

Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

Т. И. Кириллова

Л. Ю. Стриганова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Расчетно-графическая и контрольная работы

*Рекомендовано методическим советом УРФУ
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программе бакалавриата и специалитета по направлениям подготовки 08.03.01 «Строительство», 08.05.01 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»*

Екатеринбург

2017

УДК

ББК

К43

Рецензенты:

кафедра Сервиса транспортных и технологических машин и оборудования в АПК Уральского государственного аграрного университета (зав. кафедры., профессор, доктор тех. наук, А. П. Комиссаров);

к.п.н., доц., зав. кафедры общетехнических дисциплин Уральского института государственной противопожарной службы Министерства чрезвычайных ситуаций Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Мичурова Н. Н.

Научный редактор — канд. техн. наук, доц., зав. каф. «Инженерная графика» Н. В. Семенова

Кириллова, Т. И.

К43 Инженерная графика. Относительное положение плоскости и поверхности, поверхностей : учебное пособие / Т. И. Кириллова, Л. Ю. Стриганова,. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 119 с.

Учебное пособие по дисциплине «Инженерная графика» можно использовать в преподавании дисциплин имеющих раздел «Начертательная геометрия». В пособии рассматривается теоретический материал по темам: сечение поверхностей плоскостью, построение линий пересечения поверхностей и построение разверток поверхностей. Пособие содержит наглядный иллюстративный материал с 3D-моделями рассматриваемых примеров, что способствует лучшему усвоению изучаемого материала и облегчает выполнение предлагаемых индивидуальных заданий для самоконтроля знаний. В пособие включены задачи для подготовки к текущему контролю знаний по дисциплине «Инженерная графика» разделы «Начертательная геометрия», «Основы машиностроительного черчения».

Библиогр.: 10 назв. Рис. 65. Табл. 10.

[Введите текст]

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
1. ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ И	7
ПЛОСКОСТИ	7
1.1. Простейшие поверхности вращения.....	9
1.2. Простейшие гранные поверхности	12
1.3. Сечения поверхностей плоскостью	14
1.4. Расчетно-графическая работа. Задание 1	35
Относительное положение поверхности и плоскости	35
1.5. Индивидуальные варианты расчетно-графической работы. Задание 1. Относительное положение поверхности и плоскости	37
2. ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ	42
2.1. Способ вспомогательных секущих плоскостей.....	42
2.2. Расчетно-графическая работа. Задание 2	53
Относительное положение поверхностей. Способ вспомогательных секущих плоскостей	53
2.3. Индивидуальные варианты расчетно-графической работы. Задание 2	54
2.4. Способ вспомогательных концентрических сфер.....	63
2.5. Развертки поверхностей	68
2.6. Расчетно-графическая работа. Задание 3	80
Относительное положение поверхностей. Способ вспомогательных секущих концентрических сфер. Развертка поверхности	80

[Введите текст]

2.7. Индивидуальные варианты расчетно-графической работы. Задание 3	82
Относительное положение поверхностей. Способ вспомогательных концентрических сфер Развертка поверхности	82
2.8. Вопросы для самоконтроля по разделу «Начертательная геометрия»	87
3. ОСНОВЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ. ГОСТ 2.305-2008 – ИЗОБРАЖЕНИЯ: ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ	89
3.1. Изображения: виды, разрезы, сечения (тема 1402)	89
3.2. Содержание задания «Сложные разрезы» (тема 1402).....	98
3.3. Методические указания к выполнению задания по теме 1402 «Сложные разрезы»	101
Индивидуальные варианты заданий по теме 1402 «Сложные разрезы».....	102
4. ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.....	110
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	117

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Инженерная графика» является фундаментальной дисциплиной общеинженерного цикла при подготовке квалифицированного бакалавра и специалиста в области строительства. В дисциплину входит несколько разделов, которые изучаются на протяжении первого года обучения в вузе. Разделы инженерной графики представлены в виде схемы (рис. 1).

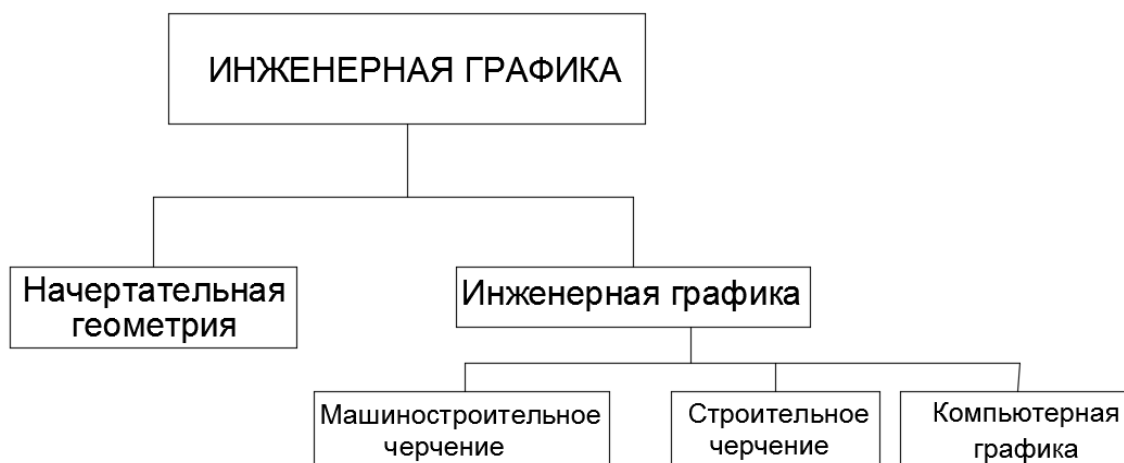


Рис. 1. Разделы дисциплины «Инженерная графика»

Данное пособие предназначено для освоения первого раздела дисциплины «Начертательная геометрия». Начертательная геометрия является теоретической основой курса «Инженерная графика». **Начертательная геометрия** изучает методы изображения пространственных объектов на плоскости проекций и алгоритмы решения позиционных, метрических и конструктивных задач.

- **Позиционные** – задачи на относительное положение геометрических объектов.

- **Метрические** – задачи на определение расстояния и натуральных величин геометрических объектов.

- **Конструктивные** – задачи на построение геометрических фигур, отвечающих заданным условиям.

Цели учебного пособия:

- освоение основных законов формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимых для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций;

- овладение графическими способами решения метрических, позиционных и конструктивных задач пространственных объектов на чертежах;

- овладение методами проецирования и изображения пространственных форм на плоскости проекции.

Студенты строительного факультета изучая основы начертательной геометрии решают *метрические задачи* – определение натуральной величины сечения комбинированной поверхности и натуральных величин геометрических объектов, построение разверток поверхностей; *позиционные задачи* – относительное положение точек, относительное положение прямых линий, относительное положение плоскости и поверхности, и поверхностей; *конструктивные задачи* – построение геометрических фигур по заданным условиям.

При изучении раздела машиностроительного черчения студенты знакомятся с несколькими темами, одна из которых включена в данное пособие, так как является основой создания чертежей. В пособие кратко рассматривается ГОСТ 2.305=2008: Изображения. Виды, разрезы, сечения. Раздел – сложные разрезы.

Рассматриваются следующие задания для самоконтроля знаний:

- Задание 1. Относительное положение поверхности и плоскости.
- Задание 2. Относительное положение поверхностей. Способ вспомогательных секущих плоскостей.
- Задание 3. Относительное положение поверхностей. Способ вспомогательных концентрических поверхностей. Развертка поверхности.
- Задание 4. Сложные разрезы. ГОСТ 2.305-2008

[Введите текст]

В практической работе, на различных стадиях проектирования от эскиза, технического рисунка до проектно-конструкторской документации студент, а в дальнейшем, специалист обращается к изображению различных поверхностей. Знание теоретических основ построения поверхностей позволяет специалисту грамотно создавать проектно-конструкторскую документацию, на основании которой выполняется изделие в материале. Кроме того, без знания теоретических основ построения линии пересечения поверхностей, невозможно точно и грамотно выполнить проект в натуральную величину.

Пособие позволяет освоить теоретические основы начертательной геометрии и знакомит студентов первого курса с правилами оформления чертежей.

1. ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ И ПЛОСКОСТИ

Познакомимся с основными определениями, которые мы будем использовать при изучении относительного положения поверхности и плоскости, поверхностей.

Плоскость (рис. 2) – это множество положений прямой линии (l) проходящей через одну точку пространства (A) и пересекающей вне ее прямую линию (a).

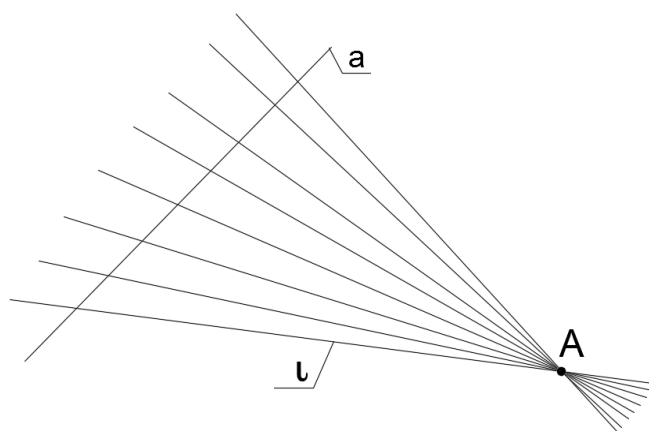


Рис. 2. Плоскость

[Введите текст]

Поверхность образуется в результате перемещения в пространстве некоторой линии постоянной или переменной формы (рис. 3). Линия, перемещающаяся в пространстве, называется образующей. Линия, по которой происходит перемещение образующей, называется направляющей.

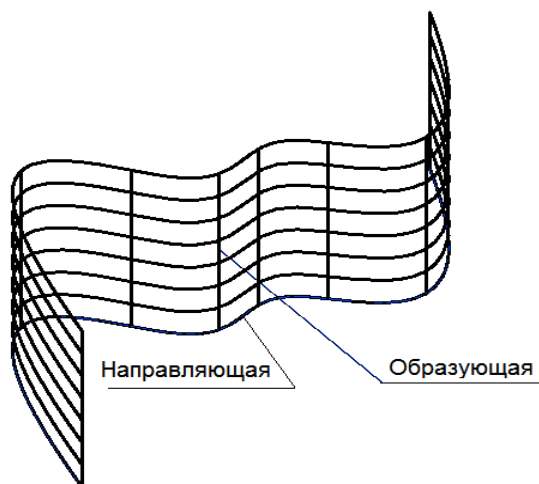


Рис. 3. Поверхность

Поверхности вращения можно выделить в отдельную группу поверхностей, так как у таких поверхностей является ось вращения, а образующая может иметь форму как прямой линии, так и кривой линии, например окружности.

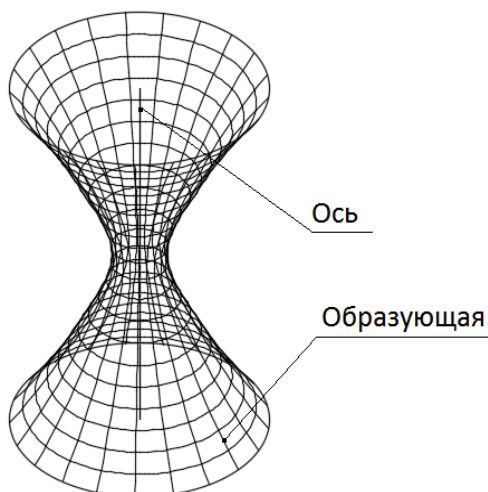


Рис. 4. Поверхность вращения

[Введите текст]

1.1. Простейшие поверхности вращения

Поверхность может быть задана очерком и определителем.

Очерк поверхности – это границы проекций поверхностей на плоскости проекций.

Определитель поверхности – совокупность геометрических элементов задающих поверхность и алгоритм движения (в нашем случае вращения) образующей вокруг направляющей. Назовем геометрические элементы задающие простейшие поверхности вращения, представленные в таблице 1:

i – ось вращения поверхности;

L – прямолинейная образующая поверхности;

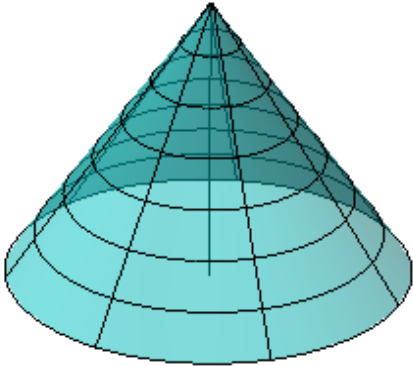
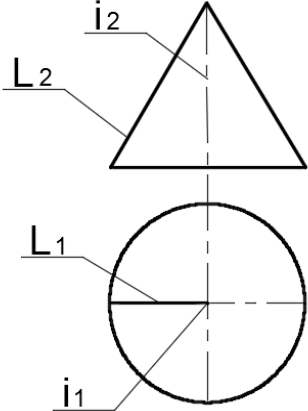
m – криволинейная образующая поверхности;

R – радиус вращения поверхности;

r – радиус образующей окружности

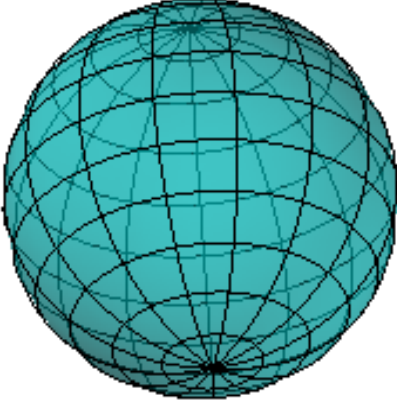
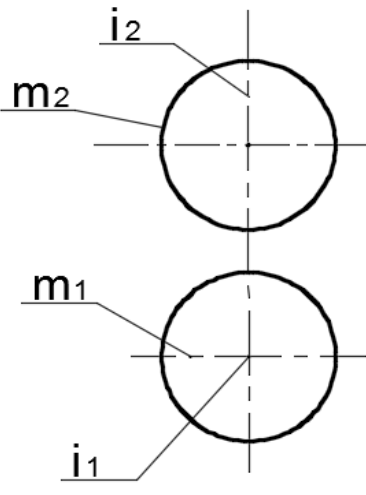
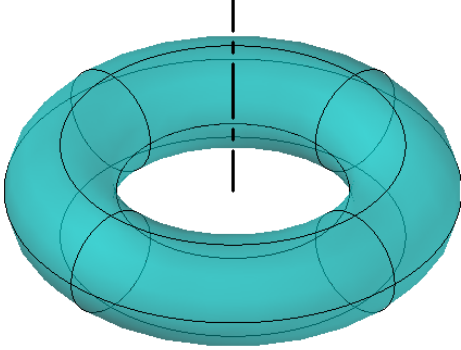
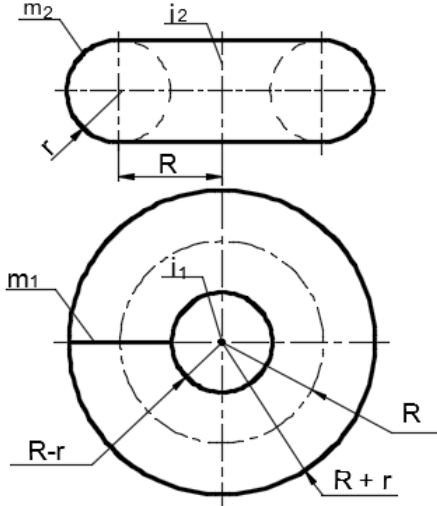
Таблица 1

Простейшие поверхности вращения

Наименование поверхности	3D – модель поверхностей	Ортогональные проекции поверхности
1	2	3
Конус		

