

2811

**Построение линий пересечения
поверхностей вращения**

**Методические указания для студентов
всех специальностей**

Иваново 2008

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
“Ивановская государственная текстильная академия”
(ИГТА)

Кафедра начертательной геометрии и черчения

Построение линий пересечения поверхностей вращения

**Методические указания для студентов
всех специальностей**

Иваново 2008

В методических указаниях, предназначенных для студентов 1 курса всех специальностей, рассматриваются задачи на построение линий пересечения различных поверхностей вращения. Приведен пример графической работы по теме “Пересечение поверхностей вращения”, даны рекомендации по ее оформлению.

Составители: канд. техн. наук, доц. Т. Н. Фомичева
канд. техн. наук, доц. И. А. Легкова
д-р техн. наук, проф. Г.И. Чистобородов

Научный редактор доц. А. Н. Лялина

Оглавление

Введение	4
Построение проекций характерных (опорных) точек, принадлежащих линии пересечения поверхностей	7
Применение вспомогательных секущих плоскостей	9
Применение вспомогательных секущих сфер с постоянным центром	14
Применение вспомогательных сфер с переменным центром	16
Влияние соотношения размеров поверхностей на линию их пересечения	19
Некоторые особые случаи пересечения поверхностей	22
Построение разверток боковых поверхностей прямого кругового цилиндра и конуса	26
Рекомендации по оформлению графической работы	29
Приложение	31
Библиографический список	39

Введение

Все машины, приборы, любые изделия состоят из отдельных деталей, соединенных между собой. Форму деталей машин образуют, главным образом, сочетание плоскостей и кривых поверхностей (цилиндрической, конической, сферической, торовой), расположенных в пространстве так, что они находятся друг относительно друга в определенном соотношении. Чаще всего они пересекаются, образуя общую для них линию. Поэтому главным этапом конструирования таких деталей является определение границ элементарных исходных поверхностей, которыми и являются линии их взаимного пересечения. Таким образом, задача построения линии пересечения двух поверхностей, достаточно часто встречающаяся в начертательной геометрии, имеет широкое практическое применение в конструкциях технических деталей.

Линия пересечения двух поверхностей в общем виде представляет собой пространственную кривую, которая может распадаться на две части и более. Строится линия пересечения при помощи вспомогательных плоскостей или кривых поверхностей, которые называются посредниками. Выбор вспомогательной поверхности (посредника) определяется формой и положением пересекающихся поверхностей. В качестве посредников могут использоваться проецирующие плоскости, плоскости общего положения, цилиндрические, конические и сферические поверхности. Следует по возможности подбирать такие вспомогательные поверхности, которые в пересечении с данными поверхностями дают простые для построения линии (например, прямые или окружности).

Каждый из посредников пересекает данные поверхности в общем случае по некоторым кривым, которые как лежащие в одной и той же плоскости или на одной и той же поверхности могут пересекаться между собой и тогда определяют одну или несколько точек, лежащих на линии пересечения поверхностей. Пусть даны две поверхности M и N (рис. 1), линию пересечения которых

надо построить. Вспомогательная плоскость P пересечет поверхности по некоторым кривым E и F . Точки пересечения K и L кривых E и F будут принадлежать как поверхности M , так и поверхности N и, следовательно, будут лежать на кривой пересечения этих поверхностей.

Обычно линию пересечения двух поверхностей строят по отдельным точкам. Сначала определяют опорные точки* в пересечении контурных линий каждой поверхности с другой поверхностью. Это точки, проекции которых отделяют видимую часть проекции линии пересечения от невидимой, это проекции точек линии пересечения, наивысших и наинизших по отношению к плоскости π_1 , ближайших и наиболее удаленных по отношению к зрителю, крайних слева и справа на проекциях линий пересечения. Опорные точки позволяют видеть, в каких пределах расположены проекции линии пересечения и где между ними имеет смысл определить промежуточные точки. При этом нужно иметь в виду, что проекция линии пересечения всегда располагается в пределах площади наложения, т.е. общей площади проекций двух пересекающихся поверхностей. На рис. 2 эта площадь заштрихована.

Общее правило построения линии пересечения поверхностей заключается в следующем:

- определяют опорные точки в пересечении контурных линий каждой поверхности;
- выбирают вид вспомогательных поверхностей;
- строят линии пересечения вспомогательных поверхностей с заданными поверхностями;
- находят точки пересечения построенных линий и соединяют их между собой.

* Опорные (характерные) точки линии пересечения на чертежах обозначают буквами, вспомогательные – цифрами.

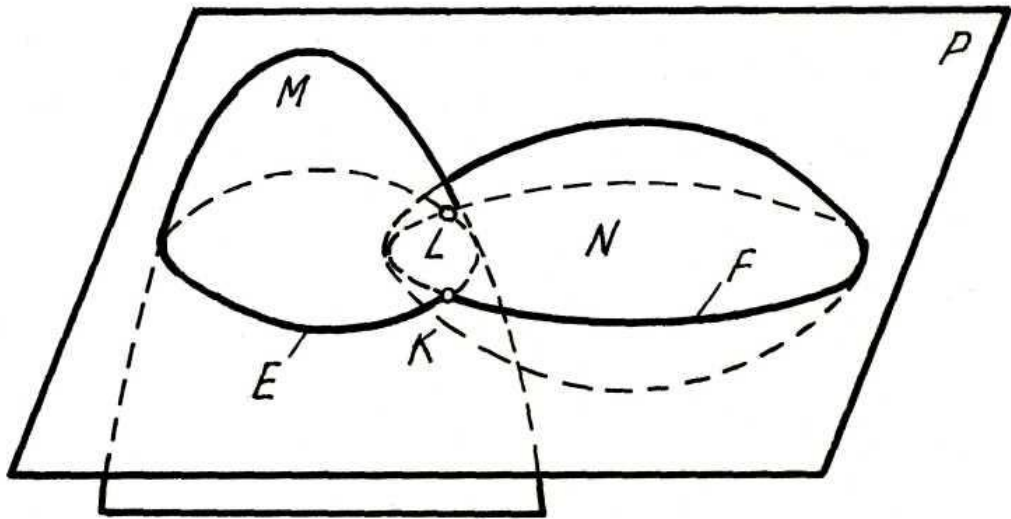


Рис. 1

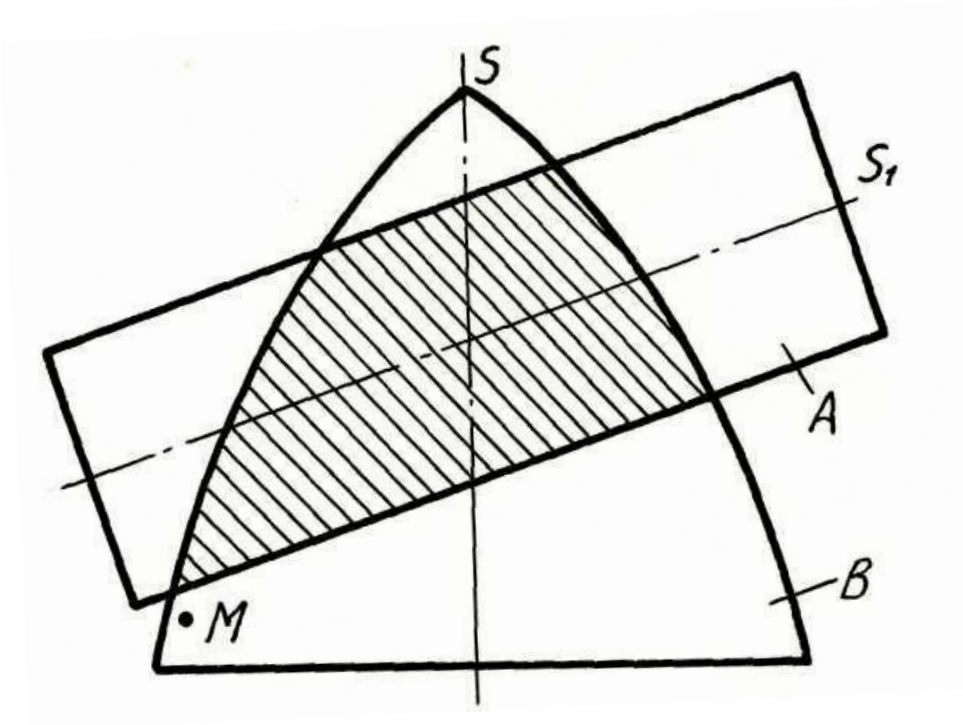


Рис. 2

Построение проекций характерных (опорных) точек, принадлежащих линии пересечения поверхностей

В качестве примера рассмотрим построение характерных точек линии пересечения прямого кругового цилиндра и полусферы.

Если одна из пересекающихся поверхностей проецирующая, то задача построения линии пересечения двух поверхностей упрощается и сводится к построению недостающих проекций кривой линии на одной из поверхностей по одной заданной проекции линии. На рис. 3 горизонтальная проекция линии пересечения прямого кругового цилиндра и полусферы совпадает с горизонтальной проекцией цилиндра. Фронтальная и профильная проекции линии построены по принадлежности сфере с помощью проекций вспомогательных линий на сфере. Отметим характерные (опорные) точки на линии пересечения, пользуясь горизонтальной проекцией.

Высшая и низшая точки (их проекции B_1, B_2, B_3 и A_1, A_2, A_3) лежат в плоскости симметрии фигуры, проходящей через центр полусферы и ось цилиндра. Горизонтальная проекция плоскости симметрии – прямая, проходящая через проекции O_1 и O_1' . В пересечении этой прямой с проекцией цилиндра отмечаем горизонтальные проекции B_1 и A_1 – высшей и низшей точек линии пересечения. Заметим, что точка B – ближайшая к высшей точке полусферы, а точка A – наиболее удаленная от нее. Проекция A_2 низшей точки построена с помощью проекции параллели сферы. Проекция B_2 высшей точки построена с помощью окружности радиуса O_21_2 на поверхности сферы, плоскость которой параллельна плоскости π_2 .

Точки C и D – крайние левая и правая на фронтальной и горизонтальной проекциях, их профильные проекции C_3 и D_3 лежат на проекциях образующих, совпадающих с проекцией оси цилиндра. Проекции C_2 и D_2 определены с использованием проекции параллелей сферы. Проекции C_2 и D_2 определяют границы видимости линии пересечения на плоскости π_2 .

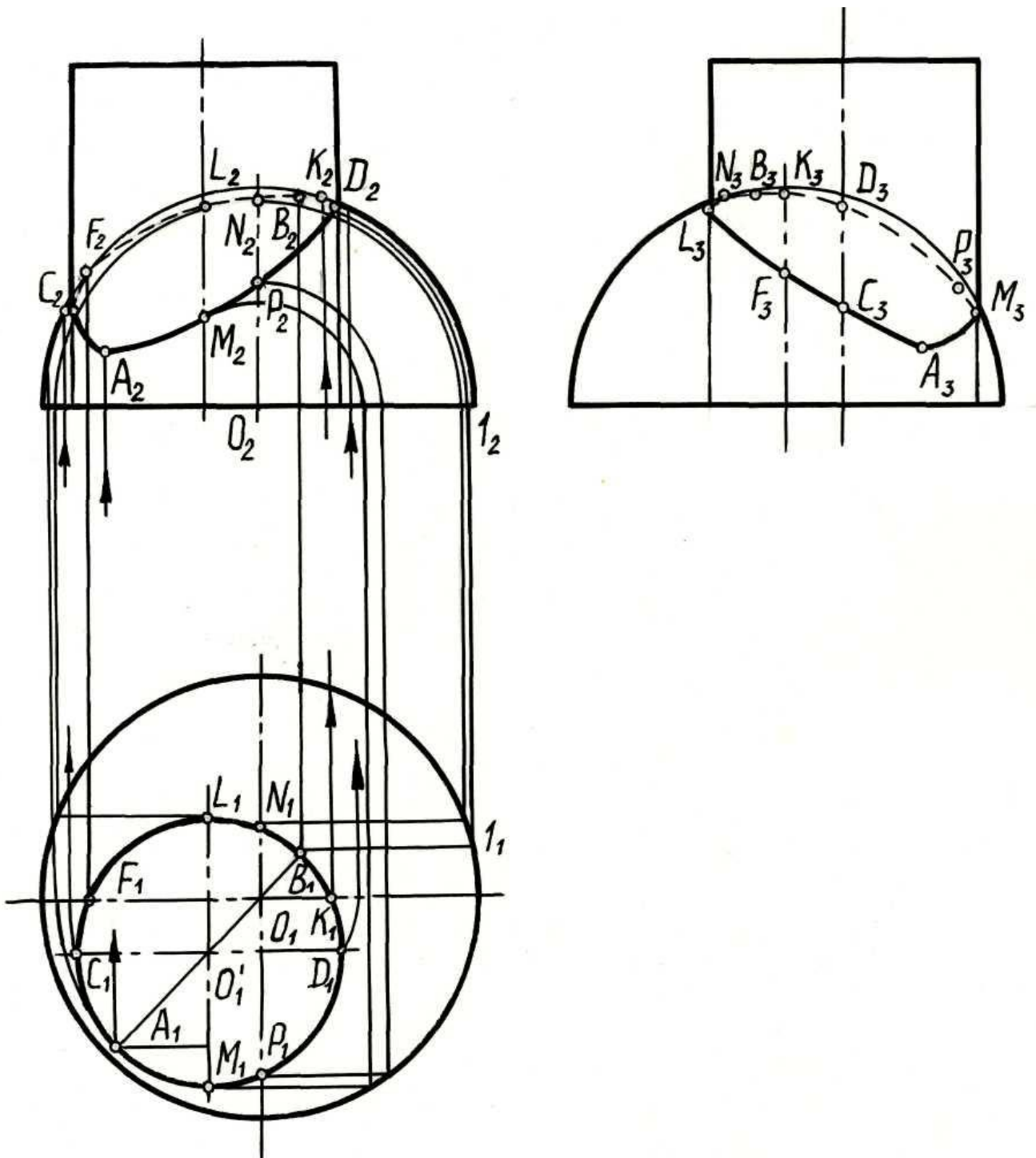


Рис. 3

Точки F и K находятся на главном меридиане сферы, их фронтальные проекции F_2 и K_2 – на фронтальном очерке сферы, профильные F_3 и K_3 – на профильной проекции вертикальной оси сферы.

Точки L и M – ближайшая к плоскости π_2 и наиболее удаленная от нее, их фронтальные проекции L_2 и M_2 , лежащие на проекции оси цилиндра, определены аналогично проекции B_2 , а профильные L_3 и M_3 на крайних левой и правой проекциях образующих определяют границы видимости кривой пересечения на плоскость π_3 .

Точки N и P имеют проекции N_2 и P_2 на фронтальной проекции вертикальной оси сферы, проекции N_3 и P_3 на профильной проекции очерка сферы.

Рассмотренные особенности характерных точек позволяют легко проверить правильность построения линии пересечения поверхностей, если она построена по произвольно выбранным точкам. В данном случае десяти точек достаточно для проведения плавных проекций линии пересечения. При необходимости может быть построено любое количество промежуточных точек. Построенные точки соединяют плавной линией с учетом особенностей их положения и видимости.

