Линии перехода воображаемые. Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях.
3. Сплошная волнистая		От s/3 до s/2	Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза.
4. Штриховая		От s/3 до s/2	Линии невидимого контура. Линии перехода невидимые.
5. Штрихпунктирная тонкая		От s/3 до s/2	Линии осевые и центровые. Линии сечений, являющихся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений.
6. Штрихпунктирная утолщенная		От s/2 до 2/3s	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию. Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»).
7. Разомкнутая		От s до 1 1/2 s	Линии сечений.
8. Сплошная тонкая с изломом		От s/3 до s/2	Длинные линии обрыва.
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От s/3 до s/2	Линии сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях. Линии для изображения развертки, совмещенной с видом.

1.4. ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ

Согласно ГОСТ 2.304-81 надписи, наносимые на чертежи и другие технические документы всех отраслей промышленности, выполняются шрифтом с наклоном в 75° к основанию строки или без наклона, с толщиной линий d шрифта, равной $1/14h$ (тип шрифта А) или $1/10h$ (тип Б) размера (высоты h) шрифта.

Для выполнения надписей на экзаменационной работе рекомендуется принять шрифт типа Б с наклоном в 75° .

Устанавливаются следующие размеры шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40 мм (см. табл. 4). Расстояние между цифрами и отдельными словами должно быть не менее ширины буквы текста, а расстояние между основаниями строк – не менее 1,5 высоты шрифта.

Таблица 4 – Параметры шрифта

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

Размер шрифта определяется высотой h прописных (заглавных) букв в миллиметрах.

Таблица 5 – Ширина букв и цифр в зависимости от номера шрифта (высота h)

Шрифт		Буквы и цифры	Ширина букв
Тип Б	Прописные буквы	<i>Г, Е, З, С</i>	5/10 h
		<i>Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, У, Т, Ц, Ч, Ь, Э, Я</i>	6/10 h
		<i>А, Д, М, Х, Ы, Ю</i>	7/10 h
		<i>Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ</i>	8/10 h
	Строчные буквы	<i>з, с</i>	4/10 h
		<i>а, б, в, г, д, е, и, й, к, л, н, о, п, р, у, х, ч, ц, ь, э, я</i>	5/10 h
		<i>м, ь, ы, ю</i>	6/10 h
		<i>ж, т, ф, ш, щ</i>	7/10 h
	Цифры	<i>1</i>	3/10 h
		<i>2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0</i>	5/10 h
		<i>4</i>	6/10 h

Ширина букв 5/10

Высота 10/10

ГЕ ЗС

Ширина букв 6/10

Высота 10/10

ИЙКЛ БОЭВ

Высота 10/10

НПТЦУЧРЯЬ

Ширина букв 7/10

Высота 10/10

АДМХ ЫЮ

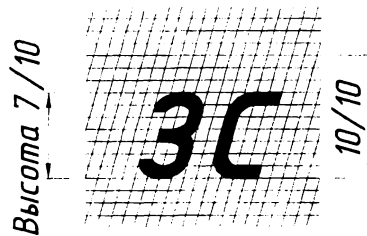
Ширина букв 8/10

Высота 10/10

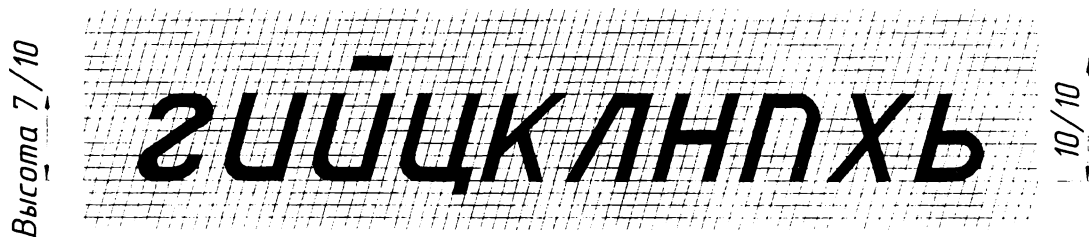
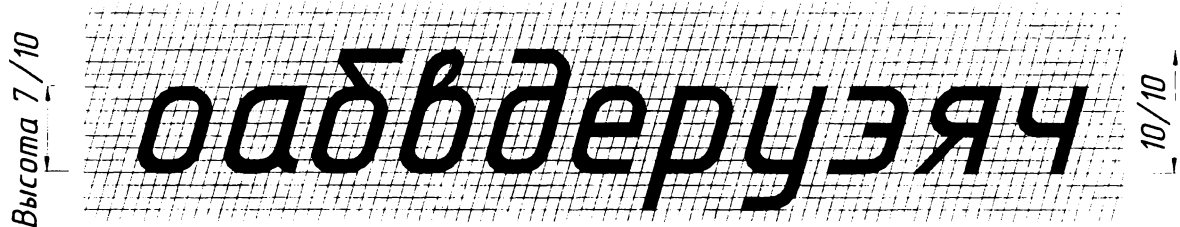
ЖШЩ ФЪ

Рисунок 1

Ширина букв 4/10

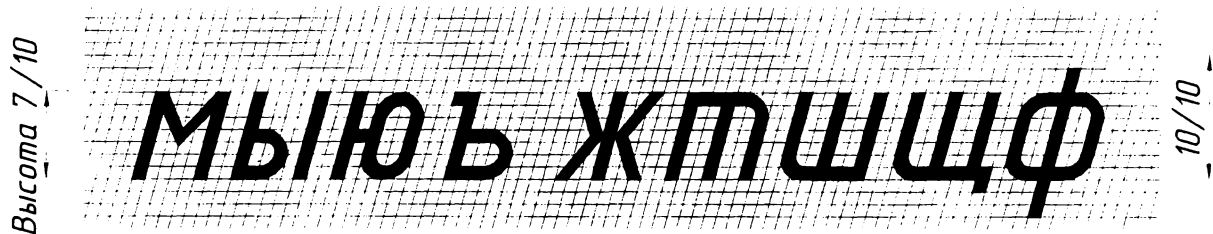


Ширина букв 5/10



Ширина букв 6/10

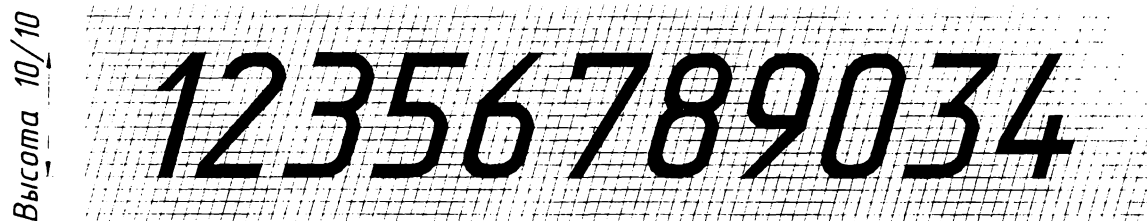
Ширина букв 7/10



3/10

Ширина цифр 5/10

6/10



диаметр окружности 2/3h

наклонная черта угол 60°

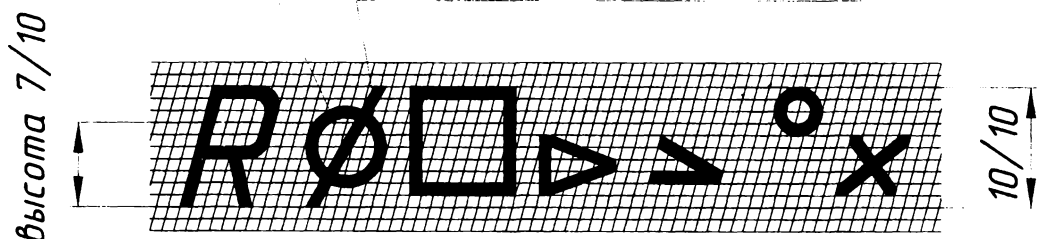


Рисунок 2

Приведем пример простановки размерных чисел на рис. 3. Высота цифр на чертеже принимается равной высоте шрифта, например №5 ($h = 5$ мм). Из табл. 4 следует, что при использовании шрифта №5 ширина цифры 1 равна $3/10h$, или 1,5 мм, ширина цифры 4 равна $6/10h$, или 3 мм, все остальные цифры шириной 2,5 мм. Выполним разбивку (сетку) для цифр и, пользуясь рис. 2, напомним размерные цифры, соблюдая расстояния до размерных линий как на рис. 3.

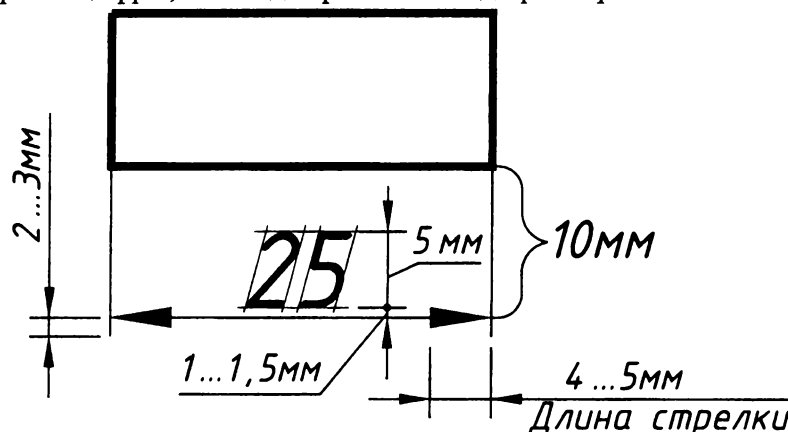


Рисунок 3

Размером шрифта называется высота в миллиметрах прописных (заглавных) букв. Высота строчных букв соответствует меньшему размеру шрифта.

Буквы не следует писать одним непрерывным движением руки. Буквы всегда должны выполняться по частям, допускается движение руки только по двум направлениям – сверху вниз и слева направо.

Для овладения хорошей техникой выполнения надписей предварительно выполняют тонкими линиями сетку, имеющую форму параллелограмма с основанием равным ширине букв, и высотой, равной размеру шрифта – для прописных букв и равной меньшему размеру шрифта – для строчных букв. Угол наклона линий при основании параллелограмма 75° .

При сочетании некоторых букв, например, Г и А, Г и Л, А и Т, расстояние между ними уменьшается наполовину, т.е. на толщину линии шрифта.

Низ буквы Д и верхний знак буквы Й выполняются за счет промежутков между строчками, а нижние и боковые отводы букв Ц и Щ – за счет промежутков между строками и буквами.

1.5. ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Графические изображения материалов и правила их нанесения на чертежах устанавливает ГОСТ 2.306-68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах».

Для придания чертежу большей наглядности на изображение разреза и сечения наносят штриховку.

Штриховка выполняется в виде параллельных линий, проводимых под углом 45° к линии контура изображения (см. рис. 4а) или к его оси (см. рис. 4б), или к линиям рамки чертежа.

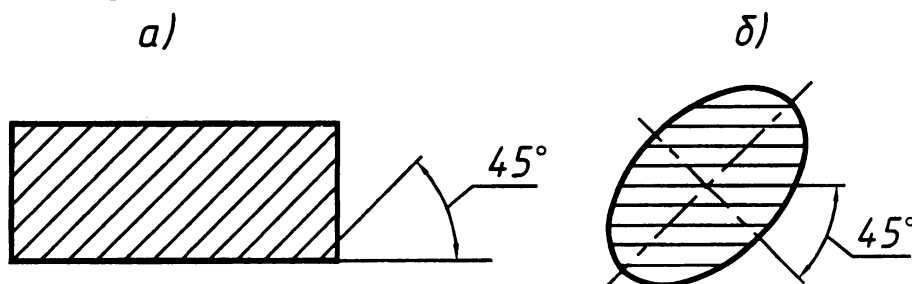


Рисунок 4

Если линии штриховки совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° допускается проводить линии под углом 30° или 60° (см. рис. 5а и б).

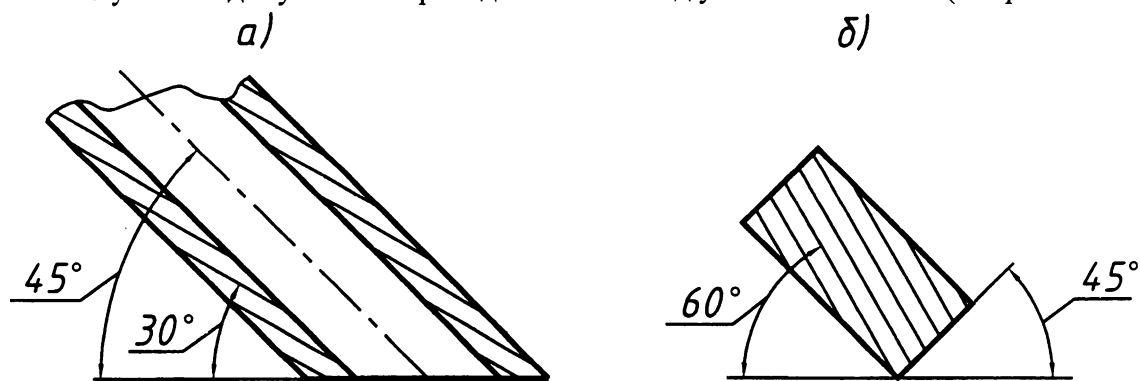


Рисунок 5

Наклон штриховки может быть как влево, так и вправо. Для всех разрезов и сечений одной и той же детали штриховку следует наносить с наклоном линий в одну и ту же сторону и с выбранным интервалом. Расстояние (интервал) между линиями штриховки выбирают в пределах от 2 до 10 мм в зависимости от величины площади, которую следует заштриховать.

1.6. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

ГОСТ 2.307-68* «Нанесение размеров и предельных отклонений» устанавливает правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других технических документах проектной документации всех отраслей промышленности и производства.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе выполнен чертеж. Каждый размер на чертеже указывают только один раз, повторение размера не допускается.

Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм. Расстояния выбираются в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа (см. рис. 3, 6). Значение увеличивается, если чертеж не насыщен, и уменьшается, если насыщен.

Размерные линии заканчиваются стрелками, выполняемыми длиной 4...5 мм с углом раскрытия 20° (см. рис. 3). Эти линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 2.. 3 мм (см. рис. 3).

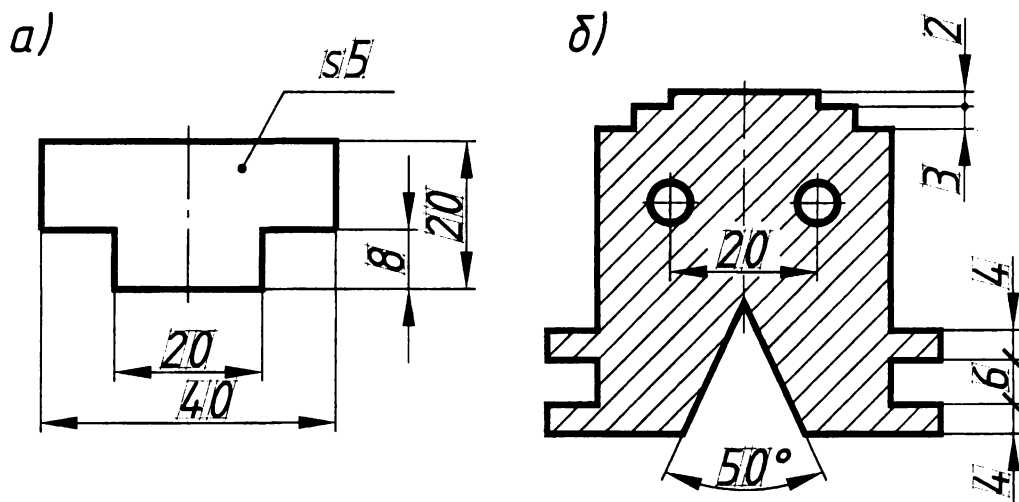


Рисунок 6

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или четкими точками (см. рис. 6б).

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву **R**, диаметра знак $\varnothing$ (см. рис. 7). Написание этих знаков см. на рис. 2.

При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (см. рис. 6а).

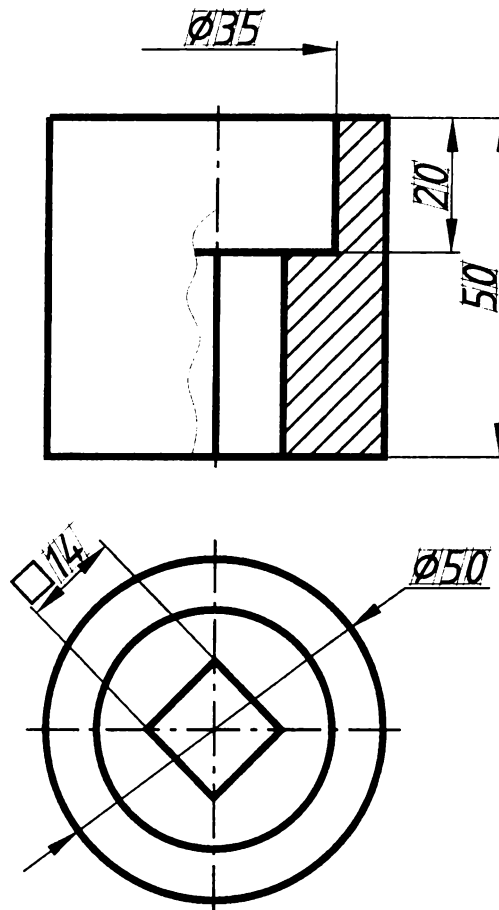


Рисунок 7

- Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.
- Необходимо избегать пересечения размерных линий с выносными.
- Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине (см. рис. 3).
- Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа.
- Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа.
- Не допускается наносить размерные числа в местах пересечения выносных, осевых или центровых линий.
- В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (см. рис. 6б).
- На чертежах допускается наносить размеры при соединении вида с разрезом так как указаны размеры $\varnothing 35$ и 20 на рис. 7.

2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

2.1. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

Деление окружности на равные части, и построение правильных вписанных многоугольников выполняют графически.

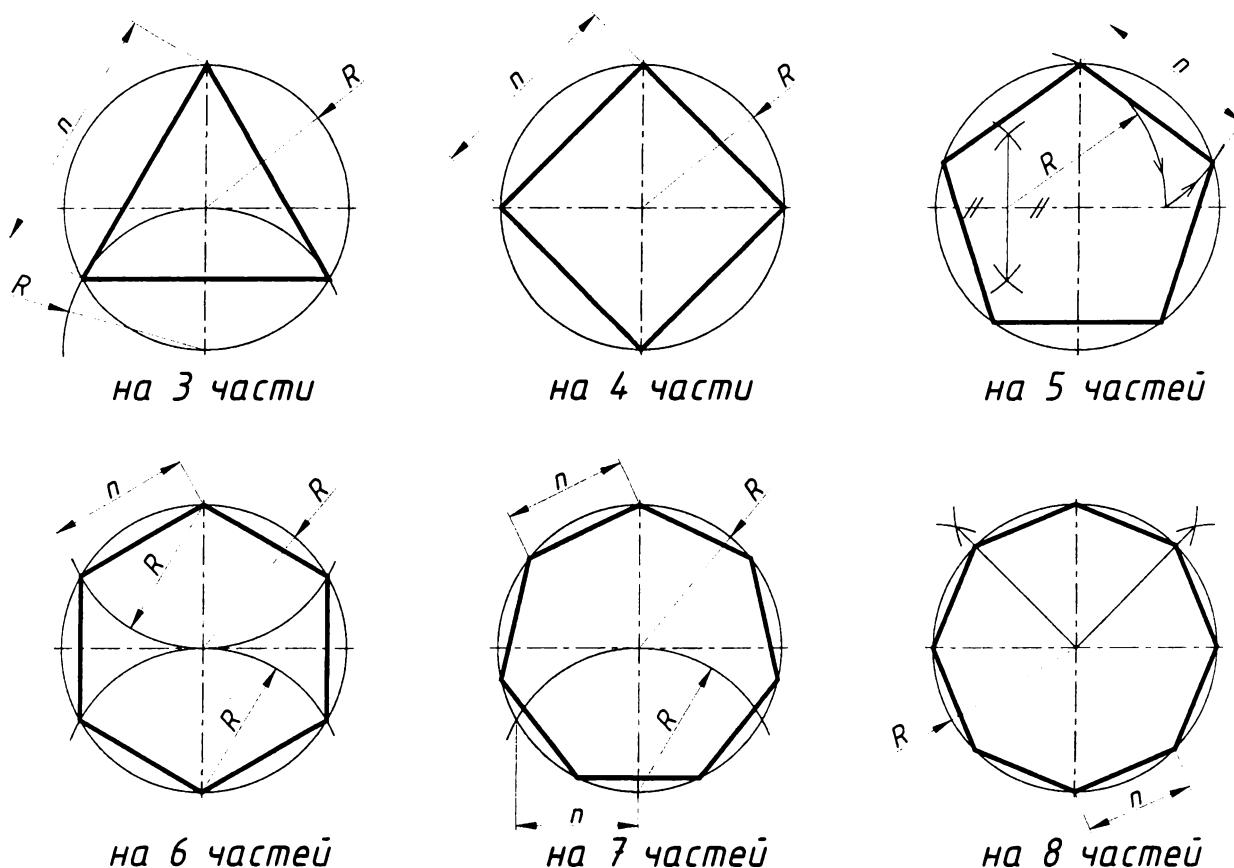


Рисунок 8

2.2. УКЛОН И КОНУСНОСТЬ

В построениях чертежей часто используются линии с заданным уклоном и конусностью.

Уклон – это величина, которая характеризует наклон одной прямой линии по отношению к другой и равна тангенсу угла между ними (рис. 9).

Уклон может быть выражен в процентах или в виде отношения двух чисел.

Конусность – величина, представляющая собой отношение разности диаметров оснований прямого кругового усеченного конуса к его длине (рис. 10а).

Конусность также выражается как отношение диаметра основания прямого кругового конуса к его высоте (рис. 10б).

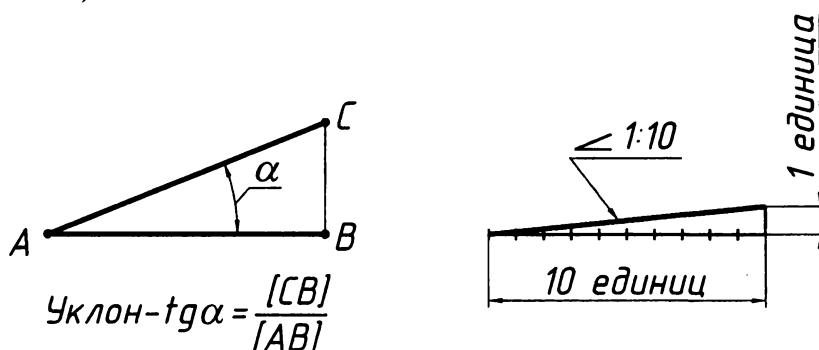


Рисунок 9

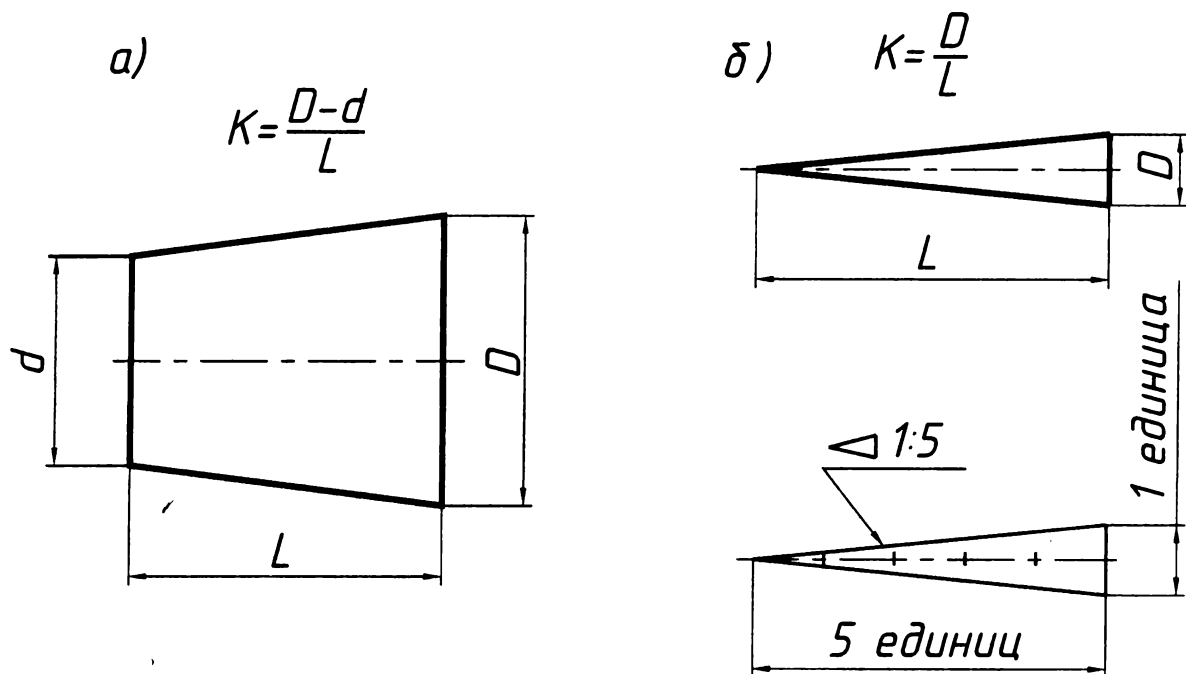


Рисунок 10

Конусность может выражаться простой дробью, десятичной, процентами. Перед размерным числом, характеризующим конусность, необходимо наносить условный знак конусности (см. рис. 2), который имеет вид равнобедренного треугольника с вершиной, направленной в сторону вершины построенного конуса. Его размеры определяются размером шрифта (см. рис. 10). Знак конуса и конусность в виде соотношения следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски.