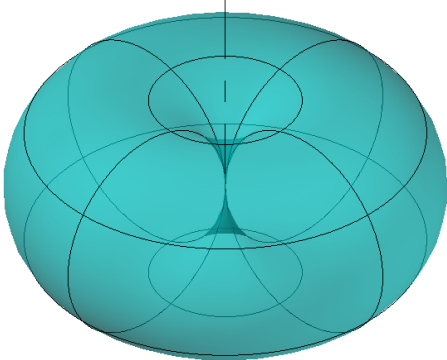
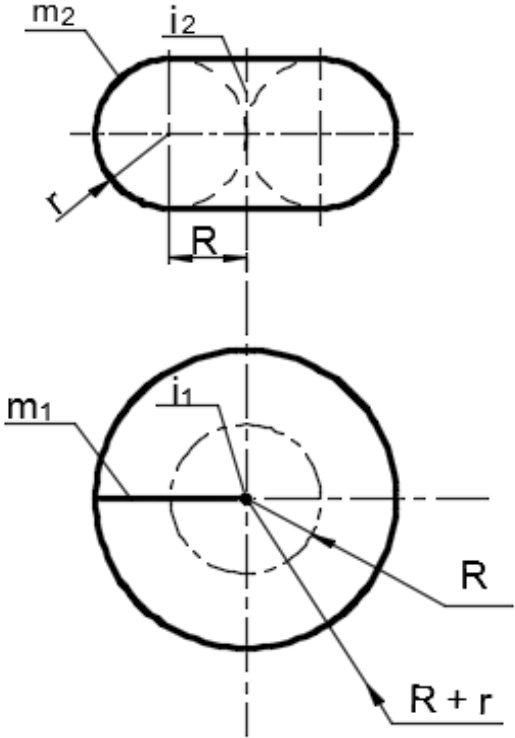
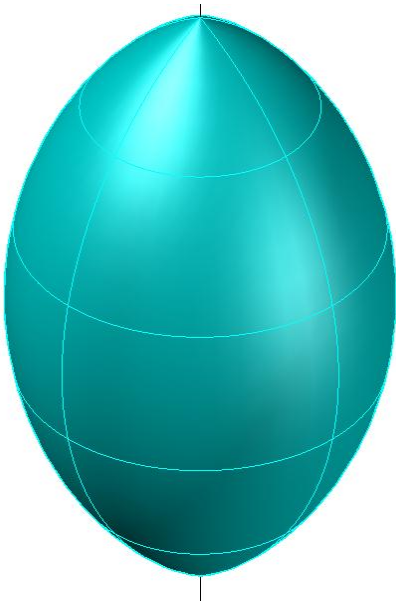
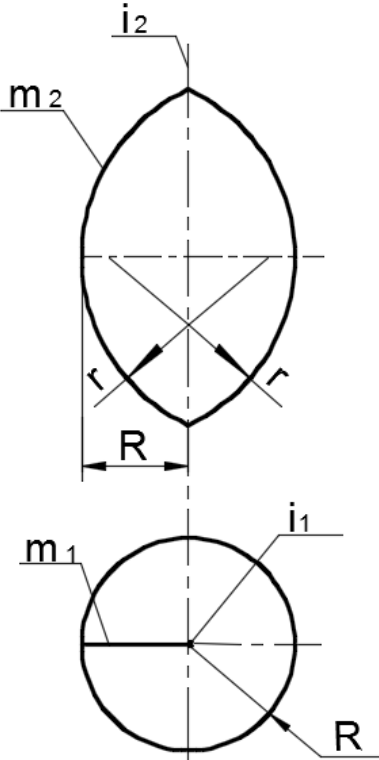
[Введите текст]

Продолжение табл. 1

1	2	3
Сфера		
Тор откры- тый $R > r$		


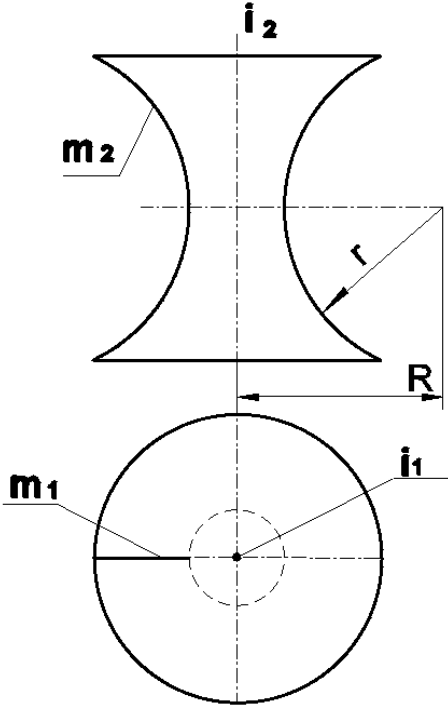
[Введите текст]

Продолжение табл. 1

1	2	3
<p>Тор за- крытый</p> <p>$R = r$</p>		
<p>Тор само- пересека- ющийся</p> <p>$R < r$</p>		

[Введите текст]

Окончание табл. 1

1	2	3
Глобоид $R > r$		

1.2. Простейшие гранные поверхности

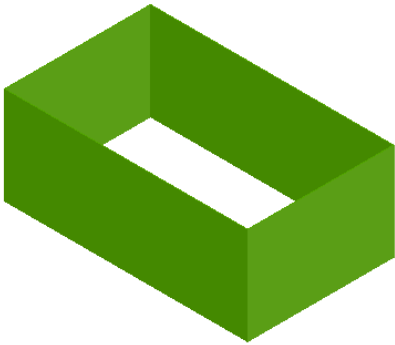
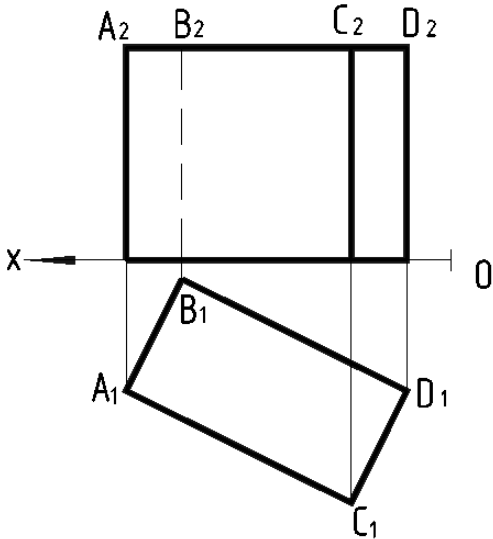
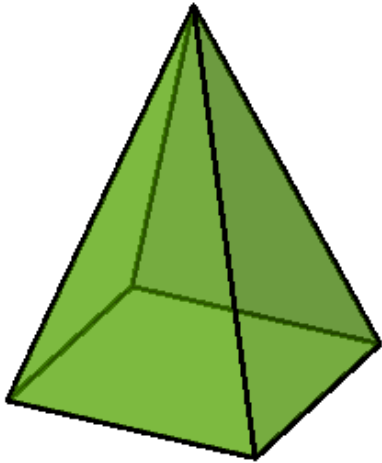
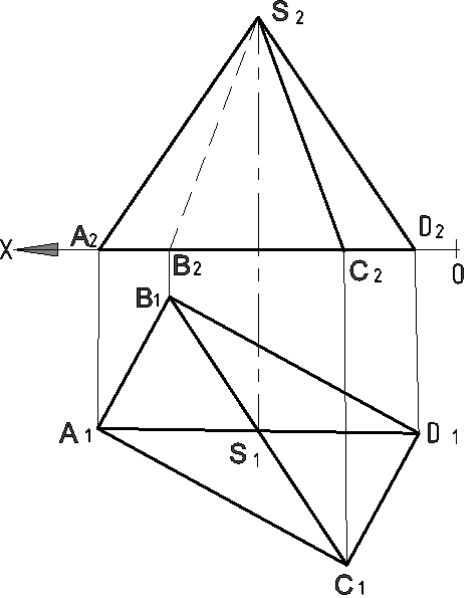
Гранные поверхности, такие как призма и пирамида, формируются при перемещении прямолинейной образующей по ломаной направляющей. Прямая призма имеет все образующие параллельные друг другу и перпендикулярные направляющей. Все образующие прямой пирамиды проходят через одну точку S , не принадлежащую направляющей, которую называют вершиной пирамиды.

Ортогональные проекции прямой призмы и прямой пирамиды представлены в таблице 2.

[Введите текст]

Таблица 2

Простейшие гранные поверхности

Наименование поверхности	3D – модель поверхностей	Ортогональные проекции поверхности
Призма прямая		
Пирамида прямая		

[Введите текст]

1.3. Сечения поверхностей плоскостью

Сечение поверхностей плоскостью — это плоская фигура, которая получается при пересечении поверхности плоскостью или совокупность точек одновременно принадлежащих поверхности и плоскости.

Сечение многогранной поверхности плоскостью — это многоугольник, который строится по точкам пересечения секущей плоскости с ребрами многогранника.

Построение сечения поверхности трехгранной прямой пирамиды фронтально-проецирующей плоскостью α показано на рисунке 5. Все точки сечения пирамиды на фронтальной плоскости проекций определяются на пересечении ребер и секущей плоскости. Горизонтальные проекции точек сечения определяем на линиях связи и на горизонтальных проекциях ребер.

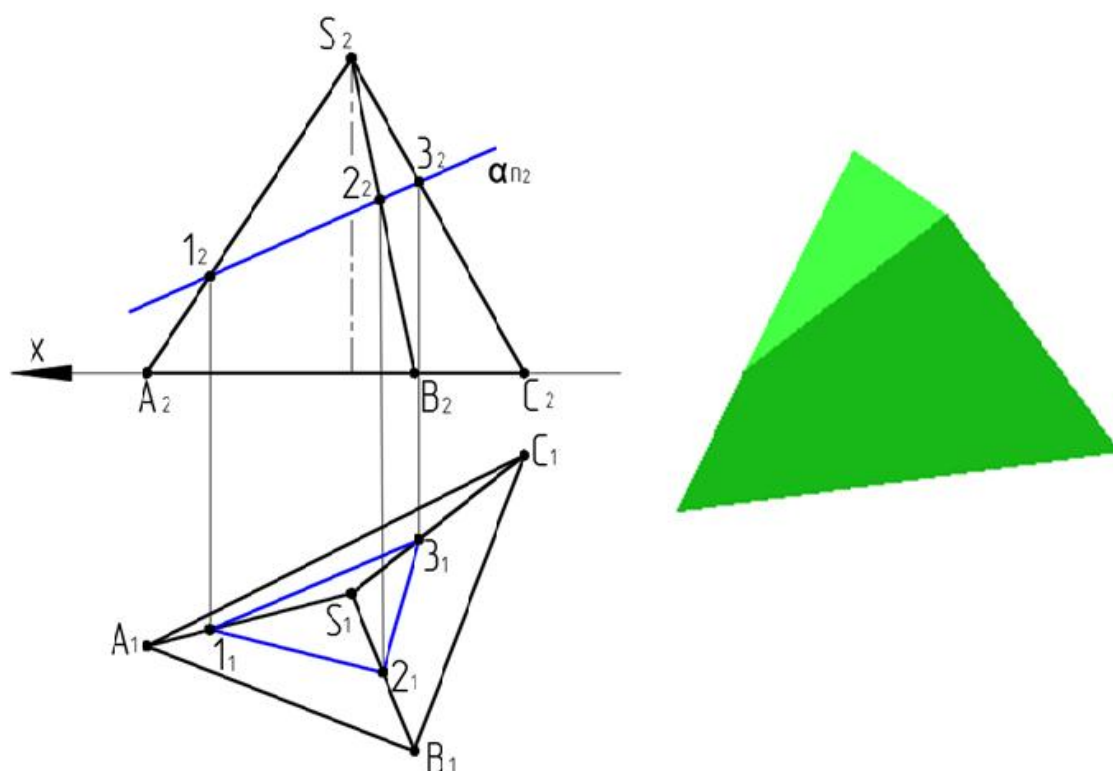


Рис. 5. Сечение поверхности трехгранной пирамиды фронтально-проецирующей плоскостью α

[Введите текст]

Построение сечения поверхности четырехгранной прямой призмы фронтально-проецирующей плоскостью α показано на рисунке 6. Фронтальные проекции точек определяются на пересечении фронтальных проекций ребер и секущей плоскости. Горизонтальные проекции точек сечения совпадают с горизонтальными проекциями ребер призмы, так как все ребра прямой призмы являются горизонтально проецирующими прямыми.

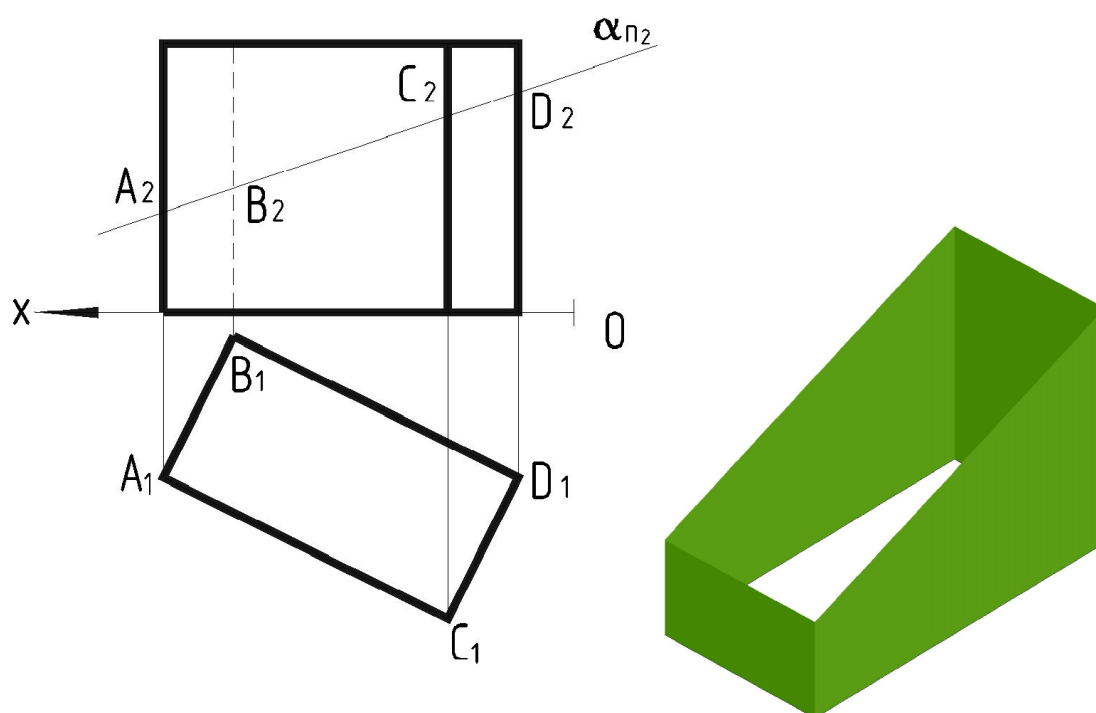


Рис. 6. Сечение прямой призмы фронтально-проецирующей плоскостью α

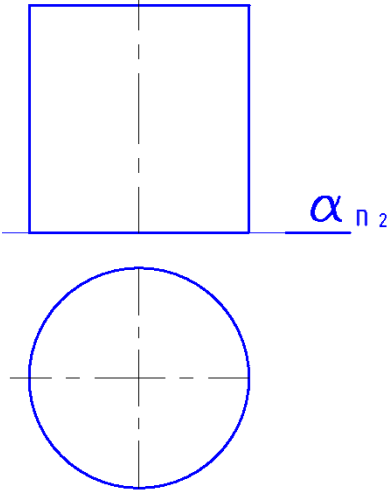
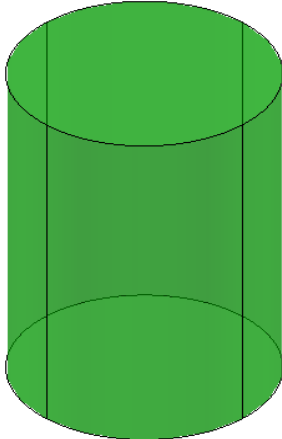
Сечения цилиндрической поверхности вращения плоскостью – это плоские геометрические фигуры: окружность, эллипс или прямоугольник. Форма сечения поверхности цилиндра вращения зависит от расположения в пространстве секущей плоскости. Чертежи сечений поверхности прямого кругового цилиндра различными секущими плоскостями приведены в таблице 3.