Применение вспомогательных секущих плоскостей

Способ вспомогательных секущих плоскостей следует применять в том случае, когда оси пересекающихся поверхностей вращения параллельны между собой и занимают относительно плоскостей проекций частное положение. Тогда линии пересечения каждой поверхности вспомогательной плоскостью будут изображаться в виде простых линий – окружностей или прямых.

В качестве примера рассмотрим построение линии пересечения прямого кругового цилиндра и конуса (рис. 4).

Поскольку цилиндр находится в проецирующем положении относительно профильной плоскости проекций, то проекция линии пересечения на плоскость

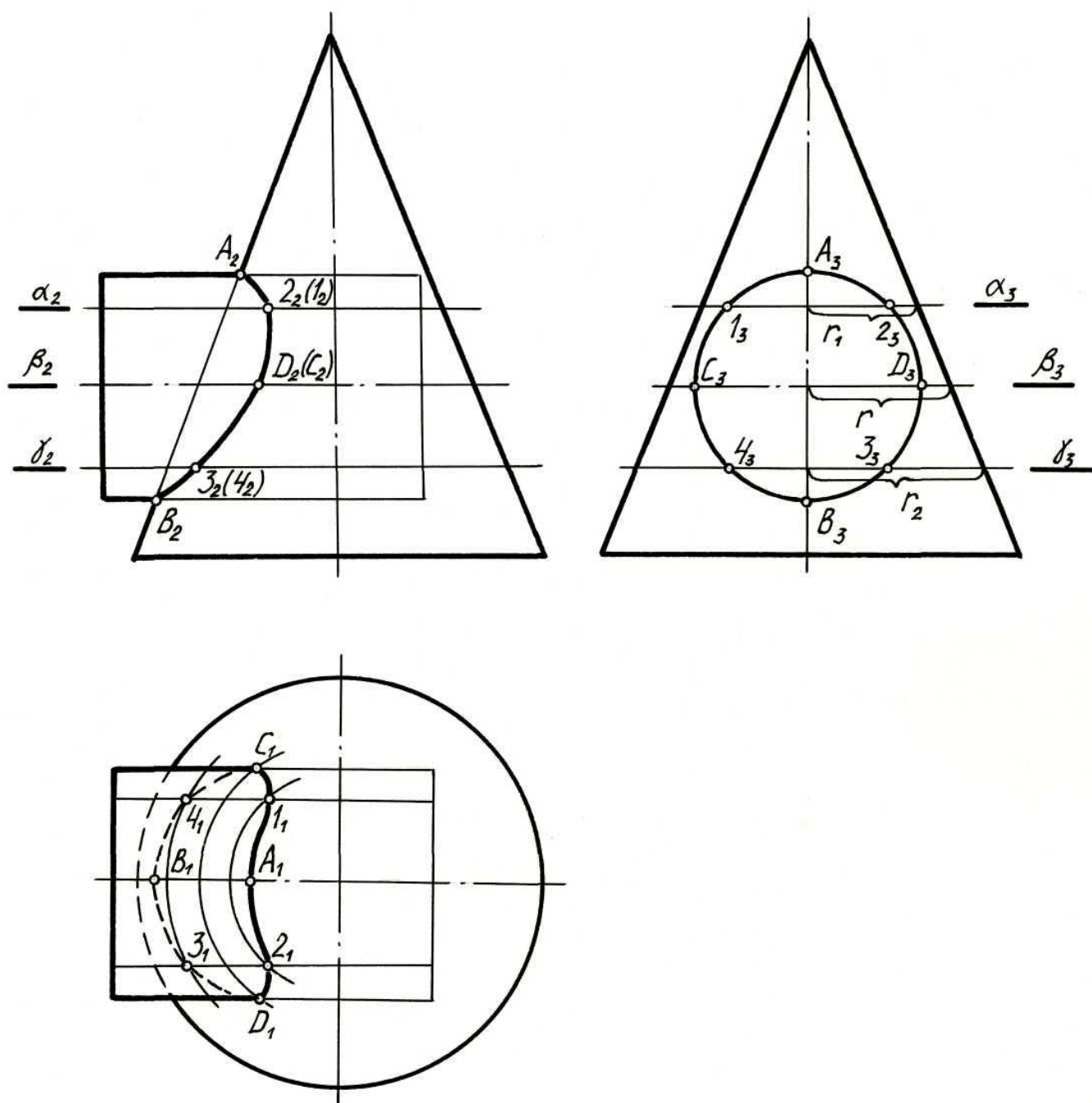


Рис. 4

π_3 совпадает с профильной проекцией цилиндра. Отметим опорные точки линии пересечения, пользуясь ее профильной проекцией. Точки А и В являются соответственно верхней и нижней точками линии пересечения. Их проекции на плоскость π_2 (A_2 и B_2) лежат на пересечении очерковых образующих конуса и цилиндра. Проекция точек на плоскость π_1 (A_1 и B_1) лежат на оси цилиндра.

Точки С и D – крайняя левая и правая точки линии пересечения (проекции C_3 и D_3). Чтобы определить их положение на плоскости π_1 , необходимо использовать плоскость-посредник. В качестве посредника целесообразно использовать горизонтальную плоскость β , которая пересечет конус по окружности радиуса r , а цилиндр по прямоугольнику шириной C_3D_3 . В пересечении горизонтальных проекций окружности радиуса r и прямоугольника шириной C_3D_3 (крайние образующие цилиндра на плоскости π_1) получаем проекции точек С и D на плоскость π_1 – C_1 и D_1 . Проекция точек на плоскость π_2 (C_2 и D_2) находим по линиям связи. Точки C_1 и D_1 определяют границу видимости линии пересечения на плоскости π_1 .

Полученных четырех точек недостаточно для выявления проекций линии пересечения на плоскости π_1 и π_2 . Пересечем цилиндр и конус плоскостью-посредником α , при этом на профильной проекции линии пересечения получаем точки 1_3 и 2_3 . Их проекции на π_1 (1_1 и 2_1) лежат на пересечении горизонтальных проекций прямоугольника шириной 1_32_3 (сечение цилиндра) и окружности радиуса r_1 (сечение конуса). Проекция точек 1_2 и 2_2 на плоскость π_2 получены в проекционной связи.

При пересечении цилиндра и конуса плоскостью γ получаем точки 3 и 4, их проекции на плоскости π_1 и π_2 определены аналогично проекциям точек 1 и 2.

Проекция восьми точек позволяют выявить характер линии пересечения на всех трех проекциях. При необходимости уточнения характера кривой пересечения можно использовать дополнительные секущие плоскости.

Рассмотрим пример построения линии пересечения двух поверхностей, когда ни одна из них не является проецирующей. На рис. 5 показано построение линии пересечения сферы и конуса.

Построение начинаем с отыскания проекций характерных точек. Проекция A_2 высшей и B_2 низшей точек являются точками пересечения фронтальных проекций очерков, так как центр сферы и ось конуса лежат в плоскости, параллельной плоскости π_2 . Горизонтальные A_1, B_1 и профильные A_3, B_3 проекции находятся в проекционной связи.

Проекция точек C и D , лежащих на экваторе сферы, находим с помощью горизонтальной плоскости β (β_2), проходящей через центр сферы O (O_2). Она пересекает сферу по экватору и конус по окружности радиуса r , в пересечении горизонтальных проекций которых и находим горизонтальные проекции C_1, D_1 точек искомой линии пересечения. Горизонтальные проекции C_1 и D_1 этих точек являются границами видимости участков линии пересечения на этой проекции.

Проекция промежуточных точек, например 3 и 4, находятся с помощью горизонтальной плоскости посредника γ (γ_2). Их построение ясно из чертежа. Аналогично построены другие точки (1 и 2). Профильные проекции точек линии пересечения строят по их фронтальной и горизонтальной проекциям.

При соединении плавной кривой фронтальных проекций точек получаем еще одну опорную точку линии пересечения K_2 (и симметричную ей L_2), которая лежит на профильном меридиане (вертикальной оси) сферы. Значит, профильные проекции K_3 и L_3 принадлежат проекции очерка сферы на плоскость π_3 и определяют границу видимости участков профильной проекции линии пересечения. Горизонтальные проекции точек K_1 и L_1 определены в проекционной связи.

Полученные проекции точек на плоскости π_1 и π_2 соединяем плавными линиями с учетом видимости проекций линии пересечения на горизонтальной и профильной плоскостях.

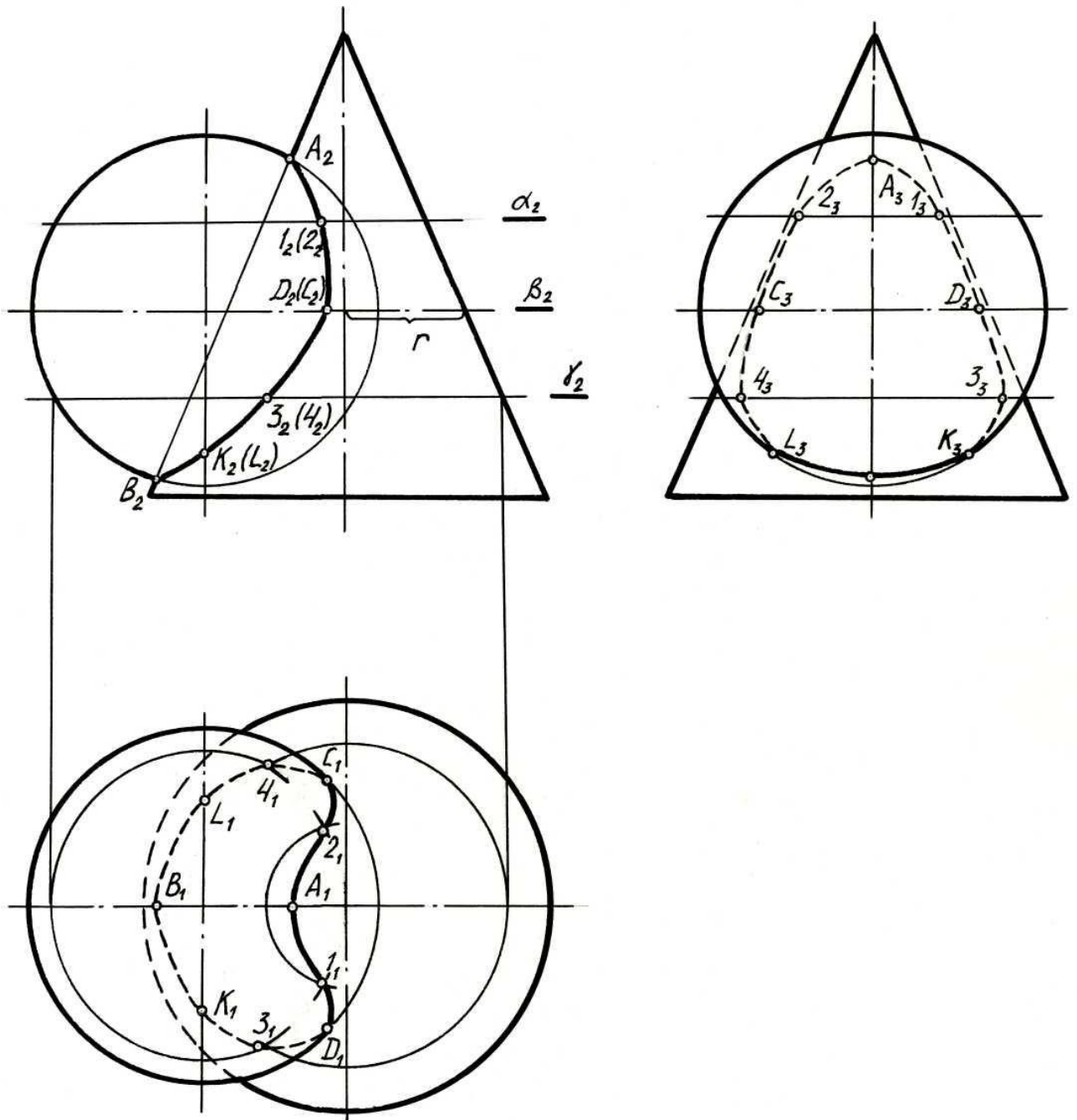


Рис. 5

Применение вспомогательных секущих сфер с постоянным центром

Способ секущих сфер с постоянным центром для построения линии пересечения двух поверхностей применяют при следующих условиях:

- 1) обе пересекающиеся поверхности – поверхности вращения;
- 2) оси поверхностей вращения пересекаются, точку пересечения принимают за центр вспомогательных (концентрических) сфер;
- 3) плоскость, образованная осями поверхностей (плоскость симметрии), должна быть параллельна плоскости проекций. Если условие не соблюдается, то, чтобы его обеспечить, прибегают к способам преобразования чертежа.

В качестве примера использования вспомогательных сфер с постоянным центром рассмотрим построение линии пересечения двух конусов вращения (конус I – ось расположена вертикально, конус II – ось расположена горизонтально) (рис. 6).

Заметим, что линия пересечения конусов в данном случае симметрична относительно плоскости, проходящей через оси пересекающихся поверхностей. Фронтальные проекции видимого и невидимого участков линии пересечения совпадают. Поэтому в дальнейшем изложении будут указываться построения проекций только видимых точек линии пересечения. Характерными точками искомой линии пересечения являются высшая с проекцией A_2 и низшая с проекцией B_2 , они определяются пересечением фронтальных проекций очерков конусов. Их проекции на плоскости π_1 и π_3 (A_1, A_3 и B_1, B_3) определяются в проекционной связи.