2.3. СОПРЯЖЕНИЯ

Плавные переходы одних линий в другие называются сопряжениями. Построение сопряжений базируется на геометрических положениях о прямых, касательных к окружности, и об окружностях, касательных друг к другу. На рис. 11 показан чертеж прокладки, контурное очертание которой позволяет применить многие встречающиеся геометрические построения. Элементы контура детали отмечены на рис. 11 указателями соответствующих номеров:

- 1 – сопряжение прямой и дуги окружности заданного радиуса – внешнее сопряжение (рис. 16а);
- 2 – сопряжение прямой и дуги окружности заданного радиуса – внутреннее сопряжение (рис. 16б);
- 3 – сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса – внешнее сопряжение (рис. 19а);
- 4 – сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса – внутреннее сопряжение (рис. 19б);
- 5 – сопряжение углов (рис. 12);
- 6 – касательная к дуге окружности из точки, не лежащей на окружности (рис. 22а);
- 7 – внутренняя касательная к окружности (рис. 22б);
- 8 – внешняя касательная к окружности (рис. 22в).

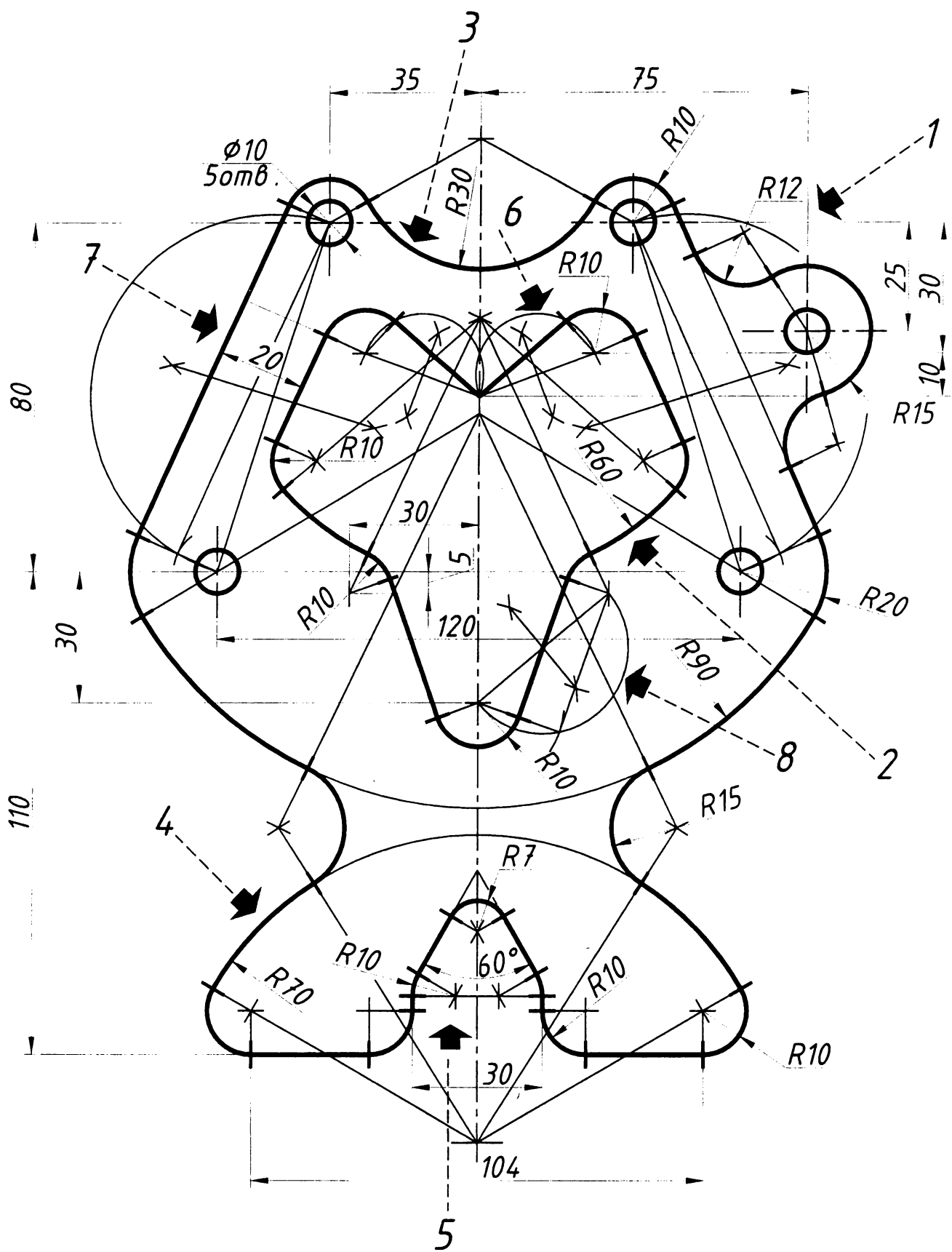


Рисунок 11

СОПРЯЖЕНИЕ ДВУХ ПРЯМЫХ ЛИНИЙ

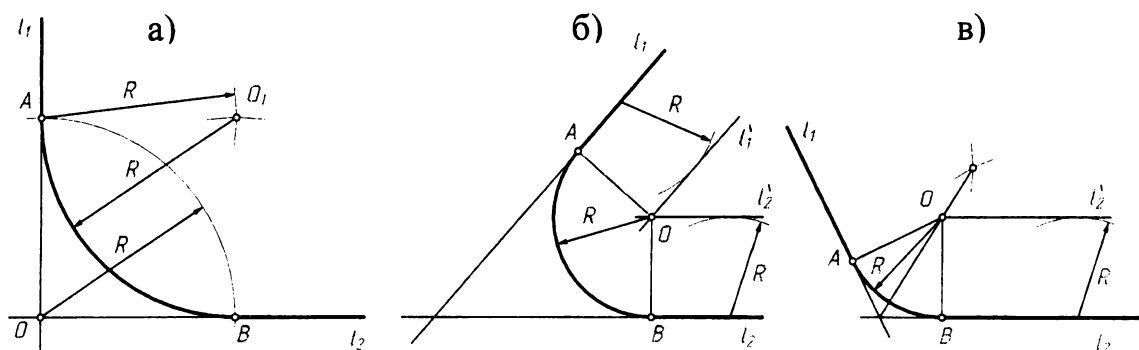


Рисунок 12

Сопряжение сторон l_1, l_2 прямого угла дугой радиуса R (рис. 12а).

Из вершины O прямого угла проводят дугу окружности радиусом R и получают точки сопряжения A и B . Центр сопряжения находится на пересечении дуг, проведенных из точек A и B , как из центров, тем же радиусом R . Из центра сопряжения O_1 проводят между точками A и B дугу сопряжения.

Сопряжение сторон l_1, l_2 острого угла дугой радиуса R (рис. 12б). Центр сопрягающей дуги должен быть удален от каждой из прямых на величину, равную радиусу R . Проводят две прямые l'_1 и l'_2 , параллельные двум прямым l_1 и l_2 и удаленные от них на расстояние R . Пересечение этих прямых – точка O – есть центр сопряжения. Опускают из центра O перпендикуляры на стороны угла и получают точки сопряжения A и B .

Сопряжения сторон l_1, l_2 тупого угла дугой радиуса R (рис. 12в).

Элементы сопряжения могут быть найдены так же, как и для острого угла. На рис. 12в задача решена другим способом. Геометрическим местом центров дуг, сопрягающих две пересекающиеся прямые, является биссектриса угла между этими прямыми. Следовательно, центр сопряжения O определяется на пересечении биссектрисы угла между прямыми l_1 и l_2 с прямой l'_2 , проведенной параллельно одной из сторон угла на расстоянии R .

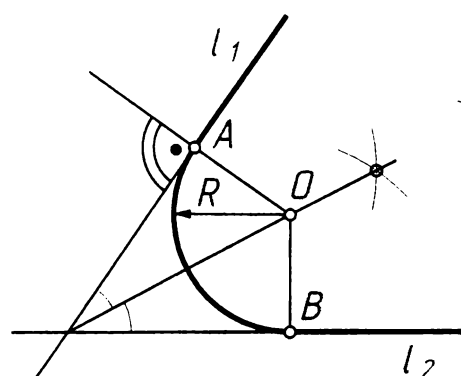


Рисунок 13

Сопряжение двух пересекающихся прямых l_1 и l_2 , на одной из которых задана точка сопряжения A (радиус сопряжения не задан) (рис. 13). Центр сопряжения O находится на пересечении двух геометрических мест: биссектрисы угла между прямыми l_1 и l_2 и перпендикуляра, восстановленного из точки A к прямой l_1 (этот перпендикуляр является геометрическим местом окружностей, касательных к прямой l_1 в точке A). Из точки O опускают перпендикуляр на вторую прямую l_2 и получают точку сопряжения B . Радиусом OA проводят дугу сопряжения.

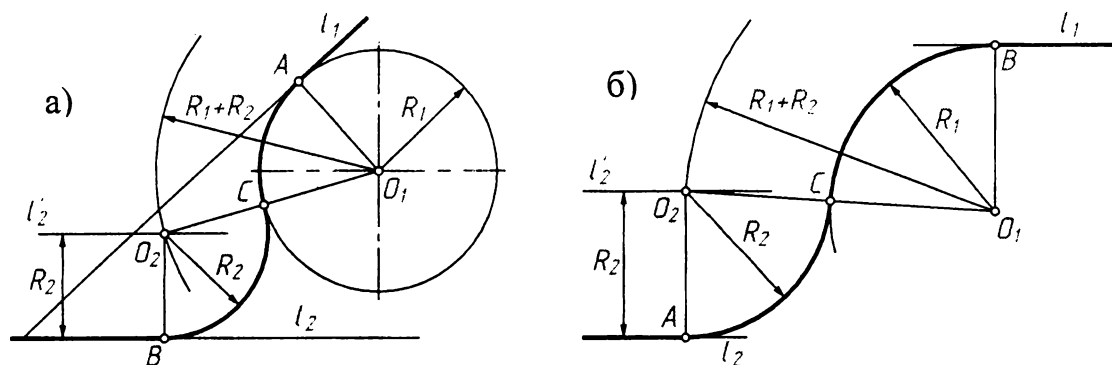


Рисунок 14

Сопряжение двух пересекающихся прямых l_1 и l_2 дугами радиусов R_1 и R_2 (рис. 14а) (точка сопряжения А задана). На перпендикуляре, восстановленном к прямой l_1 в точке А, откладывают отрезок AO_1 , равный радиусу R_1 , и получают центр сопряжения O_1 . Для получения второго центра сопряжения O_2 строят два геометрических места точек: прямую l'_2 , параллельную l_2 и отстоящую от нее на расстоянии R_2 , и окружность из центра O_1 радиусом $R_1 + R_2$, concentricную окружности радиуса R_1 . Пересечение этих геометрических мест есть второй центр сопряжения O_2 . На линии центров O_1O_2 находят точку сопряжения С двух дуг. Точка пересечения перпендикуляра, опущенного из центра O_2 к прямой l_2 , определяет положение точки В сопряжения второй дуги с прямой l_2 . Из центра O_1 радиусом R_1 проводят дугу сопряжения между точками А и С, а из центра O_2 радиусом R_2 – дугу между точками С и В.

На рис. 14б изображен аналогичный случай построения сопряжения двух параллельных прямых l_1 и l_2 .

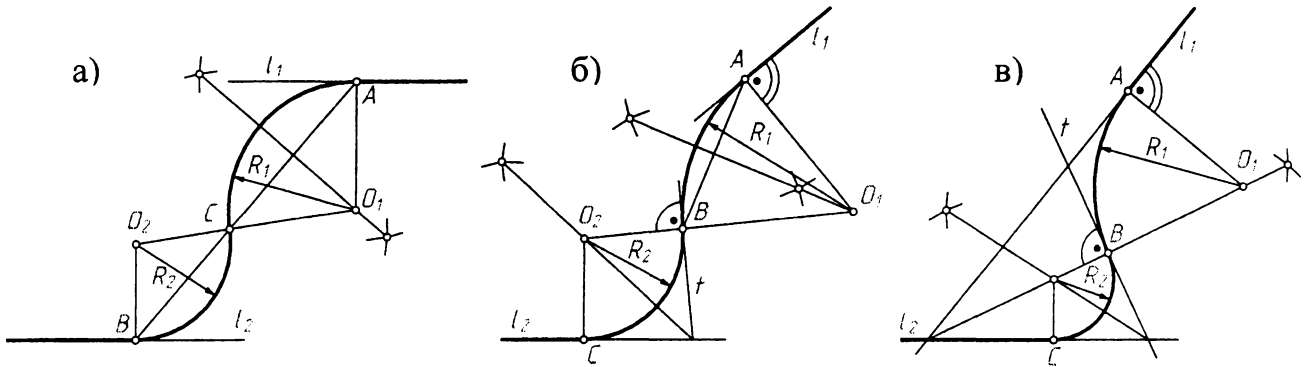


Рисунок 15

Сопряжение двух параллельных прямых l_1 и l_2 , если заданы точки сопряжения А, В и С (рис. 15а). Геометрическим местом центров окружностей, проходящих через точки А и С, является перпендикуляр, проведенный к середине отрезка АС. Пересечение этого перпендикуляра с перпендикуляром, восстановленным из точки А к прямой l_1 , даст центр сопряжения O_1 . Второй центр сопряжения определяется на пересечении линии центров O_1C с перпендикуляром, восстановленным из точки В к прямой l_2 . Из центра O_1 радиусом $R_1 = O_1A$ проводят дугу между точками А и С, а из центра O_2 радиусом $R_2 = O_2B$ – дугу между точками сопряжений В и С.

Сопряжение двух пересекающихся прямых l_1 и l_2 , если заданы точки сопряжения А и С (рис. 15б). Первый центр сопряжения O_1 определяют на пересечении перпендикуляра, восстановленного из точки А к прямой l_1 , с перпендикуляром, проведенным к середине отрезка АС. Между точками А и С проводят дугу окружности радиусом $R_1 = O_1A$. В точке С строят касательную t к дуге проведенной окружности. Второй центр сопряжения O_2 определяют на пересечении линии центров O_1C с биссектрисой угла между прямыми t и l_2 . Опуская из центра O_2 перпендикуляр на вторую из сопрягаемых прямых l_2 , определяют точку сопряжения В.

Сопряжение двух пересекающихся прямых l_1 и l_2 , если дана точка сопряжения А (рис. 15в). Центр сопряжения O_1 определяют на пересечении биссектрисы угла между прямыми l_1 и l_2 с перпендикуляром, восстановленным из точки А к прямой l_1 . Из точки O_1 , как из центра, проводят дугу сопряжения радиусом $R_1 = O_1A$ до пересечения с биссектрисой в точке С. Дальнейшее решение – как в предыдущей задаче, то есть в точке С, проводят касательную t к дуге окружности и строят биссектрису угла между прямыми l_2 и t . Пересечение биссектрисы с линией центров O_1C есть второй центр сопряжения O_2 .

СОПРЯЖЕНИЕ ПРЯМОЙ С ОКРУЖНОСТЬЮ

Возможны три случая построения сопряжений прямой с окружностью:

1. Задан радиус дуги сопряжения.
2. Задана точка сопряжения на прямой.
3. Задана точка сопряжения на окружности.

Во всех трех случаях сопряжение может быть внешним или внутренним.

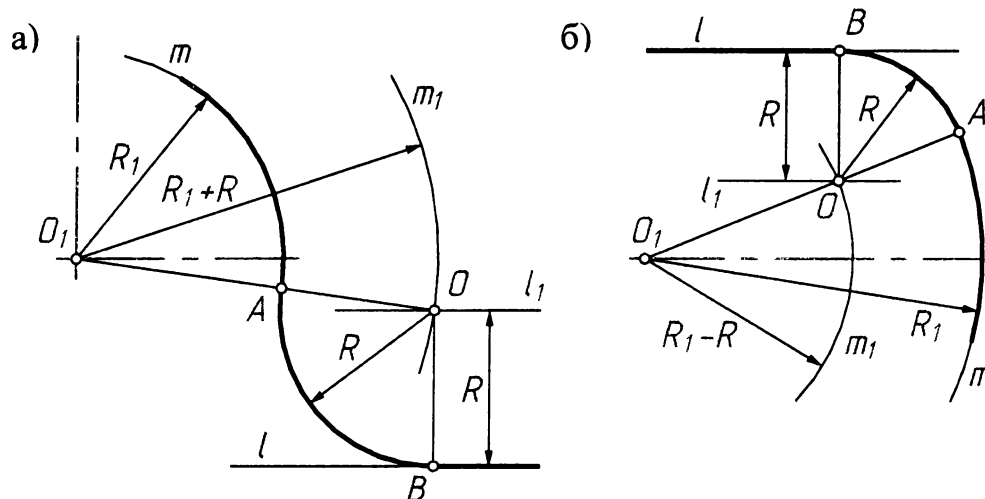


Рисунок 16

Построить сопряжение прямой l с окружностью m , если задан радиус сопряжения R (рис. 16а). Из центра окружности O_1 проводят вспомогательную дугу радиусом R_1+R . На расстоянии, равном радиусу R сопрягающей дуги, параллельно заданной прямой l проводят прямую l_1 . Точка O пересечения вспомогательной дуги и прямой есть центр дуги сопряжения. Одна точка сопряжения A лежит на пересечении линии центров O_1O с дугой окружности m , а вторая точка B определяется как точка пересечения прямой l с перпендикуляром, опущенным из центра дуги сопряжения – точки O .

При внутреннем сопряжении (рис. 16б) определение центра дуги сопряжения – точки O и точек касания A и B аналогично предыдущему случаю с той лишь разницей, что радиус вспомогательной дуги m_1 равен $R_1 - R$.

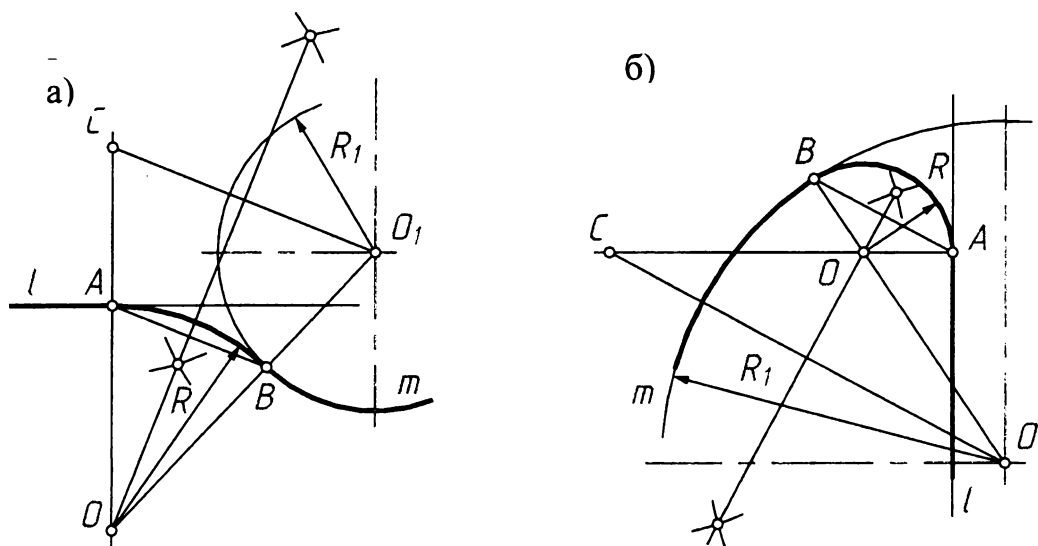


Рисунок 17

Построить сопряжение прямой l с окружностью m , если на прямой l задана точка сопряжения A (рис. 17а). Построение основано на том, что центр сопряжения O – вершина равнобедренного треугольника ABO , а вершины основания треугольника – точки сопряжения A и B . Так как точка сопряжения B неизвестна, то строят треугольник CO_1O , подобный треугольнику ABO . Для этого из точки сопряжения A восстанавливают перпендикуляр к прямой l и откладывают отрезок AC , равный радиусу R_1 заданной окружности. Соединяют точки C и O_1 и восстанавливают перпендикуляр к середине отрезка CO_1 . Пересечение этого перпендикуляра с перпендикуляром, проведенным из точки A к прямой l , есть центр сопряжения O . Вторая точка сопряжения B находится на пересечении линии центров OO_1 с дугой окружности m .

На рис. 176 дано решение той же задачи для случая внутреннего сопряжения. Решение аналогично предыдущему (см. рис. 17а).

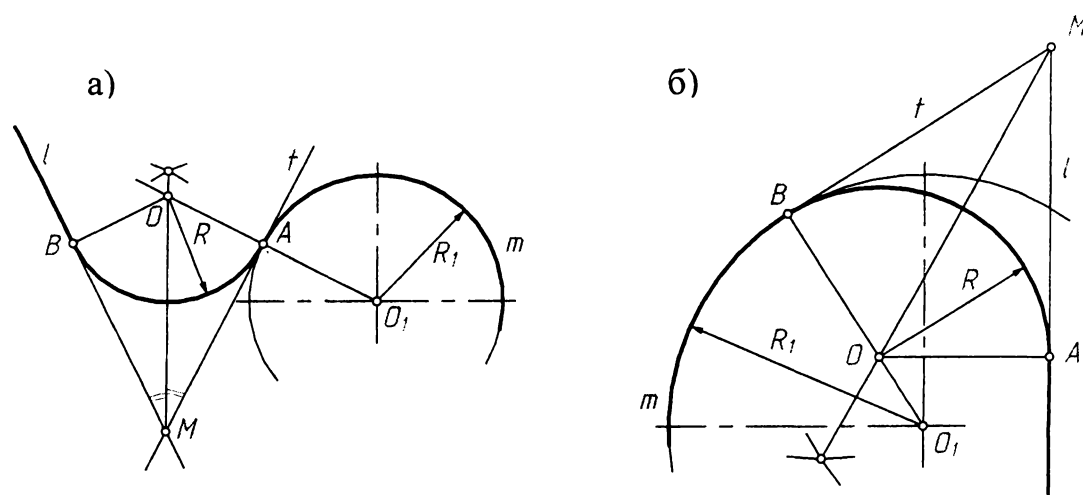


Рисунок 18

Построить сопряжение прямой l с дугой окружности m , если дана точка сопряжения A на дуге окружности (рис. 18а). В точке A строят касательную t к дуге окружности и проводят биссектрису угла между прямыми l и t . Пересечение этой биссектрисы с линией центров AO_1 есть центр сопряжения O . Из точки O опускают перпендикуляр на прямую l и определяют точку сопряжения B . Радиусом $R=OA$ из центра O проводят дугу сопряжения между точками A и B .

На рис. 18б дано решение той же задачи для случая внутреннего сопряжения. Порядок решения тот же, что и в предыдущей задаче (см. рис. 18а).

СОПРЯЖЕНИЕ ДВУХ ОКРУЖНОСТЕЙ

Возможны два случая построения сопряжений двух окружностей:

1. Задан радиус сопряжения.
 2. Задана точка сопряжения на одной из окружностей.
- Сопряжение может быть внешним, внутренним и смешанным.