[Введите текст]

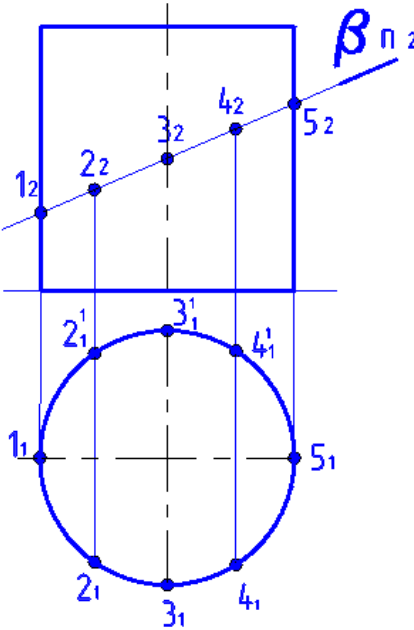
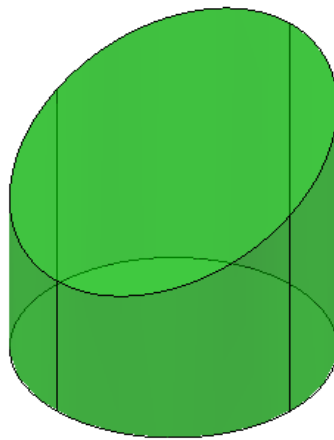
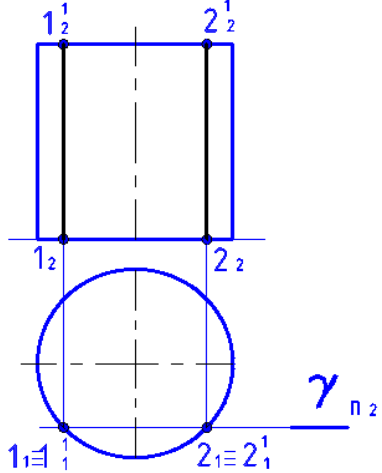
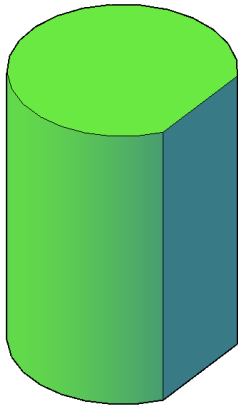
Сечения конической поверхности вращения плоскостью – это плоские фигуры: окружность, треугольник, эллипс, парабола и гипербола. Форма сечения

Таблица 3

Сечения поверхности прямого кругового цилиндра вращения

Вид сечения и направление секущей плоскости	Ортогональные проекции сечений поверхности кругового цилиндра	3D-модели сечений поверхности кругового цилиндра
1	2	3
<p>Окружность Плоскость α перпендикулярна оси вращения цилиндра</p>		

[Введите текст]

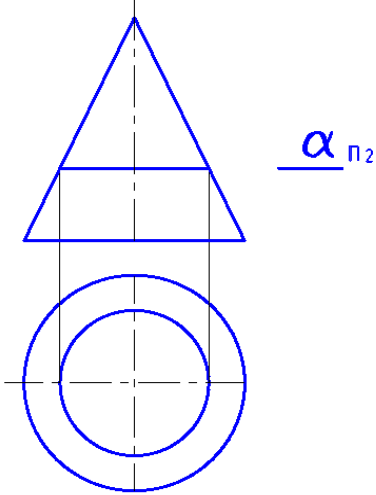
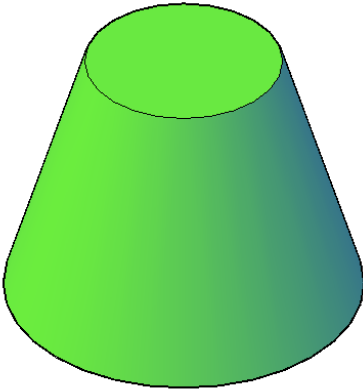
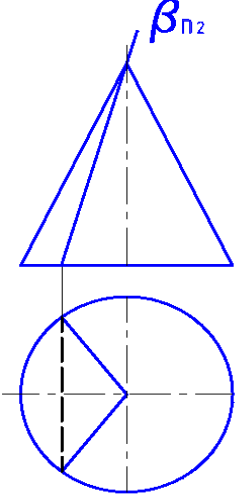
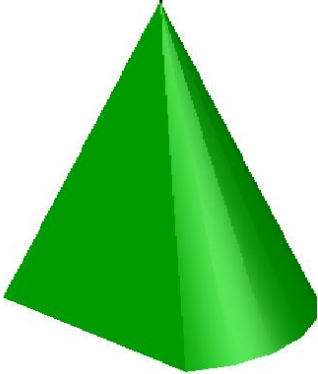
<p>Эллипс Плоскость β пересекает две образующие цилиндра</p>		
1	2	3
<p>Прямоугольник Плоскость γ параллельна оси вращения цилиндра</p>		

поверхности конуса вращения зависит от расположения секущей плоскости. Чертежи сечений поверхности вращения прямого кругового конуса приведены в табл. 4.

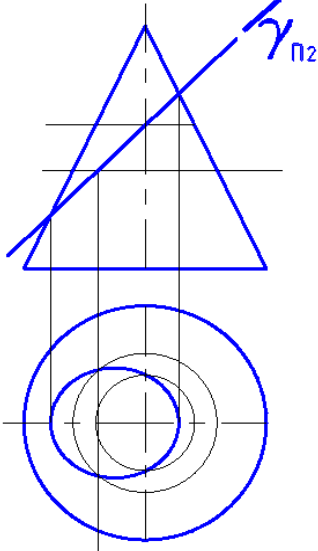
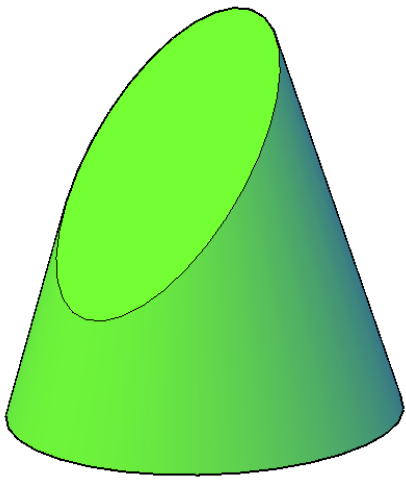
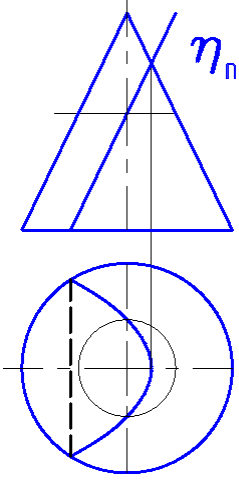
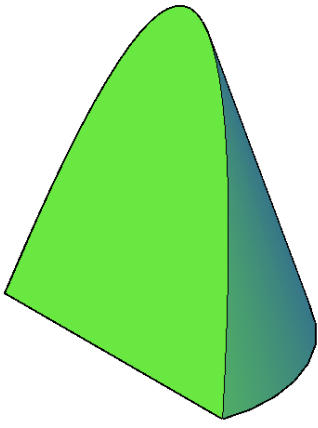
Таблица 4

[Введите текст]

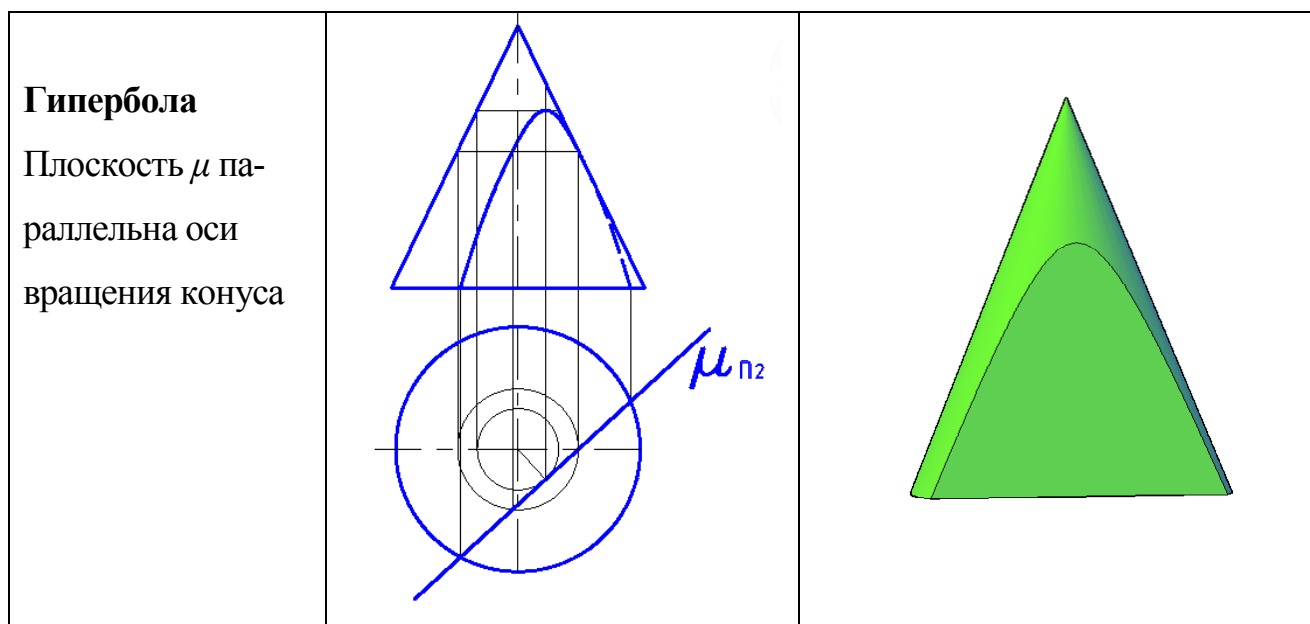
Сечения поверхности прямого кругового конуса вращения

Вид сечения и направление секущей плоскости	Ортогональные проекции сечения поверхности прямого конуса	3D модель сечения поверхности кругового конуса
1	2	3
<p>Окружность Плоскость α перпендикулярна оси вращения конуса</p>		
1	2	3
<p>Треугольник Плоскость β проходит через вершину конуса</p>		

[Введите текст]

<p>Эллипс Плоскость наклонена к оси вращения под произвольным уг- лом</p>		
<p>Парабола Плоскость η па- раллельна обра- зующей конуса</p>		
1	2	3

[Введите текст]



Сечение сферической поверхности плоскостью — это **окружность**, которая может проецироваться в окружность, эллипс или прямую линию, в зависимости от расположения секущей плоскости относительно плоскостей проекций. На рисунке 7 часть сечения выполнена плоскостью β параллельной горизонтальной плоскости проекции.

Это сечение на горизонтальную плоскость проекций проецируется в виде части окружности радиусом R_5 , который определяется на фронтальной плоскости проекций расстоянием от вертикальной оси вращения сферы до очерка сферы по плоскости β .

Вторая секущая плоскость α , наклонена к горизонтальной плоскости проекций под углом 45° . Сечение плоскостью α по сфере так же имеет форму окружности, но это сечение проецируется на горизонтальную и профильную плоскость проекций как эллипс, а на фронтальную плоскость в виде прямой линии.

Для построения горизонтальных проекций точек 3, 4 и 5 проводим через фронтальные проекции точек вспомогательные горизонтальные секущие плоскости β , μ и ν , которые пересекают сферу по окружностям разных радиусов. Это R_3 — для точки 3, R_4 — для точки 4, R_5 — для точки 5 (см. рис. 7). Окружности указанного

[Введите текст]

радиуса проецируются в натуральную величину на горизонтальную плоскость проекций. Горизонтальные проекции точек 3, 4, 5 определяются как точки пересечения окружностей и вертикальных линий связи проведенных из фронтальных проекций точек. Точка 2 принадлежит экватору сферы, он является очерком сферы на горизонтальной плоскости проекций.

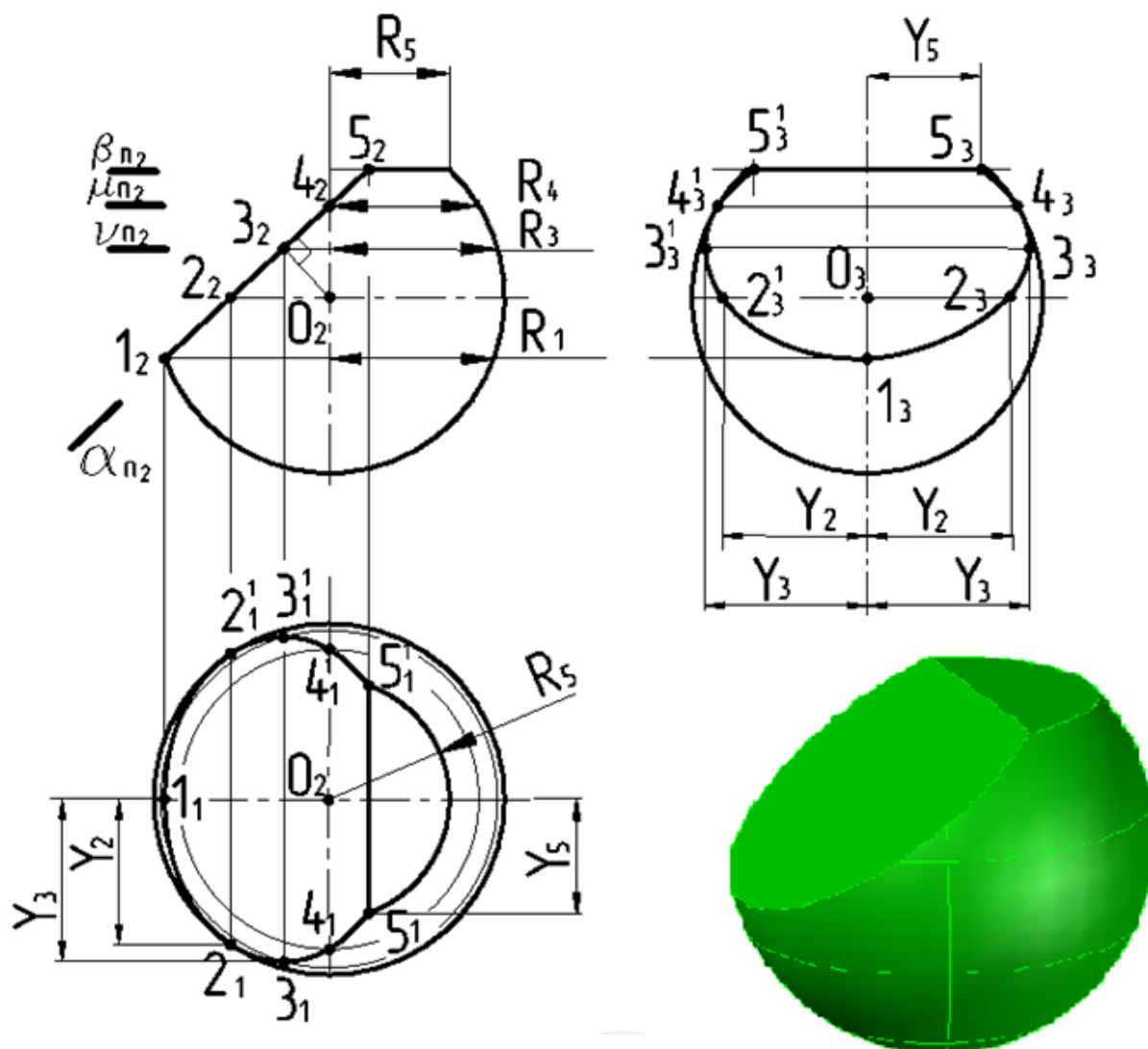


Рис. 7. Сечения поверхности сферы плоскостями:

α – фронтально-проецирующая плоскость;

β, μ, ν – горизонтальные плоскости уровня

[Введите текст]

Точка 1 принадлежит главному меридиану сферы, горизонтальная проекция главного меридиана совпадает с горизонтальной осью сферы. Горизонтальные проекции точки 1 и 2 определяем на пересечении горизонтальных проекций главного меридиана и экватора сферы, и вертикальных линий связи, проведенных из фронтальных проекций указанных точек.

Построение профильных проекции точек сечения начинаем с проведения горизонтальных линий связи от фронтальных проекций точек $1_2, 2_2, 3_2, 4_2, 5_2$. На горизонтальной плоскости проекций измеряем расстояние от горизонтальной оси сферы до горизонтальной проекции точки — Y_2, Y_3, Y_5 (это Y точки относительно горизонтальной оси вращения сферы) и откладываем эти величины на профильной плоскости проекций на высоте расположения точки влево и вправо от вертикальной оси вращения сферы. Профильная проекция точки 1_3 располагается на вертикальной оси сферы, профильные проекции точек 4_3 и 4_3^1 принадлежит очерку сферы.

Сечения торовых поверхностей

Торовые поверхности формируются при вращательном движении дуги окружности вокруг оси. Виды торовых поверхностей представлены в таблице 1.

Познакомимся с сечениями по поверхности тора, которые Вам придется строить в индивидуальных заданиях расчетно-графической работы.

Сечение поверхности тора–кольца плоскостью перпендикулярной оси вращения тора представляет собой кольцо. На рисунке 8 представлена поверхность тора-кольца у которого ось вращения перпендикулярна фронтальной плоскости проекций. Секущая плоскости α является фронтальной плоскостью уровня. Горизонтальная проекция сечения совпадает с проекцией плоскости αp_1 .

[Введите текст]

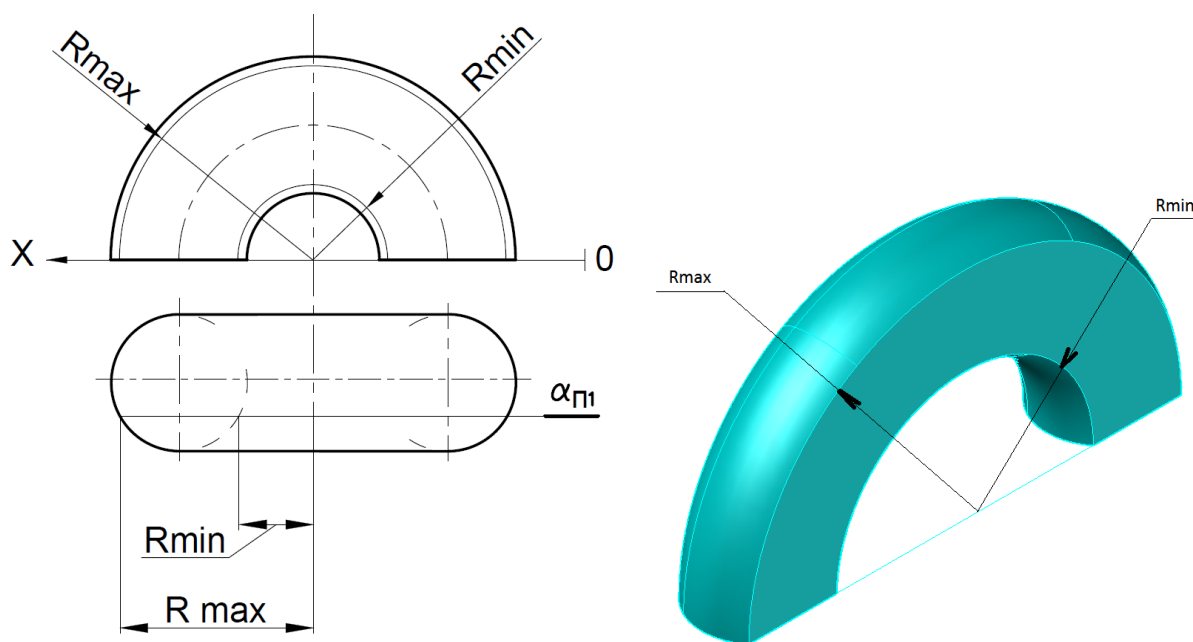


Рис. 8. Сечение тора-кольца плоскостью α
перпендикулярной оси вращения тора

Для построения фронтальной проекции сечения нужно определить максимальный R_{max} и минимальный радиусы R_{min} окружностей сечения-кольца. Максимальный радиус R_{max} сечения-кольца определяется расстоянием от оси вращения поверхности тора до наружного очерка поверхности (рис. 8). Минимальный радиус R_{min} сечения-кольца определяется расстоянием от оси вращения поверхности тора до очерка внутренней полости поверхности тора (рис. 8).