Точка, ближайшая к оси конуса I, с проекцией D_2 строится с помощью вспомогательной сферы минимального радиуса R_{\min} . Её находят как радиус сферы, касательной к одной из поверхностей вращения и пересекающей другую. В данном случае радиус такой сферы определяется как перпендикуляр из

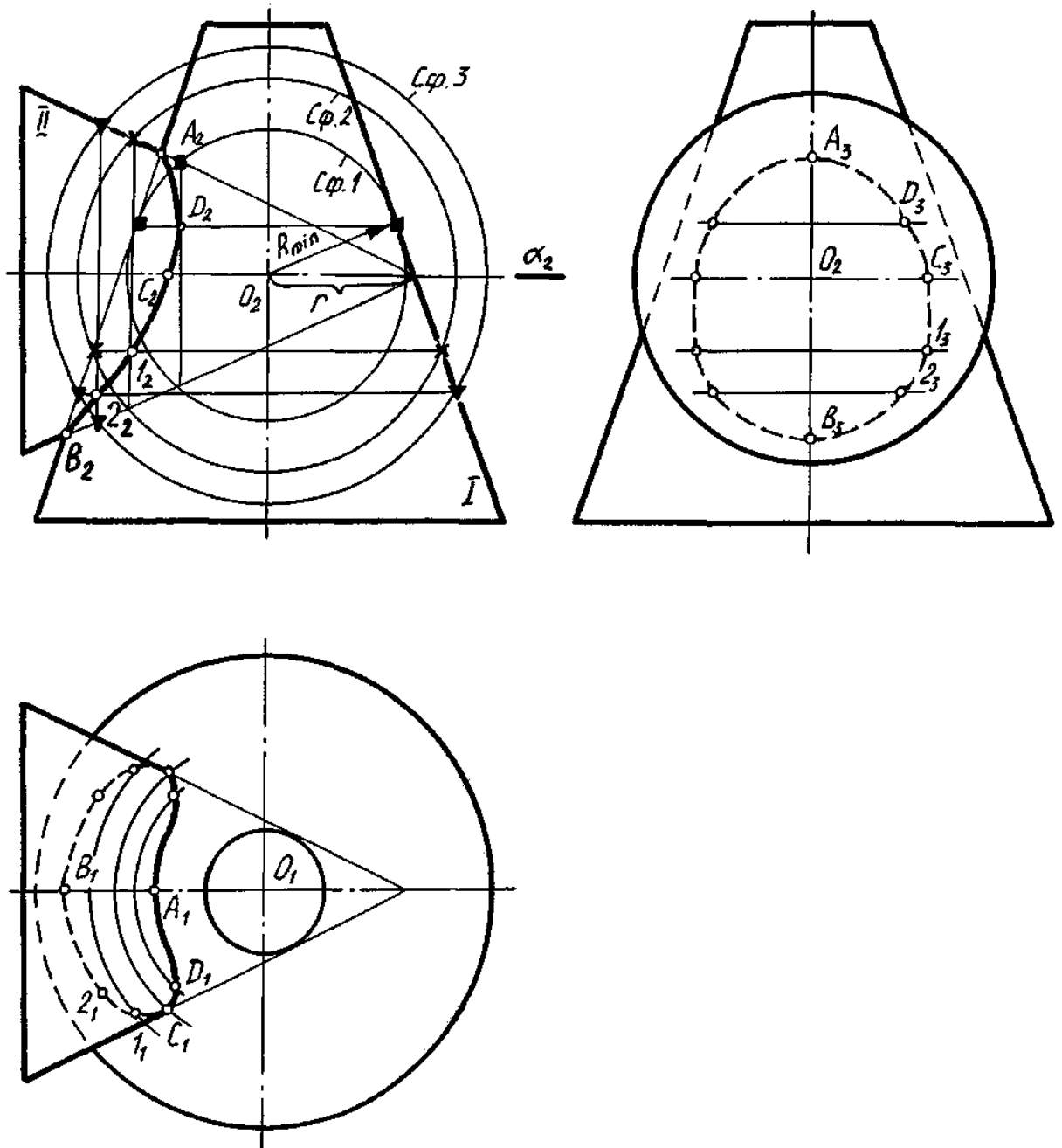


Рис. 6

точки O_2 к образующей конуса I в ее положении, параллельном плоскости π_2 . Сфера 1 радиуса R_{\min} пересекает конусы I и II по окружностям, проекции которых на фронтальную плоскость представляют отрезки, концы которых обозначены квадратиками. На пересечении этих отрезков находится точка D_2 . Проекция D_1 на плоскость π_1 определена по принадлежности точки D к окружности, по которой сфера 1 пересекает конус II. Проекция D_3 найдена в проекционной связи.

Проекция C_1 и C_2 точки C, в которой на горизонтальной проекции происходит разделение на видимую и невидимую части, определены при помощи горизонтальной плоскости α , проходящей через ось конуса II. Плоскость α пересекает конус I по окружности радиуса r, а конус II по треугольнику, совпадающему с горизонтальной проекцией очерка конуса II.

Проекция вспомогательных точек 1 и 2 определены с помощью секущих сфер 2 и 3 произвольного радиуса. Сфера 2 пересекает конусы I и II по окружностям, проекции которых на плоскость π_2 представляют собой отрезки, обозначенные крестиками, в пересечении этих отрезков располагается точка 1_2 . Проекция 1_1 и 1_3 определены в проекционной связи.

Проекция точки 2 определены аналогично проекциям точки 1 (на рис. 6 см. отрезки, обозначенные треугольниками).

Соединяя плавными кривыми проекции точек на горизонтальной, фронтальной и профильной плоскостях с учетом видимости, получаем проекции линии пересечения.

Применение вспомогательных сфер с переменным центром

Способ секущих сфер с переменным центром для построения линии пересечения двух поверхностей применяют при следующих условиях:

- 1) одна из пересекающихся поверхностей – поверхность вращения, другая

поверхность имеет круговые сечения;

2) обе поверхности имеют общую плоскость симметрии, к которой перпендикулярны плоскости круговых сечений;

3) плоскость симметрии параллельна плоскости проекций (это условие при необходимости может быть обеспечено преобразованием чертежа).

В качестве примера рассмотрим построение линии пересечения прямого кругового конуса и кольцевого тора (рис. 7). Ось конуса параллельна плоскости π_2 , ось тора (на рис. 7 изображена четверть кольца) перпендикулярна плоскости π_2 , окружность центров осевых круговых сечений тора и ось конуса лежат в одной плоскости, параллельной плоскости π_2 . Две характерные очевидные точки – высшая с проекцией B_2 и низшая A_2 – являются точками пересечения проекций очерков тора и конуса.

Для построения проекций промежуточных точек применяют вспомогательные сферы, центры которых должны лежать на оси конуса. Сферы надо подбирать так, чтобы они пересекали кольцо по окружностям. Для этого выбирают на поверхности тора окружность, например, с проекцией 1_22_2 с центром в точке с проекцией 3_2 . Перпендикуляр к плоскости этой окружности из точки с проекцией 3_2 является линией центров множества сфер, которые пересекают тор по окружности с проекцией 1_22_2 . Из множества этих сфер выбирают сферу с центром O на оси конуса. Его проекция O_2 . Эта сфера радиусом R_1 пересекает конус по окружности с проекцией C_2D_2 . Пересечение проекций 1_22_2 и C_2D_2 является проекцией пары общих точек тора и конуса, т.е. линии их пересечения. На чертеже обозначена проекция 4_2 одной из указанных точек – точки на видимом участке линии пересечения.

Построение проекций второй пары точек линии пересечения, из которых обозначена проекция 8_2 , выполнено (аналогично 4_2) с помощью отрезка 5_26_2 – проекция окружности на поверхности тора. Вспомогательная сфера для построения 8_2 – сфера радиуса R_2 с центром, проекция которого O_2' . Конус эта сфера пересекает по окружности с проекцией E_2G_2 . В пересечении проекций

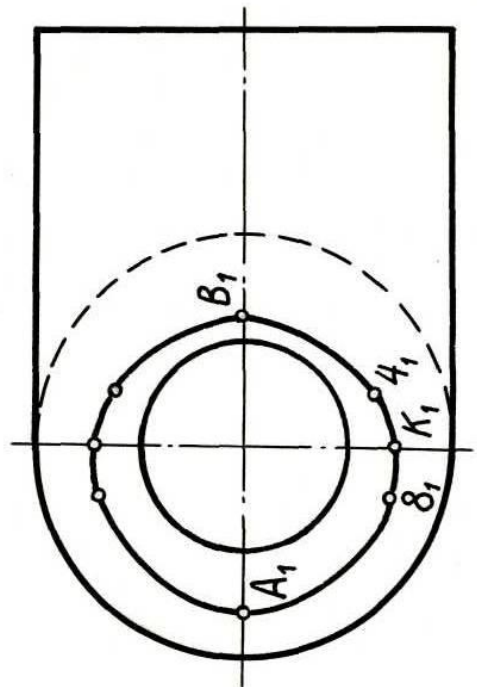
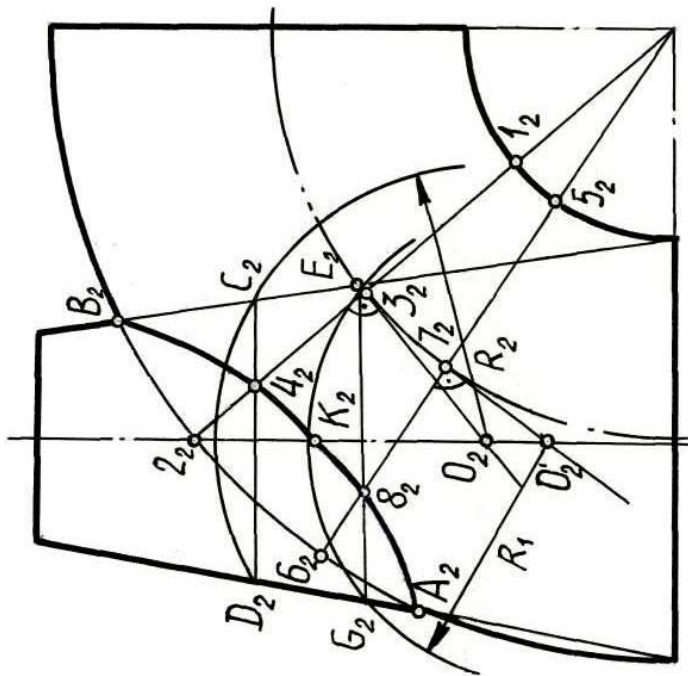
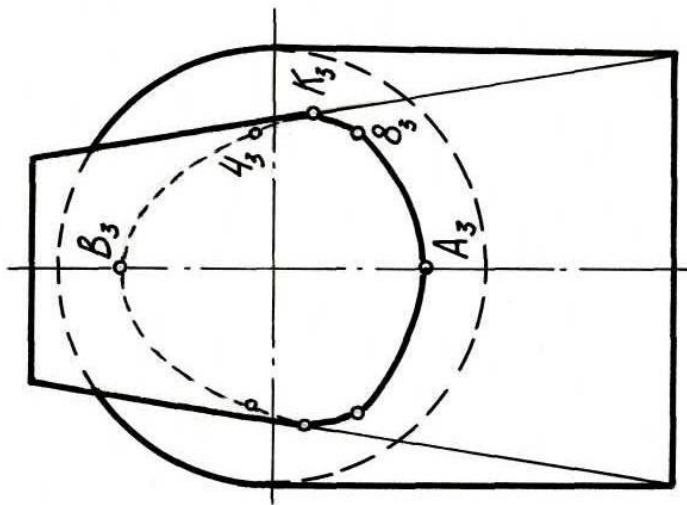


Рис. 7

$5_2 6_2$ и $E_2 G_2$ окружностей находим проекцию 8_2 искомой точки. Соединив плавной кривой точки $A_2, 8_2, 4_2, B_2$, получают проекцию линии пересечения на плоскость π_2 . На этой проекции следует выделить точку K , проекция K_2 которой лежит на оси конуса. Проекция точки K_3 определяет границу видимости кривой пересечения на плоскости π_3 .

Горизонтальные проекции $A_1, B_1, K_1, 4_1, 8_1$ определяют в проекционной связи с использованием соответствующих проекций окружностей параллелей конуса. Профильные проекции $A_3, B_3, K_3, 4_3, 8_3$ определяют в проекционной связи, используя проекции точек $A, B, K, 4, 8$ на плоскости π_1 и π_2 .

Влияние соотношения размеров поверхностей на линию их пересечения

Зависимость линии пересечения поверхностей вращения от соотношения их размеров рассмотрим на примерах пересечения двух цилиндров (рис. 8, а-г) и цилиндра с конусом (рис. 9, а-г).

Изменения проекции линии пересечения вертикального и горизонтального цилиндров в зависимости от изменения соотношения диаметров d_1 вертикального и d_2 горизонтального цилиндров наглядно видны на рис. 8, а-г. С приближением значения d_1 к d_2 линия пересечения (рис. 8, б) все больше прогибается вниз (точка опускается). При равенстве диаметров (рис. 8, в), т.е. касании цилиндров одной сферы, на линии пересечения в точке B возникает перелом, а плавная линия пересечения превращается в две плоские эллиптические кривые, которые проецируются в две прямые, плоскости которых пересекаются между собой под прямым углом. При дальнейшем увеличении (рис. 8, г) диаметра d_1 вертикального цилиндра ($d_1 > d_2$) общее направление линии их пересечения изменяется. Такое изменение в данном случае равносильно повороту ранее приведенных изображений, например на 90° (рис. 8, б).