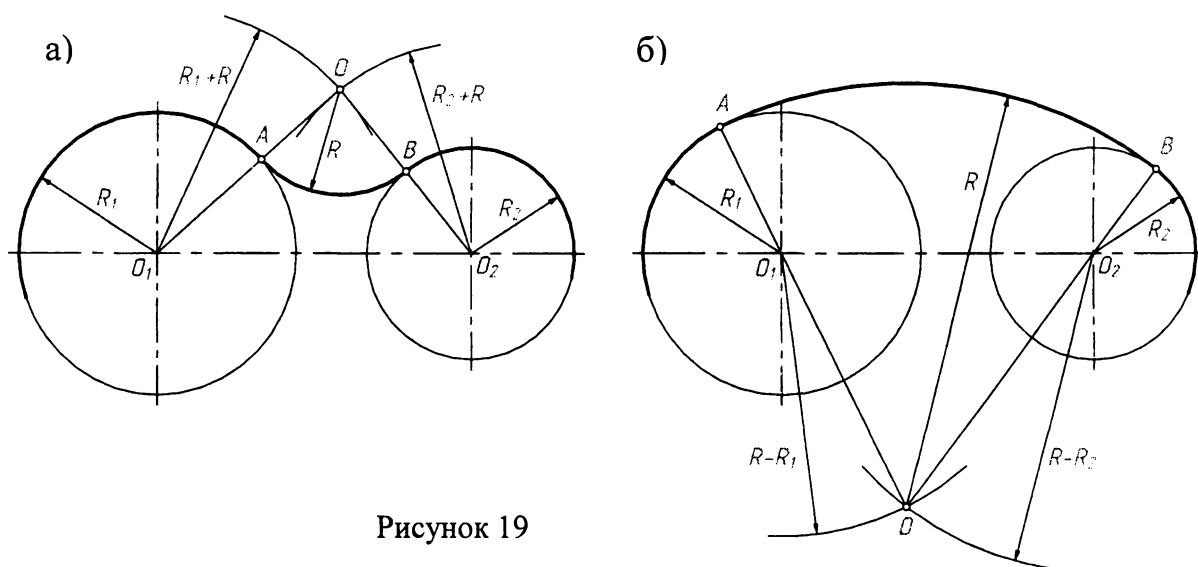


Рисунок 19

Построить сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса R (рис. 19а). При внешнем сопряжении центр сопрягающей дуги – точка O – определяется пересечением двух геометрических мест – вспомогательных окружностей радиусов R_1+R и R_2+R , проведенных соответственно из центров сопрягаемых дуг, то есть из точек O_1 и O_2 . Точки сопряжения A и B определяются как точки пересечения заданных дуг с прямыми OO_1 и OO_2 .

Внутреннее сопряжение дуг радиусов R_1 и R_2 дугой радиуса R показано на рис. 19б. Для определения центра O дуги сопряжения проводят из точек O_1 и O_2 – два геометрических места – вспомогательные дуги радиусами $R - R_1$ и $R - R_2$. Точка O пересечения этих дуг и является центром сопряжения. Из точки O через точки O_1 и O_2 проводят прямые до пересечения с окружностями и получают точки сопряжения A и B .

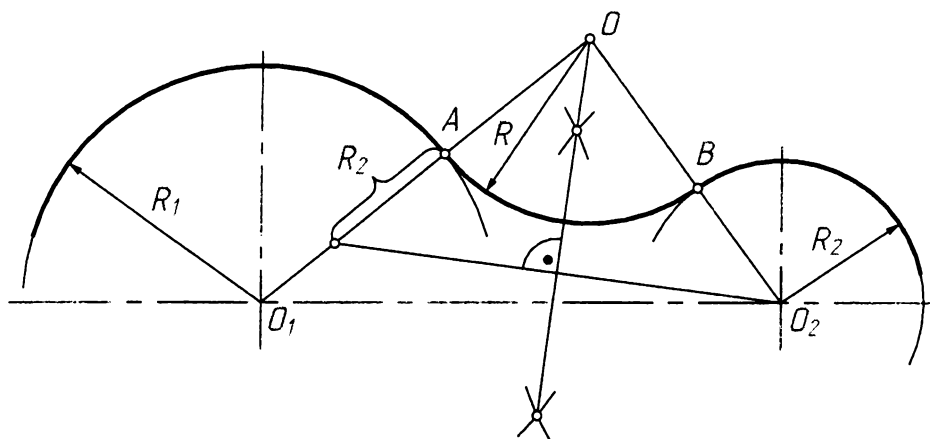


Рисунок 20

При смешанном сопряжении центр сопряжения O определяется в пересечении двух геометрических мест – вспомогательных окружностей радиусов $R+R_1$ и $R-R_2$ (рис. 20) (либо $R-R_1$ и $R+R_2$), проведенных соответственно из центров окружностей O_1 и O_2 . Точки сопряжения A и B лежат на пересечении линий центров O_1O и O_2O с дугами заданных окружностей.

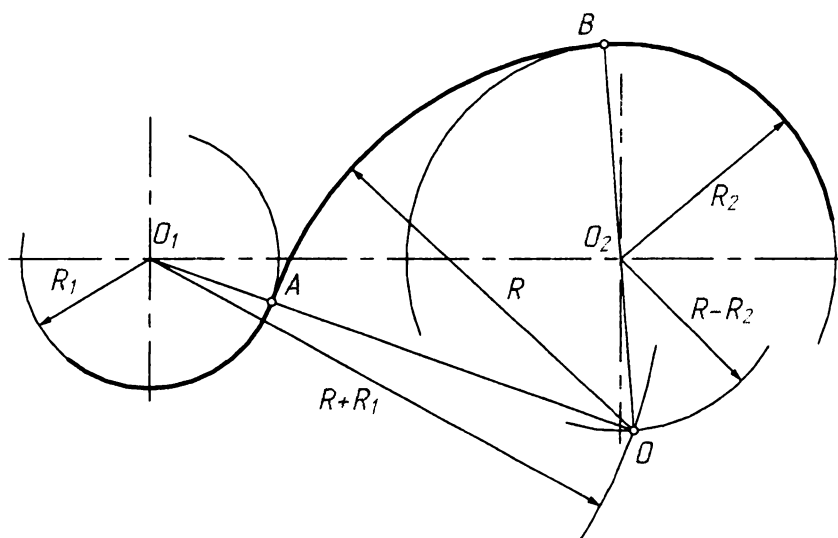


Рисунок 21

Построение сопряжения двух окружностей, если задана точка сопряжения A на одной из окружностей (рис. 21). Соединяют точку A с центром O_1 и откладывают на этой прямой отрезок AC , равный R_2 . К середине отрезка CO_2 восстанавливают перпендикуляр до пересечения с продолжением линии AO_1 . Точка O пересечения и является центром дуги сопряжения. Вторая точка сопряжения B лежит на пересечении линии центров OO_2 с дугой второй окружности.

ПОСТРОЕНИЕ КАСАТЕЛЬНЫХ

Построение касательных к окружности основано на том, что касательная перпендикулярна к радиусу, проведенному в точку касания.

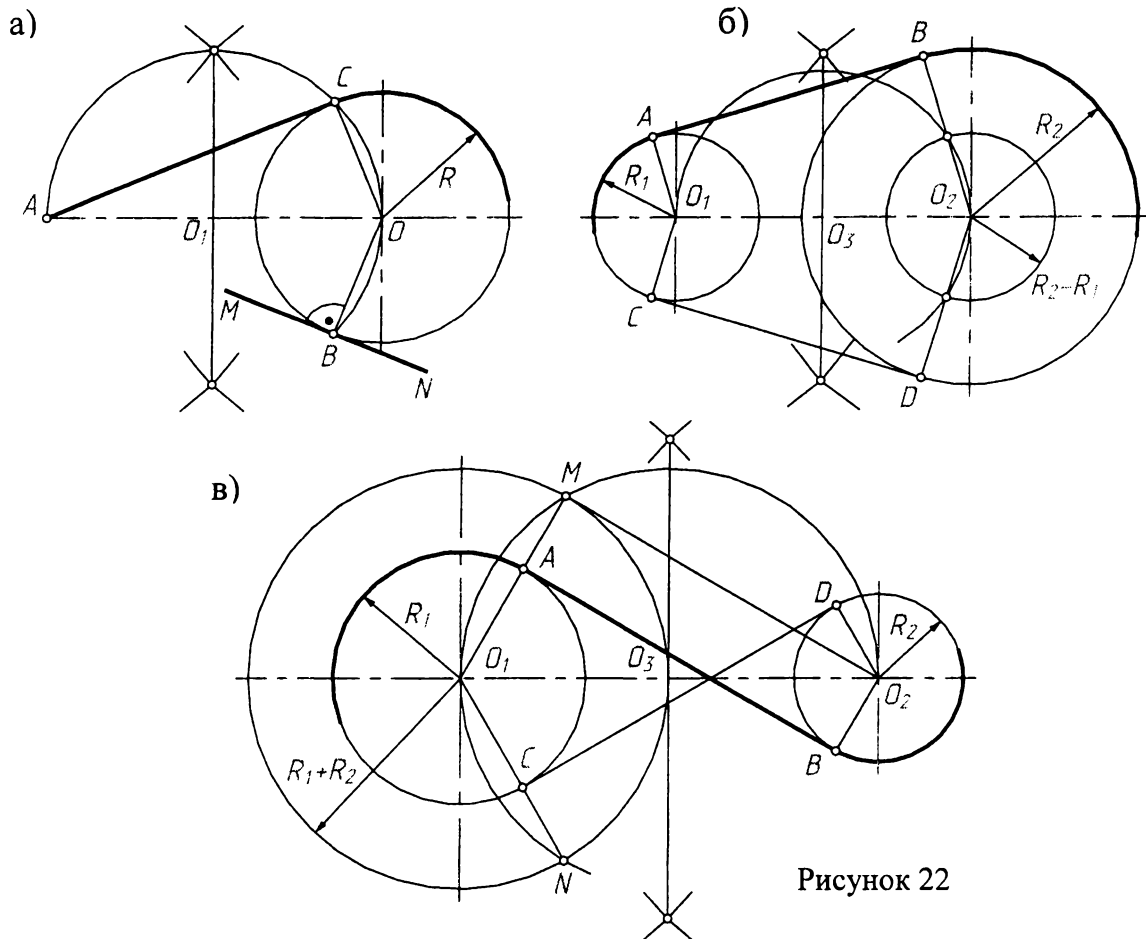


Рисунок 22

Построение касательной к окружности из точки А, лежащей вне окружности (рис. 22а). Отрезок OA , соединяющий данную точку с центром окружности, делят пополам и из полученной точки O_1 , как из центра, описывают вспомогательную окружность радиусом O_1A . Вспомогательная окружность пересекает заданную в точке C . Прямая AC является касательной к окружности, так как угол ACO прямой как вписанный в окружность и опирающийся на ее диаметр.

Построение касательной к двум окружностям. Касательная к двум окружностям может быть внешней, если обе окружности расположены с одной стороны от нее, и внутренней, если окружности расположены с разных сторон от касательной.

Построение внешней касательной к окружностям радиусов R_1 и R_2 (рис. 22б). Из центра O_2 большей окружности проводят вспомогательную окружность радиусом $R_2 - R_1$. Отрезок O_1O_2 делят пополам и проводят вспомогательную окружность радиусом O_3O_1 . Точки пересечения этих окружностей M и N соединяют с центром O_2 и продолжают прямые до пересечения с окружностью радиуса R_2 в точках B и D . Эти точки являются точками касания окружности большего диаметра. Из центра O_1 проводят прямые O_1A и O_1C , соответственно параллельные O_2B и O_2D , до пересечения с контуром окружности в точках A и C . Прямые AB и CD – искомые внешние касательные к двум окружностям.

Построение внутренней касательной к двум окружностям радиусов R_1 и R_2 (рис. 22в). Из центра одной из окружностей, например, из O_1 , проводят вспомогательную окружность радиусом $R_1 + R_2$. Делят отрезок O_1O_2 пополам и из полученной точки O_3 проводят вторую вспомогательную окружность радиусом O_3O_1 . Точки пересечения этих окружностей M и N соединяют с центром O_3 и на пересечении с окружностью радиуса R_1 получают точки касания A и C . Из точки O_2 проводят прямую, параллельную O_1A , и получают точку касания B на малой окружности. Аналогично построена точка касания D . Прямые AB и CD – искомые внутренние касательные к двум окружностям.

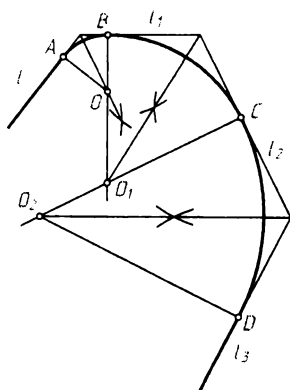


Рисунок 23

Построение сопряжения дугами окружностей четырех пересекающихся прямых l, l_1, l_2, l_3 (рис. 23). Произвольно выбранную точку O , лежащую на биссектрисе угла между прямыми l и l_1 , принимают за первый центр сопряжения. Перпендикуляры, опущенные из этого центра на прямые l и l_1 , определяют точки сопряжения A и B . Второй центр O_1 сопряжения находят на пересечении биссектрисы угла между прямыми l_1 и l_2 с перпендикуляром BO . Третий центр сопряжения O_2 определяют в точке пересечения биссектрисы угла между прямыми l_2 и l_3 с продолжением перпендикуляра O_1C .

3. ВИДЫ

3.1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ВИДОВ

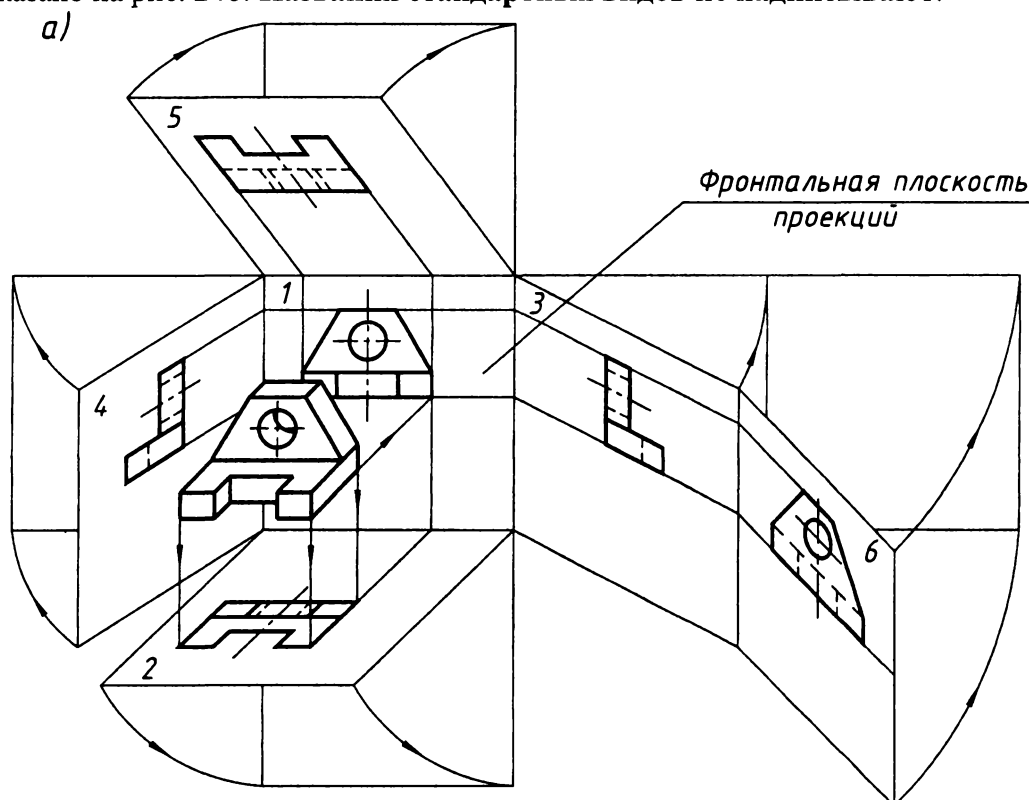
ГОСТ 2.305-68 «Изображения – виды, разрезы, сечения» определяет шесть стандартных видов изображения деталей на чертежах.

Вид – это изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета или детали.

Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Установлены следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций (см. рис. 24а): **1** – вид спереди (главный вид), **2** – вид сверху, **3** – вид слева, **4** – вид справа, **5** – вид снизу, **6** – вид сзади. Каждую деталь не обязательно изображать шестью видами, поэтому количество выбранных видов для изображения должно быть минимальным, но достаточным. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части предмета при помощи штриховых линий.

ГОСТом 2.305-68 в п. 2.1 определено положение на чертеже этих видов в таком порядке, как это показано на рис. 24б. **Названия стандартных видов не надписывают.**



δ)

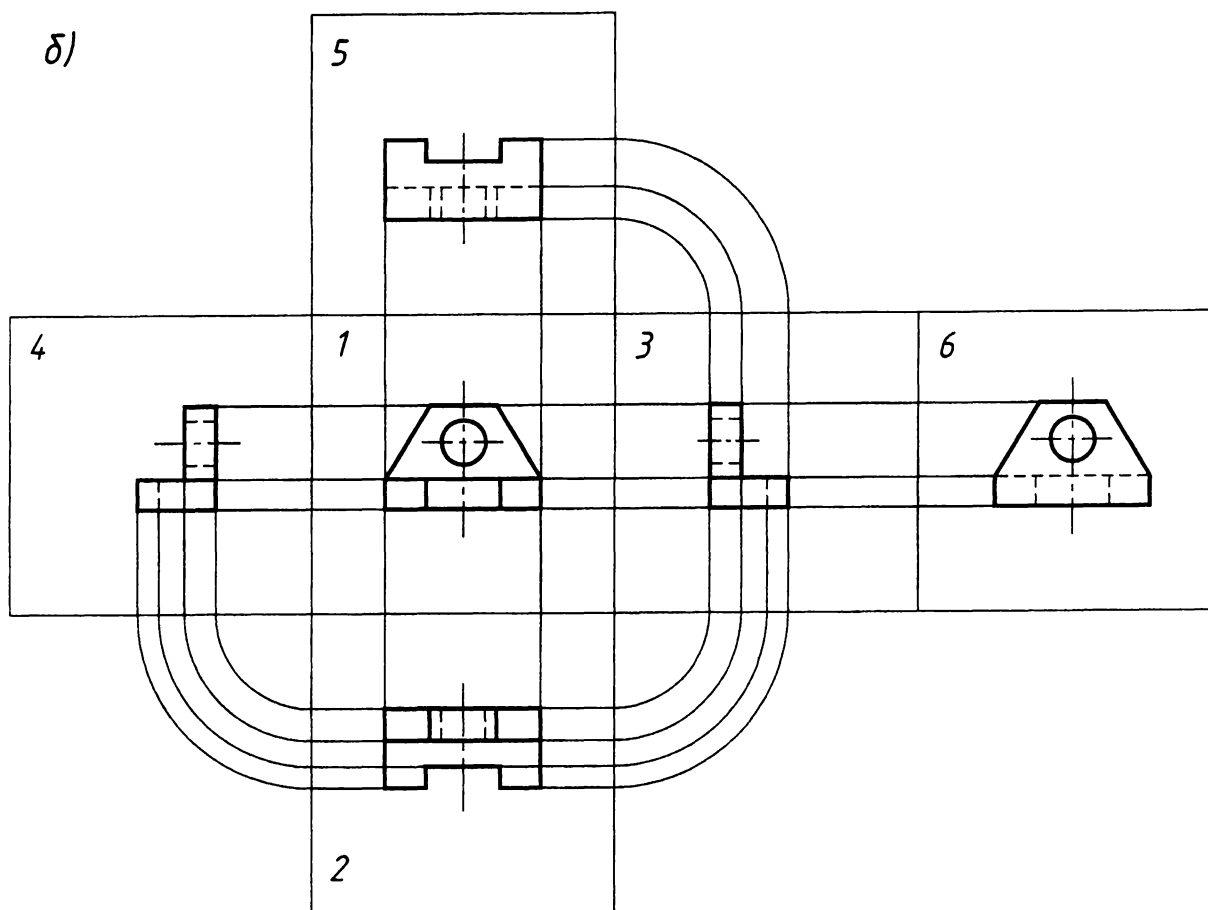


Рисунок 24

Пример: по наглядному изображению (рис. 25) построить три вида детали, проставить размеры (рис. 26).

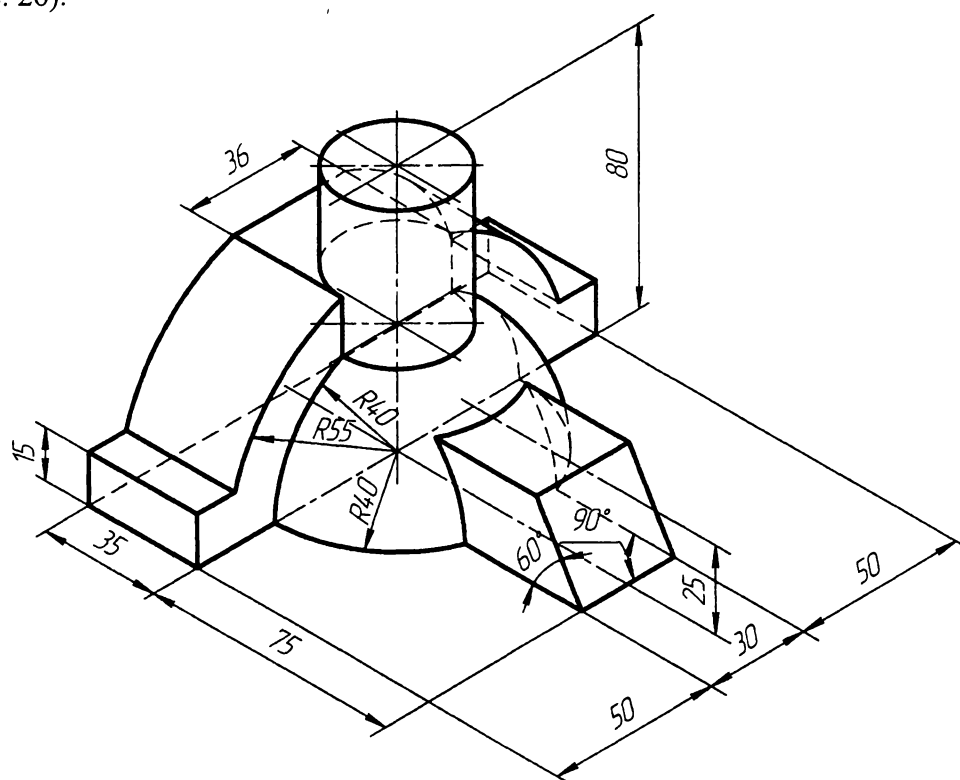


Рисунок 25

4. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА

Геометрическим телом называется некоторая замкнутая часть пространства, ограниченная плоскостями или кривыми поверхностями. Из всего многообразия геометрических тел можно выделить основные:

- 1) многогранники – правильные прямые призмы и пирамиды;
- 2) криволинейные тела вращения – прямой круговой цилиндр, прямой круговой конус, шар. Поверхность вращения на чертеже задается проекциями оси вращения и образующей. Для наглядности чертежа строят очерковые линии поверхности вращения. *Очерковыми линиями* называются линии, ограничивающие области ее проекций.

Правильная прямая призма – это многогранник, у которого две грани, называемые основаниями, есть правильные параллельные многоугольники, а остальные грани, называемые боковыми, – прямоугольники или квадраты, перпендикулярные основанию. В задачах призмы часто расположены так, что их грани перпендикулярны одной из плоскостей проекций, следовательно, основания параллельны этой же плоскости проекций. В таком случае грани называются проецирующими плоскостями, а основания – плоскостями уровня (рис. 27).