Сечение поверхности тора самопересекающегося плоскостью перпендикулярной оси вращения поверхности имеют форму окружности. Радиус окружности сечения определяется расстоянием от оси вращения поверхности до очерка поверхности по секущей плоскости. На рисунке 9 представлена поверхность тора самопересекающегося и две секущие горизонтальные плоскости уровня α и β , которые перпендикулярны оси вращения тора.

[Введите текст]

Сечение плоскостью α окружность радиус которой $R\alpha$ (рис. 9). Сечение плоскостью β – это окружность радиуса $R\beta$ (рис. 8).

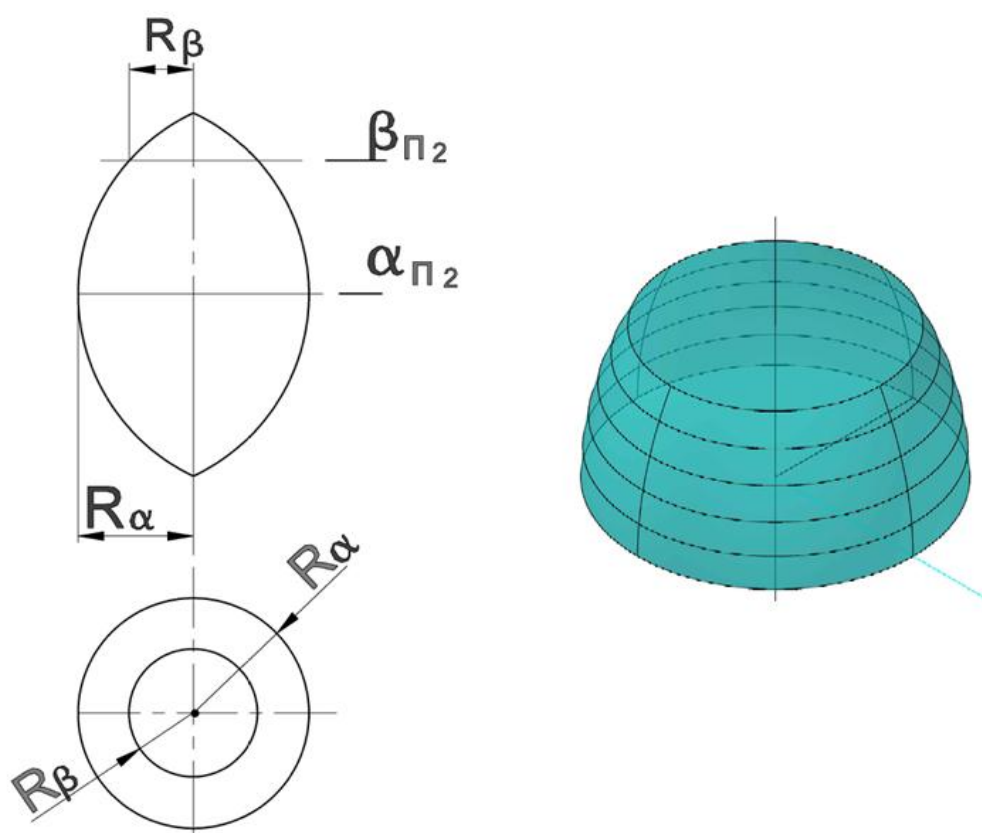


Рис. 9. Сечения тора самопересекающегося плоскостями α и β перпендикулярными оси вращения поверхности

В индивидуальных заданиях для самоконтроля знаний студентам предлагается построить сечение комбинированной поверхности (состоящей из нескольких поверхностей).

Построим сечение комбинированной поверхности, состоящей из четырехгранной призмы и полусферы, фронтально-проецирующей плоскостью α и натуральную величину сечения (рис. 10).

1.1. *Анализ заданных поверхностей, секущей плоскости и линий сечения заданной комбинированной поверхности.*

[Введите текст]

Поверхность призмы, в представленном примере, является горизонтально-проецирующей, так как все ее образующие перпендикулярны горизонтальной плоскости проекций, поэтому поверхность призмы и линия сечения на горизонтальной плоскости проекций совпадает с очерком призмы. Линия сечения призмы плоскостью α представляет собой ломаную линию и для ее построения достаточно определить точки на верхнем и нижнем основании призмы и точки пересечения секущей плоскости с ребрами призмы, это точки 1, 3 и 2.

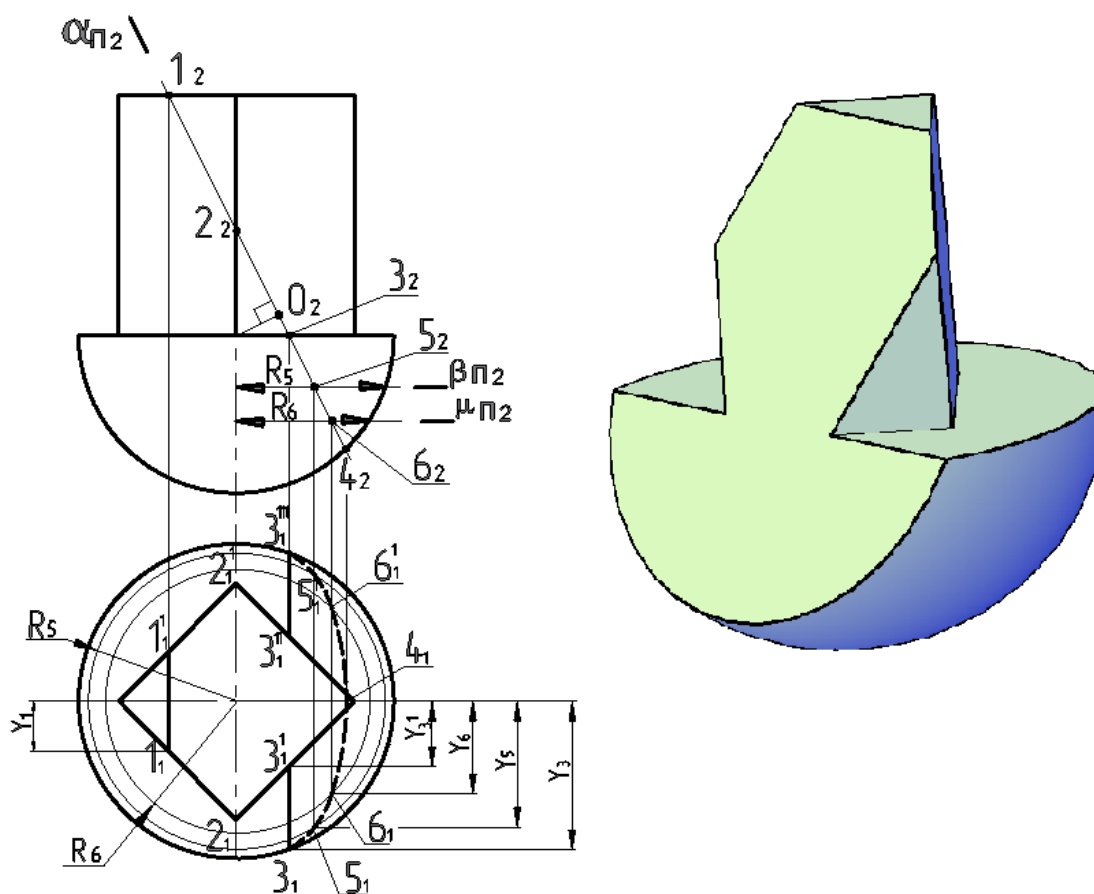


Рис. 10. Построение фронтальной и горизонтальной проекции сечения комбинированной поверхности плоскостью α

Сфера поверхность вращения с образующей окружностью. Сечение полусферы плоскостью α это окружность, которая проецируется на горизонтальную и профильную плоскости проекций в виде эллипса.

[Введите текст]

Секущая плоскость α является фронтально–проецирующей, поэтому на фронтальной плоскости проекций все точки сечения принадлежат следу секущей плоскости $\alpha\Pi_2$. На фронтальной плоскости проекций, на чертеже обозначены только видимые точки линии сечения.

1.2. Определение характерных и промежуточных точек линии сечения заданной комбинированной поверхности.

Начинаем определение характерных точек линии сечения комбинированной поверхности на фронтальной плоскости проекции.

Характерными точками сечения призмы плоскостью α являются точки 1, 3 и 2. Горизонтальные проекции точек 1, 1^1 и 3^1 , 3^{11} определяем на пересечении горизонтальной проекции верхнего и нижнего основания призмы и вертикальной линии связи проведенной из фронтальных проекций точек. Горизонтальная проекция точек 2 и 2^1 лежит на горизонтальных проекциях ребер призмы. На фронтальной проекции обозначены только видимые точки.

Характерными точками сечения полусферы плоскостью α являются:

- точки 3 и 3^{111} – принадлежащие экватору полусферы;
- точка 4 – принадлежащая главному меридиану полусферы;
- точка 0 – являющаяся центром окружности-сечения сферы плоскостью α . Для определения величины радиуса окружности-сечения сферы плоскостью α из центра сферы проводим перпендикуляр на секущую плоскость α . Натуральная величина радиуса окружности-сечения равна расстоянию 0_24_2 (см. рис. 10).

Горизонтальные проекции точек 3_1 и 3_1^{111} определяем на пересечении горизонтальной проекции экватора сферы и вертикальной линии связи, проведенной из фронтальной проекций точек.

Горизонтальную проекцию точки 4_1 определяем на пересечении горизонтальной проекции главного меридиана сферы и вертикальной линии связи проведенной из фронтальной проекции точки.

[Введите текст]

Горизонтальную проекцию точки O определять не будем, так как она располагается за пределами полусферы.

На горизонтальную плоскость проекций сечение сферы проецируется в виде эллипса и для его построения необходимы промежуточные точки 5 и 6 . Для построения горизонтальных проекций точек 5_1 , 5_1^1 и 6_1 , 6_1^1 проводим дополнительные секущие горизонтальные плоскости уровня β и μ . Плоскости β и μ пересекают полусферу по окружностям радиуса R_5 и R_6 , окружности указанного радиуса проецируются в натуральную величину на горизонтальную плоскость проекций. Горизонтальные проекции точек 5_1 и 5_1^1 , 6_1 и 6_1^1 определяем на пересечении построенных сечений-окружностей и вертикальных линий связи проведенных из фронтальных проекций точек.

1.3. Построение профильной проекции линии сечения поверхностей плоскостью α .

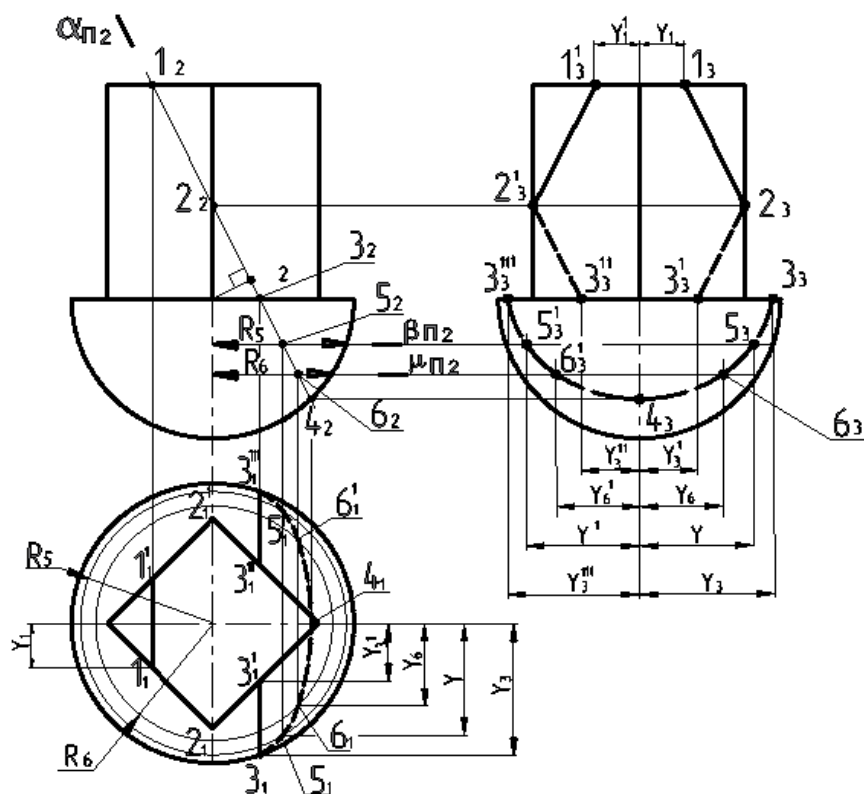


Рис. 11. Построение профильной проекции линии сечения комбинированной поверхности плоскостью α

[Введите текст]

Профильные проекции точек 2_3 и 2_3^1 принадлежат очерковым для плоскости Π_3 ребрам призмы. Для построения профильных точек 1_3 , 1_3^1 и 3_1^1 , 3_1^{11} определяем расстояние от горизонтальной оси симметрии комбинированной поверхности до горизонтальных проекций указанных точек. Это координаты Y_1 и Y_3 точек относительно горизонтальной оси симметрии поверхности. Для построения профильных проекций точек 1 и 3 откладываем измеренное расстояние Y_1 и Y_3 от вертикальной оси симметрии поверхности влево и вправо на верхнем и нижнем основании призмы (см. рис. 11).

Профильная проекция точки 4_3 располагается на вертикальной оси сферы и горизонтальной линии связи проведенной из фронтальной проекции точки.

Профильные проекции точек 3_3 , 3_3^{111} , 5_3 , 5_3^1 , 6_3 , 6_3^1 определяем откладывая расстояния Y_3 , Y_5 , Y_6 на горизонтальных линиях связи проведенных из фронтальных проекций точек, аналогично построению профильных проекций точек 1 и 3 (рис. 11).

1.4. *Определение видимости линии сечения.*

На горизонтальной плоскости проекций невидима часть линии сечения расположенная на нижней части полусферы.

На профильной плоскости проекций видима только часть сечения $1_3-1_3^1-2_3-2_3^1$.

1.5. *Построение натуральной величины сечения* (рис. 12).

Для построения натуральной величины сечения используем способ преобразования – плоско-параллельное перемещение. Суть способа плоско-параллельного перемещения заключается в том, что заданный геометрический объект перемещается до положения параллельного или перпендикулярного одной из плоскостей проекций.

Плоско-параллельно перемещаем фронтальную проекцию сечения $\alpha\Pi_2$ ($1_2-2_2-0_2-3_2-5_2-6_2-4_2$) до положения параллельного горизонтальной плоскости проекций

[Введите текст]

$(1_2^1 - 2_2^1 - 0_2^1 - 3_2^1 - 5_2^1 - 6_2^1 - 4_2^1)$. Расстояния между точками на следе $\alpha_{\Pi 2}$ не меняется при плоско-параллельном перемещении следа.