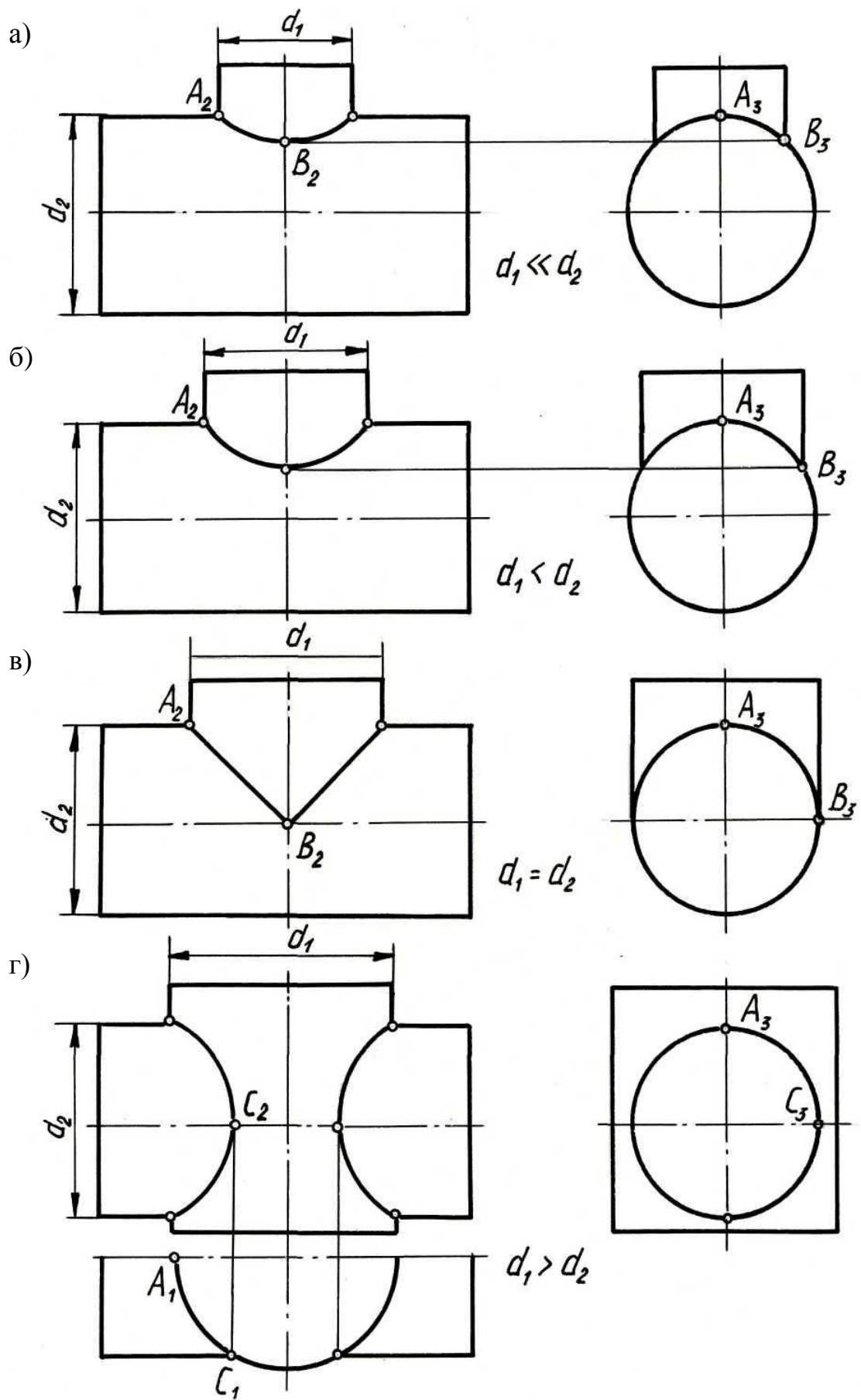


Рис. 8

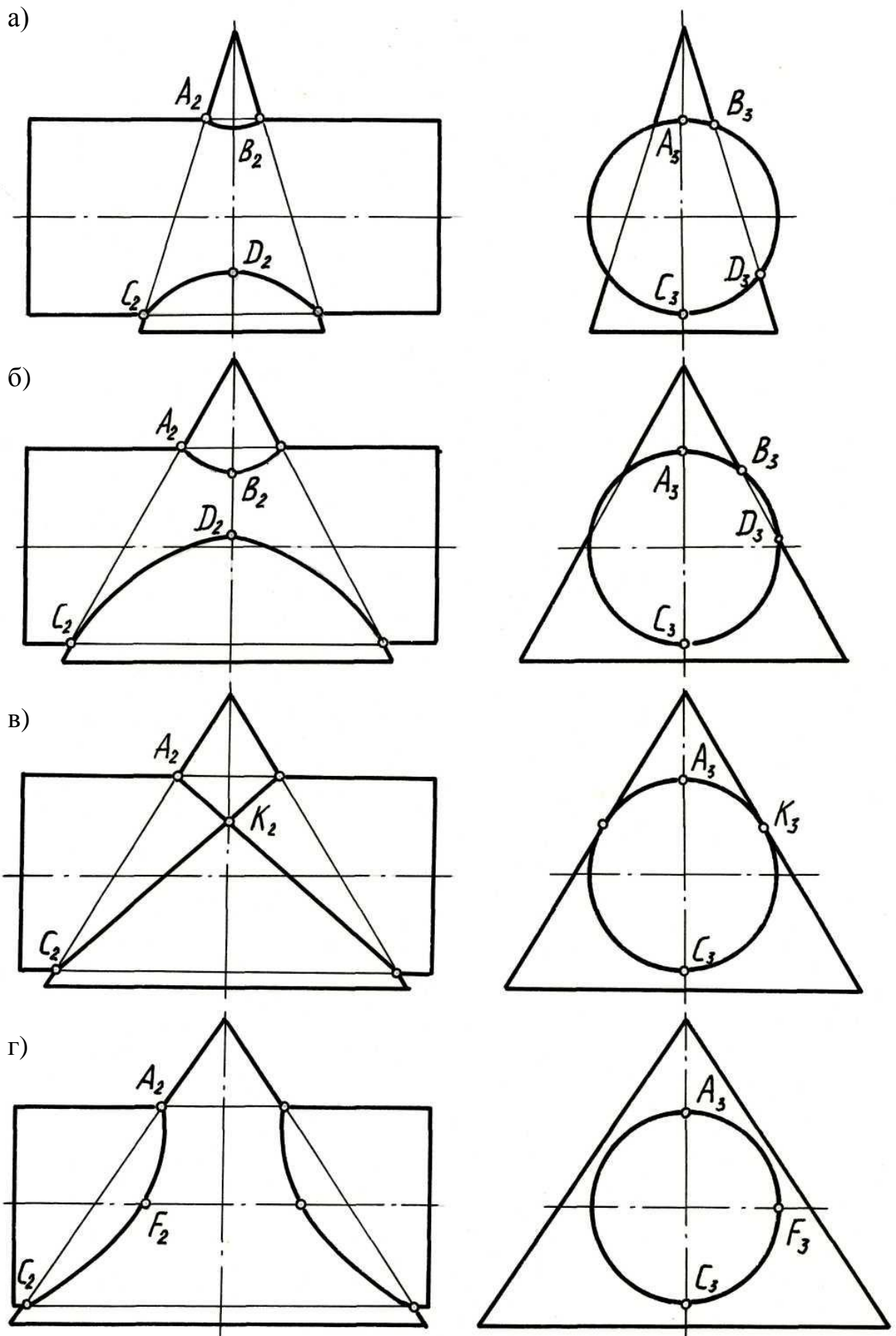


Рис. 9

Изменение проекций линии пересечения прямых круговых конуса и цилиндра в зависимости от угла при вершине конуса показано на рис. 9, а-г. В случаях (а) и (б) пересечение конуса с цилиндром происходит по линии 4-го порядка. Она проецируется на плоскость проекций, параллельную плоскости симметрии, в гиперболу и разделяет конус на две части, одна из которых прилегает к вершине, а другая – к основанию (конус "врезается" в цилиндр).

В случае (в) конус и цилиндр касаются одной сферы и пересекаются по двум плоским пересекающимся между собой эллиптическим кривым 2-го порядка, проецирующимся в отрезки прямых.

В случае (г) линии их пересечения разделяют цилиндр на две части (цилиндр "врезается" в конус).

В случаях (а) и (б) в цилиндре может быть обработано коническое отверстие. В случае (г) в конусе может быть выполнено цилиндрическое отверстие. В случае (в) обработка отверстий в цилиндре конического или в конусе цилиндрического невозможна, так как тело в таком случае распадается на две части.

Некоторые особые случаи пересечения поверхностей

1. Пересечение поверхностей, описанных вокруг одной сферы

При взаимном пересечении поверхностей вращения второго порядка получается в некоторых случаях распадение линии пересечения на две плоские кривые второго порядка, изображаемые на плоскости, параллельной осям поверхностей, в виде прямолинейных отрезков. Выше уже приведены некоторые примеры таких пересечений (см. рис. 8, в и 9, в). Это бывает в тех случаях, когда обе пересекающиеся поверхности вращения (цилиндр и конус, два конуса, эллипсоид и конус и т.п.) описаны вокруг общей для них сферы. В примерах, приведенных на рис. 10, в первых трех случаях пересечение происходит по эллипсам, в четвертом – по эллипсу и параболе.

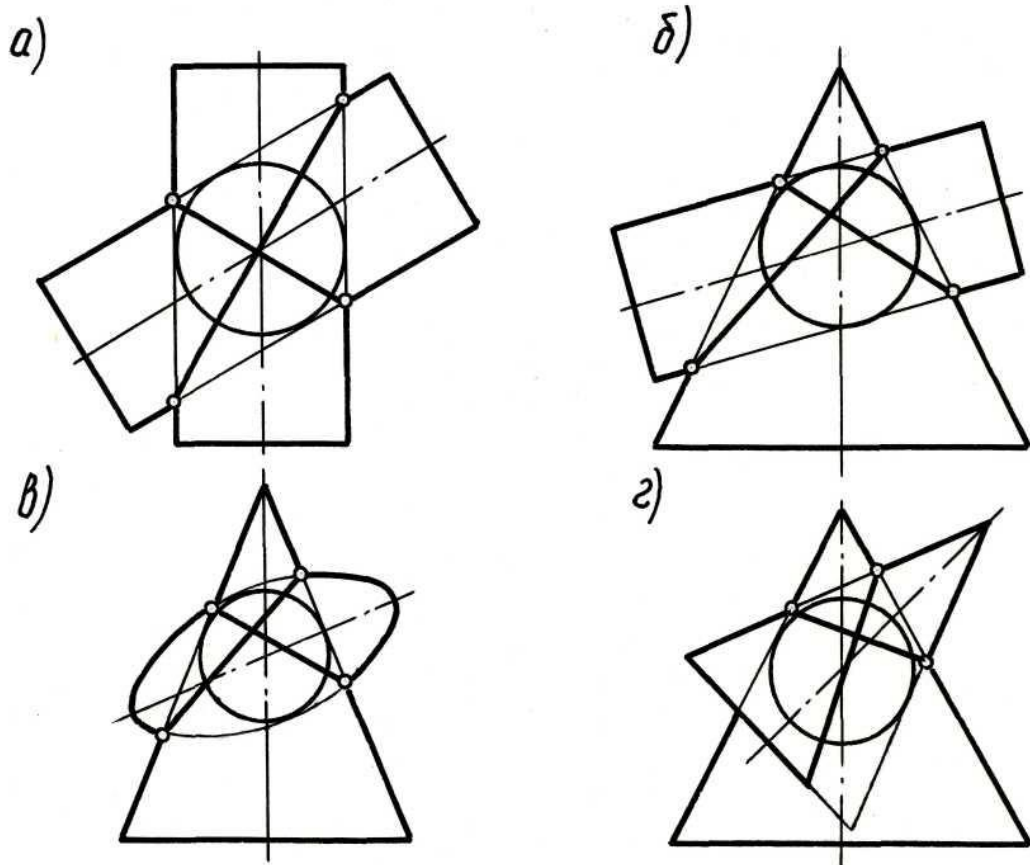


Рис. 10

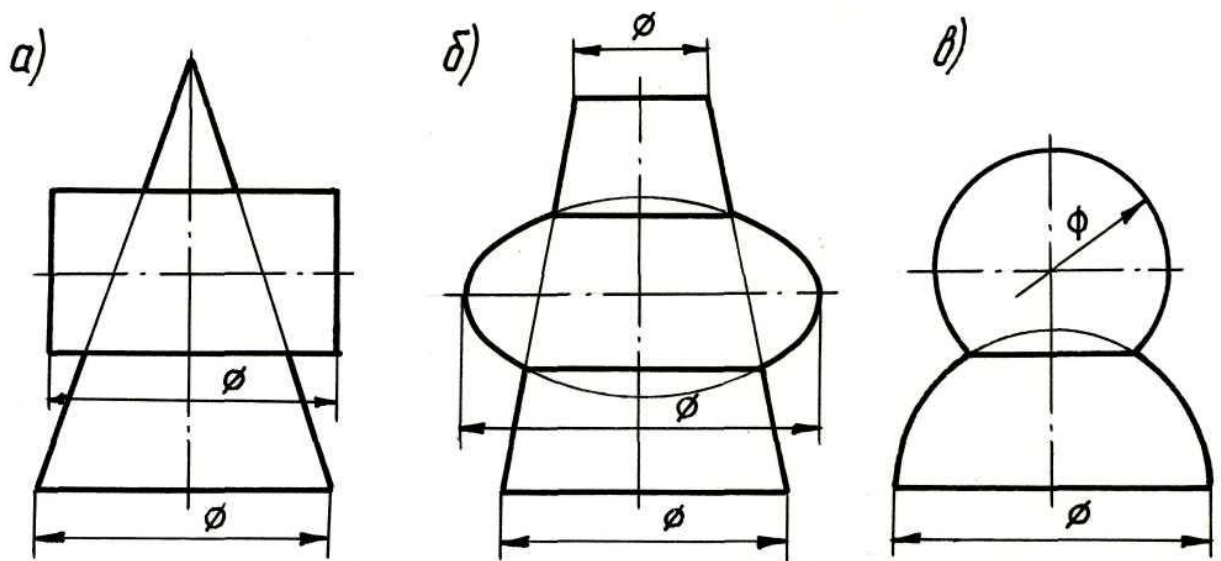


Рис. 11

2. Соосные поверхности вращения

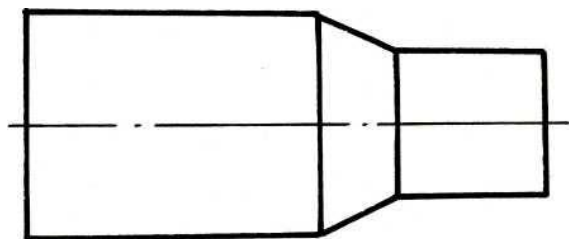
Соосные поверхности вращения, т.е. поверхности с общей осью, пересекаются по окружностям. На рис. 11 даны три примера: а) цилиндр и конус; б) сжатый эллипсоид и усеченный конус; в) две сферы. Во всех этих примерах даны лишь фронтальные проекции, причем общая ось поверхностей расположена параллельно плоскости π_2 . Поэтому окружности, получаемые при пересечении одной поверхности другой, проецируются на π_2 в виде прямолинейных отрезков.

За ось сферы можно принять любой ее диаметр, поэтому пересекающиеся сферы всегда рассматриваются как соосные поверхности вращения.

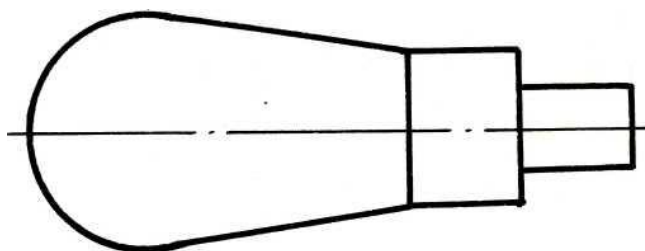
Конус, пересекающийся с двумя цилиндрами разного диаметра (рис. 12, а), часто используется при конструировании как переход от одного диаметра к другому. Конус, сопряженный со сферой, с переходом на цилиндры (рис. 12, б) широко используется в качестве деталей механизмов управления – рукояток.

Комбинацию из трех соосных пересекающихся конусов (рис. 12, в) применяют при конструировании деталей, называемых штифтами или роликами. Крайние конические поверхности, называемые фасками, служат для упрочения кромки детали и предохранения тем самым от забоин основной конической поверхности. Комбинация из пересекающихся трех соосных конусов образует центровое гнездо (рис. 12, г) для обработки деталей в центрах. Наружный конус ρ_1 служит для предохранения от повреждений рабочей конической поверхности ρ_2 при соприкосновении (ударах) с другими деталями.

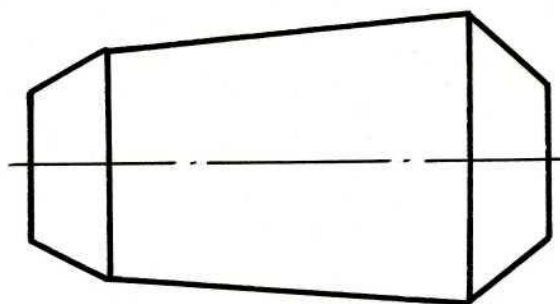
a)



б)



в)



г)

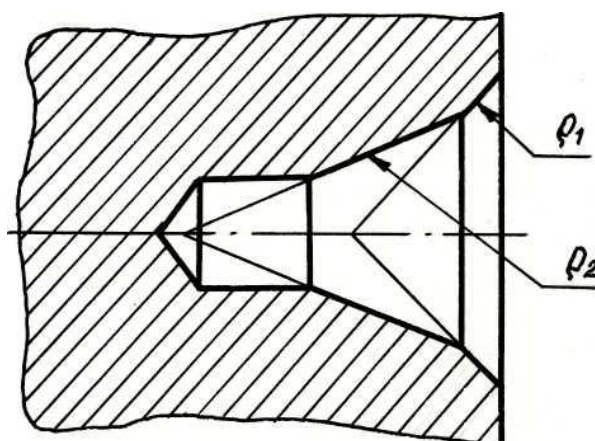


Рис. 12

Построение разверток боковых поверхностей прямого кругового цилиндра и конуса

Развертка боковой поверхности прямого кругового цилиндра радиуса R и высотой h представляет собой прямоугольник, одна из сторон которого равна длине окружности основания $2\pi R$, а другая – высоте цилиндра h (рис. 13).