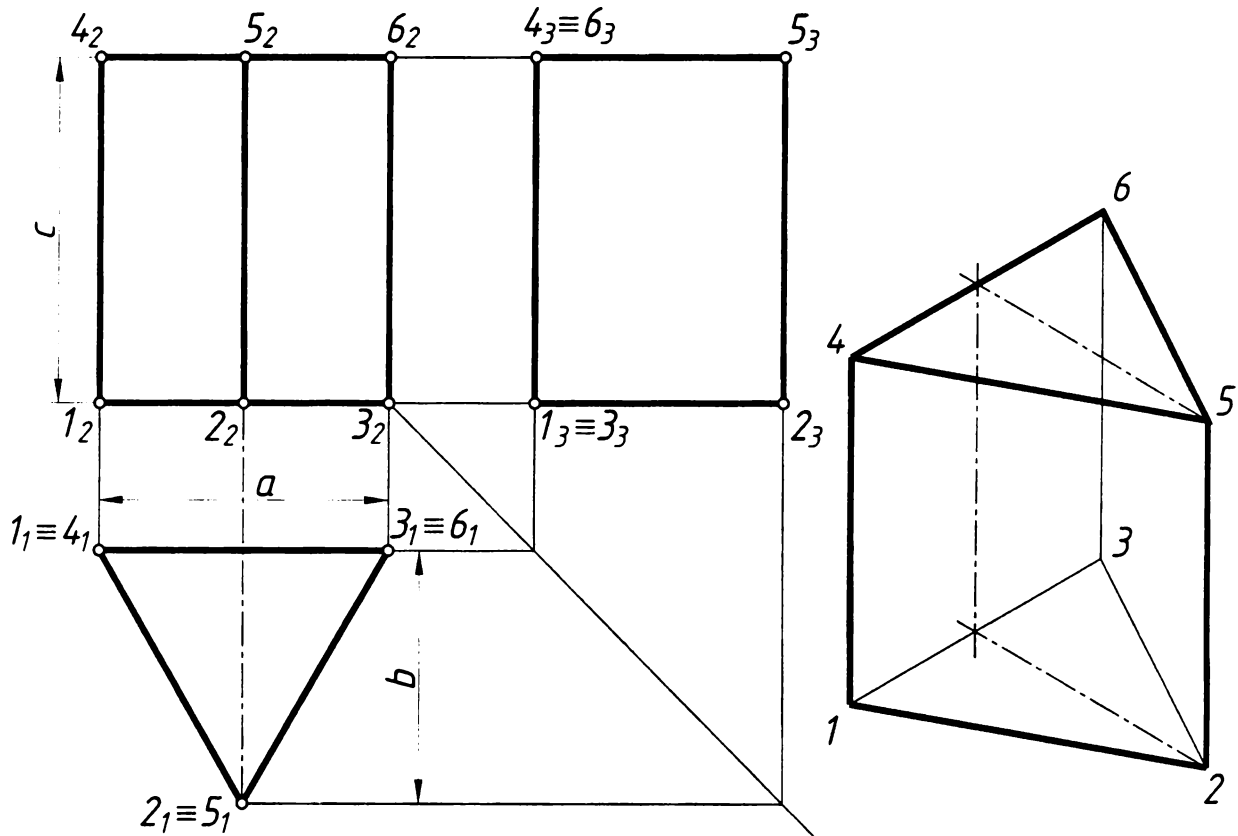


Рисунок 27

Правильная прямая пирамида – многогранник, у которого одна грань, называемая основанием, есть правильный многоугольник, а все остальные (боковые) грани – равнобедренные треугольники, имеющие общую точку, называемую вершиной пирамиды. Перпендикуляр, опущенный из вершины на основание, называется высотой пирамиды и пересекает основание в центре тяжести (рис. 28).

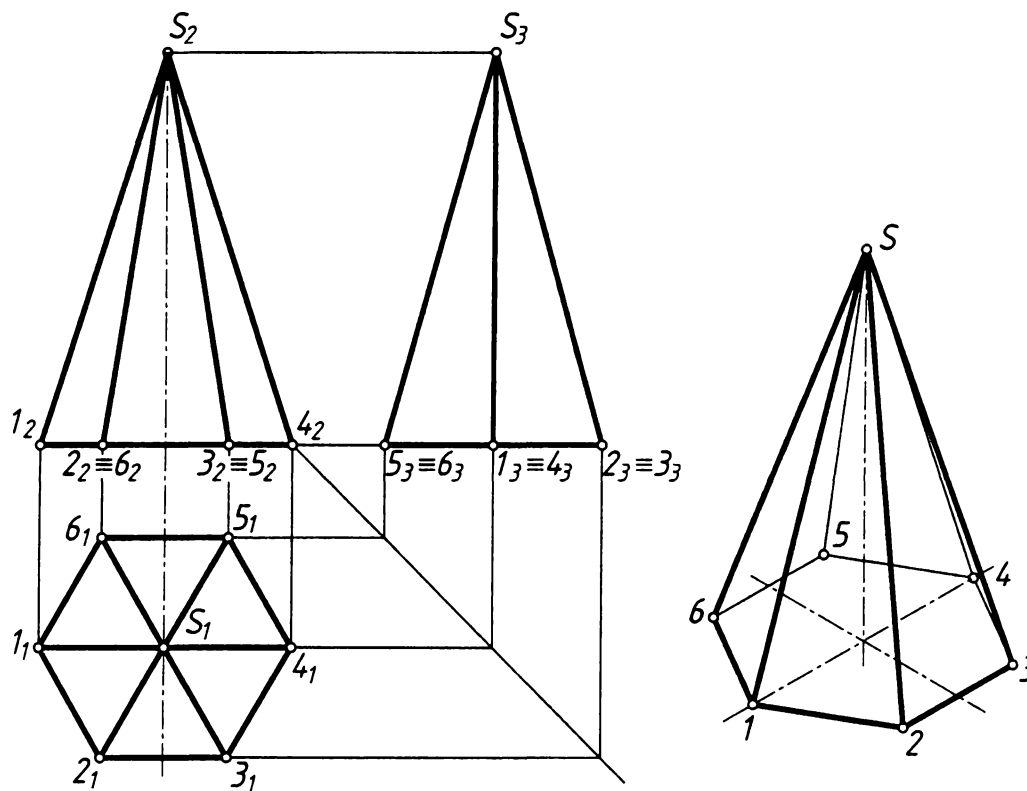


Рисунок 28

Прямой круговой цилиндр – тело, ограниченное цилиндрической поверхностью вращения и двумя основаниями в виде кругов, перпендикулярных к оси вращения (оси цилиндра) и, следовательно, к образующим (рис. 29).

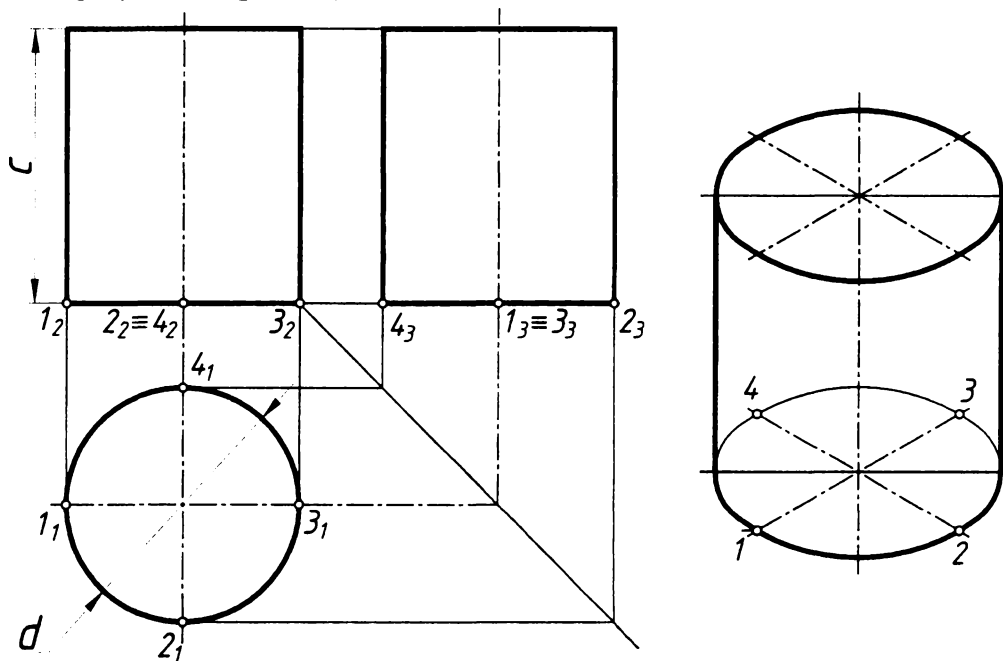


Рисунок 29

Прямой круговой конус – тело, ограниченное частью конической поверхности вращения, основание – круг, а высота совпадает с осью вращения, проходящей через центр круга (рис. 30).

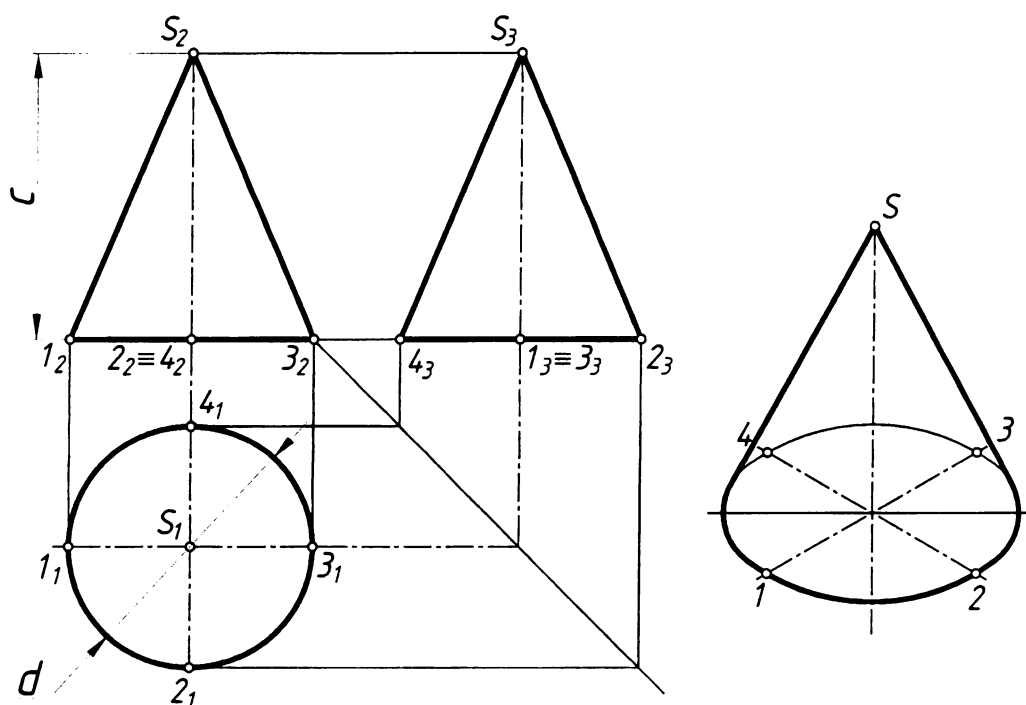


Рисунок 30

Примечание: в задачах данные тела чаще всего расположены относительно плоскостей проекций так, что их оси или высоты перпендикулярны одной из плоскостей проекций, а основания параллельны этой же плоскости проекций.

Шар – тело, ограниченное сферической поверхностью (рис. 31).

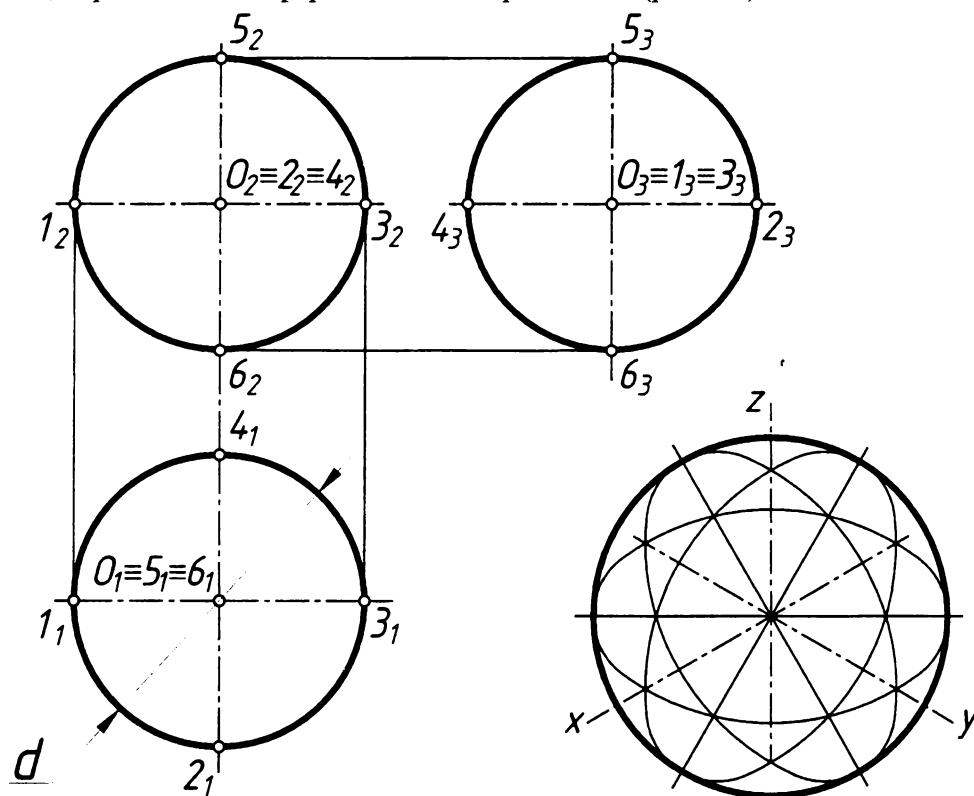


Рисунок 31

4.1. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ТОЧЕК И ЛИНИЙ, ПРИНАДЛЕЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТЯМ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Для построения проекций точки, принадлежащей поверхности геометрического тела, необходимо через точку на поверхности провести вспомогательную линию и на ее проекциях найти одноименные проекции точки.

Для построения проекций точки на поверхности пирамиды можно пользоваться любой прямой, принадлежащей грани пирамиды. Однако удобнее пользоваться прямой, проходящей через вершину пирамиды и заданную точку на грани (прямая S-4 на рис. 32а) или прямой, параллельной стороне основания, проведенной через заданную точку (прямая 4-5 на рис. 32б).

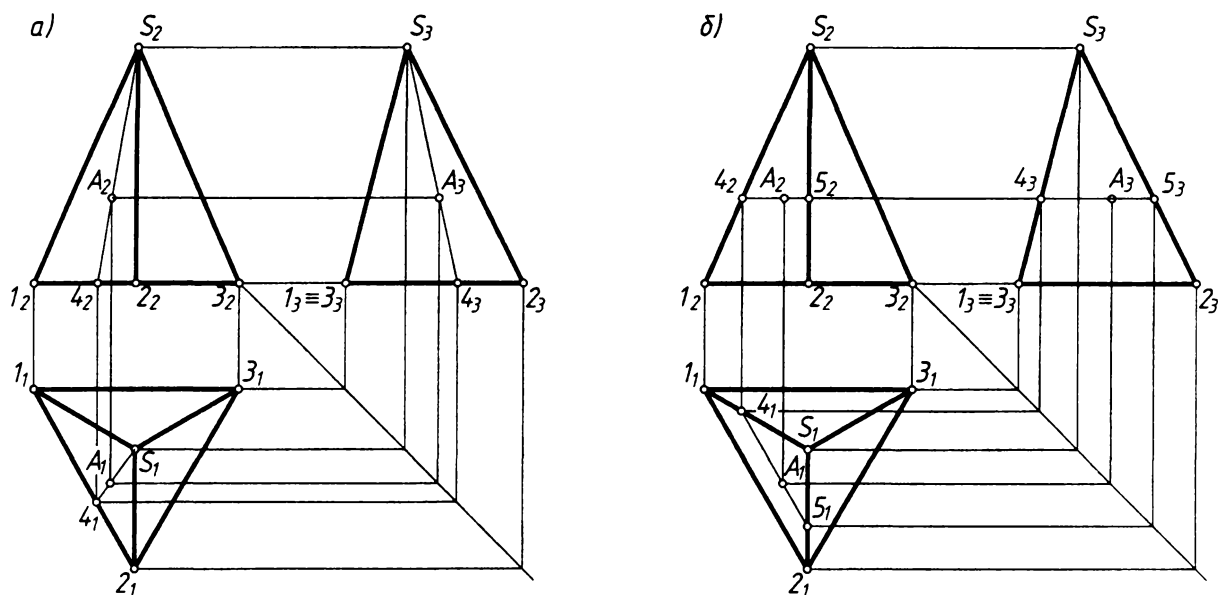


Рисунок 32

При расположении точки на грани прямой призмы нет необходимости проводить вспомогательную прямую (рис. 33).

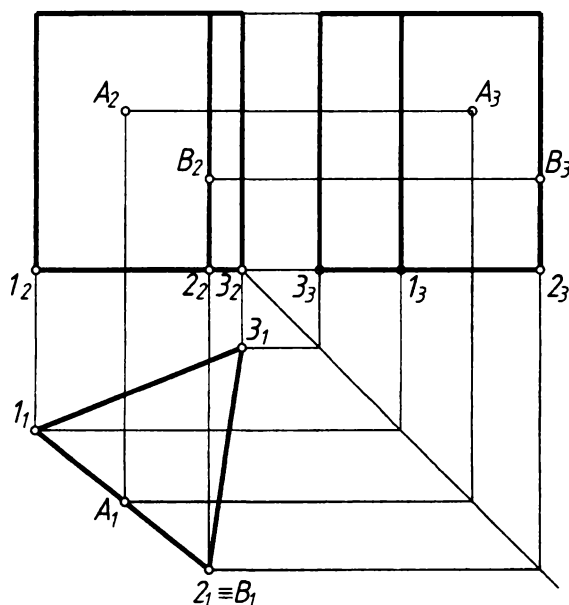


Рисунок 33

Для построения проекций точки, расположенной на поверхности вращения, удобно пользоваться образующей (прямой) – рис. 34а и б или окружностью-параллелью (рис. 34в и г).

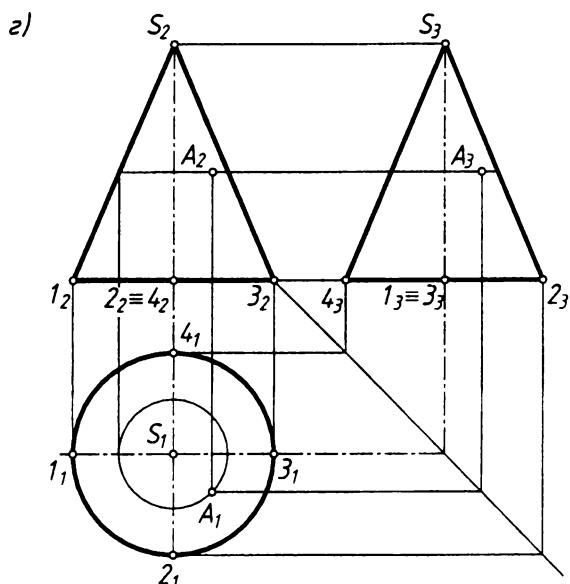
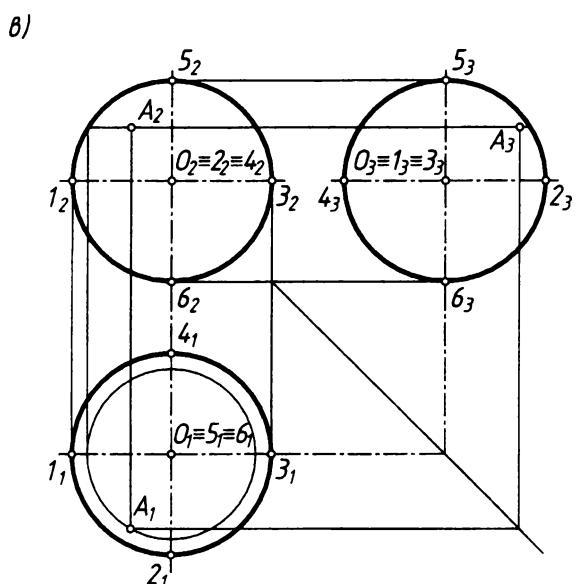
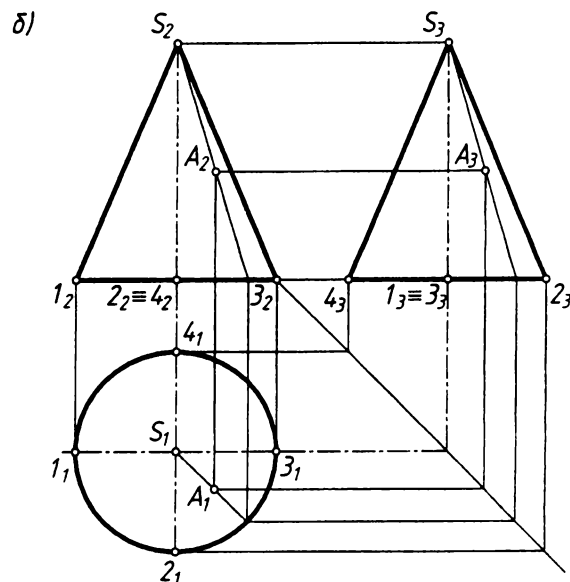
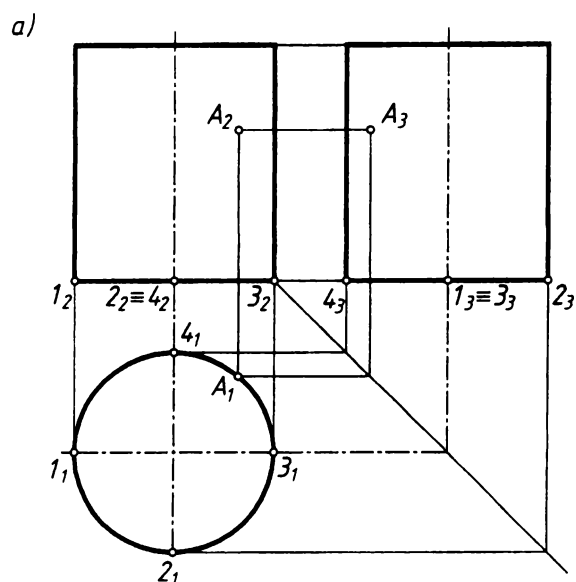


Рисунок 34

Для построения любой линии на поверхности геометрического тела необходимо построить проекции ее конечных точек, а также точек, расположенных на очерковых образующих или ребрах, а при необходимости и промежуточных точек, затем последовательно соединить одноименные проекции всех точек с учетом их видимости.

4.2. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ ПЛОСКОСТЯМИ

При пересечении поверхности геометрических тел плоскостью получают замкнутые кривые или ломаные линии, точки которых принадлежат одновременно и поверхности тела и секущей плоскости. При пересечении поверхности геометрического тела плоскостью, перпендикулярной какой-либо плоскости проекций (проецирующей плоскостью), одна проекция линии пересечения совпадает с вырожденной в прямую линию проекцией секущей плоскости, остальные проекции строят как линии, принадлежащие поверхности. Проекции линии пересечения строят по точкам, которые делят на два типа: 1) произвольные (промежуточные); 2) характерные (опорные). К последним относятся экстремальные (самая ближняя, самая дальняя, крайняя слева, крайняя справа и т.д.) и точки видимости, расположенные на очерковых образующих.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ МНОГОГРАННИКА ПРОЕЦИРУЮЩЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ

При пересечении гранного тела (призмы, пирамиды) плоскостью в сечении получают плоский многоугольник, вершины которого строят как точки пересечения ребер многогранника с секущей плоскостью, а стороны – как линии пересечения граней с секущей плоскостью (рис. 35а - г).