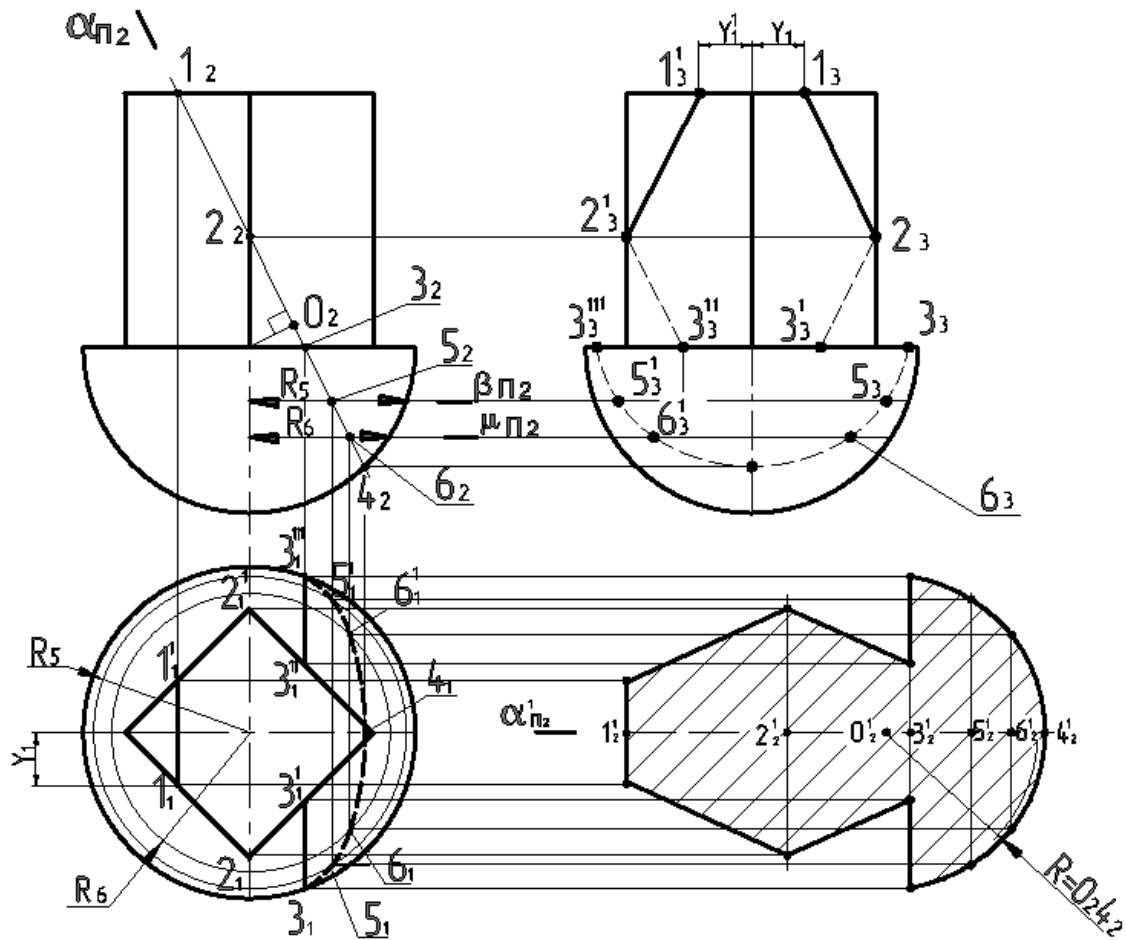


Рис. 12. Построение натуральной величины сечения

При плоско-параллельном перемещении фронтальной проекции следа $\alpha_{\Pi 2}$ величина координаты Y всех точек не меняется. Положение точек на натуральной величине сечения определяется на пересечении линий связи проведенных из новых фронтальных проекций точек $1_2^1 - 2_2^1 - 0_2^1 - 3_2^1 - 5_2^1 - 6_2^1 - 4_2^1$ и из горизонтальных проекций точек $4_1, 6_1, 3_1, 3_1^1, 5_1, 2_1, 1_1$ и т.д..

Построим сечение комбинированной поверхности, состоящей из конуса и цилиндра вращения, фронтально-проецирующей плоскостью α и натуральную величину сечения (рис. 13).

1.1. Анализ заданных поверхностей, секущей плоскости и линий сечения.

[Введите текст]

Комбинированная поверхность состоит из конуса вращения и цилиндра вращения оси вращения которых перпендикулярны горизонтальной плоскости проекций. Цилиндр, в представленном примере, является горизонтально-проецирующей поверхностью, так как все его образующие и ось вращения, перпендикулярны горизонтальной плоскости проекций, поэтому линия пересечения (сечения) цилиндра плоскостью α (3–6–4), имеющая форму части эллипса (см. табл. 1), на горизонтальной плоскости проекций совпадает с очерком цилиндра (горизонтальные проекции точек 4 и 4¹, 6 и 6¹, 3 и 3¹ располагаются на горизонтальной проекции цилиндра).

Линия пересечения (сечения) конуса плоскостью α (1 – 2 – 5 – 3) представляет собой часть параболы (см. табл. 2) с вершиной в точке 1 (секущая плоскость параллельна левой крайней образующей конуса).

Секущая плоскость α является фронтально–проецирующей, поэтому на фронтальной плоскости проекций все точки сечения принадлежат следу секущей плоскости $\alpha\Pi_2$. На фронтальной плоскости проекций, на чертеже обозначены только видимые точки.

1.2. *Определение характерных и промежуточных точек линий сечения (рис. 13).*

Начинаем определять характерные точки линии сечения конуса на фронтальной плоскости проекции. Характерными точками сечения конуса плоскостью α являются:

- точка 1 — принадлежащая правой крайней образующей конуса;
- точка 2 — принадлежащая очерку поверхности конуса на профильной плоскости проекций;
- точка 3 — принадлежащая основанию конуса.

Точка 5 — промежуточная точка и ее положение выбрано произвольно на фронтальном следе плоскости α .

[Введите текст]

Горизонтальная проекция крайней правой образующей конуса совпадает с горизонтальной осью конуса. Поэтому для определения горизонтальной проекции точки 1_1 достаточно провести вертикальную линию связи от фронтальной проекции точки до пересечения с горизонтальной проекцией оси конуса.

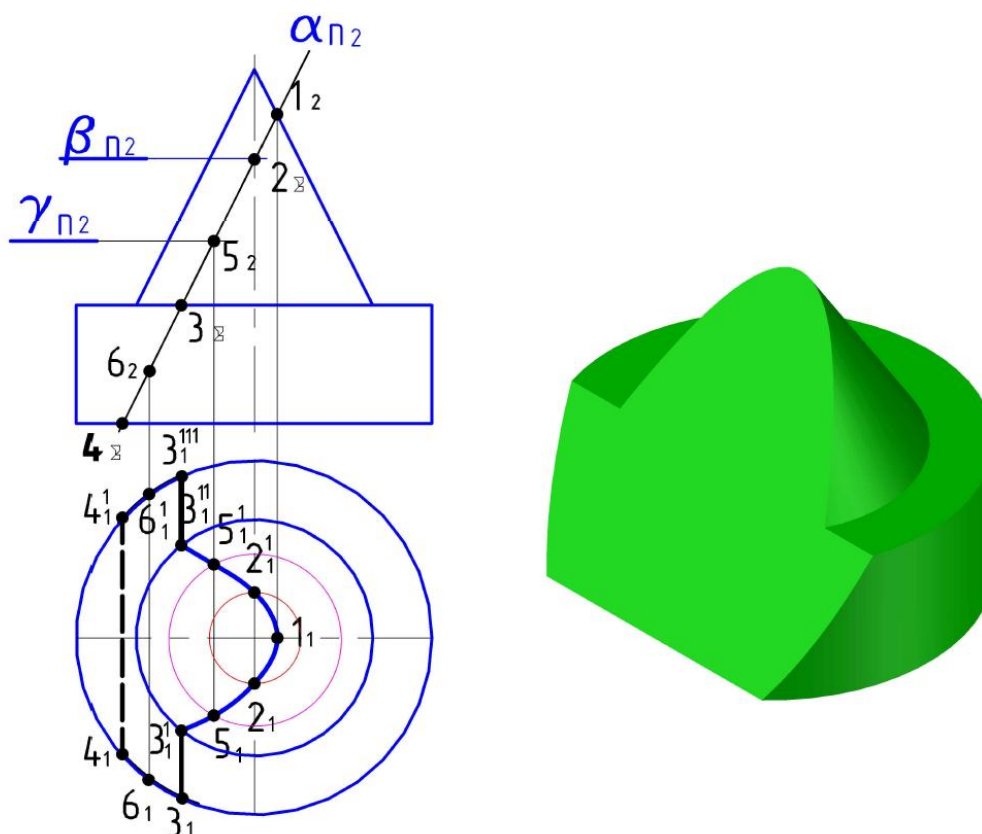


Рис. 13. Построение фронтальной и горизонтальной проекции сечения комбинированной поверхности плоскостью α

Для определения горизонтальных проекций точек 2, 5 и 3, принадлежащих поверхности конуса, нужно через их фронтальные проекции провести вспомогательные горизонтальные секущие плоскости β и γ . Плоскости β и γ пересекают поверхность конуса по окружностям. Величина радиуса окружности определяется расстоянием от оси конуса до очерка конуса по секущей плоскости. Точка 3 принадлежит окружности, которая является основанием конуса и ее проекция на горизонтальной плоскости построена. Горизонтальные проекции точек

[Введите текст]

3, 2 и 5 лежат на пересечении окружностей разного радиуса и вертикальной линии связи проведенной от фронтальных проекций точек.

Характерными точками сечения цилиндра являются точки 3, 3^{111} и $4, 4^1$, так как они принадлежат верхнему и нижнему основанию цилиндра.

1.3. Построение профильной проекции линии сечения комбинированной поверхности плоскостью α (рис. 14).

Профильная проекция точки 1 совпадает на профильной плоскости проекций с осью конуса и для ее построения достаточно провести горизонтальную линию связи от ее фронтальной проекции до пересечения с осью вращения конуса.

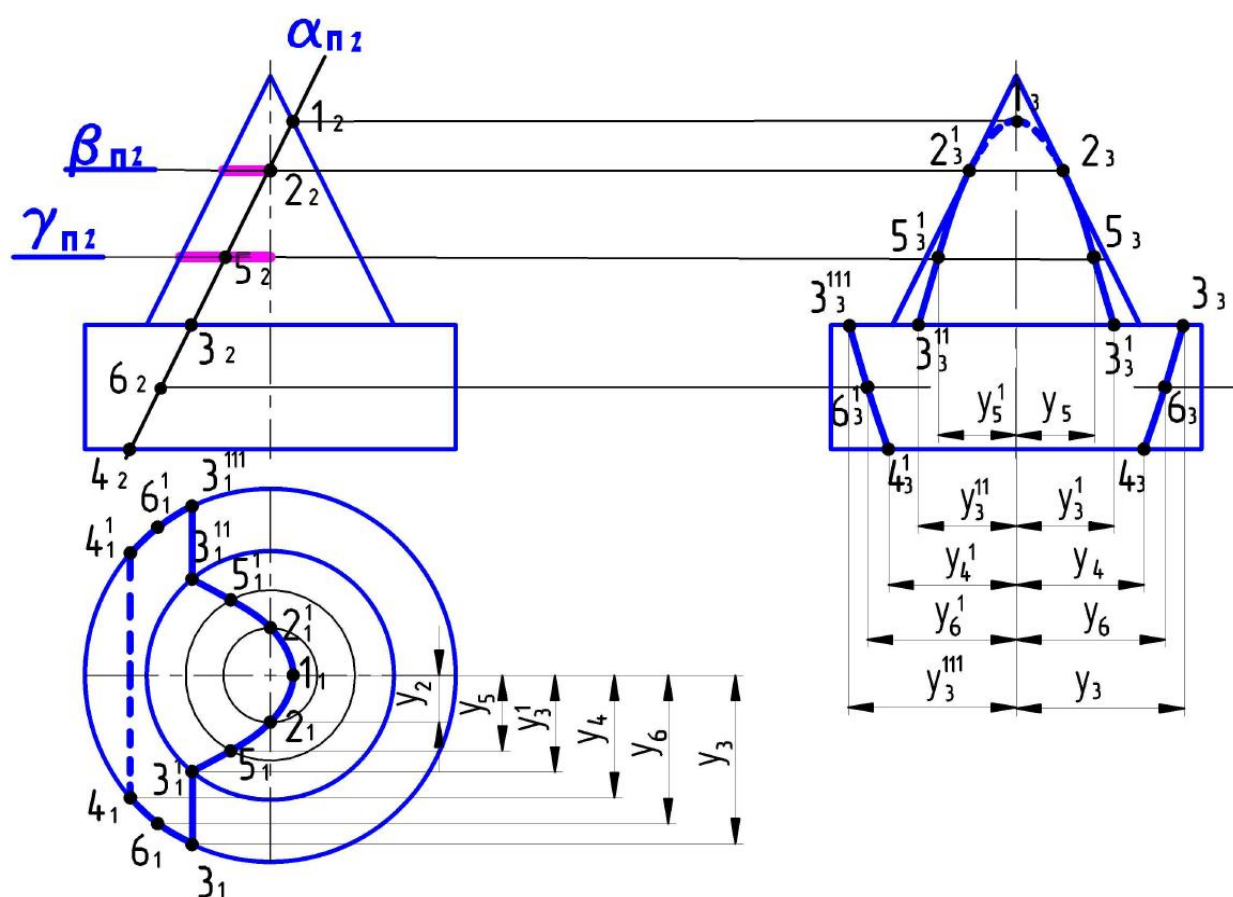


Рис. 14. Построение профильной проекции линии сечения

комбинированной поверхности плоскостью α

[Введите текст]

Профильные проекции точек 2 и 2^1 принадлежат очерковым, для профильной плоскости проекций, образующим конуса и для их построения достаточно провести горизонтальную линию связи от их фронтальных проекций до пересечения с образующими конуса на профильной плоскости проекций.

Для построения профильных проекций точек 5 и 5^1 , 3 и 3^1 , 4 и 4^1 , 6 и 6^1 на горизонтальной проекции поверхностей измеряем расстояние от горизонтальной оси конуса или цилиндра до горизонтальной проекции точки. Это координаты Y точек относительно оси симметрии конуса или цилиндра и откладываем это расстояние на профильной плоскости проекций, на высоте расположения точки, от вертикальной оси конуса или цилиндра вправо и влево, как показано на рис. 14.

1.4. *Определение видимости линии сечения.* На горизонтальной плоскости проекций невидимой является только линия $4_1-4_1^1$. На профильной плоскости проекций часть линии сечения по поверхности конуса $2_3-1_3-2_3^1$ невидима (рис. 15).

1.5. *Построение натуральной величины сечения* (рис. 15). Для построения натуральной величины сечения используем способ преобразования — плоско-параллельное перемещение.

В рассматриваемом примере заданный геометрический объект совершает плоско-параллельное перемещение, при котором все его точки движутся по произвольным плоским кривым расположенным во фронтальных плоскостях уровня до положения параллельного горизонтальной плоскости проекций. Линии, по которым происходит перемещение всех точек объекта, находятся в плоскости уровня.

Плоско-параллельно перемещаем фронтальную проекцию сечения $\alpha\pi 2$ ($4_2 — 6_2 — 3_2 — 5_2 — 2_2 — 1_2$) до положения параллельного горизонтальной плоскости проекций ($4_2^1 — 6_2^1 — 3_2^1 — 5_2^1 — 2_2^1 — 1_2^1$). Расстояния между точками на следе $\alpha\pi 2$ не меняется при плоско-параллельном перемещении следа.

При перемещении фронтальной проекции сечения величина координаты Y всех точек не меняется. Положение точек на натуральной величине сечения

[Введите текст]

определяется на пересечении линий связи проведенных из новых фронтальных проекций точек $4_2^1 - 6_2^1 - 3_2^1 - 5_2^1 - 2_2^1 - 1_2^1$ и из горизонтальных проекций точек $4_1, 6_1, 3_1, 3_1^1, 5_1, 2_1, 1_1$ и т.д..

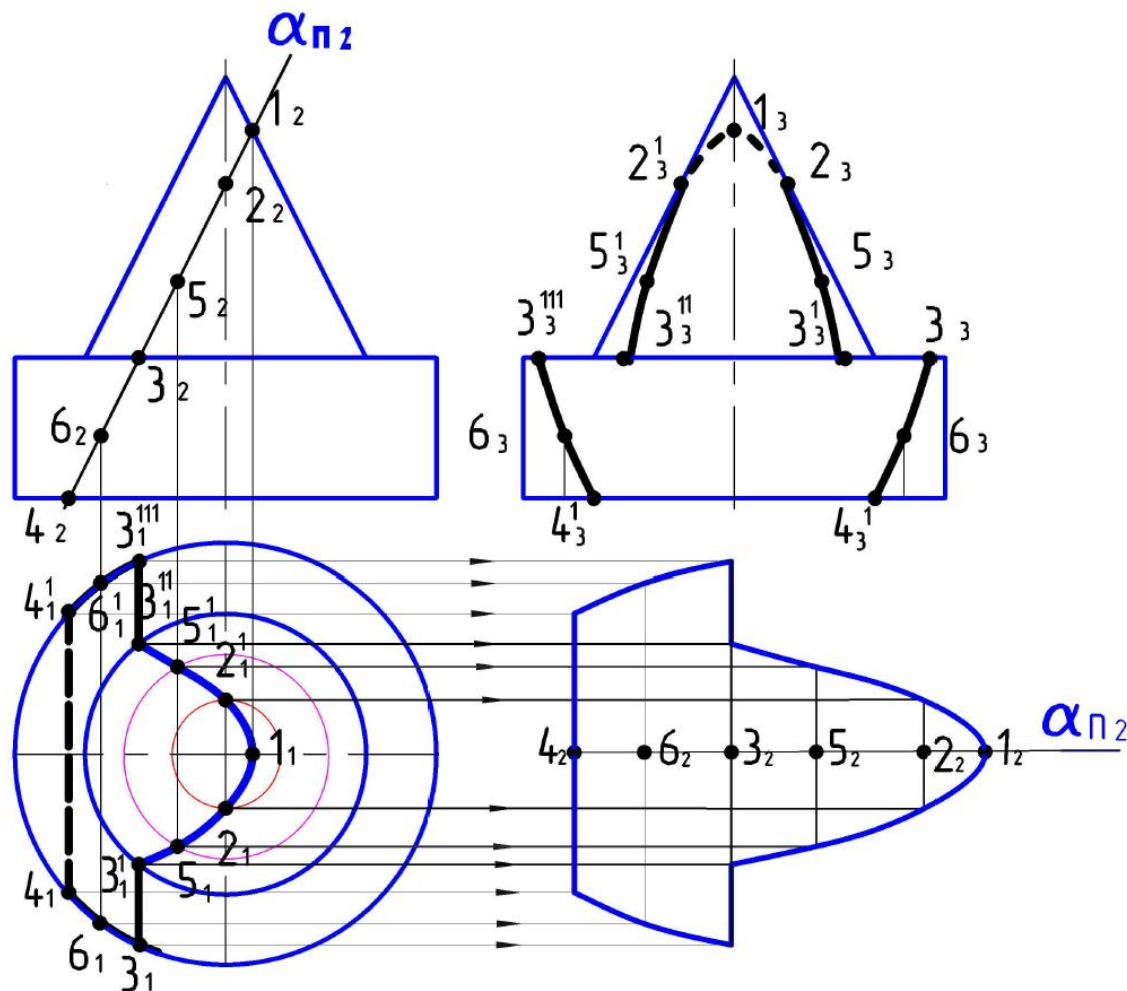


Рис. 15. Построение натуральной величины сечения.