Для построения на развертке линии пересечения цилиндра с конусом боковую поверхность цилиндра разбиваем на равные части (в данном случае на 12 частей). Полученные образующие цилиндра для удобства можно пронумеровать. Положение точки A на развертке определено по принадлежности ее образующей I с использованием расстояния ее от основания цилиндра – расстояния x . Аналогично строятся остальные точки линии пересечения. Полученные точки соединяем плавной линией.

Боковая поверхность прямого кругового конуса разворачивается в круговой сектор с углом $\varphi = d / l \cdot 180^\circ$ при вершине, где d – диаметр основания, l – длина образующей конуса.

Для того чтобы нанести на развернутой боковой поверхности линию пересечения, построение сектора выполняем с разбивкой его на равные части (рис. 14) соответственно разметке образующих на горизонтальной проекции конуса.

Используя положение образующих на фронтальной проекции и на развертке, находим положение точек на развертке при помощи натуральных величин отрезков от вершины до соответствующих точек линии пересечения на чертеже. При этом расстояния SA и SN соответствуют фронтальным проекциям SA_2 и SN_2 . Отрезки образующих от вершин до других точек проецируются на фронтальную плоскость проекций с искажениями. Поэтому их натуральную величину находим поворотом образующих до положения, параллельного плоскости π_2 ($B_2 \rightarrow B_2'$, $C_2 \rightarrow C_2'$, $D_2 \rightarrow D_2'$). Отрезки S_2B_2' , S_2C_2' , S_2D_2' и т.д. соответствуют отрезкам SB , SC , SD на развертке.

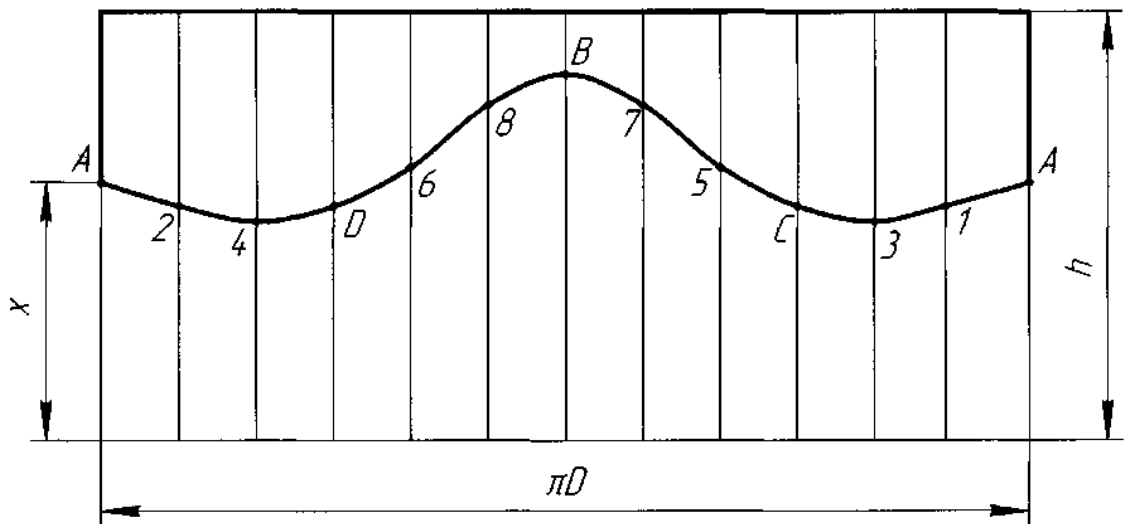
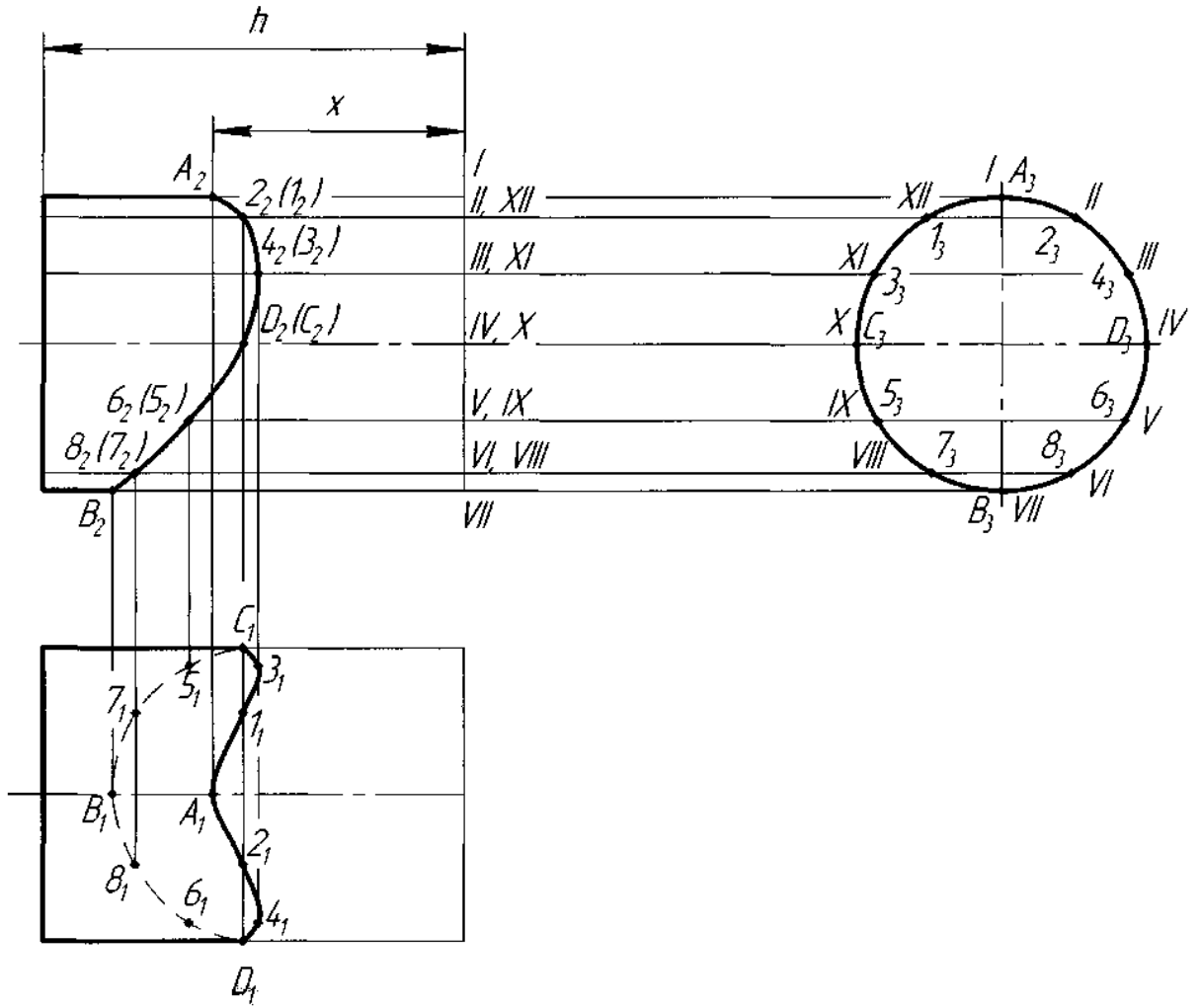


Рис. 13

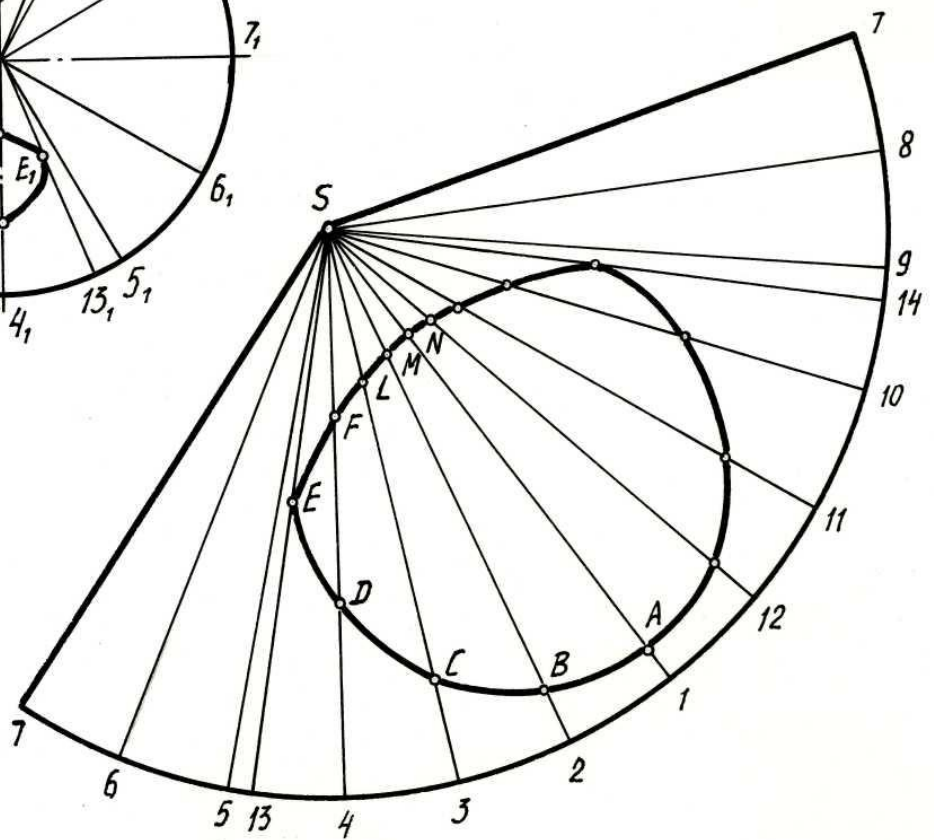
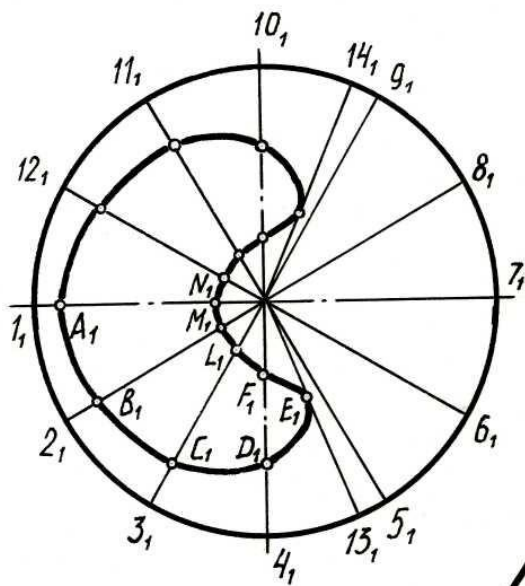
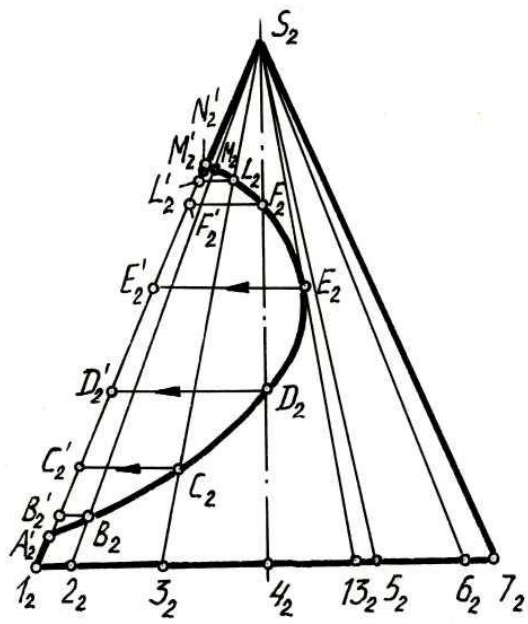


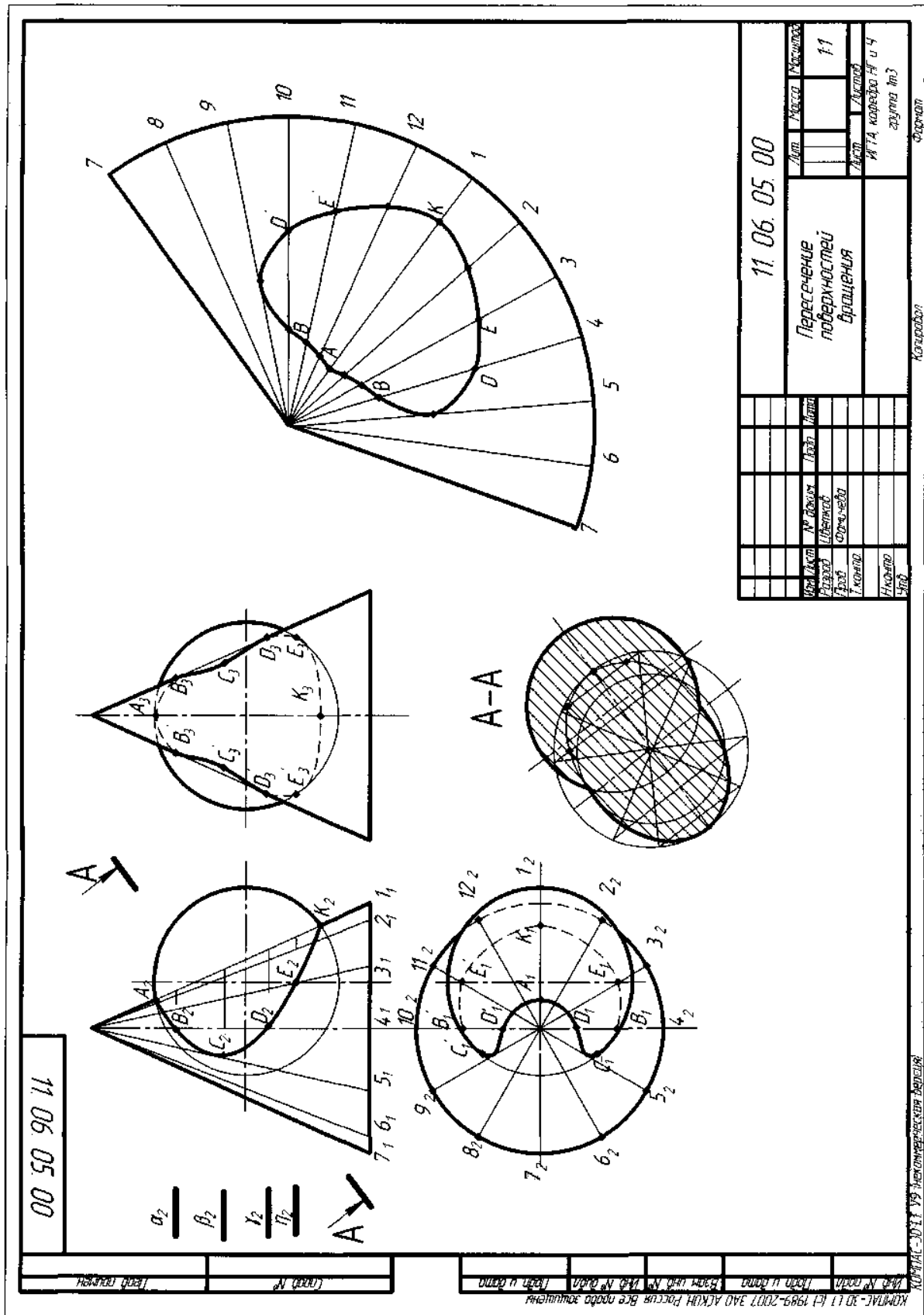
Рис. 14

Для точки E , не лежащей на построенных образующих $S_1 \dots S_{12}$, необходимо построить промежуточную образующую, например S_{13} и S_{14} . Натуральная величина отрезка SE определяется аналогично отрезкам SB , SC , SD и т.д. Точки, лежащие на образующих развертки, соединяем плавной линией.