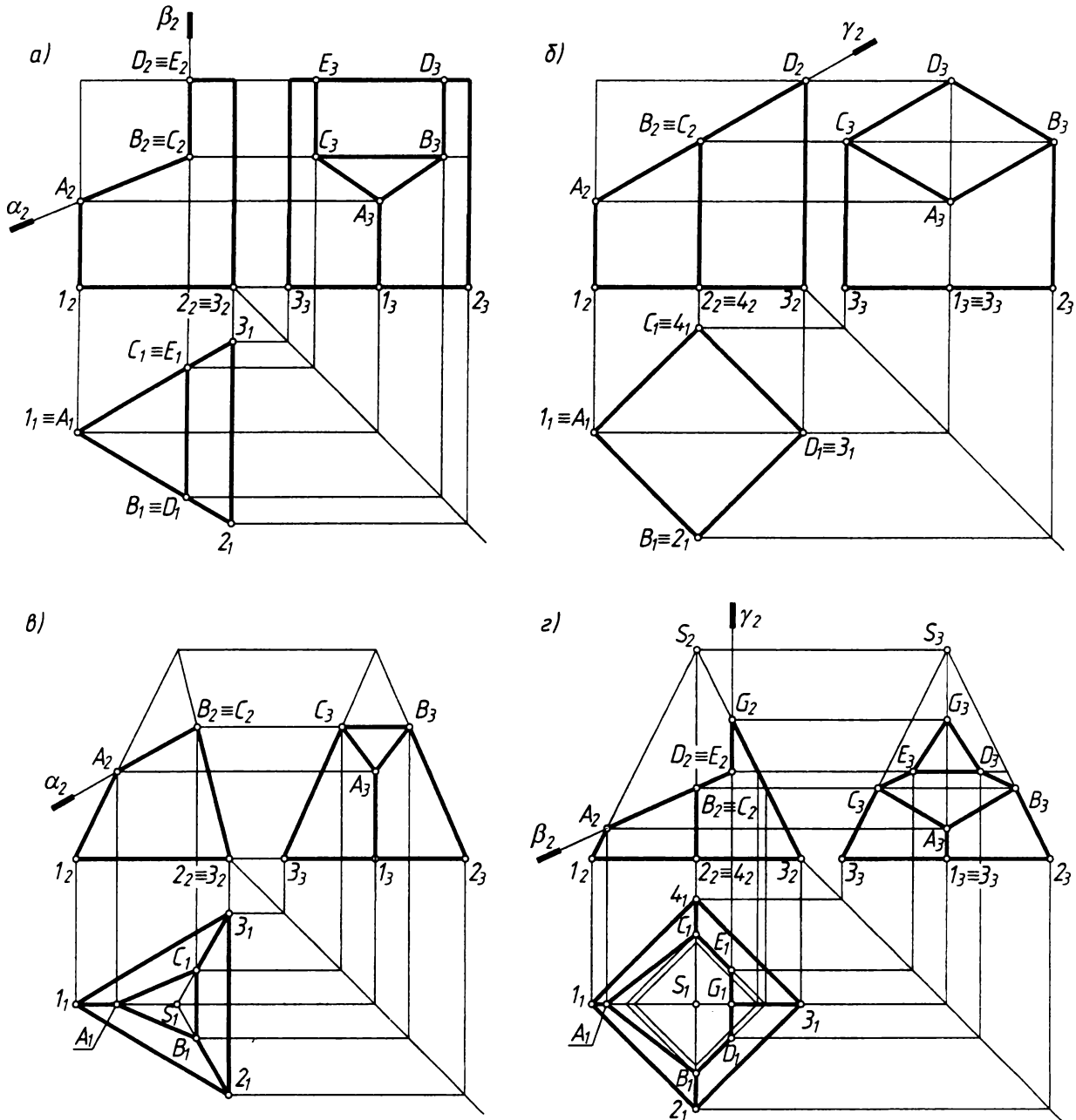


Рисунок 35

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ ПРОЕЦИРУЮЩИМИ ПЛОСКОСТЯМИ

При пересечении прямого кругового цилиндра плоскостью, перпендикулярной к образующим цилиндра, в сечении получают окружность (рис. 36а), параллельной образующим – прямоугольник (рис. 36б), наклонной к образующим – эллипс (рис. 36в), проецирующийся на плоскость Π_2 в отрезок A_2C_2 , на плоскость Π_1 – в окружность, на Π_3 – в эллипс. Построение проекций сечения показано на чертеже.

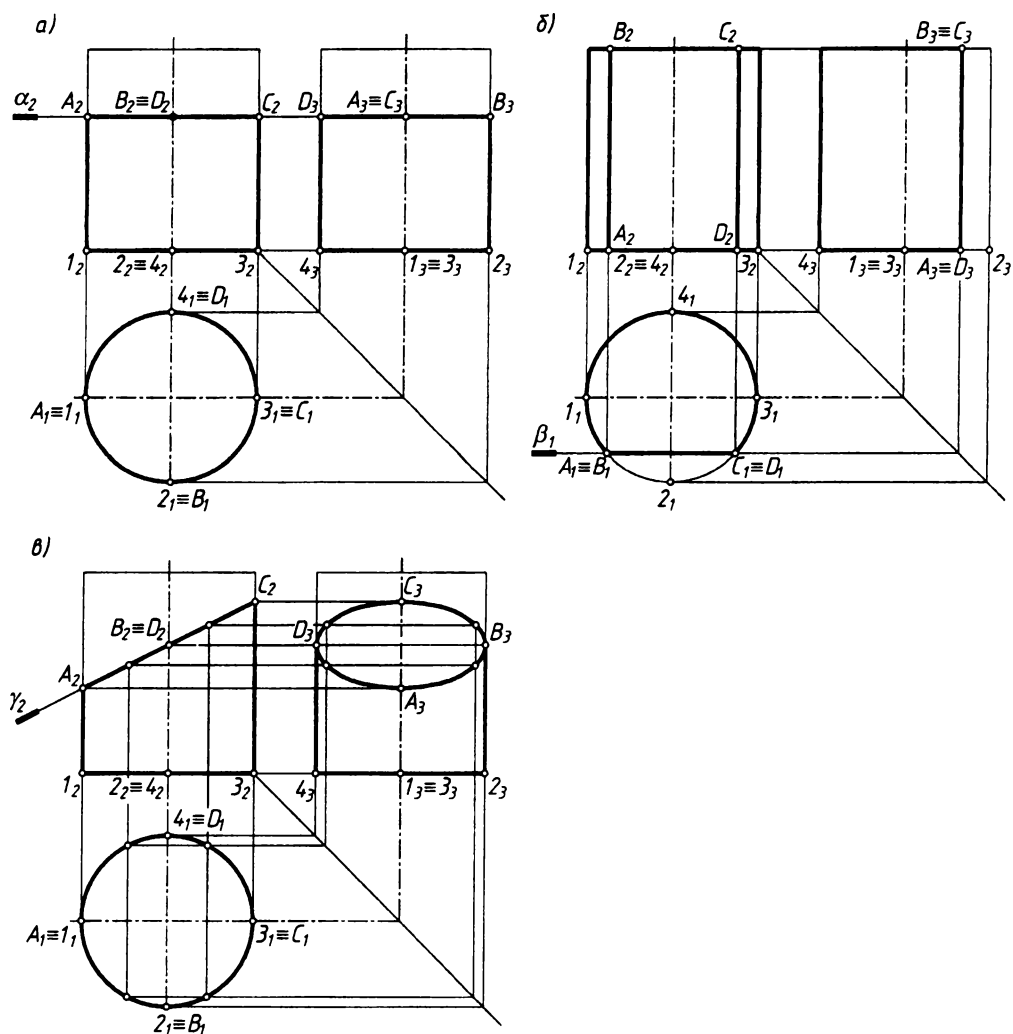


Рисунок 36

При пересечении прямого кругового конуса плоскостью перпендикулярной к оси, в сечении получают окружность. Если ось конуса перпендикулярна к плоскости Π_1 , то окружность спроецируется на нее в натуральную величину, а на плоскости Π_2 и Π_3 - в отрезки прямых, равные диаметру этой окружности (рис. 37а).

Секущая плоскость, проходящая через вершину конуса, рассекает его по треугольнику (рис. 37б). Фронтальная и профильная проекции сечения – равнобедренные треугольники $S_2A_2B_2$ и $S_3A_3B_3$, горизонтальная проекция – отрезок A_1B_1 вырожденной проекции секущей плоскости $\beta \perp \Pi_1$.

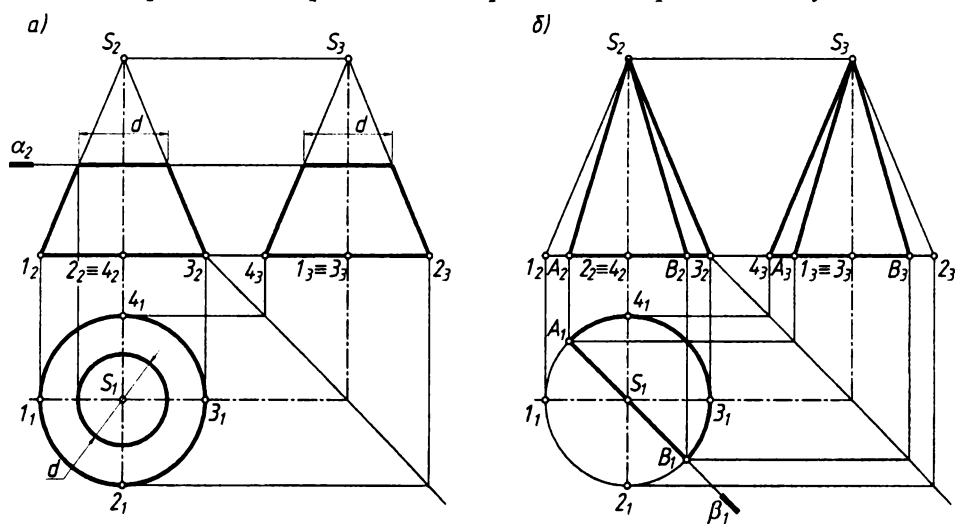


Рисунок 37

Плоскость, параллельная оси конуса или двум его образующим, рассекает коническую поверхность по гиперболе $ABCDE$, основание конуса – по отрезку прямой AE (рис. 38а). Характерные точки: A и E – на основании конуса; C – наивысшая точка гиперболы. Промежуточные точки B и D выбраны произвольно. Недостающие проекции этих точек построены с помощью окружности (параллели) радиуса R .

Плоскость, параллельная одной из образующих, рассекает коническую поверхность по параболе $ABCDEF$, основание конуса – по отрезку прямой AG . Характерные точки: D – наивысшая точка параболы; A и G – на основании конуса; C и E – точки, лежащие на профильных очерковых образующих. Промежуточные точки – B и F (рис. 38б).

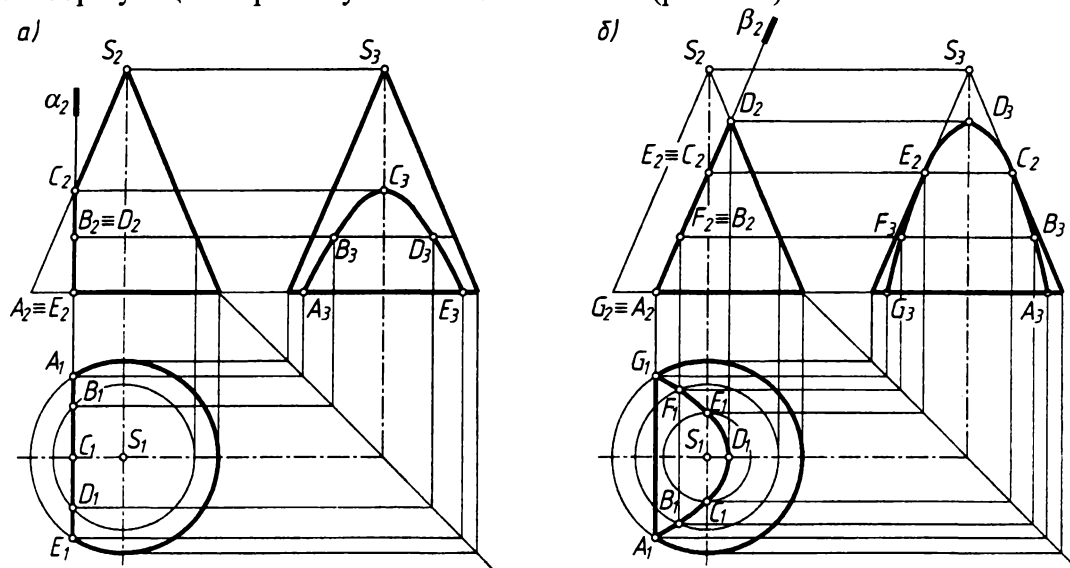


Рисунок 38

При пересечении конуса плоскостью, наклонной к его оси и пересекающей все его образующие, получают сечение, ограниченное эллипсом (рис. 39). Фронтальная проекция сечения – отрезок A_2E_2 , совпадающий с вырожденной проекцией секущей плоскости $\alpha \perp \Pi_2$. Отрезок A_2E_2 соответствует натуральной величине большой оси эллипса. Характерные точки: A и E – крайние левая и правая (они же являются концами большой оси эллипса); C и G – концы малой оси эллипса, перпендикулярной к большой оси и проходящей через середину последней; D и F – принадлежат профильным очерковым образующим. Точки B и H – промежуточные. Недостающие проекции точек определены с помощью параллелей конуса. Построение проекций точек показано вспомогательными линиями связи. Найденные горизонтальные и профильные проекции точек эллипса соединяют последовательно плоской кривой линией.

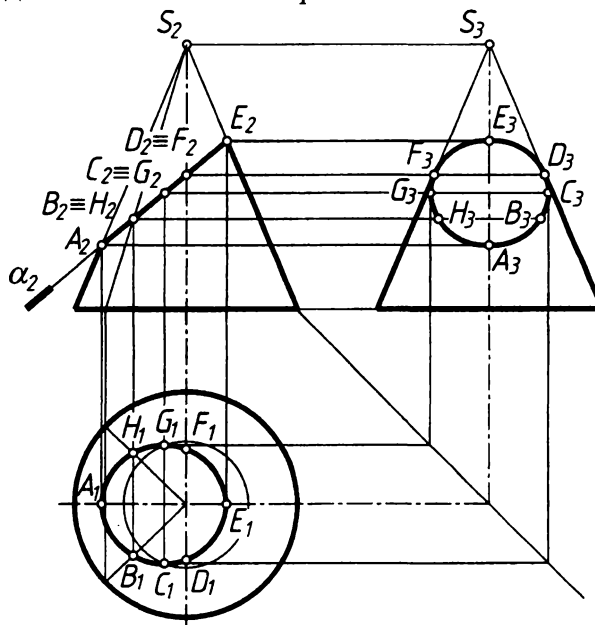


Рисунок 39

При пересечении шара плоскостью его поверхность пересекается по окружности. Если секущая плоскость параллельна одной из плоскостей проекций (β параллельна Π_1 , α параллельна Π_3), окружность проецируется на нее в натуральную величину, на остальные – в отрезки прямых, равные диаметру окружности (рис. 40а). Если секущая плоскость не параллельна ни одной из плоскостей проекций, окружность проецируется на них в эллипсы (рис. 40б). Плоскость $\gamma \perp \Pi_2$ рассекает сферу по окружности диаметра AG с центром в точке O . Фронтальная проекция окружности – отрезок A_2G_2 , совпадающий с вырожденной проекцией секущей плоскости, горизонтальная и профильная – эллипсы, которые необходимо построить.

Характерные точки: A и G – высшая и низшая, лежащие на фронтальном очерке, они же являются концами малой оси эллипса; C и M – точки, лежащие на экваторе (на горизонтальном очерке); E и K – точки, лежащие на профильном очерке; D и L – концы большой оси эллипса, равной диаметру окружности сечения (фронтальные проекции их расположены на середине A_2G_2 малой оси). Промежуточные точки – B, N, F и H , фронтальные проекции которых взяты произвольно. Недостающие проекции точек найдены с помощью параллелей, проведенных через эти точки на сферической поверхности. Затем одноименные их проекции соединены плавной кривой (рис. 40б).

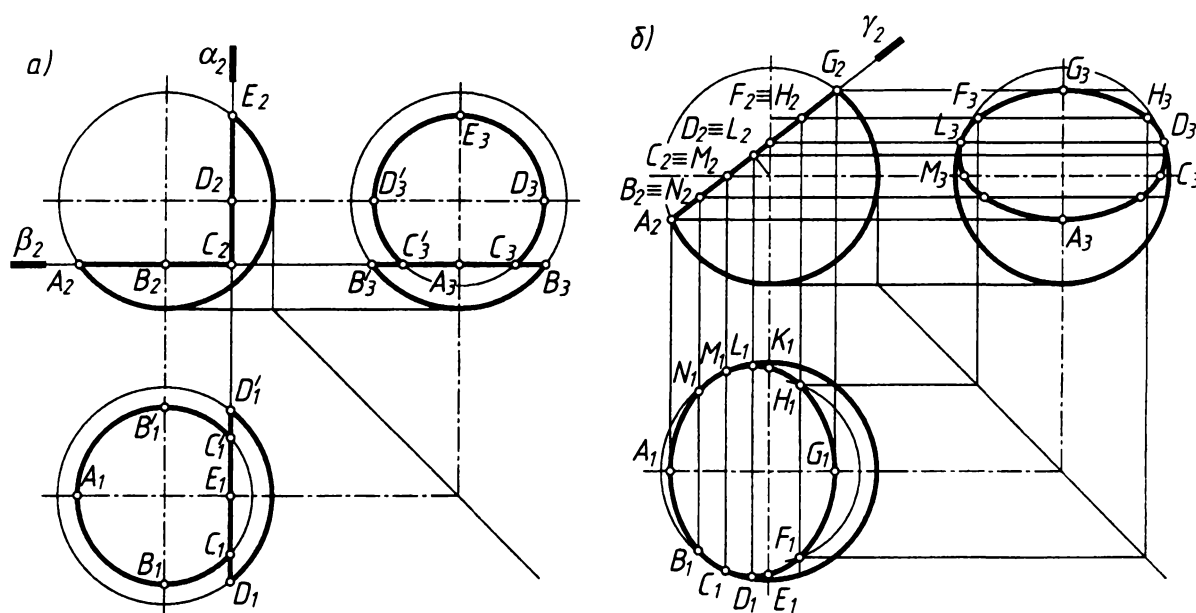


Рисунок 40

Таким образом, при построении проекций геометрических тел, срезанных проецирующими плоскостями, следует придерживаться определенной последовательности:

- определить геометрическую форму вычерчиваемого тела и положение его относительно плоскостей проекций;
- на основании этого построить тонкими линиями проекции геометрического тела сначала без срезов его плоскостями;
- выяснив положение плоскостей среза относительно плоскостей проекций и относительно элементов срезаемого тела, определить, какая из проекций фигуры сечения задана полностью построенной и какую следует построить;
- наметив характерные, а в случае необходимости и промежуточные точки, произвести построение их проекций, затем одноименные проекции точек соединить прямыми или кривыми линиями.

4.3. ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЕКЦИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ С ОТВЕРСТИЯМИ

Пример. По фронтальной и недорисованной горизонтальной проекциям призмы (рис. 41) построить три ее проекции.

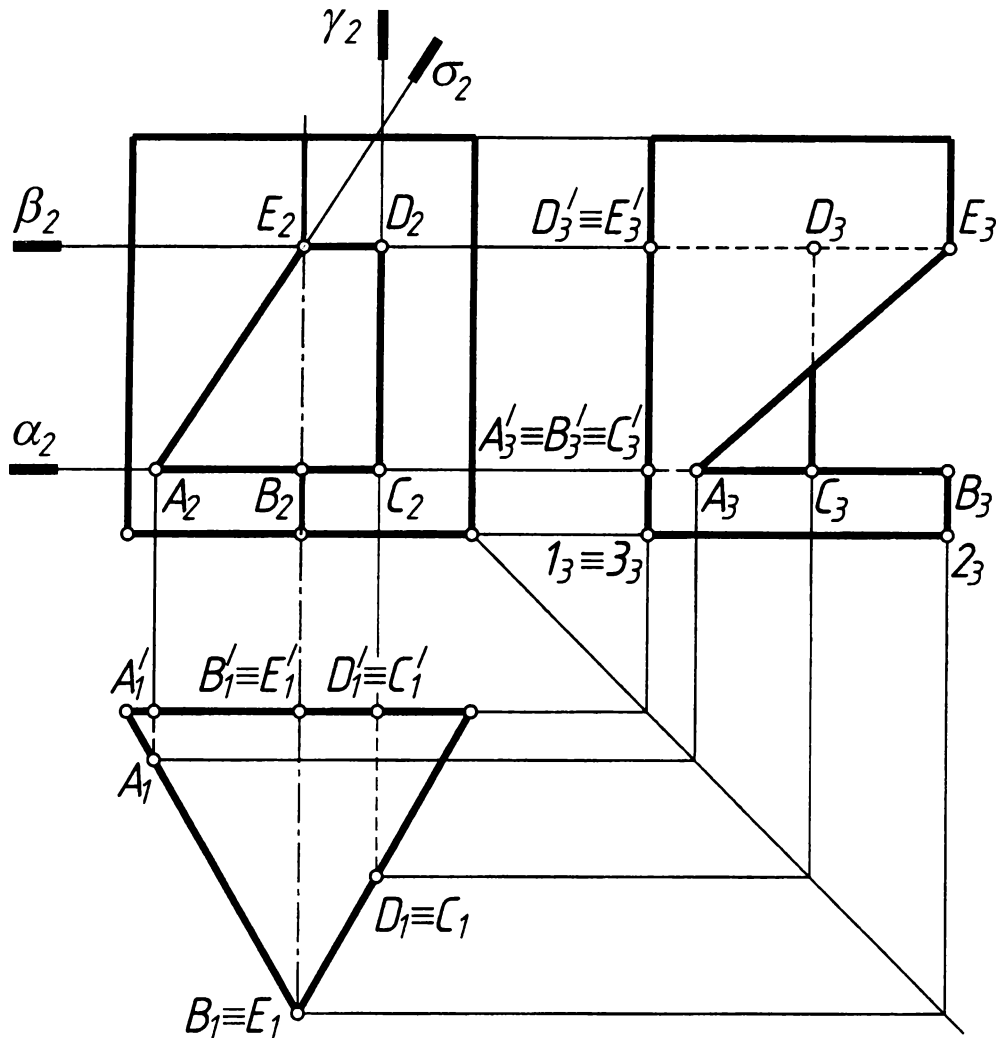


Рисунок 41

Решение. Вначале строим три проекции призмы без отверстия, а затем переходим к построению проекций отверстия. Грани отверстия образованы фронтально проецирующими плоскостями (α , β , γ и δ). Фронтальная проекция граней отверстия представляет собой неправильной формы четырехугольник, стороны которого совпадают с вырожденными фронтальными проекциями плоскостей α , β , γ и δ (α_2 , β_2 , γ_2 , δ_2). По имеющейся фронтальной проекции отверстия строим горизонтальную и профильную проекции отверстия. Грани отверстия пересекаются между собой по отрезкам прямых линий – ребрам. Ребра отверстия пересекают грани призмы в точках AA' , CC' , DD' , фронтальные проекции которых совпадают ($A_2 \equiv A'_2$ и т.д.) (рис. 41).

Переднее ребро призмы пересекает грани отверстия в точках B и E . Горизонтальные проекции этих точек тоже совпадают ($B_1 \equiv E_1$). Построенные одноименные проекции всех точек соединяем последовательно ломаной линией, учитывая ее видимость.

Пример. По фронтальной и нестроеной горизонтальной проекциям пирамиды (рис. 42) начертить три ее проекции.

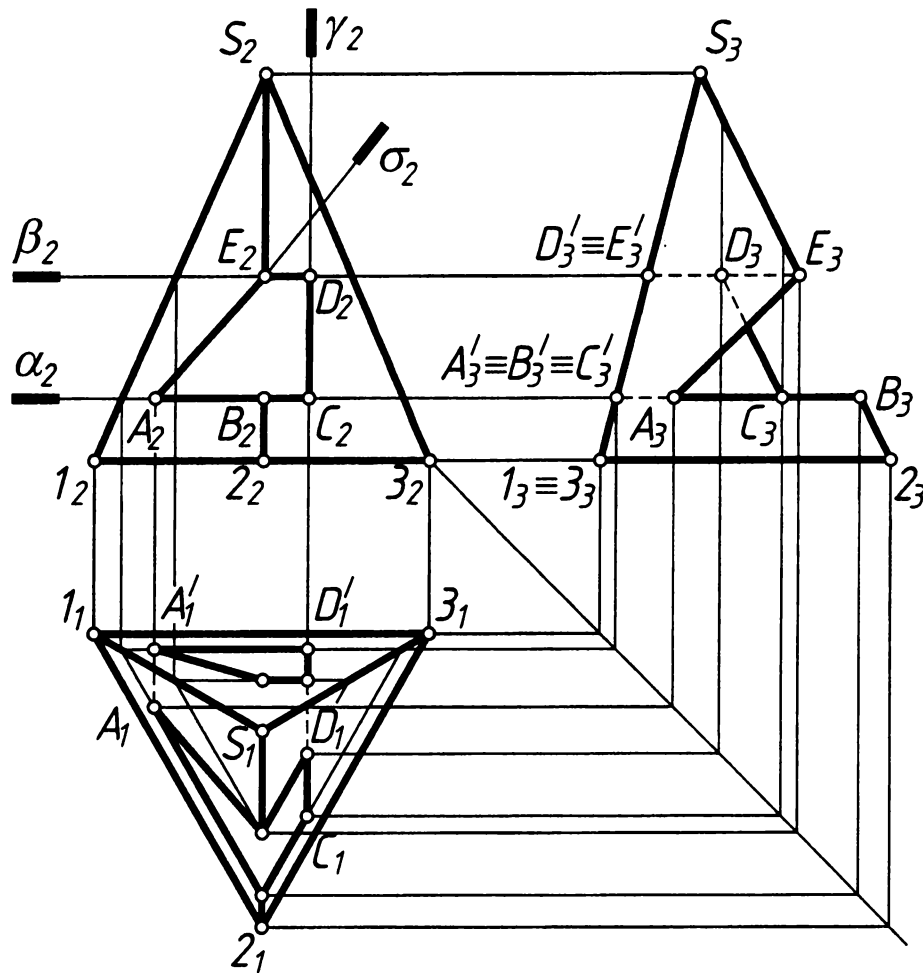


Рисунок 42

Решение. Строим три проекции пирамиды без отверстия, начиная с горизонтальной проекции, так как основание пирамиды – равносторонний (правильный) треугольник параллельный горизонтальной плоскости проекций и проецируется на нее в натуральную величину. Затем переходим к построению проекций отверстия. Отверстие образовано четырьмя фронтально проецирующими плоскостями (α , β , δ , γ). Плоскости α и β параллельны горизонтальной плоскости проекций Π_1 и перпендикулярны Π_2 и Π_3 . Плоскость γ параллельна профильной плоскости проекций Π_3 и перпендикулярна Π_1 и Π_2 . Плоскость δ перпендикулярна фронтальной плоскости проекций Π_2 . Фронтальная проекция граней отверстия представляет собой неправильной формы четырехугольник, стороны которого совпадают с вырожденными фронтальными проекциями плоскостей α , β , δ и γ , горизонтальную и профильную проекции следует построить. Ребра отверстия пересекают грани пирамиды в точках AA' , CC' , DD' и EE' . Так как ребра перпендикулярны плоскости Π_2 , то проецируются на нее в точки $A_2 \equiv A'_2$, $C_2 \equiv C'_2$, $D_2 \equiv D'_2$ и $E_2 \equiv E'_2$.