Способ плоско-параллельного перемещения

Построенное сечение обычно заштриховывают. Линии штриховки проводят под углом 45° к основной надписи, расстояние между линиями штриховки может быть 1 – 10 мм. В приведенных заданиях рационально расстояние между линиями штриховки принимать 5 мм. Пример выполнения первого задания расчетно-графической работы приведен на рис. 16.

[Введите текст]

1.4. Расчетно-графическая работа. Задание 1

Относительное положение поверхности и плоскости

Задача 1.1. Построить три проекции сечения комбинированной поверхности плоскостью α . Проставить размеры поверхностей, заполнить основную надпись.

Задача 1.2. Определить натуральную величину фигуры сечения.

Алгоритм выполнения задания 1 расчетно-графической работы

Задача 1.1.

1. Начертить по исходным данным (табл. 5) две проекции комбинированной поверхности и следы секущей плоскости α на формате А3. Положение секущей плоскости α задать самостоятельно, подобно изображению в задании.

2. Построить третью проекцию комбинированной поверхности.

3. Определить вид линии сечения каждой поверхности заданной фронтально-проецирующей плоскостью α (табл. 1, 2, 3, 4).

4. Определить характерные точки линии сечения.

5. Построить горизонтальную проекцию линий сечения каждой простой поверхности проецирующей плоскостью α .

6. Построить профильную проекцию линий сечения каждой простой поверхности проецирующей плоскостью α .

7. Обвести изображения с учетом видимости.

8. Проставить заданные размеры.

Задача 1.2.

1. Определить натуральную величину сечения комбинированной поверхности плоскостью α , используя способ плоско-параллельного перемещения.

2. Натуральную величину сечения заштриховать тонкими линиями под углом 45° к основной надписи. Расстояние между линиями штриховки 3 – 5 мм.

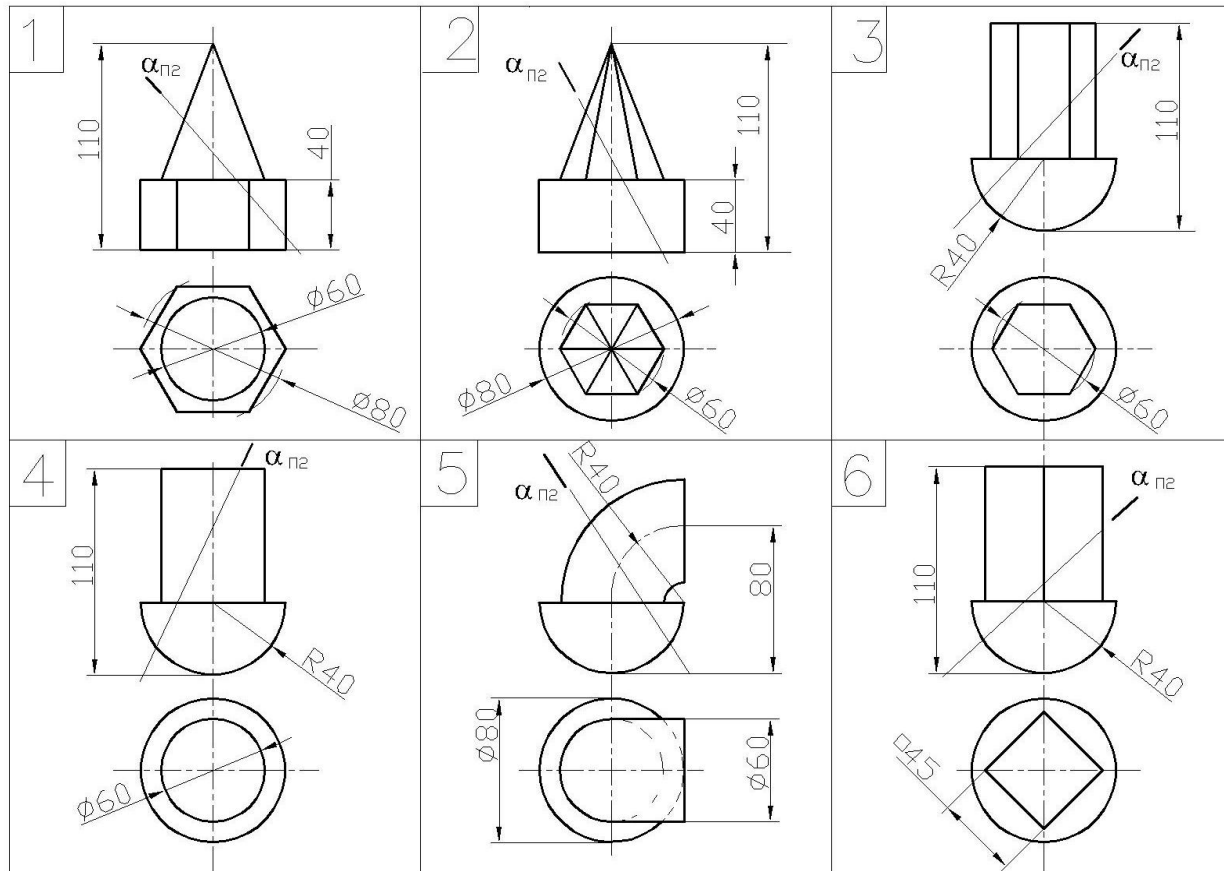
[Введите текст]

Задание 1 выполняется на формате А3, основная надпись по форме 1 (рис. 38). Индивидуальные варианты задания 1 расчетно-графической работы представлены в табл. 5. Линии построений проекций точек и вспомогательные линии связи на чертеже не стирать. Пример выполнения первого задания расчетно-графической работы приведен на рисунке 16.

[Введите текст]

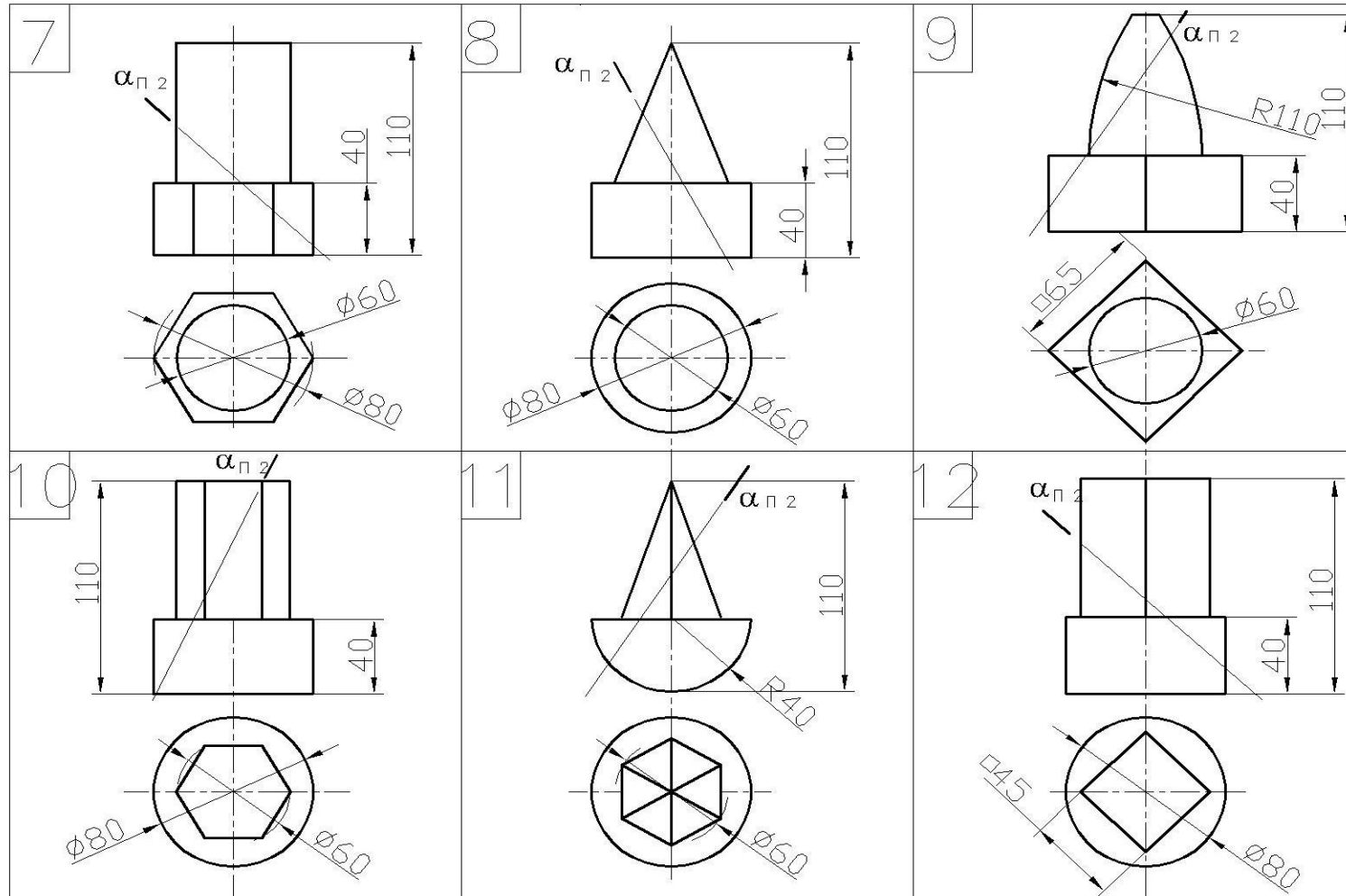
Таблица 5

1.5. Индивидуальные варианты расчетно-графической работы. Задание 1. Относительное положение поверхности и плоскости



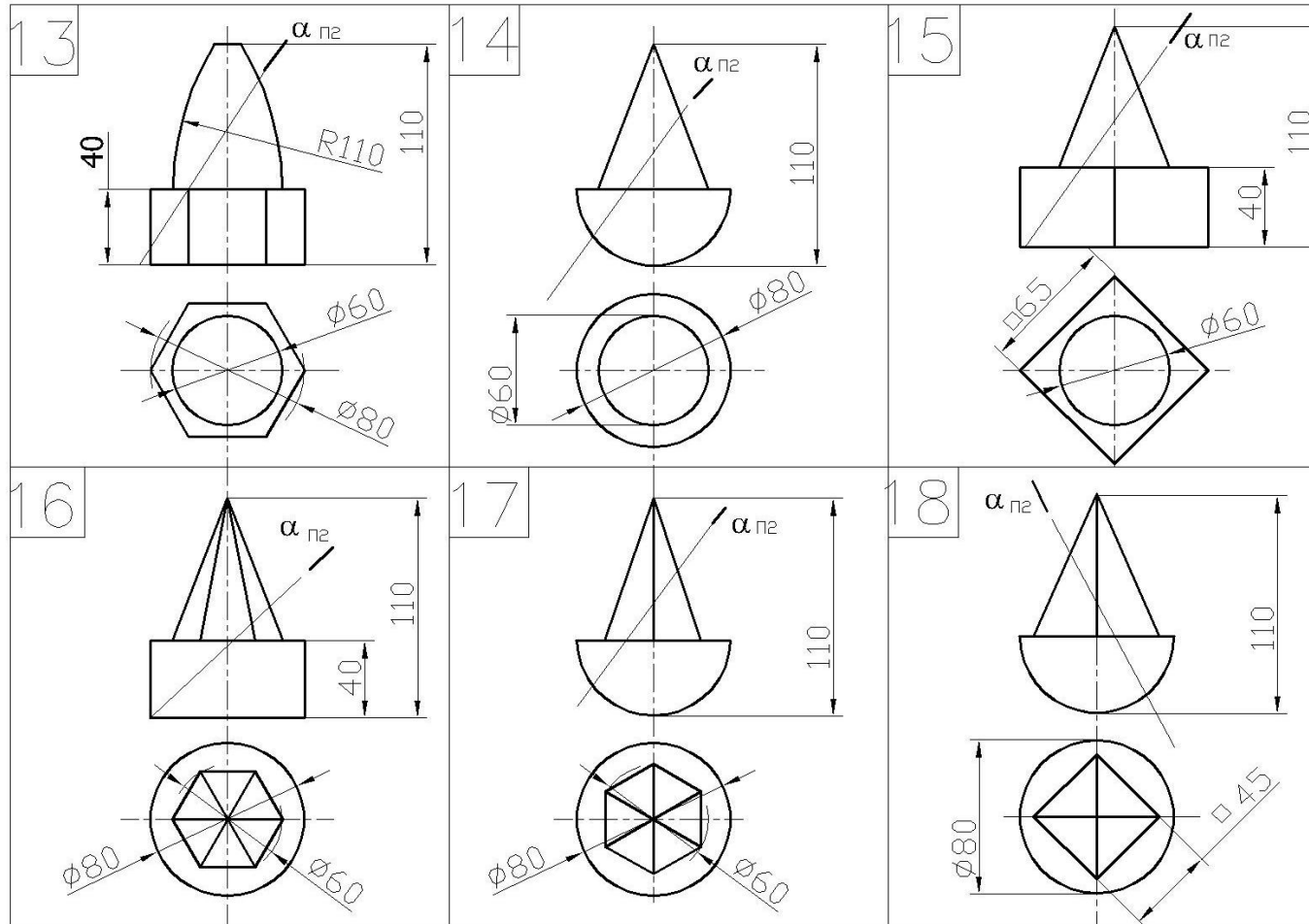
[Введите текст]

Продолжение табл. 5



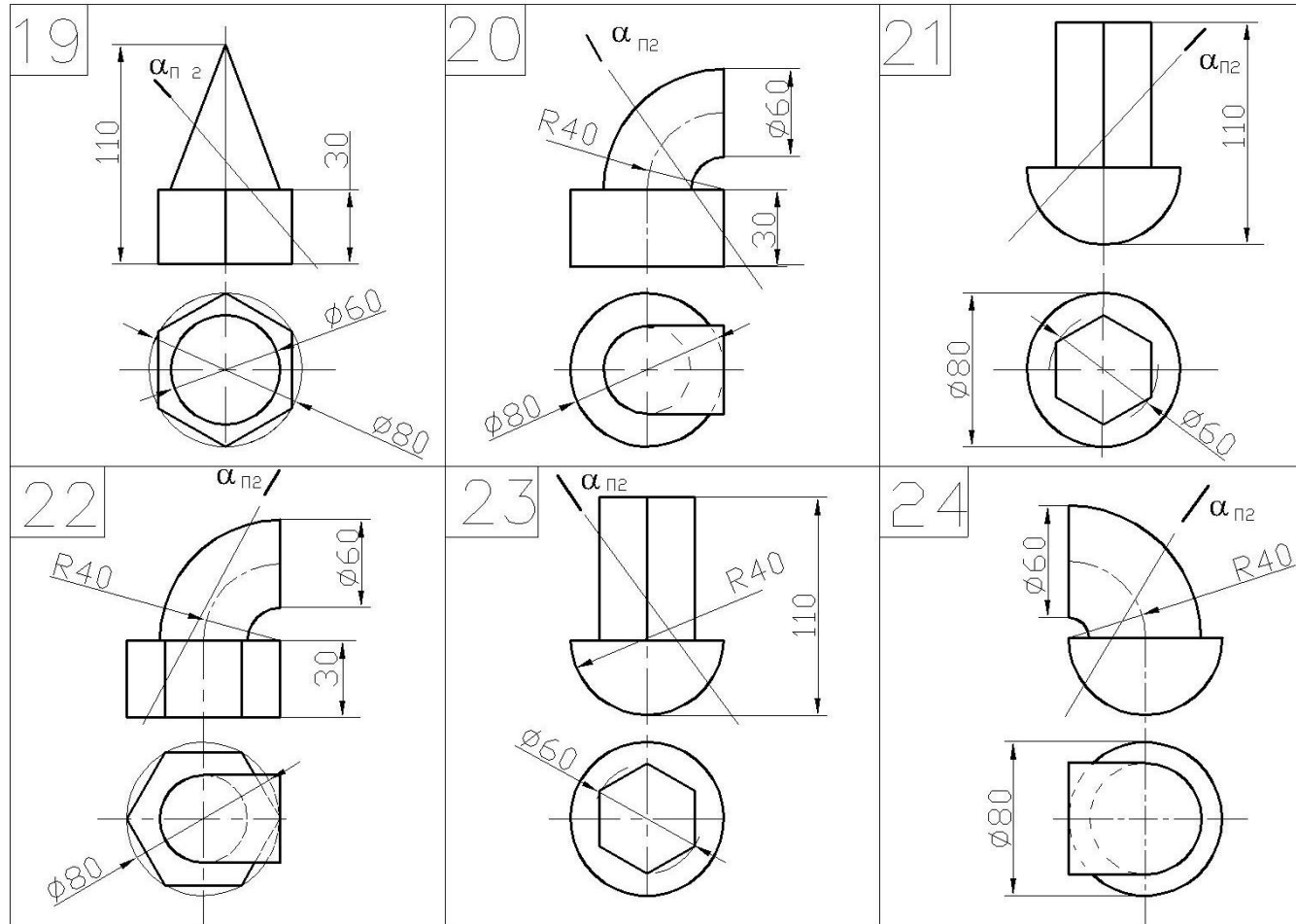
[Введите текст]