Рекомендации по оформлению графической работы

1. Варианты заданий приведены в приложении методических указаний.
2. Чертеж выполняется в карандаше на формате А2.
3. На формате рационально размещаются три проекции пересекающихся поверхностей вращения, сечение их плоскостью, заданной преподавателем, и развертка одной из поверхностей вращения с нанесением на ней положения линии пересечения.

Пример оформления графической работы приведен на рис. 15.



11.06.05.00
11.06.05.00

11.06.05.00
11.06.05.00

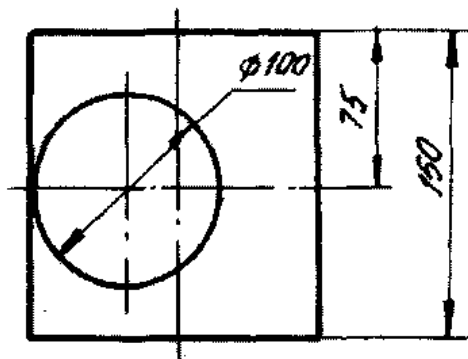
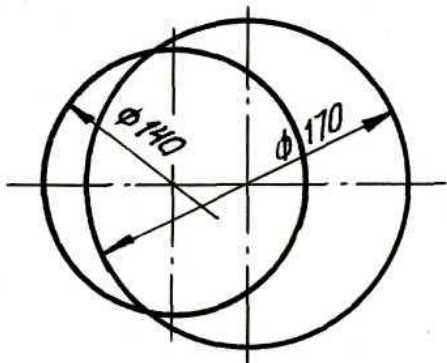
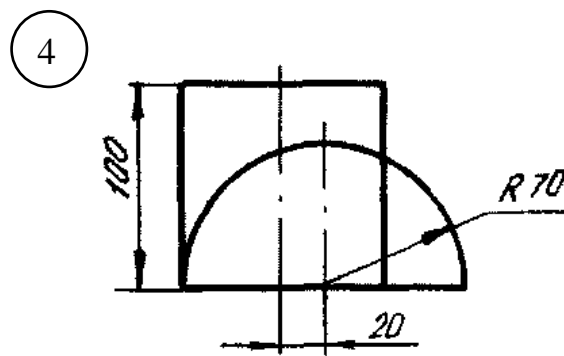
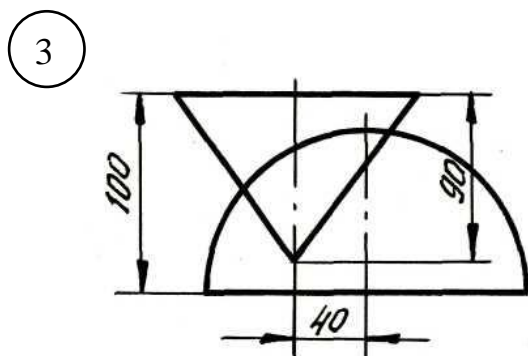
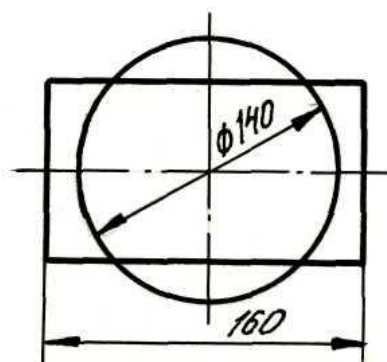
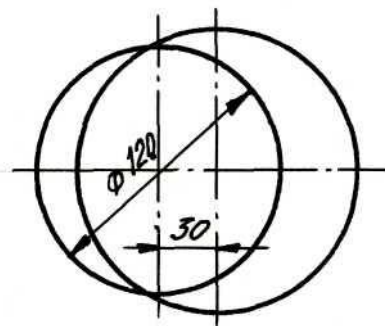
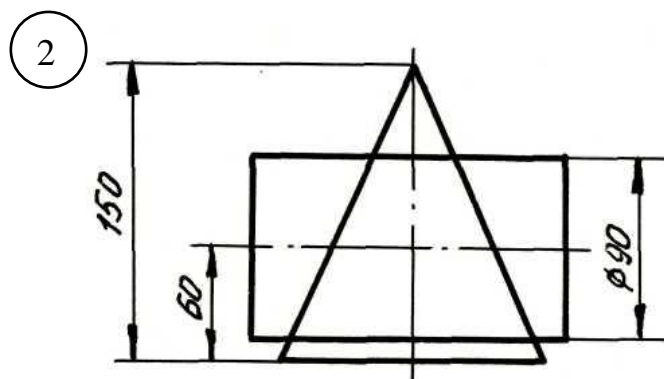
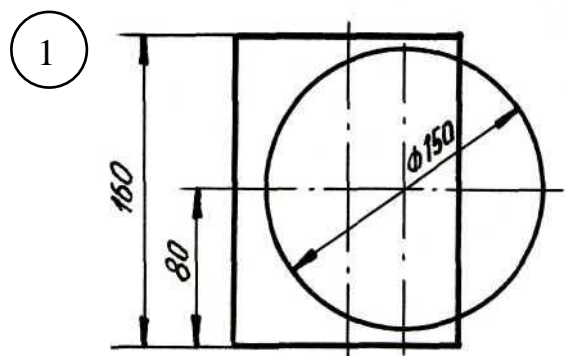
11.06.05.00
11.06.05.00

11.06.05.00
11.06.05.00

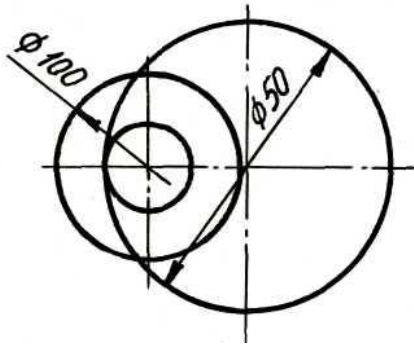
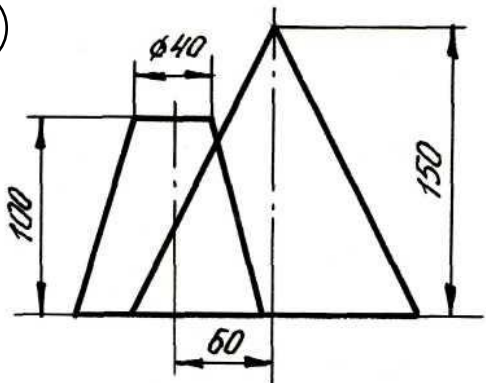
11.06.05.00
11.06.05.00

11.06.05.00

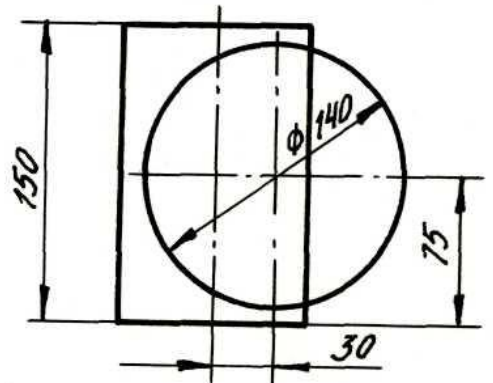
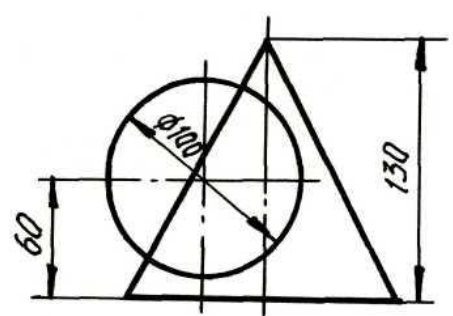
Рис. 15



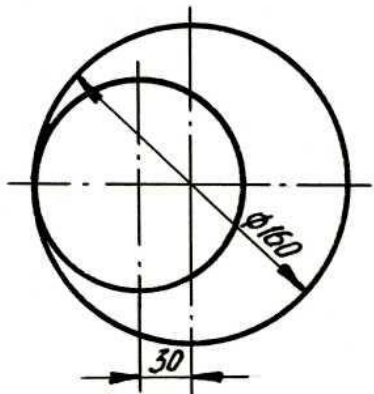
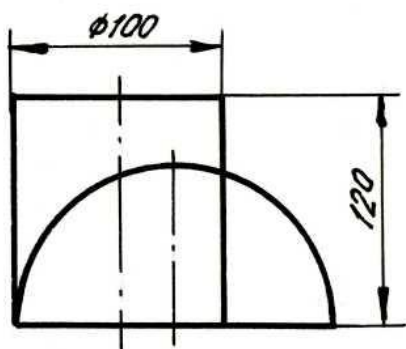
5



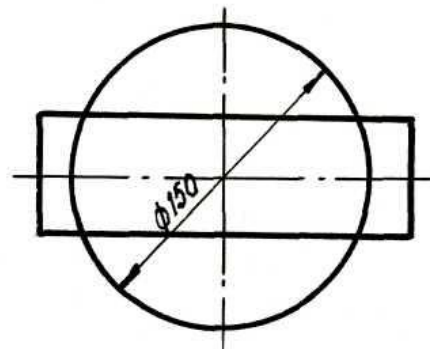
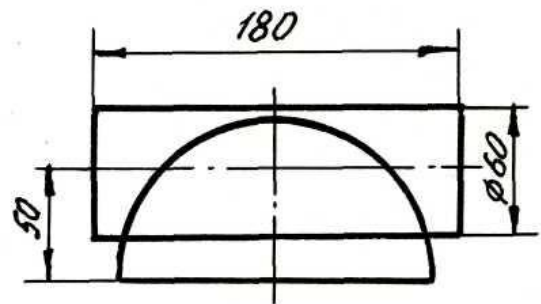
6



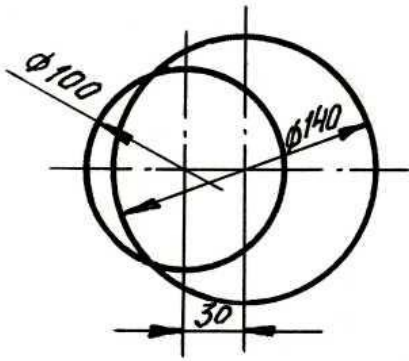
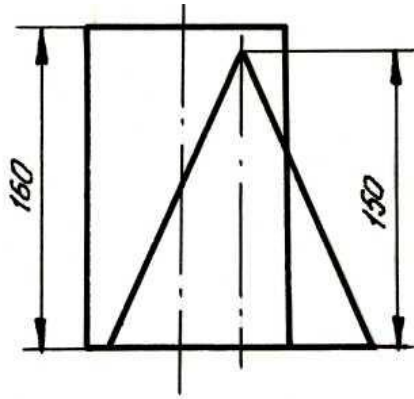
7



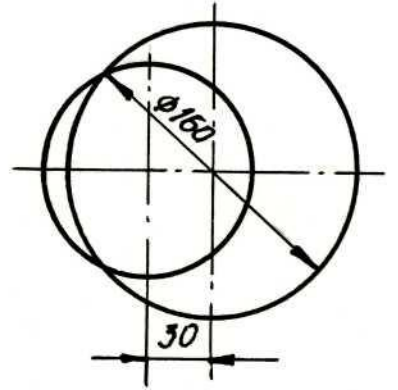
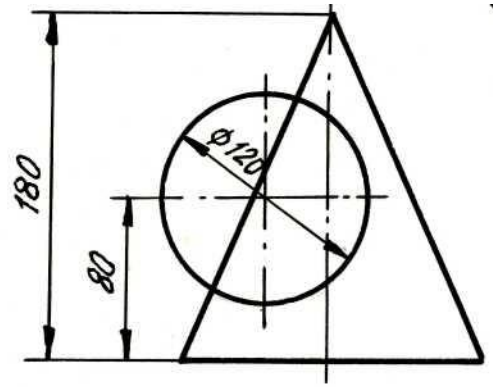
8



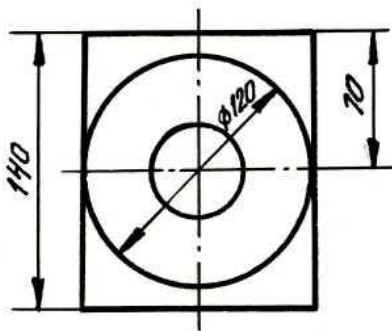
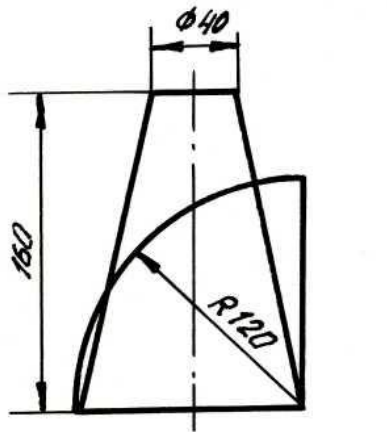
9



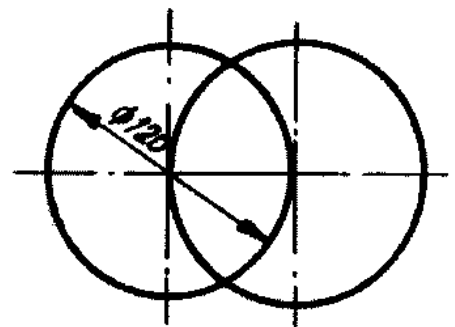
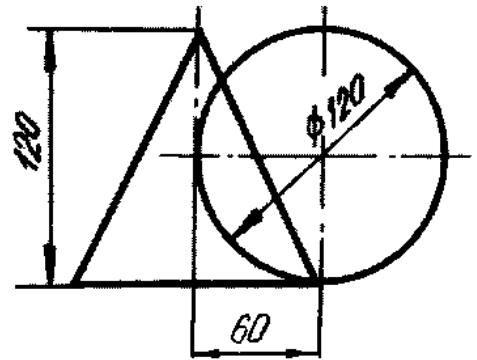
10