Горизонтальные проекции этих точек находим на горизонтальных проекциях сечений пирамиды плоскостями α и β , которым принадлежат прямые AA' , BB' , CC' , DD' и EE' . Отмечаем фронтальные и горизонтальные проекции точек пересечения переднего ребра пирамиды с плоскостями α и β . Затем строим профильные проекции всех точек отверстия и соединяем их последовательно с учетом видимости.

Пример. По фронтальной и нестроеной горизонтальной проекциям цилиндра (рис. 43) построить три его проекции.

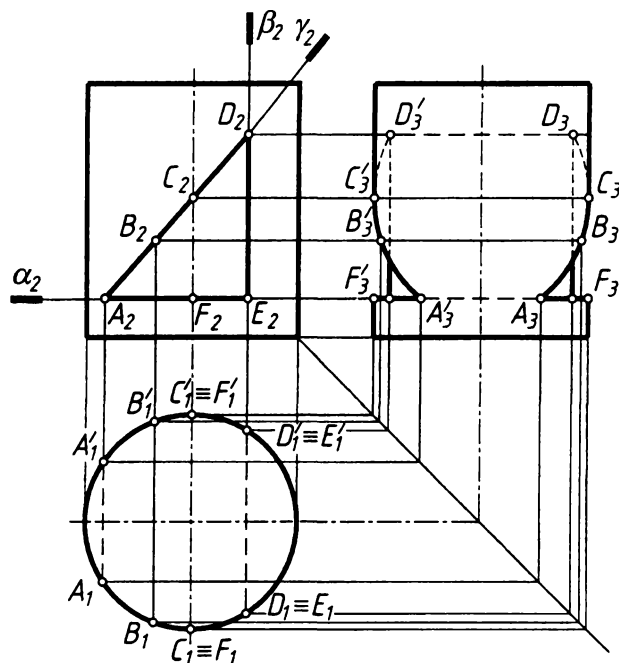


Рисунок 43

Решение. Строим три проекции цилиндра без отверстия, затем проекции сквозного отверстия. Оно образовано тремя фронтально проецирующими плоскостями α , β и γ , одна из которых α параллельна горизонтальной плоскости проекций, вторая β параллельна профильной плоскости проекций. Фронтальная проекция граней отверстия представляет собой треугольник, стороны которого совпадают с вырожденными фронтальными проекциями плоскостей α , β и γ . Ребра отверстия AA' , DD' , EE' перпендикулярны к Π_2 и проецируются на нее в точки $A_2 \equiv A'_2$, $D_2 \equiv D'_2$ и $E_2 \equiv E'_2$, а горизонтальные их проекции – отрезки прямых $A_1A'_1$, $E_1E'_1$ и $D_1D'_1$. Отмечаем фронтальные C_2, F_2, C'_2, F'_2 и горизонтальные C_1, F_1, C'_1, F'_1 проекции точек встречи C, F, C', F' передней и задней образующих цилиндра с плоскостями α и γ , а также фронтальные B_2, B'_2 и горизонтальные B_1, B'_1 проекции промежуточных точек B и B' . Затем строим профильные проекции всех точек отверстия и, с учетом видимости, соединяем их плавной кривой.

Пример. По фронтальной и недостающей горизонтальной проекциям конуса (рис. 44) построить три его проекции.

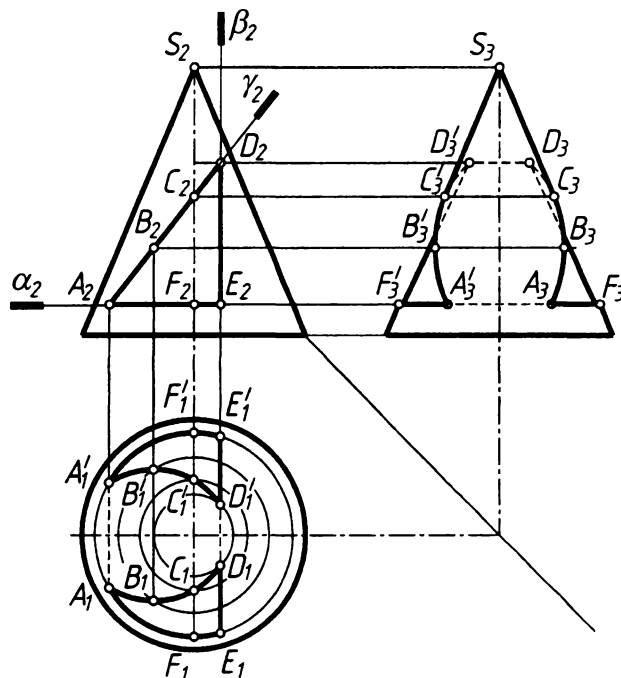


Рисунок 44

Решение. Вначале вычерчиваем три проекции конуса без отверстия, затем строим проекции отверстия. Отверстие образовано тремя фронтально проецирующими плоскостями α , β и γ (α параллельна Π_1 , β параллельна Π_3). Фронтальная проекция его граней представляет собой треугольник, стороны которого совпадают с вырожденными фронтальными проекциями плоскостей α , β и γ , горизонтальная и профильная подлежат построению.

Ребра отверстия AA' , EE' , DD' перпендикулярны к Π_2 и проецируются на нее в точки $A_2 \equiv A'_2$, $E_2 \equiv E'_2$ и $D_2 \equiv D'_2$, а на плоскость Π_1 в отрезки $A_1 \equiv A'_1$, $E_1 \equiv E'_1$ и $D_1 \equiv D'_1$. Горизонтальные проекции A_1 , A'_1 , E_1 , E'_1 , D_1 , D'_1 определяем с помощью окружностей, проводимых через эти точки на конической поверхности. Передняя и задняя образующие конуса пересекаются с плоскостями α и γ в точках C , C' , F , F' , фронтальная и горизонтальная проекции которых построены аналогично, как ранее рассмотренных точек. Плоскость β пересекает коническую поверхность по гиперболе, плоскость α - по окружности, плоскость γ - по эллипсу.

Построение профильных проекций точек контура отверстия производим по линиям проекционной связи с использованием соответствующих размеров, как показано на чертеже. Построенные горизонтальные и профильные проекции точек отверстия соединяем последовательно с учетом их видимости.

Пример. По фронтальной и недостающей горизонтальной проекциям сферы (рис. 45) построить три ее проекции.

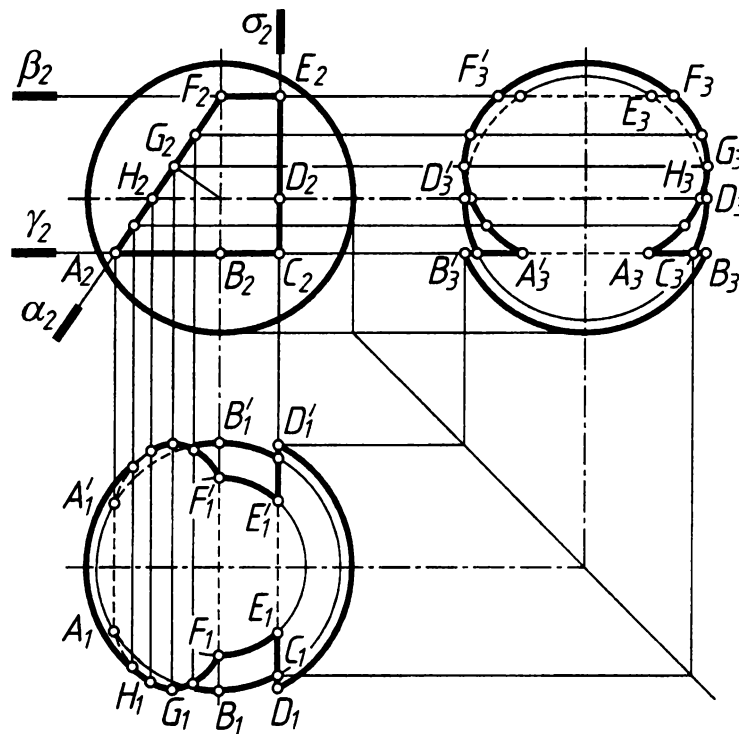


Рисунок 45

Решение. Вначале вычерчиваем три проекции сферы без отверстия, затем строим проекции отверстия. Отверстие образовано фронтально проецирующими плоскостями α , β , γ и δ (γ и β параллельны Π_1 , δ параллельна Π_3). Фронтальная проекция его граней представляет собой неправильной формы четырехугольник, стороны которого совпадают с вырожденными фронтальными проекциями плоскостей α , β , γ и δ , горизонтальная и профильная проекции подлежат построению.

Ребра отверстия AA' , CC' , EE' , FF' перпендикулярны к Π_2 и проецируются на нее в точки $A_2 \equiv A'_2$, $C_2 \equiv C'_2$, $E_2 \equiv E'_2$ и $F_2 \equiv F'_2$, а на плоскость Π_1 в отрезки $A_1 \equiv A'_1$, $C_1 \equiv C'_1$, $E_1 \equiv E'_1$ и $F_1 \equiv F'_1$. Горизонтальные проекции $A_1 \equiv A'_1$, $C_1 \equiv C'_1$, $E_1 \equiv E'_1$ и $F_1 \equiv F'_1$ определяем с помощью окружностей, проводимых через эти точки на сферической поверхности. Недостающие проекции точек D , B , G , H и др. найдены с помощью параллелей, проведенных через эти точки на сферической поверхности.

Плоскость $\alpha \perp \Pi_2$ и пересекает сферу по вырожденной проекции секущей плоскости, горизонтальная и профильная – эллипсы, которые необходимо построить (рис. 40б). Одноименные проекции точек $A_1 \dots F_1$ ($A_3 \dots F_3$) соединены плавной кривой.

Плоскость $\beta \perp \Pi_2$ и $\gamma \perp \Pi_2$ пересекают сферу по окружностям радиусом, равным величине от осевой до очерка сферы (рис. 40а). Плоскость δ параллельна Π_3 , пересекают сферу по окружности радиусом, равным величине от осевой до очерка сферы (на Π_3 окружность проецируется в натуральную величину).

Построение профильных проекций точек сферы отверстия производим по линиям проекционной связи с использованием соответствующих размеров, как показано на чертеже. Построенные горизонтальные и профильные проекции точек отверстия соединяем последовательно с учетом их видимости.

5. РАЗРЕЗЫ

5.1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗРЕЗОВ

Разрезы служат для раскрытия внутренней формы детали.

Разрезом называют изображение детали, мысленно рассеченной одной или несколькими плоскостями.

На разрезе изображают то, что находится в секущей плоскости, и то, что расположено за ней. Отсеченную часть предмета, расположенную между глазом наблюдателя и секущей плоскостью, мысленно удаляют. Внутренние линии контура, изображавшиеся на чертеже штриховыми линиями, на разрезе становятся видимыми и изображаются сплошными основными линиями. То, что попадает в секущую плоскость, называется сечением и выделяется на чертеже штриховкой. Не заштриховывают только те места, где секущая плоскость проходит через пустоты (отверстия) (рис. 46).

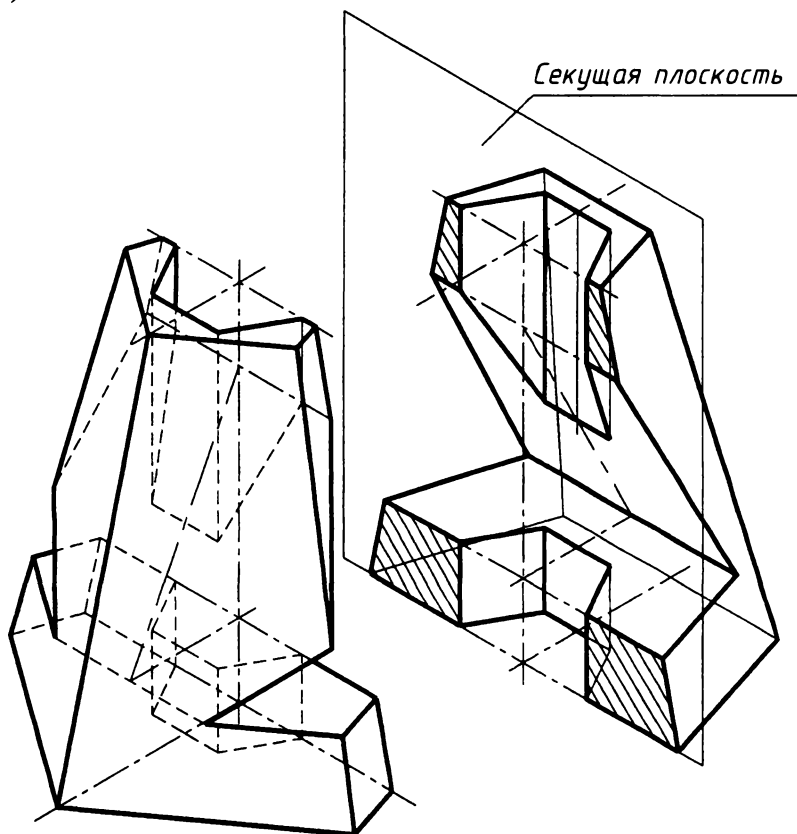


Рисунок 46

Разрезы, выполненные одной секущей плоскостью, называются **простыми**.

Простые разрезы, в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций, делят на горизонтальные, вертикальные и наклонные. Для горизонтальных разрезов секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций, а для вертикальных – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Вертикальный разрез называют также фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы, как правило, располагаются на местах соответствующих видов: фронтальный разрез размещается на месте главного вида, горизонтальный – на месте вида сверху, профильный – на месте вида слева (рис. 47).

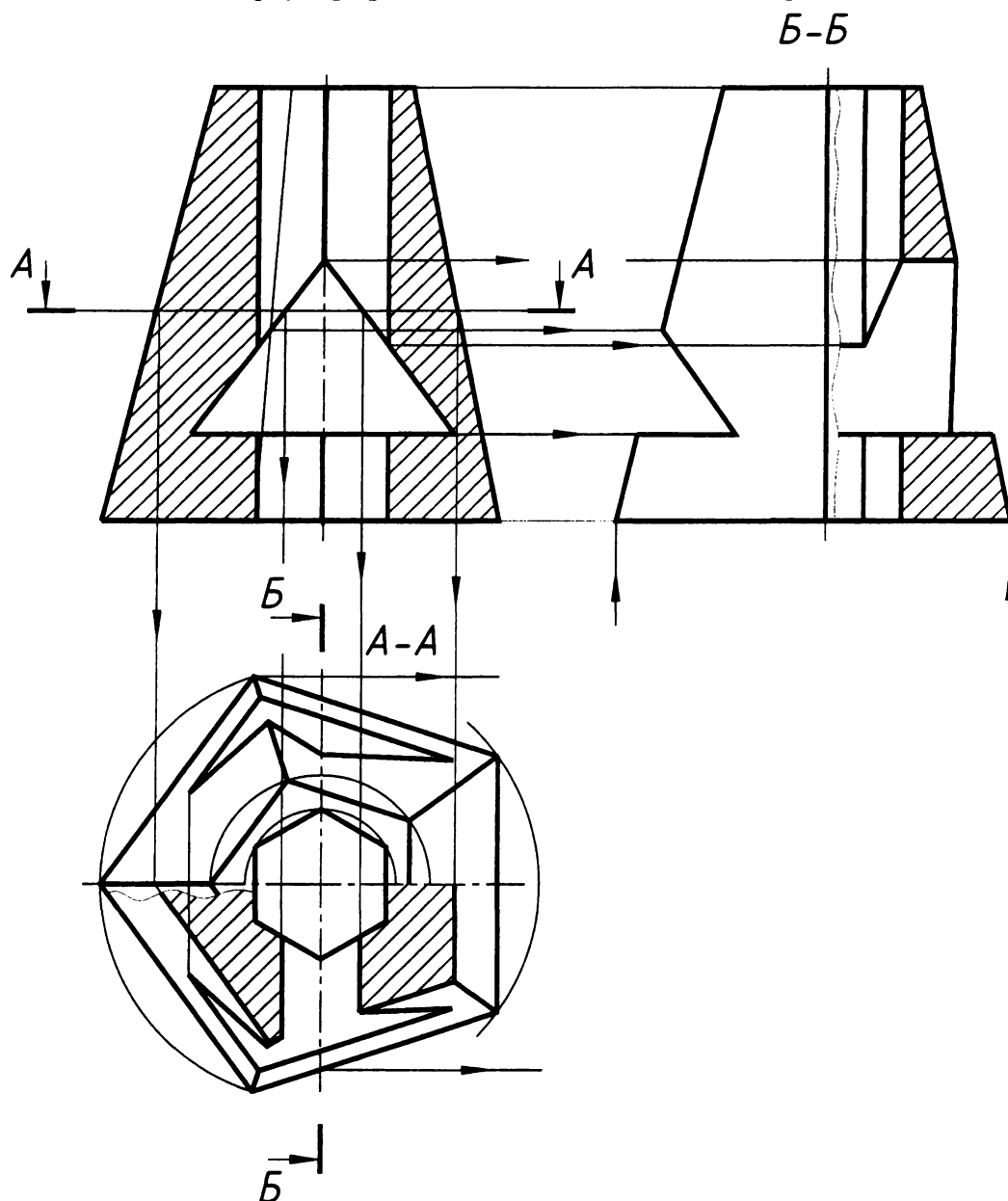


Рисунок 47

5.2. ОБОЗНАЧЕНИЕ РАЗРЕЗОВ

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета и соответствующие разрезы размещены на одном листе в проекционной связи, то для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов положение секущей плоскости не указывают и сам разрез не надписывают. Если же секущая плоскость с плоскостью симметрии предмета не совпадает, то положение секущей плоскости указывают линией сечения, т.е. следом этой плоскости на чертеже (рис. 47).

Линия сечения – это разомкнутая линия с начальными и конечными штрихами, на которых нанесены стрелки, указывающие направление проецирования (направление взгляда). Начальные и конечные штрихи не должны пересекать контур изображения и размерные линии. В начале и в конце линии сечения ставят одинаковые прописные буквы русского алфавита (рис. 48).

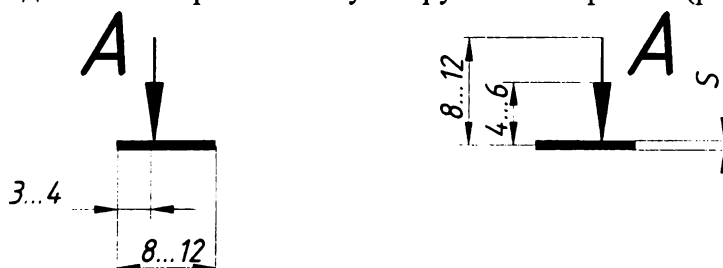


Рисунок 48

Размер букв должен быть на 1–2 номера больше, чем номер шрифта размерных чисел на том же чертеже. Буквы берут в алфавитном порядке, причем на одном и том же чертеже они не должны повторяться. Наносят буквы возле стрелок с внешних сторон угла. Около разреза выполняют надпись из тех же букв, через тире (рис. 47).

5.3. СОЕДИНЕНИЕ ЧАСТИ ВИДА С ЧАСТЬЮ РАЗРЕЗА

В черчении принята такая условность: если деталь проецируется в форме симметричной фигуры, допускается в одном изображении соединять половину вида с половиной соответствующего разреза. Разделяющей линией служит ось симметрии фигуры, т.е. тонкая штрихпунктирная линия. На главном виде и виде слева разрез, как правило, помещают справа от вертикальной оси симметрии, а на видах сверху и снизу – справа от вертикальной и снизу от горизонтальной оси.

Если контурная линия детали совпадает с осью симметрии, границу между видом и разрезом указывают волнистой линией обрыва. На рис. 49 показано, как проводить волнистую линию при наличии на детали внешнего ребра (рис. 49а), внутреннего ребра (рис. 49б) или и того и другого (рис. 49в).

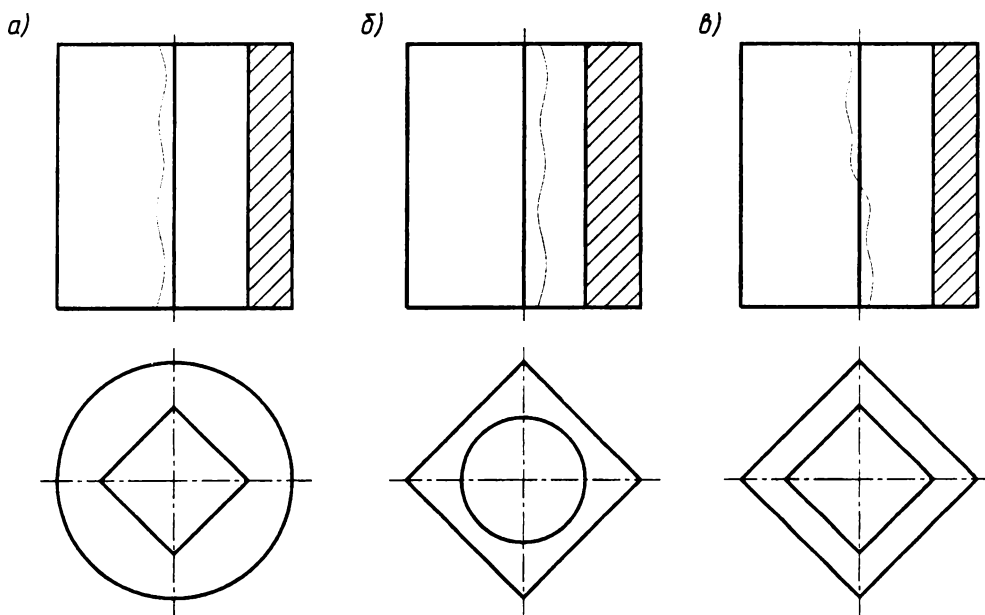


Рисунок 49

На половине вида не следует изображать внутренних очертаний детали (они изображены на разрезе), а на половине разреза не изображаются наружные очертания детали, так как они показаны на половине вида.

Наклонные параллельные линии штриховки на разрезах выполняют сплошными тонкими линиями, угол наклона которых к линии рамки чертежа равен 45° . Если линии штриховки совпадают по направлению с линиями контура изображения, то вместо угла 45° можно применять углы 30° или 60° (см. рис. 4 и 5).

6. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Из всех видов аксонометрических проекций (ГОСТ 2.317 – 69) для выполнения экзаменационного задания рекомендуется применять прямоугольные аксонометрические проекции (изометрическую и диметрическую проекции).

На рис. 50 дано направление их осей и значение коэффициентов искажения по этим осям.