Продолжение табл. 5



[Введите текст]

Окончание табл. 5



[Введите текст]

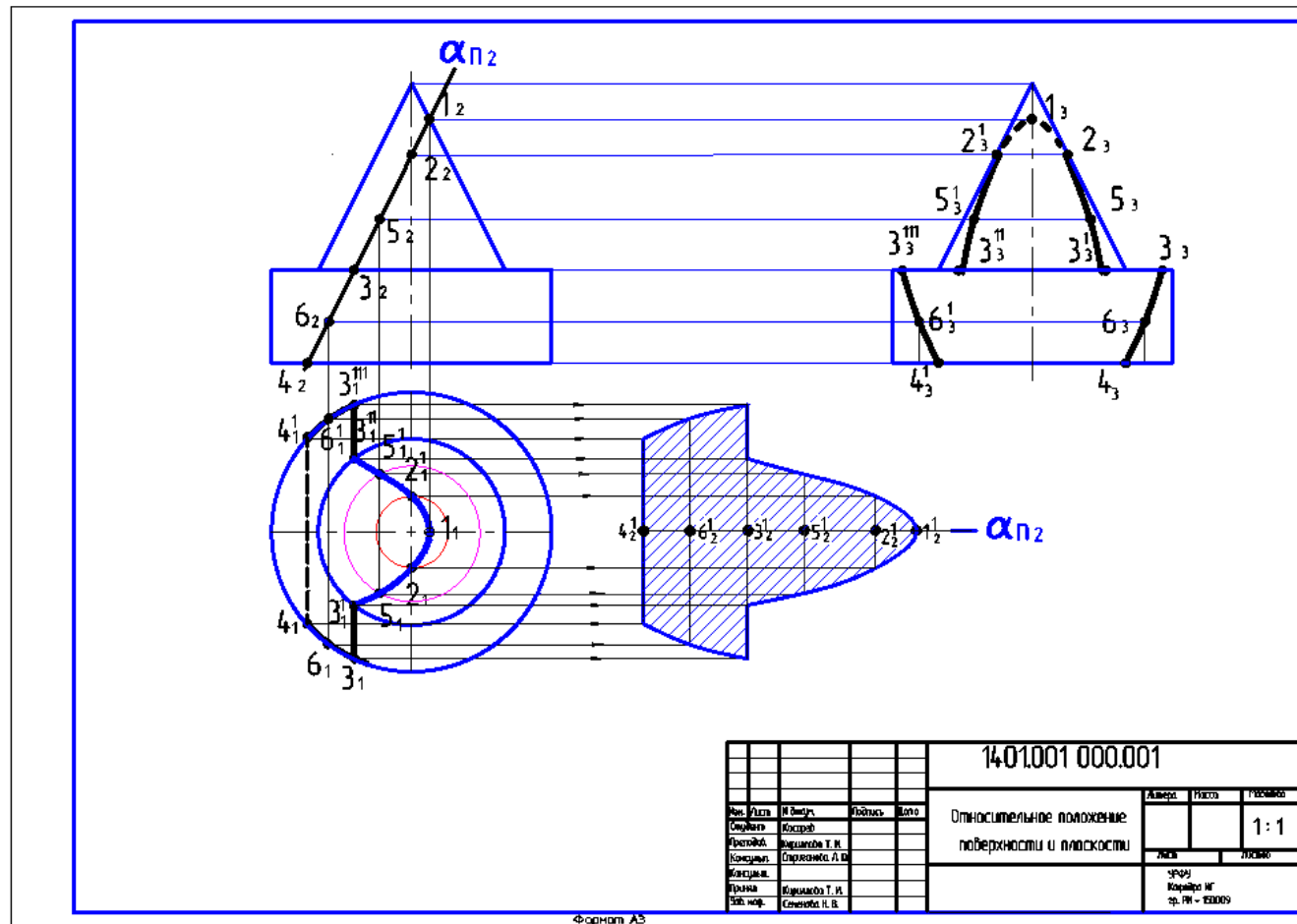


Рис. 16. Относительное положение поверхности и плоскости

Пример выполнения первого задания расчетно-графической работы

[Введите текст]

2. ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Линия пересечения поверхностей — совокупность точек одновременно принадлежащих пересекающимся поверхностям. Вид линии пересечения поверхностей зависит от пересекающихся поверхностей:

- линия пересечения многогранников — ломаная линия;
- линия пересечения многогранника и поверхности вращения — сочетание плоских кривых линий (парабол, гипербол, эллипсов, окружностей);
- линия пересечения поверхностей вращения — пространственная, биквадратная кривая линия.

Познакомимся кратко, на примерах с двумя способами построения линий пересечения поверхностей: способом вспомогательных секущих плоскостей и способом концентрических сфер.

2.1. Способ вспомогательных секущих плоскостей

Сущность способа секущих плоскостей состоит в том, что каждая точка линии пересечения поверхностей строится как точка пересечения сечений заданных поверхностей вспомогательными плоскостями. Вспомогательные секущие плоскости обычно располагают параллельно одной из плоскостей проекций или перпендикулярно оси вращения поверхности. Сечения заданных поверхностей вспомогательными плоскостями должны быть простыми геометрическими фигурами — окружности или прямоугольники (иногда треугольники). Точки пересечения сечений поверхностей являются точками линии взаимного пересечения заданных поверхностей.

Алгоритм решения задач по построению линий пересечения поверхностей способом секущих плоскостей:

1. Анализ заданных поверхностей и вида линии пересечения:

- определить заданные поверхности и характер линии пересечения;
[Введите текст]

- определить проецирующие поверхности — это цилиндр и призма. На плоскости проекций, к которой проецирующая поверхность перпендикулярна, проекция линии пересечения поверхностей совпадает с очерком проецирующей поверхности.

2. Определение характерных точек линий пересечения поверхностей.

К характерным точкам линии пересечения поверхностей относятся:

- точки пересечения очерков поверхностей;
- высшие и низшие, правые и левые точки очерков поверхностей;
- наиболее удаленные и приближенные к плоскостям проекций точки;
- точки, принадлежащие очерковым линиям поверхностей;
- точки, принадлежащие осям вращения поверхностей.

3. Построение проекции линий пересечения заданных поверхностей способом вспомогательных секущих плоскостей.

Количество секущих плоскостей зависит от пересекающихся поверхностей и выбирается индивидуально.

4. Соединение построенных точек в соответствии с видом линии пересечения.

5. Определение видимости поверхностей и проекций линии пересечения.

Обведите изображение поверхностей и построенные линии пересечения с учетом видимости.

Рассмотрим пример построения линии пересечения поверхностей представляющих сочетание плоских кривых линий и пример построения линии пересечения поверхностей являющейся пространственной кривой линией.

Построим линию пересечения поверхностей конуса и трехгранной призмы (рис. 17).

1. Анализ заданных поверхностей и вида линии пересечения.

Представленная в примере призма располагается перпендикулярно фронтальной плоскости проекций. Все ее образующие располагаются перпендику-

[Введите текст]

лярно фронтальной плоскости проекций. Поэтому линия пересечения поверхностей на фронтальной плоскости совпадает с очерком призмы $1_2-2_2-3_2$.

Линия пересечения заданных поверхностей состоит из трех плоских кривых по которым грани-плоскости призмы пересекают поверхность конуса (см. таб. 2). Линии пересечения $1-2$ и $1-3$ представляют собой части эллипсов, линия $2-3$ представляет собой часть окружности. Фронтальные проекции точек $1, 4, 2, 3$ и 5 располагаются на видимой стороне поверхностей и закрывают на фронтальной плоскости проекции точки $1^1, 4^1, 2^1, 3^1$ и 5^1 . На рисунке 17 обозначены только видимые точки $1, 4, 2, 3$ и 5 .

2. Определение характерных точек линий пересечения поверхностей.

Характерными точками линии пересечения заданных поверхностей являются точки $1, 2$ и 3 . Точка 1 — самая верхняя точка линии пересечения поверхностей, точки 2 и 3 — крайняя левая и крайняя правая точки пересечения поверхностей. Положение промежуточных точек 4 и 5 выбрано произвольно.

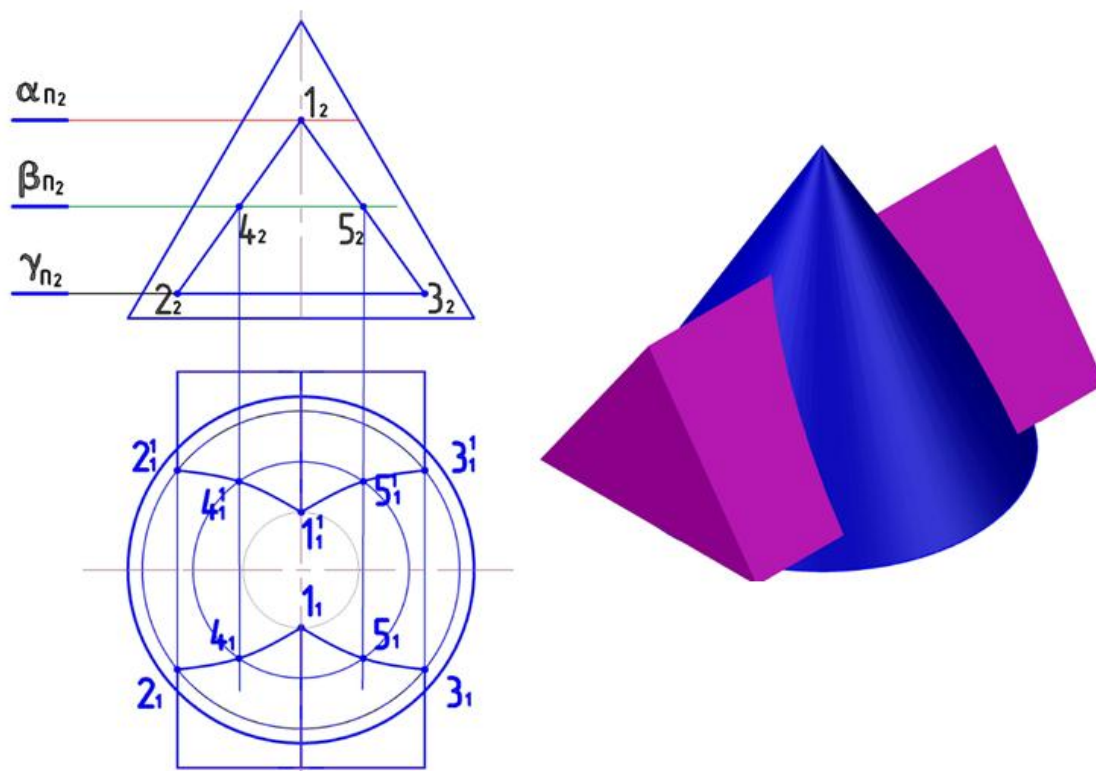


Рис. 17. Линия пересечения поверхности конуса и трехгранной призмы

[Введите текст]

3. Построение проекций линий пересечения поверхностей.

Для построения горизонтальных проекций точек линии пересечения поверхностей проводим вспомогательные горизонтальные плоскости уровня α , β , γ , которые пересекают поверхность конуса по окружностям (рис. 18). Радиусы R окружностей определяются расстоянием от оси вращения конуса до очерка конуса по проведенной плоскости. Окружности проецируются в натуральную величину на горизонтальную плоскость проекций.

Горизонтальные плоскости уровня α , β и γ пересекают призму по прямоугольникам, которые проецируются на горизонтальную плоскость в натуральную величину (рис. 18).

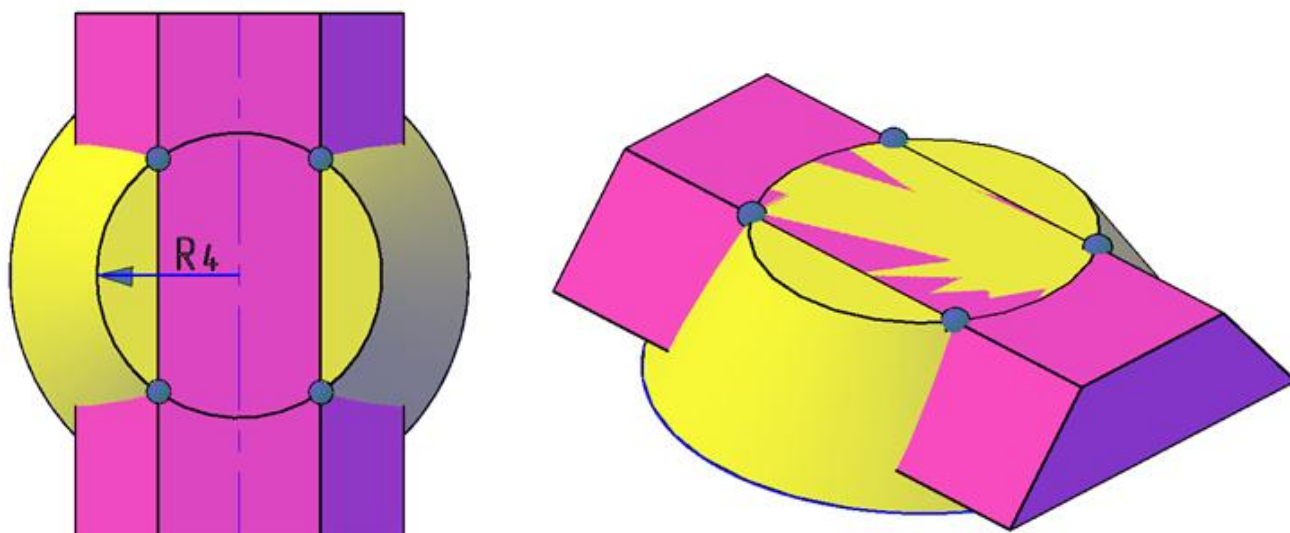


Рис. 18. Построение горизонтальных проекций точек 4 и 5 линии пересечения конуса и призмы

Горизонтальные проекции точек 2, 3, 4 и 5 определяются на пересечении сечений поверхностей вспомогательными плоскостями: окружностей и прямоугольников (рис. 17 и 18). Величина сечений конуса и призмы меняется в

[Введите текст]

каждой плоскости. На рис. 18 показано построение горизонтальной проекции точек 4 и 4^1 , 5 и 5^1 .

Построение профильных проекций точек, принадлежащих линии пересечения поверхности призмы и конуса (рис. 19), начинаем с проведения горизонтальных линий проекционной связи от фронтальных проекций точек. Профильная проекция точки 1 и 1^1 принадлежит профильным очерковым образующим конуса.

Для построения профильных проекций точек 4 и 4^1 , 2 и 2^1 измеряем расстояние от горизонтальной оси симметрии конуса до горизонтальной проекции точки Y_2 и Y_4 (это координата Y точки 4 и 2 относительно горизонтальной оси симметрии конуса) и откладываем Y_2 и Y_4 на профильной плоскости проекций влево и вправо от вертикальной оси симметрии конуса.

Профильные проекции точек 3 и 3^1 , 5 и 5^1 совпадают с проекциями точек 2 и 2^1 , 4 и 4^1 . На рис. 19 обозначены только видимые точки 2 и 4 .

4. Соединим построенные точки $1_1-4_1-2_1$ и $1_1-5_1-3_1$ плавной кривой линией, так как это части эллипсов. Линия 2_1-5_1 — часть окружности.

5. *Определим видимость линий пересечения.*

На горизонтальной плоскости проекций часть окружности 2_1-5_1 невидима. Основание конуса под призмой также невидимо (рис. 19).