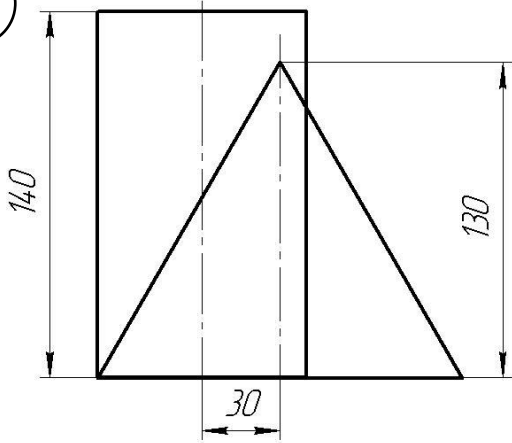
11



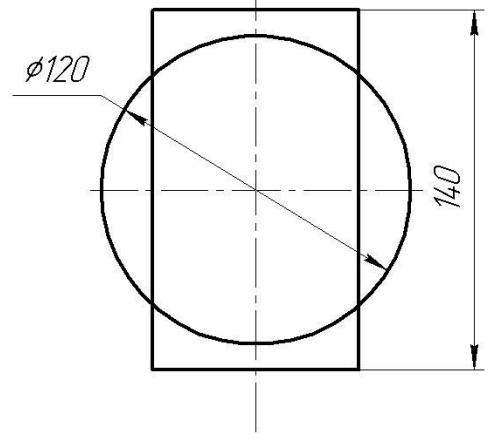
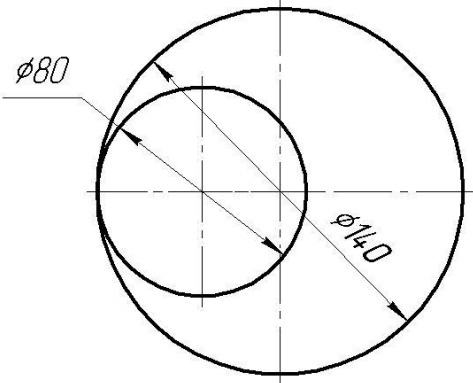
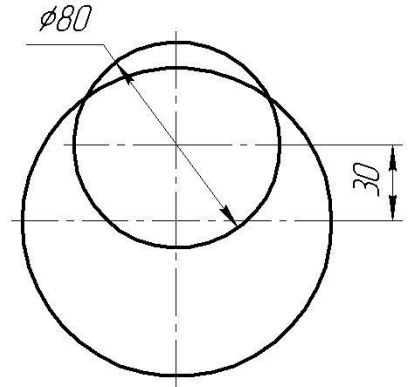
12



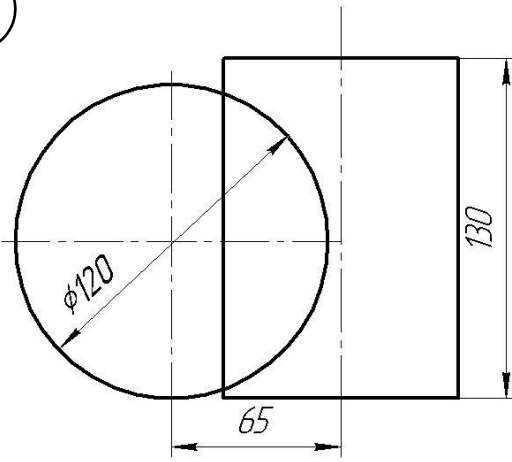
13



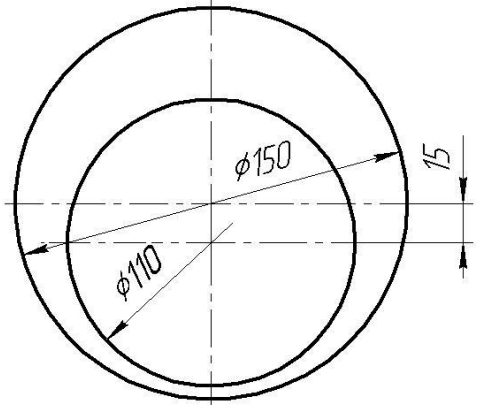
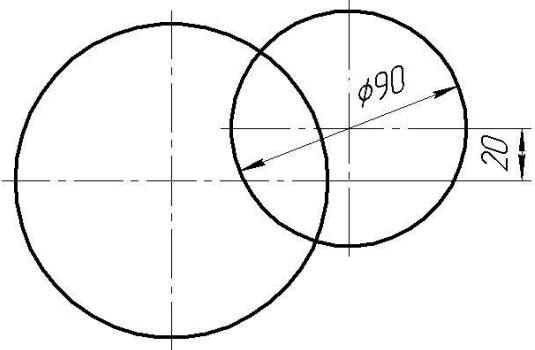
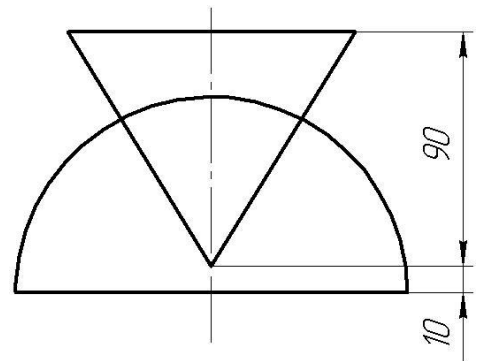
14



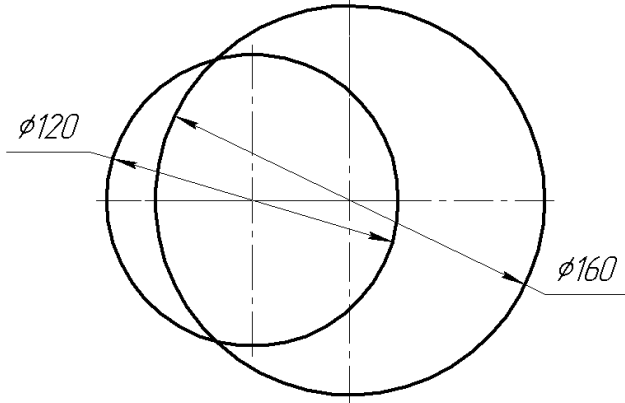
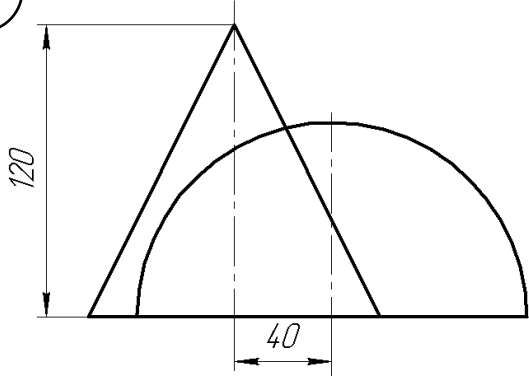
15



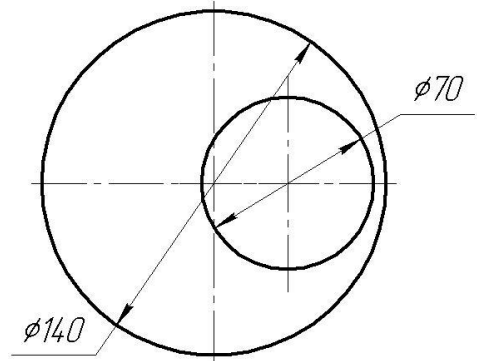
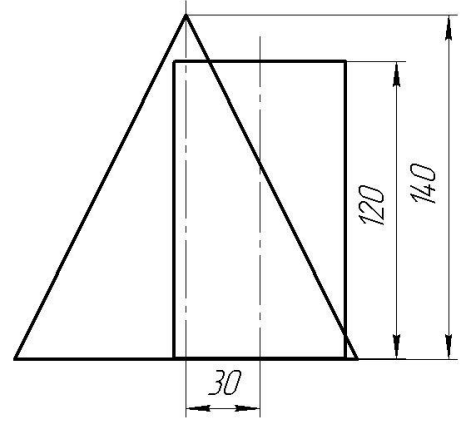
16



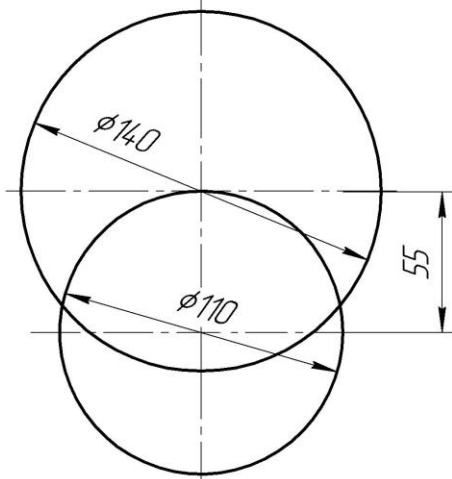
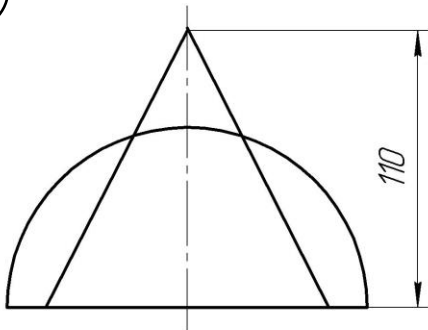
17



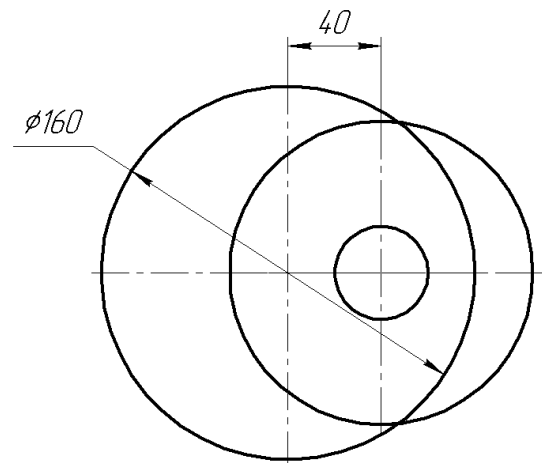
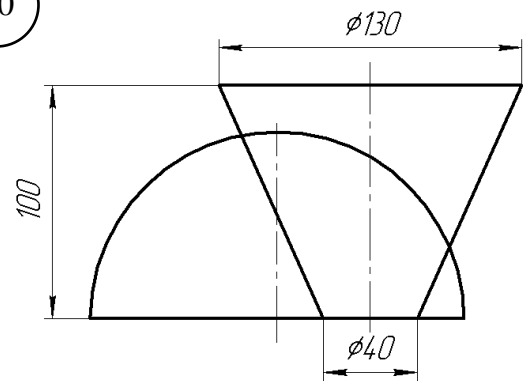
18



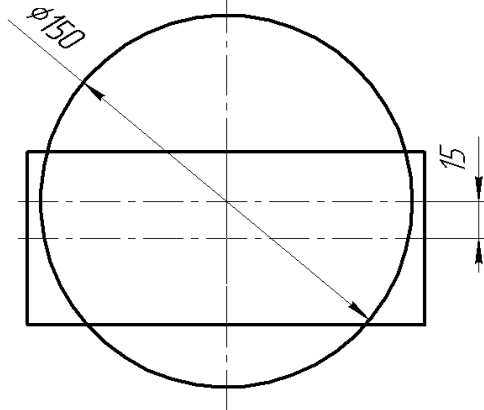
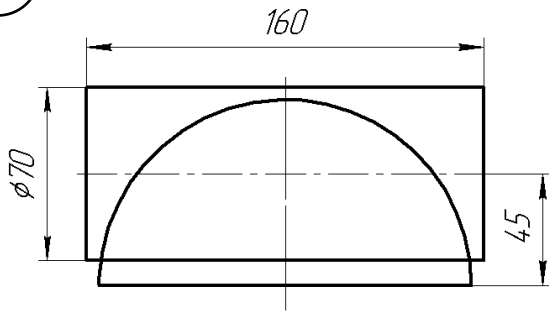
19



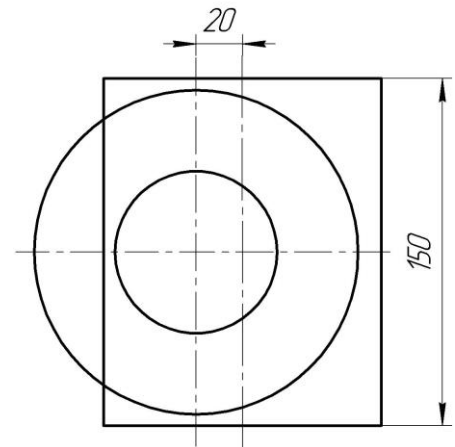
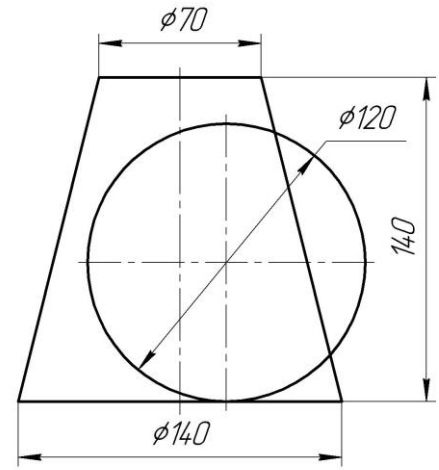
20



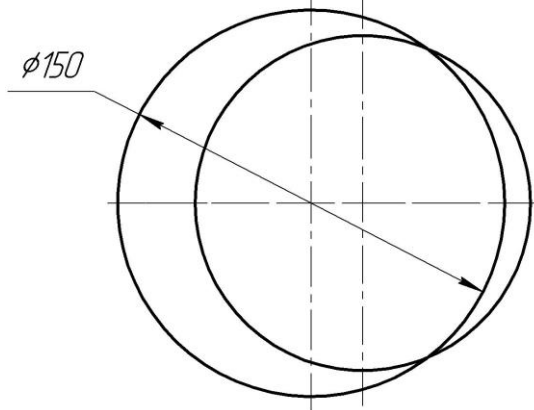
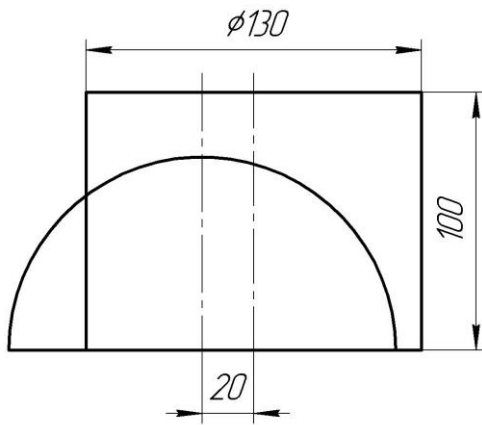
21