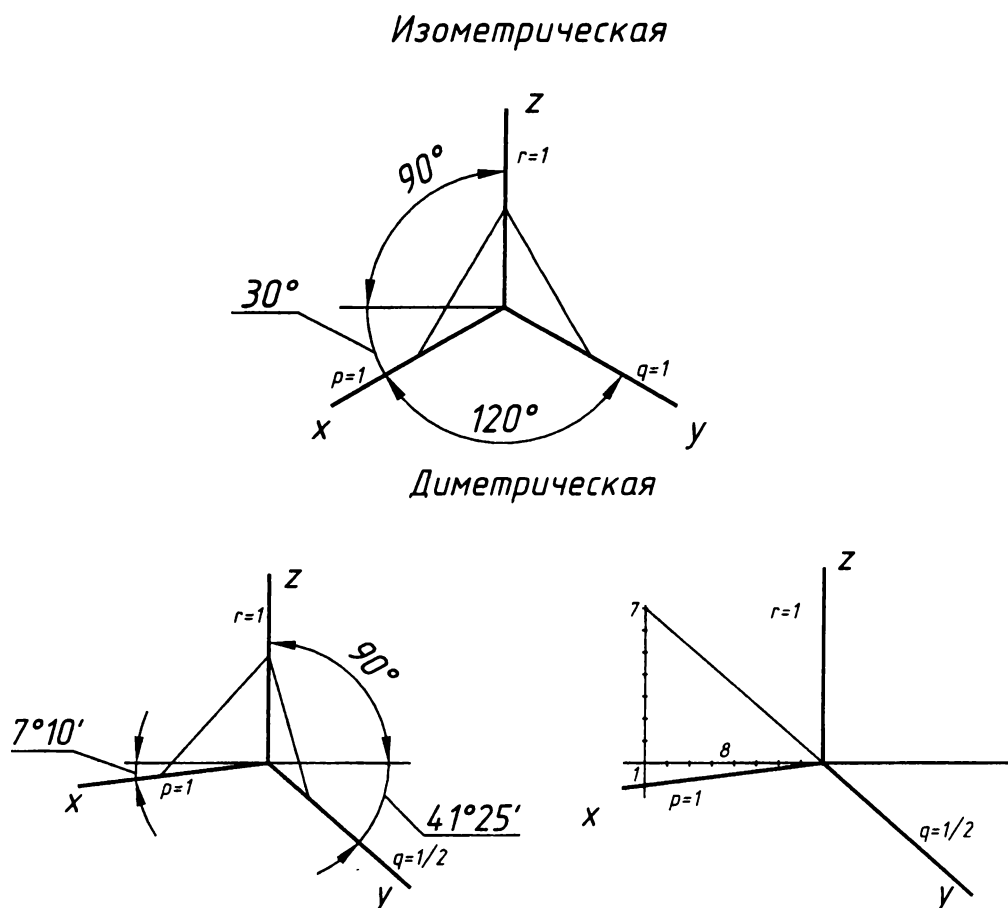


Рисунок 50

6.1. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ТОЧКИ ПО ЕЕ ОРТОГОНАЛЬНЫМ ПРОЕКЦИЯМ

На рис. 51а изображены ортогональные проекции точки А, имеющей координаты X_A , Y_A , Z_A , а на рис. 51б и 51в показаны построения прямоугольной изометрии и прямоугольной диметрии этой точки по ее ортогональным проекциям.

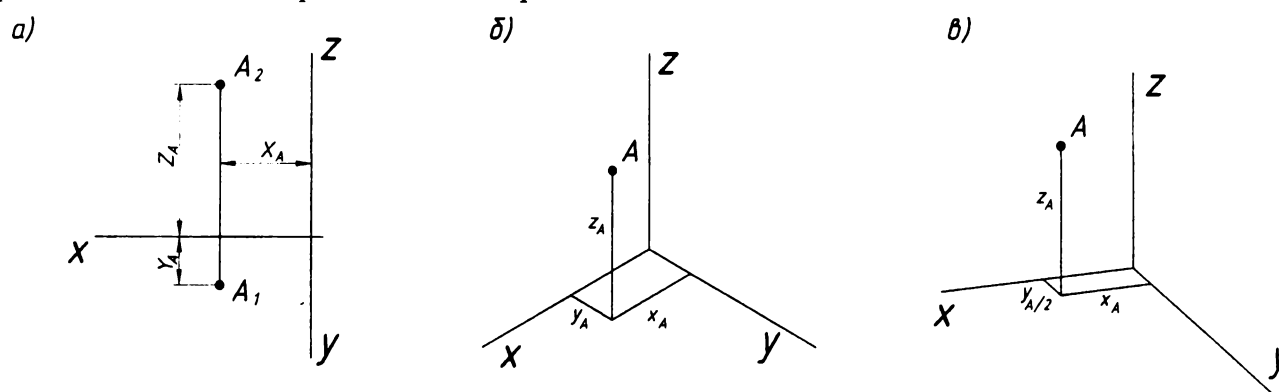


Рисунок 51

Последовательность построения следующая:

1. Строят оси аксонометрических проекций X, Y, Z .
2. От точки O на оси X откладывают координату X_A , взятую с ортогонального чертежа.
3. Через полученную точку проводят прямую, параллельную оси Y , и откладывают на ней координату Y_A , взятую также с ортогонального чертежа. При этом должен быть обязательно учтен коэффициент искажения по оси Y для каждого конкретного случая.

Так, на рис. 51б в прямоугольной изометрии по направлению оси Y отложен отрезок, равный Y_A , а на рис. 51в в прямоугольной диметрии отложен отрезок $Y_A/2$ (приведенный коэффициент искажения по оси Y в прямоугольной диметрии равен 0,5).

4. Через полученную точку (вторичную проекцию точки) проводим прямую, параллельную оси Z , и откладываем на ней отрезок, равный отрезку Z_A (размер отрезка Z_A взят с ортогонального чертежа). Полученную точку A называют аксонометрической проекцией точки, при этом добавляется наименование вида аксонометрии.

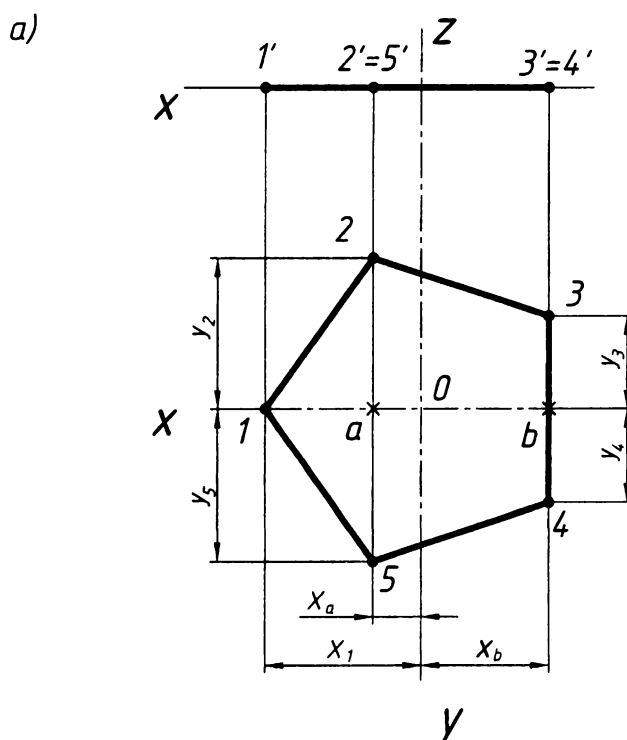
Итак, любую аксонометрическую проекцию точки можно получить, построив в аксонометрии трехзвенную координатную ломаную линию, определяющую положение этой точки относительно начала координат.

6.2. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ПЛОСКОЙ ФИГУРЫ ПО ЕЕ ОРТОГОНАЛЬНОМУ ЧЕРТЕЖУ

На рис. 52 показано построение прямоугольной изометрической и прямоугольной диметрической проекций плоской фигуры по ее ортогональному чертежу. Последовательность построения та же, что и в ортогональных проекциях, только при этом должны быть учтены направление аксонометрических осей и коэффициенты искажения по ним.

Намечается положение осей X, Y, Z в ортогональных проекциях и проводятся соответствующие оси в аксонометрии, то есть производится увязка ортогональных и аксонометрических осей.

Плоская фигура (рис. 52а) расположена в координатной плоскости XOY ; центр координат, точка O намечена на пересечении осей X и Y . Положение точки O может быть иным, например, в точках 1, 2 и т.д.



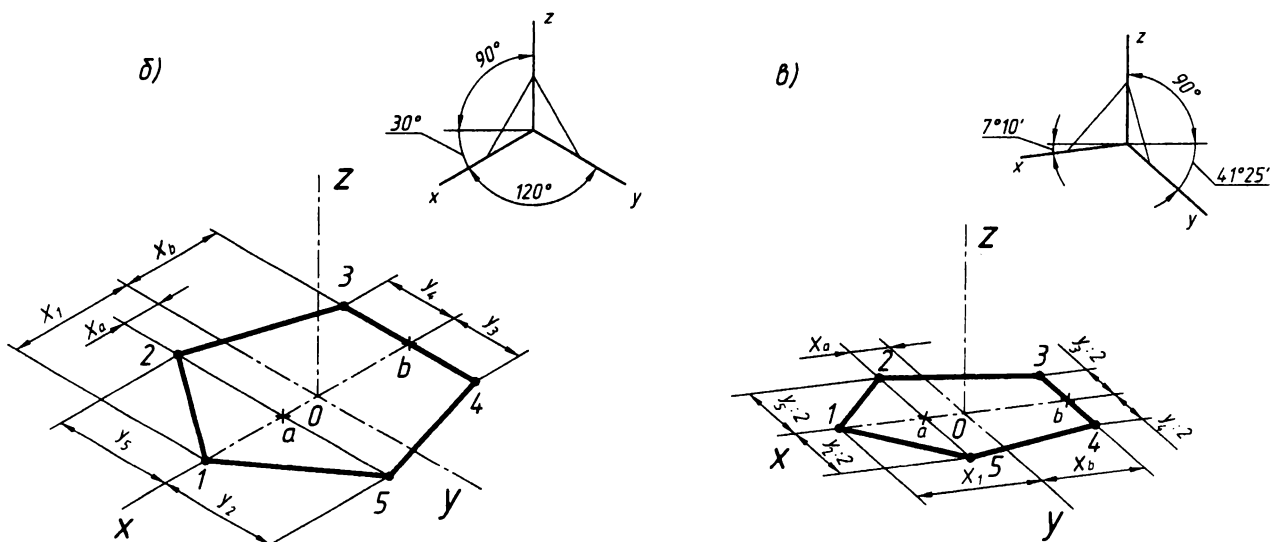


Рисунок 52

Последовательность построения прямоугольной изометрической проекции данной плоской фигуры:

1. Намечаем на оси X точки 1 , a и b , используя для этого размеры X_1 , X_a и X_b . Точка 1 является одной из вершин плоской фигуры. Используя свойства параллельных проекций, через точки a и b проводим прямые, параллельные оси Y . Отложив на них в обе стороны от оси X размеры Y_2 и Y_3 , Y_4 и Y_5 , получаем еще четыре точки – аксонометрические проекции вершин данной плоской фигуры.

2. Соединив полученные вершины отрезками прямых в последовательности, определяемой их расположением в ортогональных проекциях, получают аксонометрическую проекцию данной плоской фигуры.

В **диметрии** (рис. 52в) все построения аналогичны, только размеры в направлении оси Y сокращаются в два раза.

6.3. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ОКРУЖНОСТИ

В общем случае окружность в аксонометрии проецируется в эллипс, но так как построение эллипса сравнительно сложно, его заменяют четырехцентровым овалом.

При построении окружности в прямоугольных аксонометрических проекциях исходным положением следует считать то, что малая ось эллипса всегда располагается по направлению отсутствующей в данной плоскости аксонометрической оси, а большая ось к ней перпендикулярна.

Существует несколько способов построения изометрических овалов.

На рис. 53 показан один из них.

Последовательность построения овала в плоскости XOY :

1. Из точки O – начало аксонометрических осей – проводят две взаимно перпендикулярные линии. Из точки O , как из центра, проводят окружность заданного диаметра D . На вертикальной линии отмечают центры O_1 и O'_1 . Из этих центров проводят большие дуги овала радиусами R и R' . $R = O_1 1$ или $R' = O'_1 1'$.

2. Из центра O радиусом $R = O_2$ (2 – точка пересечения дуги радиуса R с вертикальной линией) проводят дугу до пересечения с горизонтальной линией. Отмечают центры O_2 и O'_2 .

3. Проводят прямые $O_1 O_2$, $O_1 O'_2$ и $O'_1 O_2$, $O'_1 O'_2$, на которых расположены точки сопряжения дуг овала.

4. Из центров O_2 и O'_2 проводят малые дуги овала радиусами R_1 и R'_1 .

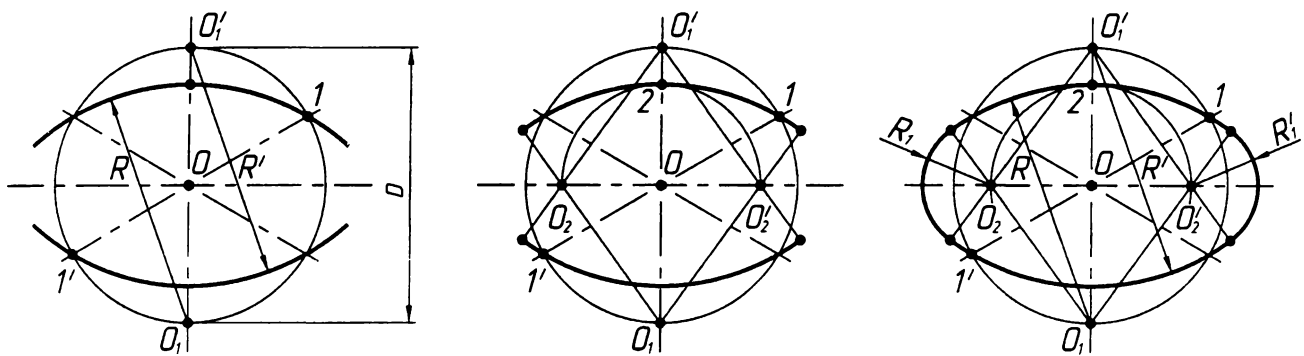


Рисунок 53

В прямоугольной диметрической проекции так же, как и в прямоугольной изометрии, малая ось эллипса расположена по направлению той аксонометрической оси, которая отсутствует в плоскости, содержащей эллипс.

Последовательность построения овала в плоскости XOY (рис. 54):

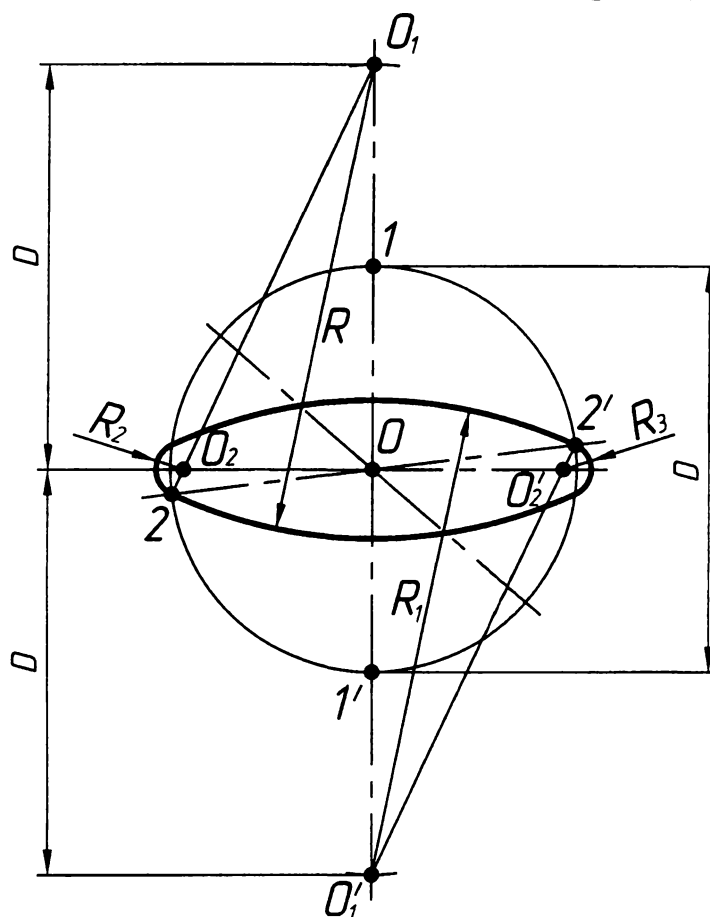


Рисунок 54

1. Из точки O проводят две взаимно перпендикулярные линии. Из точки O , как из центра, проводят окружность заданного диаметра D . На вертикальной линии откладывают от O в обе стороны расстояния, равные D . Отмечают центры O_1 и O_1' для больших дуг овала.
2. Проводят из этих центров дуги радиуса $R=O_12$ и $R_1=O_1'2'$.
3. Соединяют прямыми линиями O_1 и 2 , O_1' и $2'$. На горизонтальной линии отмечают центры O_2 и O_2' для малых дуг овала.
4. Из этих центров проводят дуги радиусами $R_2=O_22$ и $R_3=O_2'2'$.

6.4. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИИ ДЕТАЛИ С ВЫРЕЗОМ 1/4 ЕЕ ЧАСТИ

Для наглядного изображения внутренней формы детали аксонометрия ее строится с вырезом четверти, который выполняется чаще всего двумя горизонтально проецирующими плоскостями, определяемыми аксонометрическими осями.

На рис. 55 на приведенных схемах расположения аксонометрических осей показано, как наносить штриховку в разрезах. Линии штриховки наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях. Направление линий штриховки можно определить также, откладывая на аксонометрических осях равные отрезки произвольной длины, соответствующие коэффициентам искажений (в диметрических проекциях по оси ОУ они сокращаются вдвое). Полученные точки на смежных осях соединяются прямыми линиями.

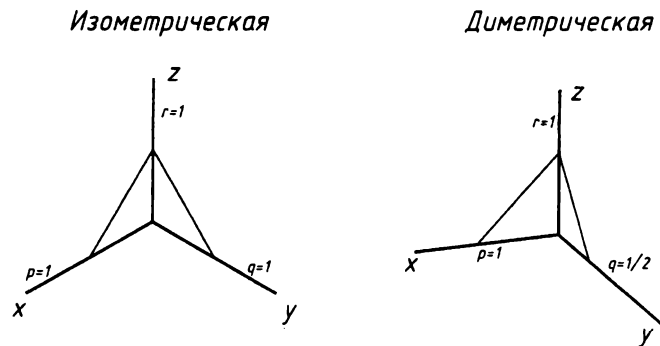
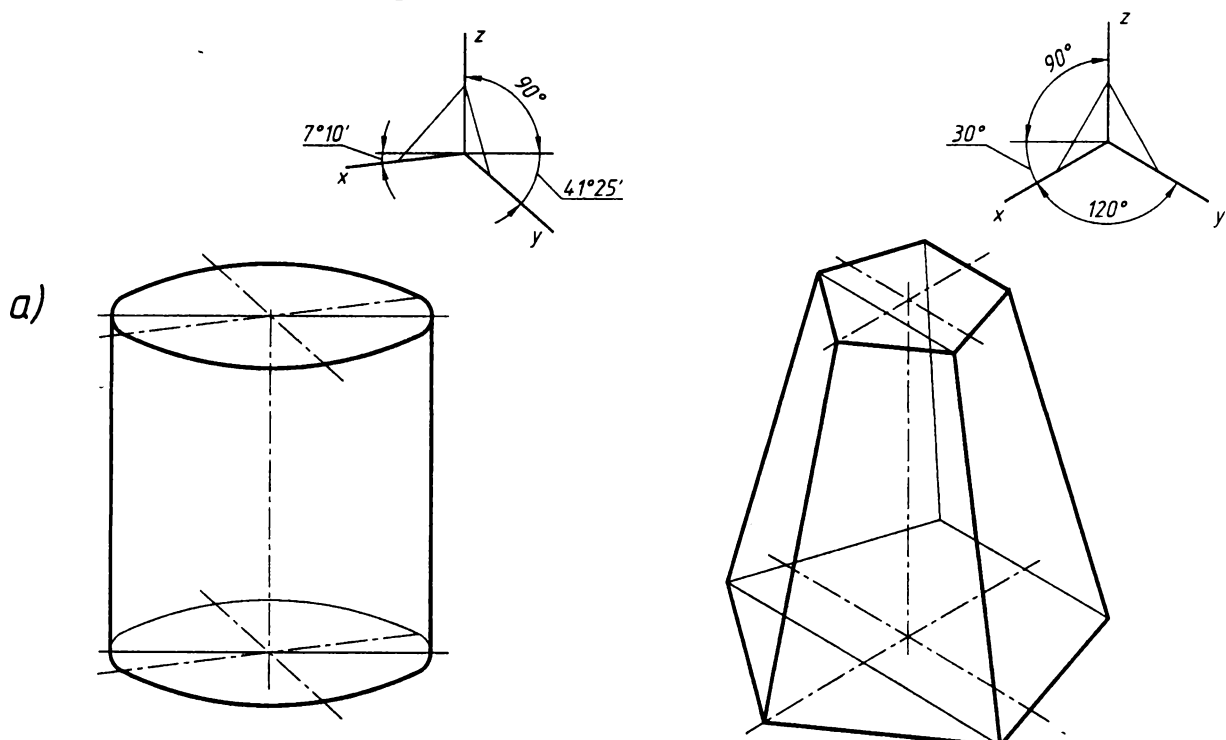


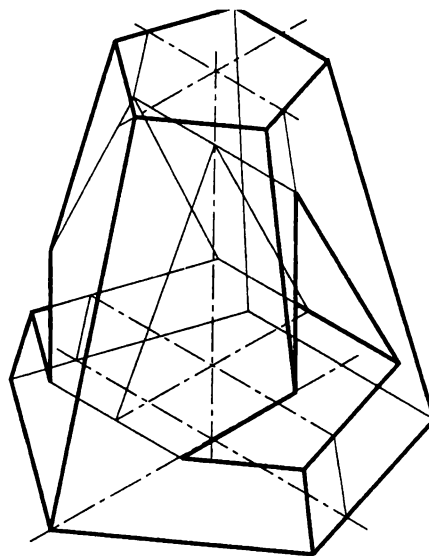
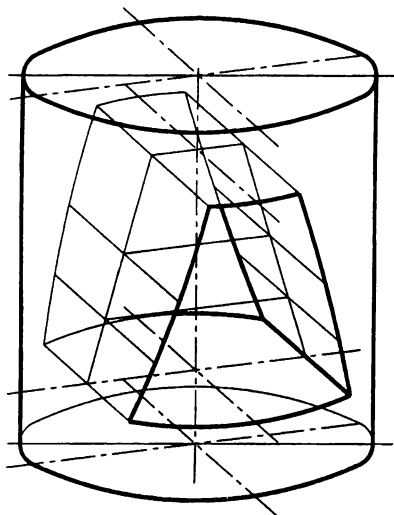
Рисунок 55

Последовательность построения аксонометрии детали:

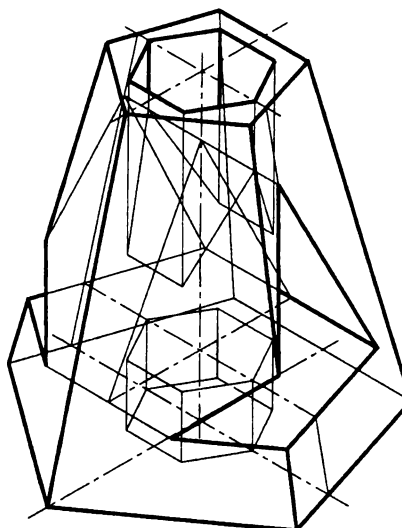
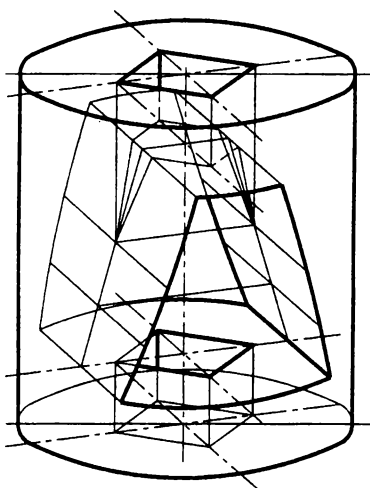
1. Вычертить аксонометрию наружной формы детали (рис. 56а).
2. Вычертить аксонометрию горизонтального отверстия и линии пересечения его с наружными контурами детали. Построение рекомендуется начинать с вычерчивания контура отверстия в плоскости осей XZ (рис. 56б).
3. Построить аксонометрию вертикального отверстия и линии пересечения его с горизонтальным отверстием (рис. 56в).
4. Выполнить вырез 1/4 части детали. Он выполняется плоскостями XOY и XOZ. Заштриховать рассеченные части детали (рис. 56г).
5. Линии построения сохранить.
6. Выполнить обводку чертежа.