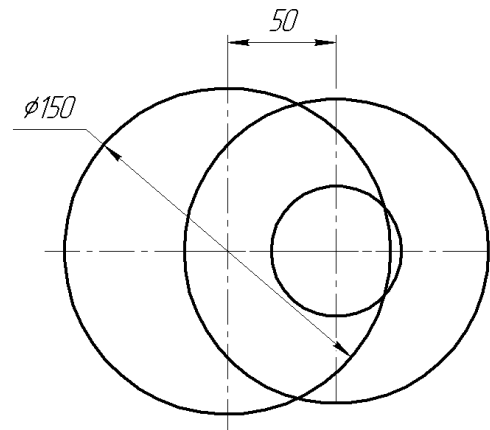
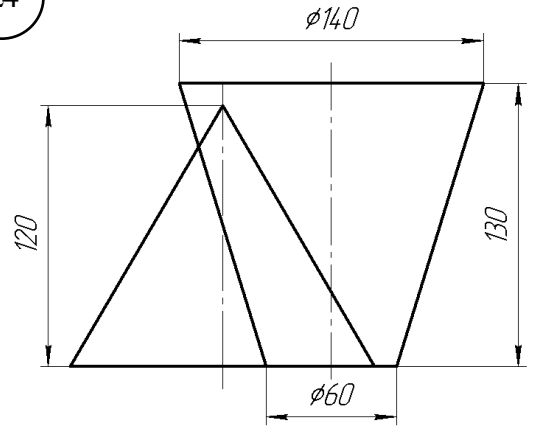
22

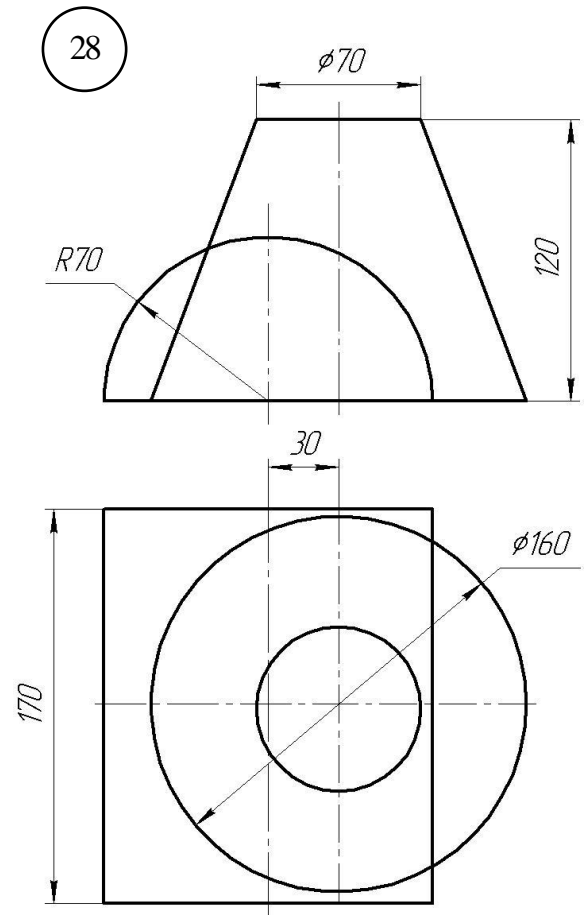
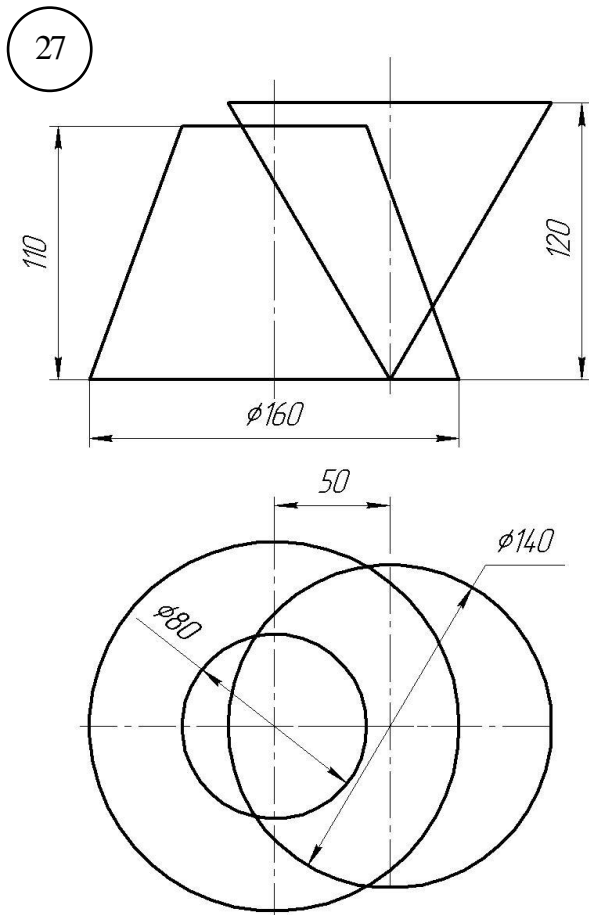
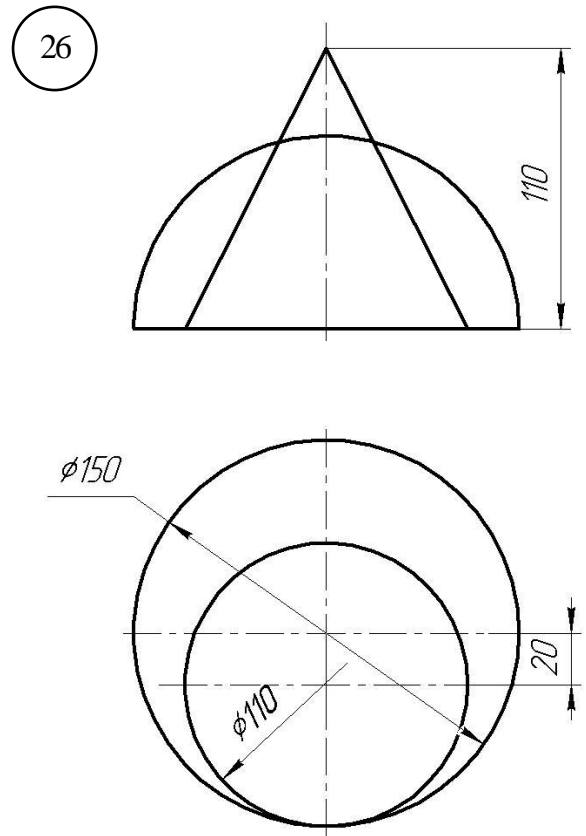
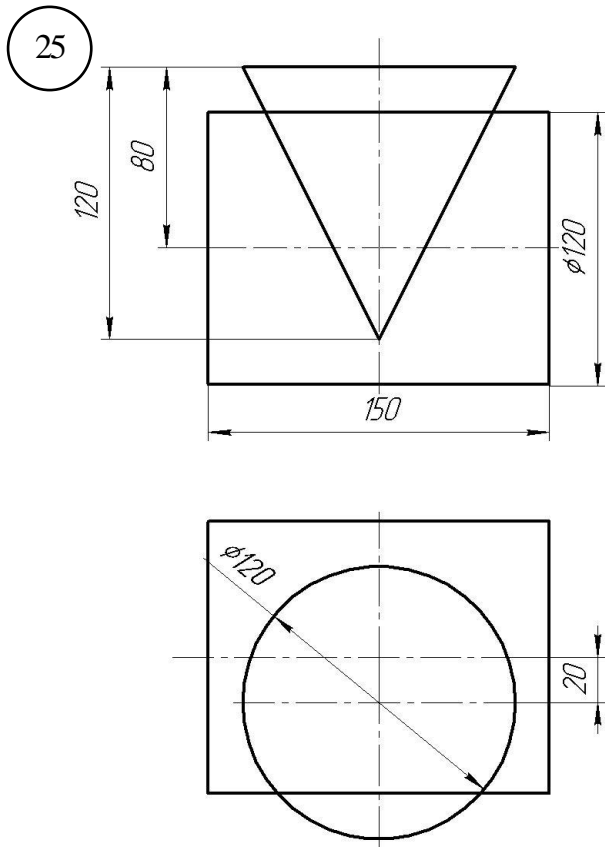


23

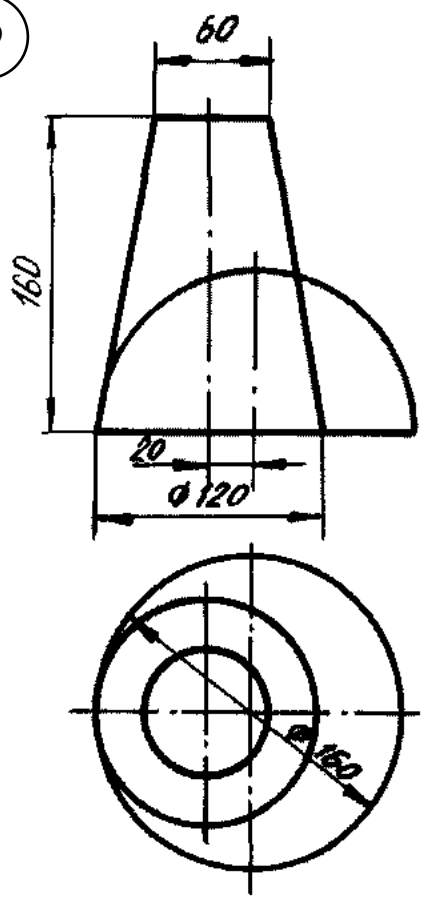


24

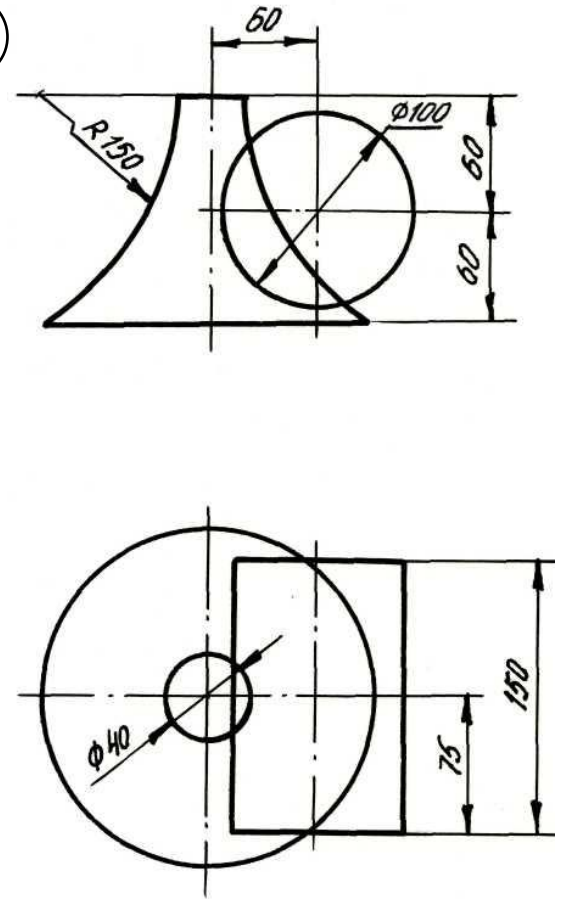




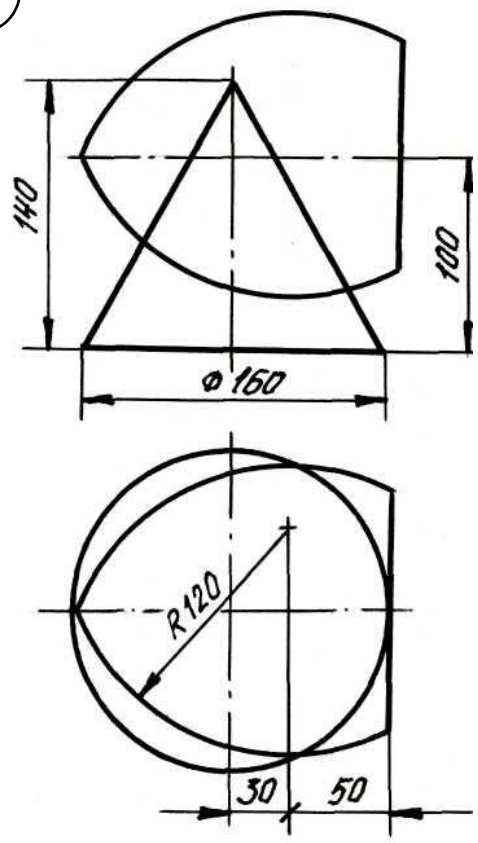
29



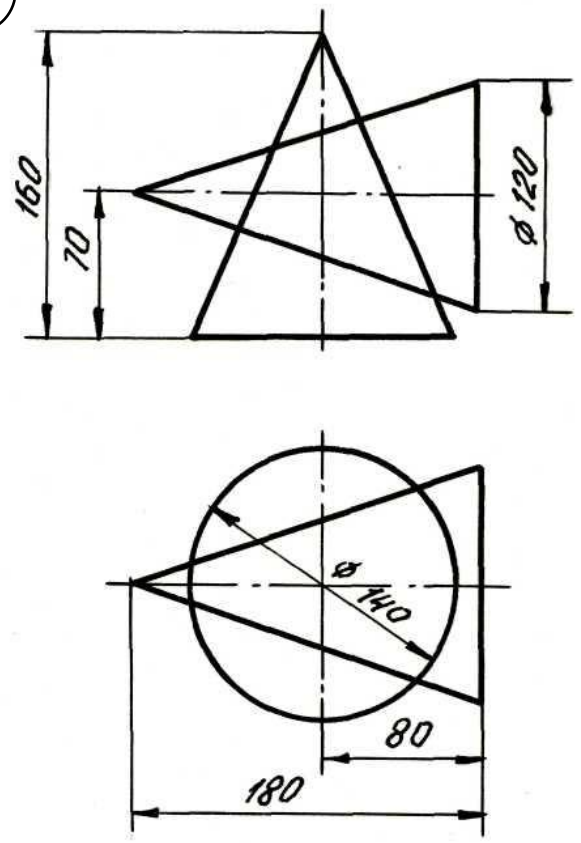
30



31



32



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гордон, В.О. Курс начертательной геометрии [Текст] / В.О. Гордон, М.А. Семенцов-Огиевский. – М.: Высшая школа, 1998.
2. Локтев, О.В. Краткий курс начертательной геометрии [Текст] / О.В. Локтев. – М.: Высшая школа, 1999.
3. Крылов, Н.Н. Начертательная геометрия [Текст] / Н.Н. Крылов. – М.: Высшая школа, 2000.
4. Бубенников, А.В. Начертательная геометрия [Текст] / А.В. Бубенников, М.Я. Громов. – М.: Высшая школа, 1973.
5. Лазариди, К.Х. Начертательная геометрия [Текст] / К.Х. Лазариди. – М.: Росвузнаука, 1990.

Построение линий пересечения поверхностей вращения

Методические указания для студентов
всех специальностей

Составители: Татьяна Николаевна Фомичева
Ирина Анатольевна Легкова
Григорий Ильич Чистобородов

Научный редактор А.Н. Лялина
Редактор Т.В. Лукьянова
Корректор Н.Е. Балыкова

Подписано в печать 12.09.2008.

Формат 1/8 60×84. Бумага писчая. Плоская печать.

Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 2,0. Тираж 100 экз. Заказ № _____

Редакционно-издательский отдел
Ивановской государственной текстильной академии
Отдел оперативной полиграфии
153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21