δ)



θ)



ζ)

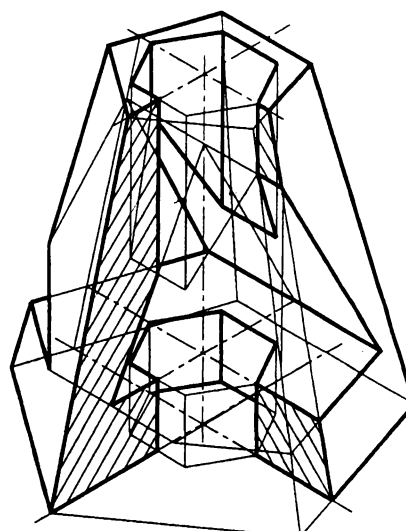
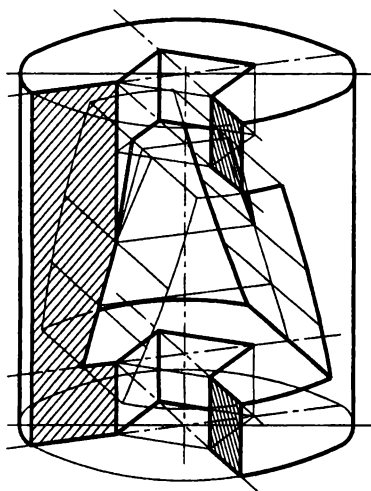


Рисунок 56

Пример: по двум заданным проекциям детали построить ее третью проекцию (вид слева), выполнить простые разрезы. Проставить размеры. Построить аксонометрическую проекцию детали с вырезом 1/4 ее части (рис. 57 и 58).

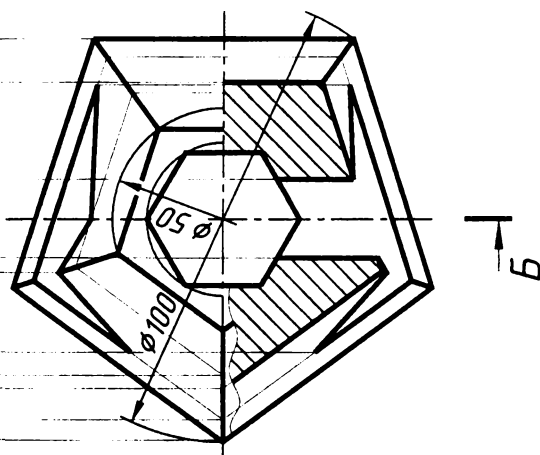
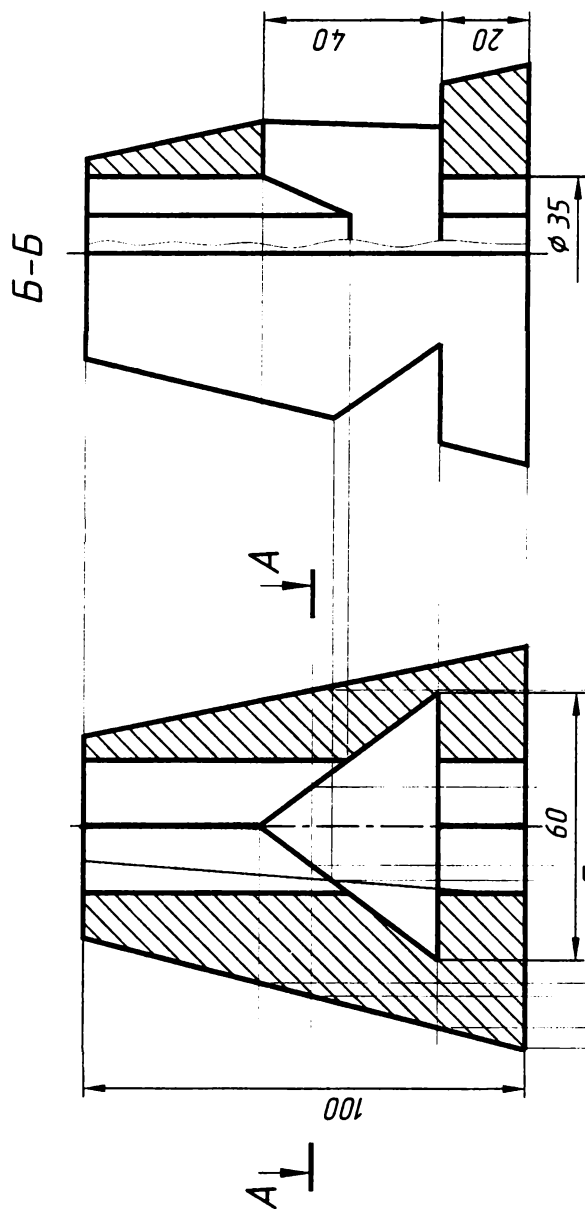
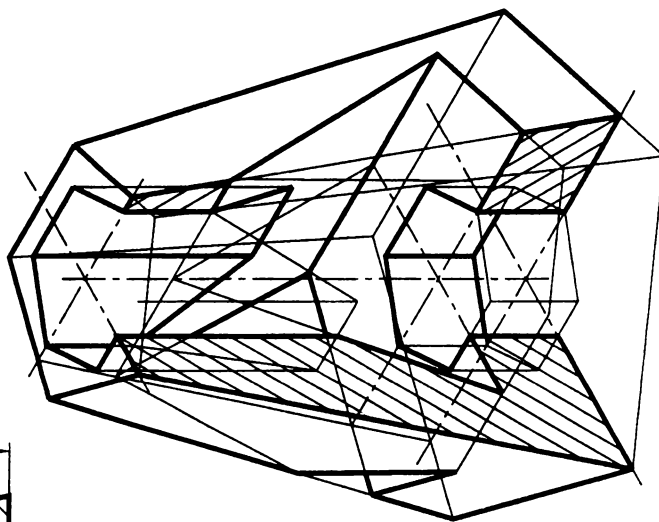
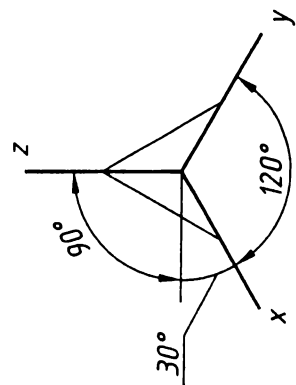


Рисунок 57

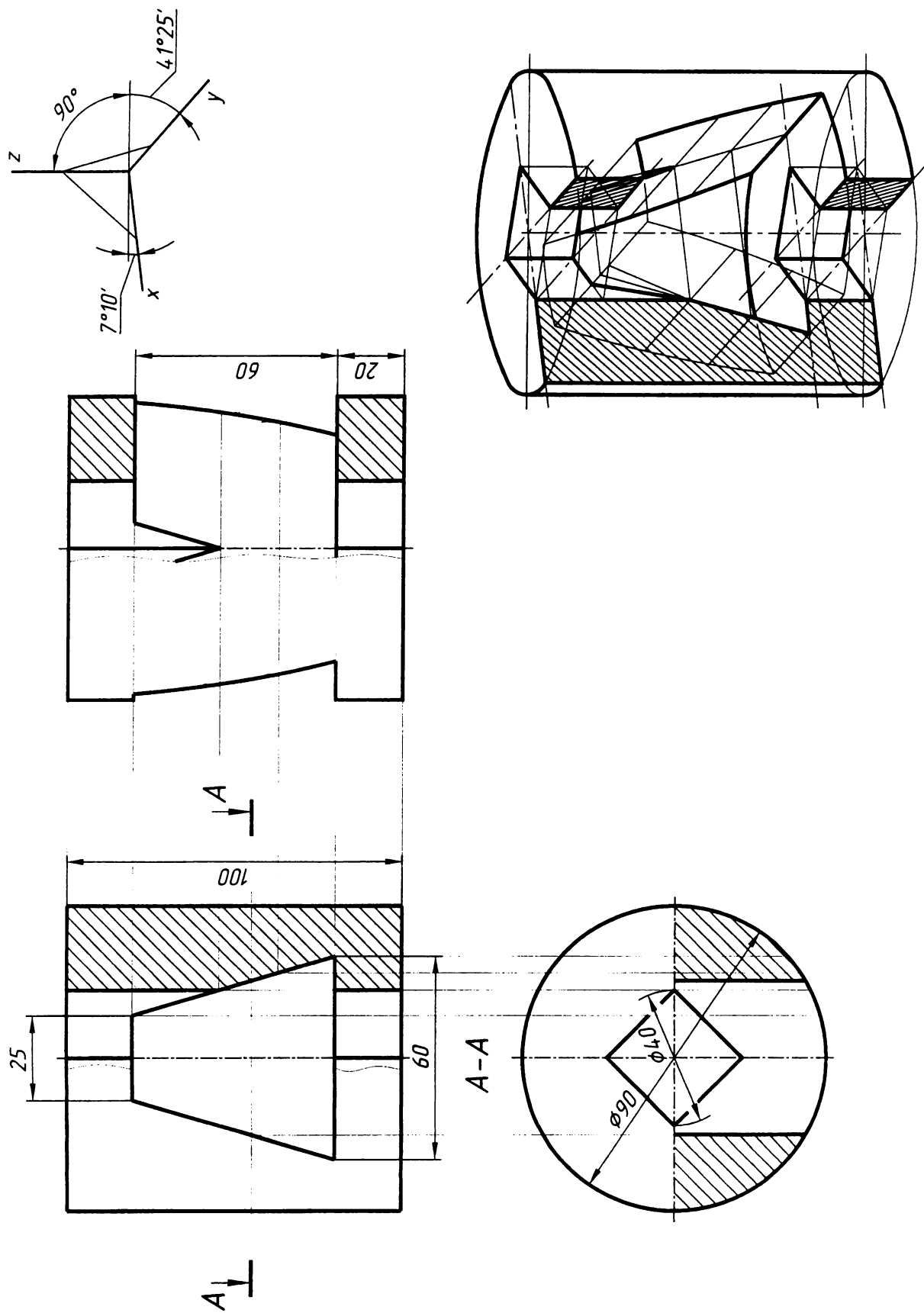
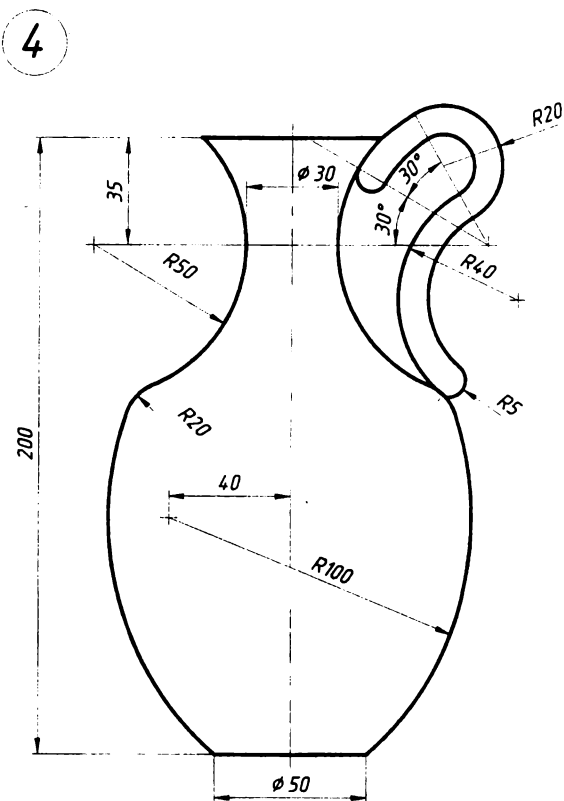
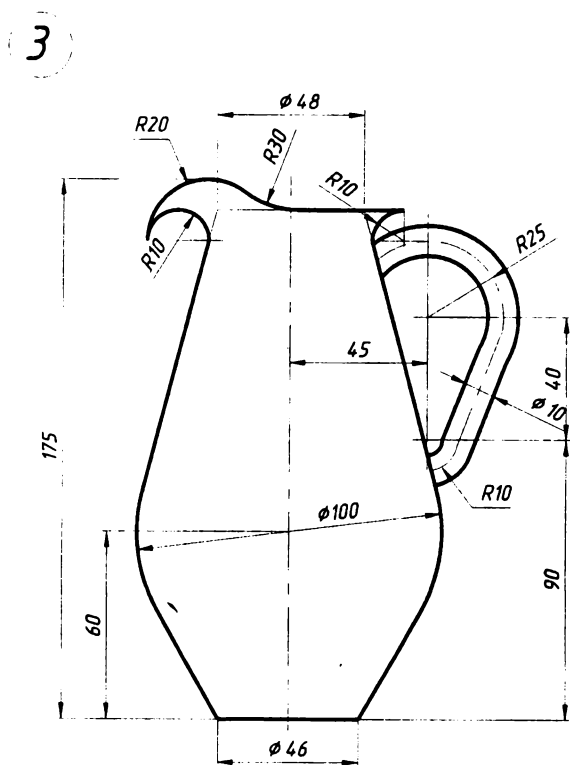
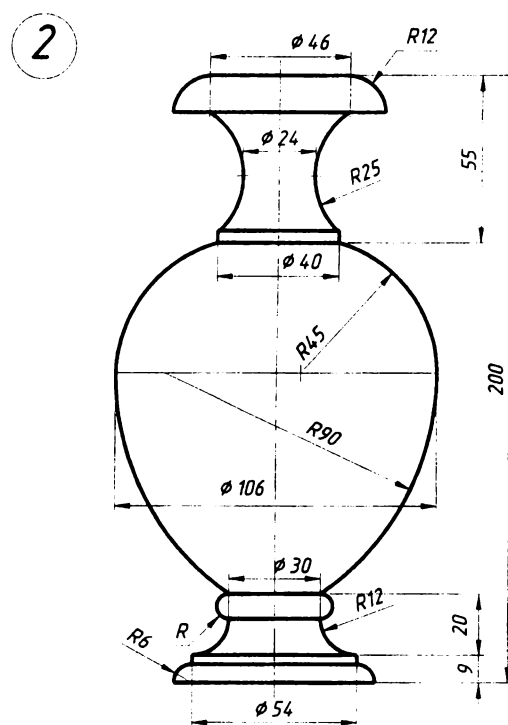
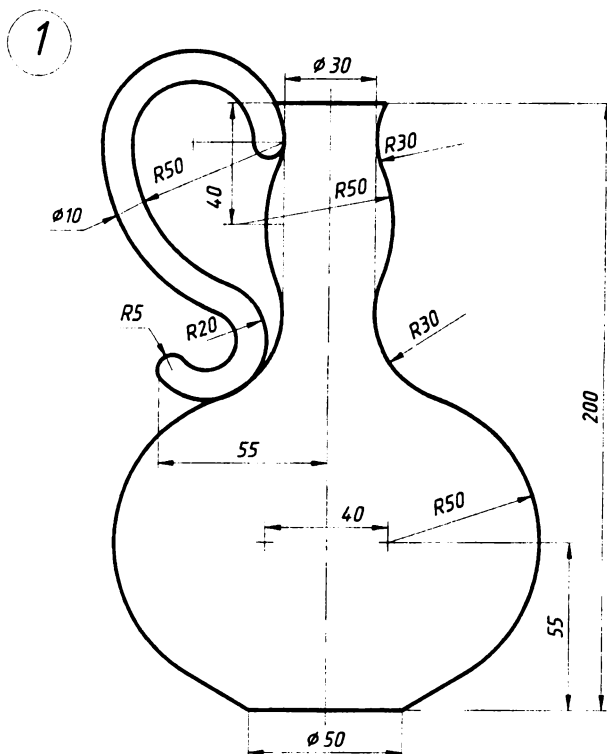
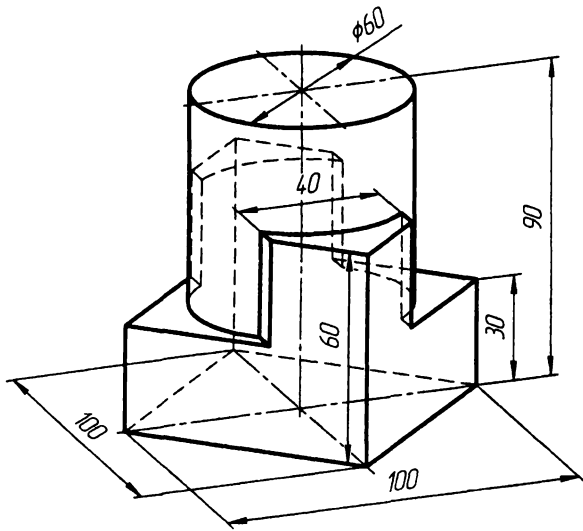


Рисунок 58

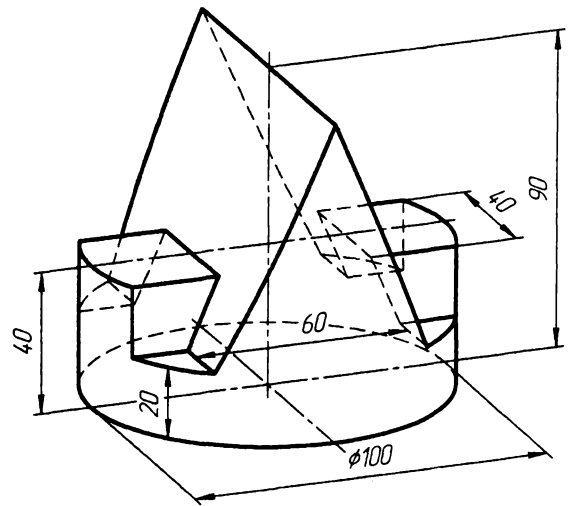
ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ



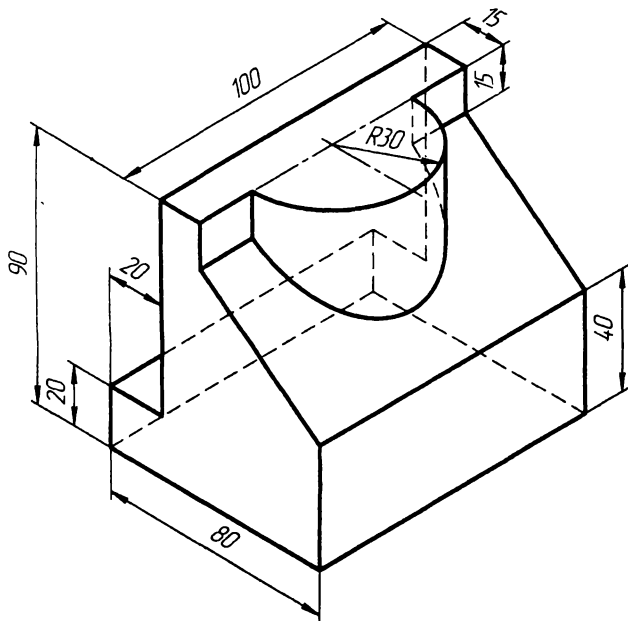
1



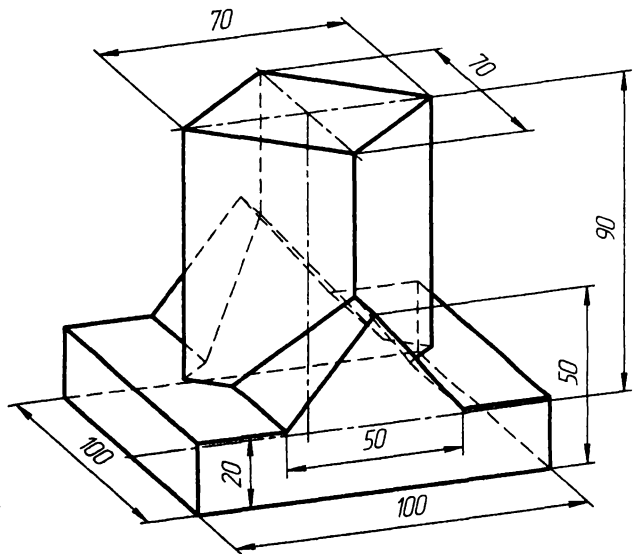
2



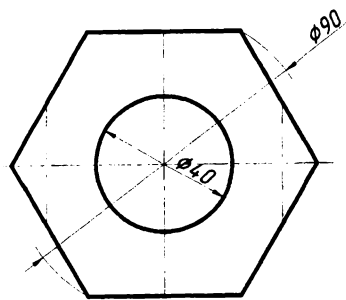
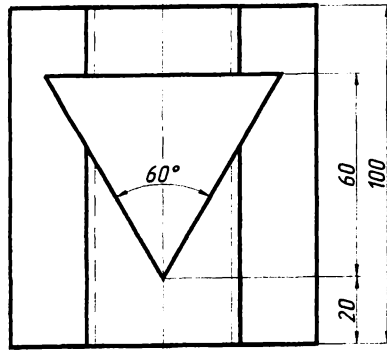
3



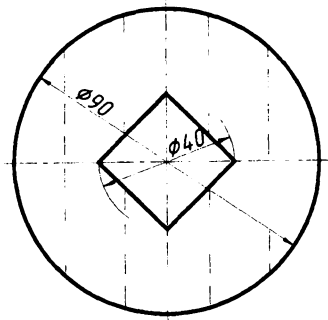
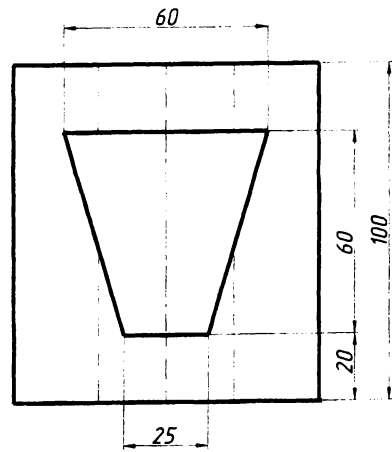
4



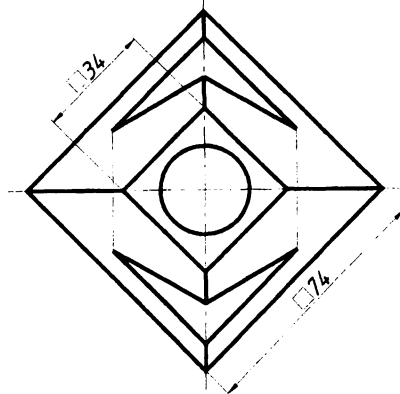
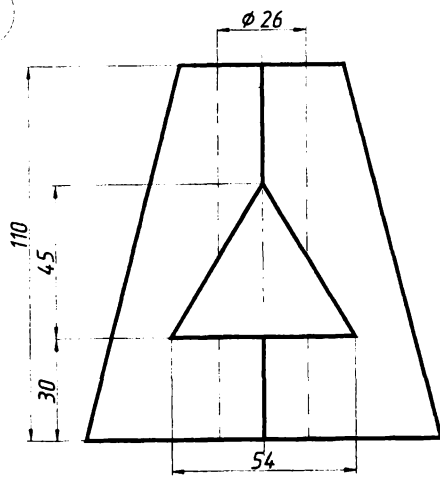
1



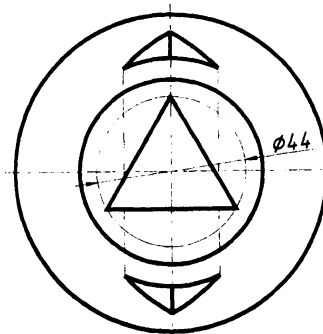
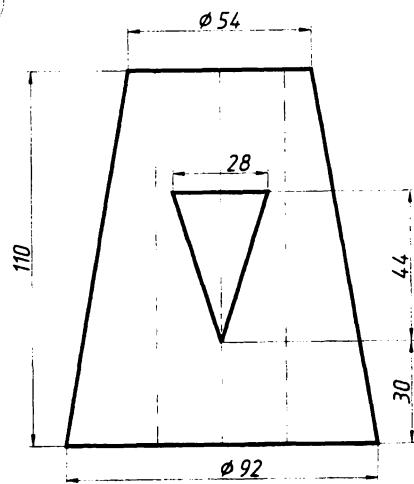
2



3



4



ЛИТЕРАТУРА

1. Александрович, З.И. Черчение / З.И. Александрович [и др.]. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 228 с.
2. Богданов, В.Н. Справочное руководство по черчению / В.Н. Богданов, И.Ф. Малежик [и др.]. – М: Машиностроение, 1989.
3. Ботвинников, А.Д. Черчение / А.Д. Ботвинников, В.Н. Виноградов, И.С. Вышнепольский. – АСТ, Астрель, Харвест, 2007. – 224 с.
4. Годик, Е.И. Справочное руководство по черчению / Е.И. Годик, А.М. Хаскин. – М.: Машиностроение, 1974.- 696 с.

Учебное издание

Составители:

*Винник Наталья Семеновна
Матюх Светлана Анатольевна
Морозова Виктория Александровна*

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ЧЕРЧЕНИЮ

**для абитуриентов, поступающих на специальность
«Архитектура»**

Ответственный за выпуск: Морозова В.А.

Редактор: Строкач Т.В.

Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 21.03.2010 г. Формат 60х84 ¹/₈. Бумага «Снегурочка».

Усл. п.л. 6,0. Уч. изд. л. 6,5. Тираж 100 экз. Заказ № 324.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет.
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.