На профильной плоскости проекций видимая часть линий пересечения $1-4-2$ закрывает невидимую часть линии пересечения $1-5-3$. На чертеже обозначены только видимые точки

[Введите текст]

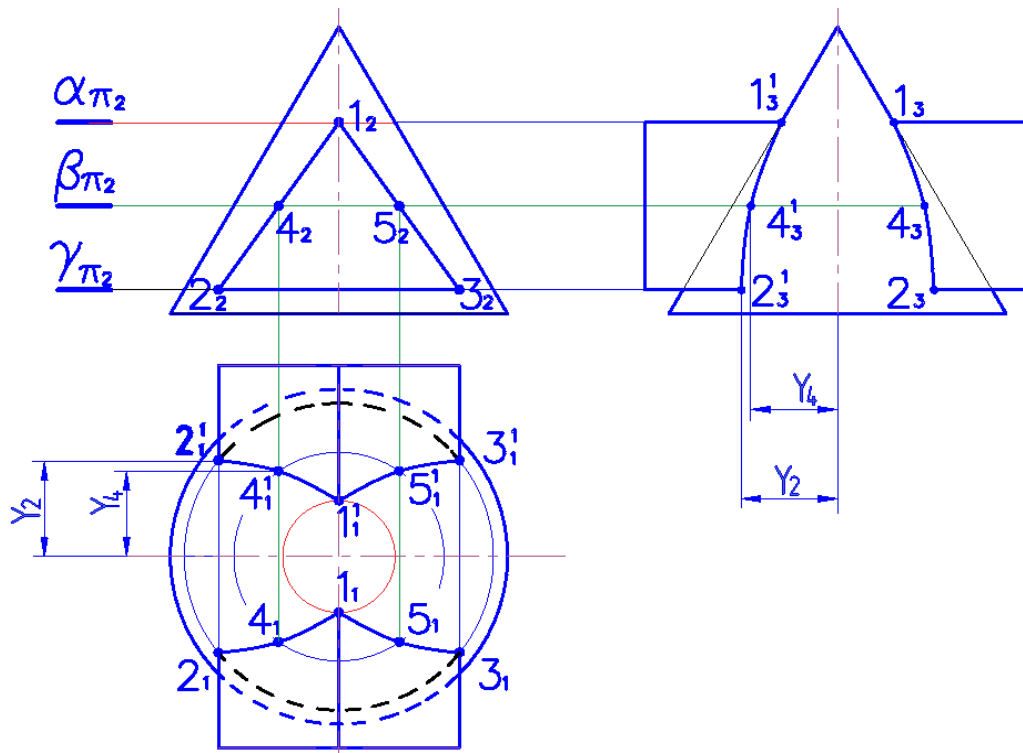


Рис. 19. Построение профильных проекций точек линии пересечения конуса и призмы

Построим линию пересечения поверхностей цилиндра и полусферы (рис. 20).

1. Анализ заданных поверхностей и вида линии пересечения.

Цилиндр, в представленной задаче, является горизонтально проецирующей поверхностью, так как все его образующие располагаются перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций, поэтому линия пересечения совпадает с очерком цилиндра на горизонтальной плоскости проекций.

Линия пересечения в данном примере является биквадратной пространственной кривой линией.

2. Определение характерных точек линий пересечения поверхностей.

Определять характерные точки и проводить вспомогательные секущие плоскости будем на горизонтальной плоскости проекций, так как линия пересечения совпадает с очерком цилиндра на горизонтальной плоскости проекций (см. выше).

[Введите текст]

Характерными точками линии пересечения заданных поверхностей являются (рис. 20):

- точка 1 — крайняя левая точка очерка цилиндра;
- точки 3 и 3¹ — верхняя и нижняя точки очерка поверхности цилиндра;
- точки 4 и 4¹ — точки пересечения очерков поверхностей цилиндра и полусферы.

Точка 1 располагается на главном меридиане сферы. Построим ее фронтальную проекцию на пересечении вертикальной линии связи, проведенной от ее горизонтальной проекции и фронтальной проекции главного меридиана.

Точки 4 и 4¹ располагаются на пересечении экватора полусферы и очерка цилиндра на горизонтальной плоскости проекций. Построим их фронтальные проекции на пересечении фронтальной проекции экватора и вертикальной линии связи, от горизонтальных проекций точек.

3. Построение проекций промежуточных точек линии пересечения поверхностей.

Для построения фронтальных проекций точек 2 и 2¹, 3 и 3¹ проводим фронтальные секущие плоскости α и α^1 , β и β^1 , расположенные симметрично относительно оси симметрии цилиндра (рис. 20).

Плоскости α и β пересекают сферу по окружностям, радиусы которых равны расстоянию от оси вращения полусферы до очерка полусферы по секущей плоскости. Окружности проецируются в натуральную величину на фронтальную плоскость проекций (рис. 20).

Плоскости α и α^1 пересекают цилиндр по прямоугольникам (рис. 20), которые проецируются на фронтальную плоскость проекций в натуральную величину, а плоскость β касается цилиндра.

[Введите текст]

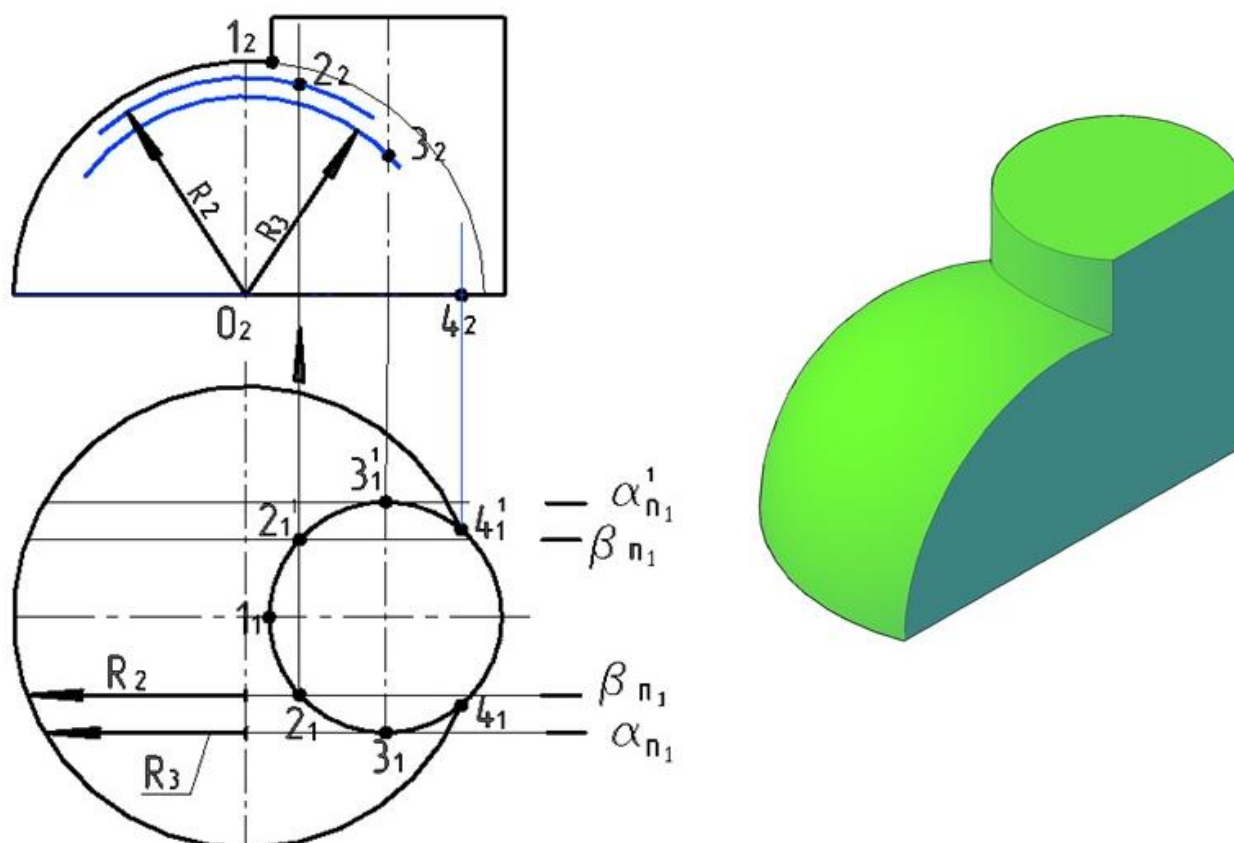


Рис. 20. Пересечение полусферы и цилиндра.

Построение проекций точки 2

Окружности и прямоугольники на фронтальной плоскости проекций пересекаются и определяют фронтальные проекции точек 2 и $2'$, 3 и $3'$. На рисунке 20 на фронтальной плоскости проекций обозначены только видимые точки 1, 2, 3 и 4.

Построение профильных проекций точек (рис. 21), принадлежащих линии пересечения поверхностей, начинаем с проведения горизонтальных линий связи от фронтальных проекций точек 1, 2, 3.

Точка 1 принадлежит главному меридиану сферы, профильная проекция которого совпадает с вертикальной осью сферы.

Профильные проекции точек 3 и $3'$ принадлежит очерковым образующим цилиндра, для профильной плоскости проекций.

[Введите текст]

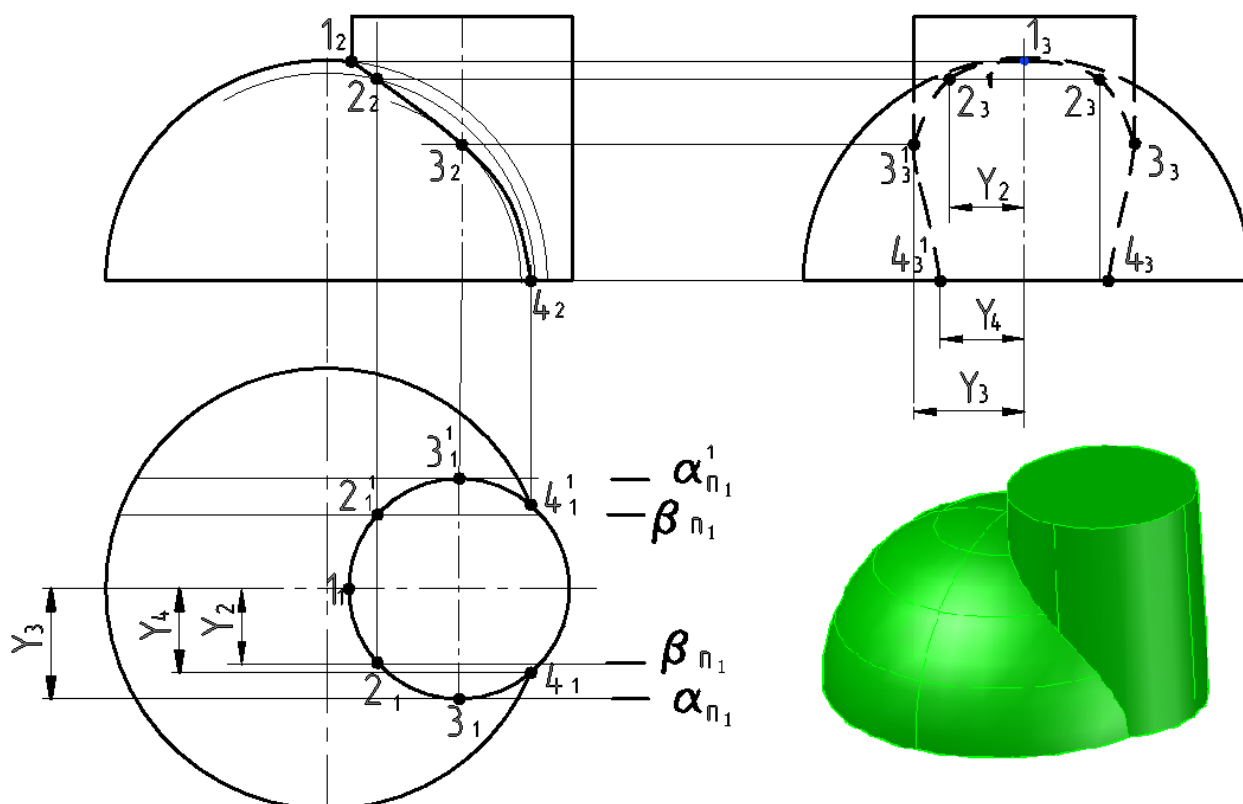


Рис. 21. Построение профильных проекций точек линии пересечения полусферы и цилиндра

Точки 4 и 4¹ принадлежат экватору сферы. На горизонтальной плоскости проекций измеряем расстояние от горизонтальной оси симметрии сферы до горизонтальной проекции точки 2, 4 и 3. Это величина координаты Y точки относительно оси симметрии сферы Y_2 , Y_4 и Y_3 , и откладываем эти расстояния на профильной плоскости проекций от вертикальной оси симметрии сферы.

4. Определение видимости поверхностей и линии их пересечения.

На фронтальной плоскости проекций (рис. 21) видимая (передняя) часть линии пересечения (1—2—3—4) совпадает и закрывает невидимую часть линии пересечения (2¹—3¹—4¹).

На профильной плоскости проекций линия пересечения полусферы и цилиндра невидима, так как закрыта очерком сферы.

[Введите текст]

Образующие цилиндра, закрытые очерком сферы на профильной плоскости проекций частично невидимы.

Построим линию пересечения поверхностей цилиндра и тора-кольца (рис. 22).

1. Анализ заданных поверхностей и вида линии пересечения.

В представленном примере пересекаются четверть поверхности тора-кольца, ось вращения которого перпендикулярна фронтальной плоскости проекций и цилиндр вращения ось вращения которого перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Все образующие цилиндра являются горизонтально проецирующими прямыми, поэтому линия пересечения заданных поверхностей на горизонтальной плоскости проекций совпадает с очерком цилиндра.

2. Определение характерных точек линий пересечения поверхностей.

Определять характерные точки и проводить вспомогательные секущие плоскости будем на горизонтальной плоскости проекций, так как линия пересечения совпадает с очерком цилиндра на горизонтальной плоскости проекций (см. выше).

Характерными точками линии пересечения являются точки:

- 1 - крайняя левая точка очерка цилиндра;
- 3 - крайняя правая точка очерка цилиндра;
- 2 и 4 – нижняя и верхняя точки очерка цилиндра.

3. Построение проекций линий пересечения поверхностей.

Фронтальные проекции точек 1 и 3, 1^1 и 3^1 лежат на пересечении крайних левой и правой образующих цилиндра и очерка тора – кольца.

Для построения фронтальной проекции точки 2 проведем через точку 2 фронтальную плоскость уровня α . Эта плоскость касается поверхности цилиндра по образующей и пересекает тор-кольцо по кольцу (рис. 22). Максимальный радиус R_{max2} сечения-кольца равен расстоянию от оси вращения тора до

[Введите текст]

его внешнего очерка, а минимальный радиус R_{min2} сечения-кольца равен расстоянию от оси вращения тора до внутреннего очерка тора по плоскости α . Положение точки 2_2 определяется на пересечении фронтальных проекций сечений поверхностей. Точка 4_2 располагается на невидимой стороне цилиндра и совпадает на фронтальной плоскости проекций с точкой 2_2 , поэтому на чертеже не обозначена.

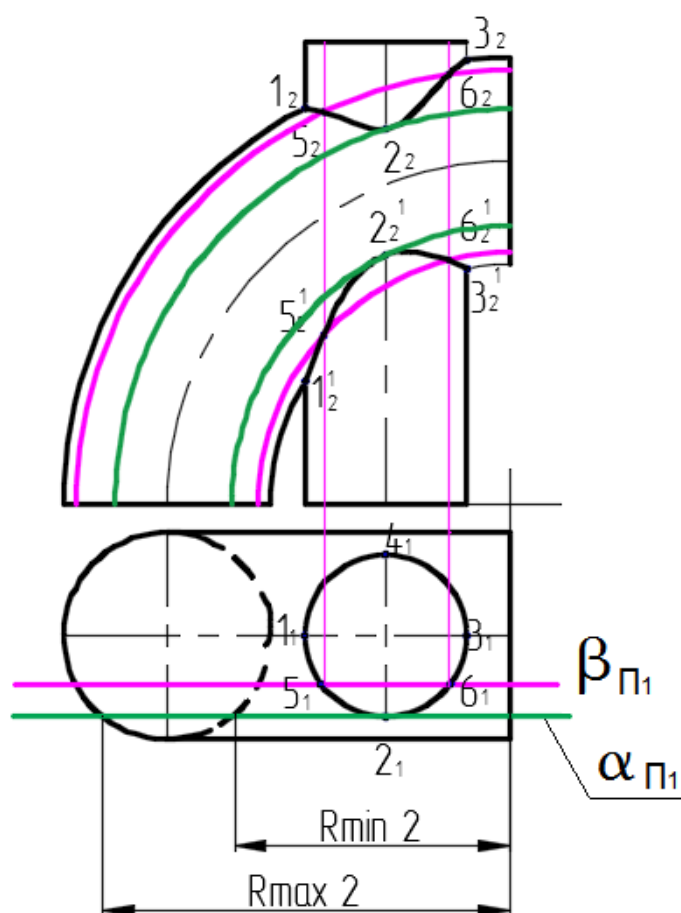


Рис. 22. Линия пересечения тора-кольца и цилиндра

Для построения фронтальных проекций промежуточных точек 5 и 6, 5^1 и 6^1 (эти точки выбраны произвольно на очерке цилиндра) проведем вспомогательную фронтальную плоскость уровня β , которая пересекает тор по кольцу и цилиндр по прямоугольнику. Пересекаясь на фронтальной плоскости проекций сечения поверхностей образуют точки 5_2 и 6_2 , 5_2^1 и 6_2^1 , принадлежащие линии пересечения поверхности тора и цилиндра.

[Введите текст]

Построенная линия пересечения имеет видимую и невидимую стороны. На чертеже обозначены точки расположенные на видимой стороне поверхности цилиндра

2.2. Расчетно-графическая работа. Задание 2

Относительное положение поверхностей. Способ вспомогательных секущих плоскостей

Задача 2.1. Построить три проекции заданных поверхностей и линию их пересечения, используя способ вспомогательных секущих плоскостей.

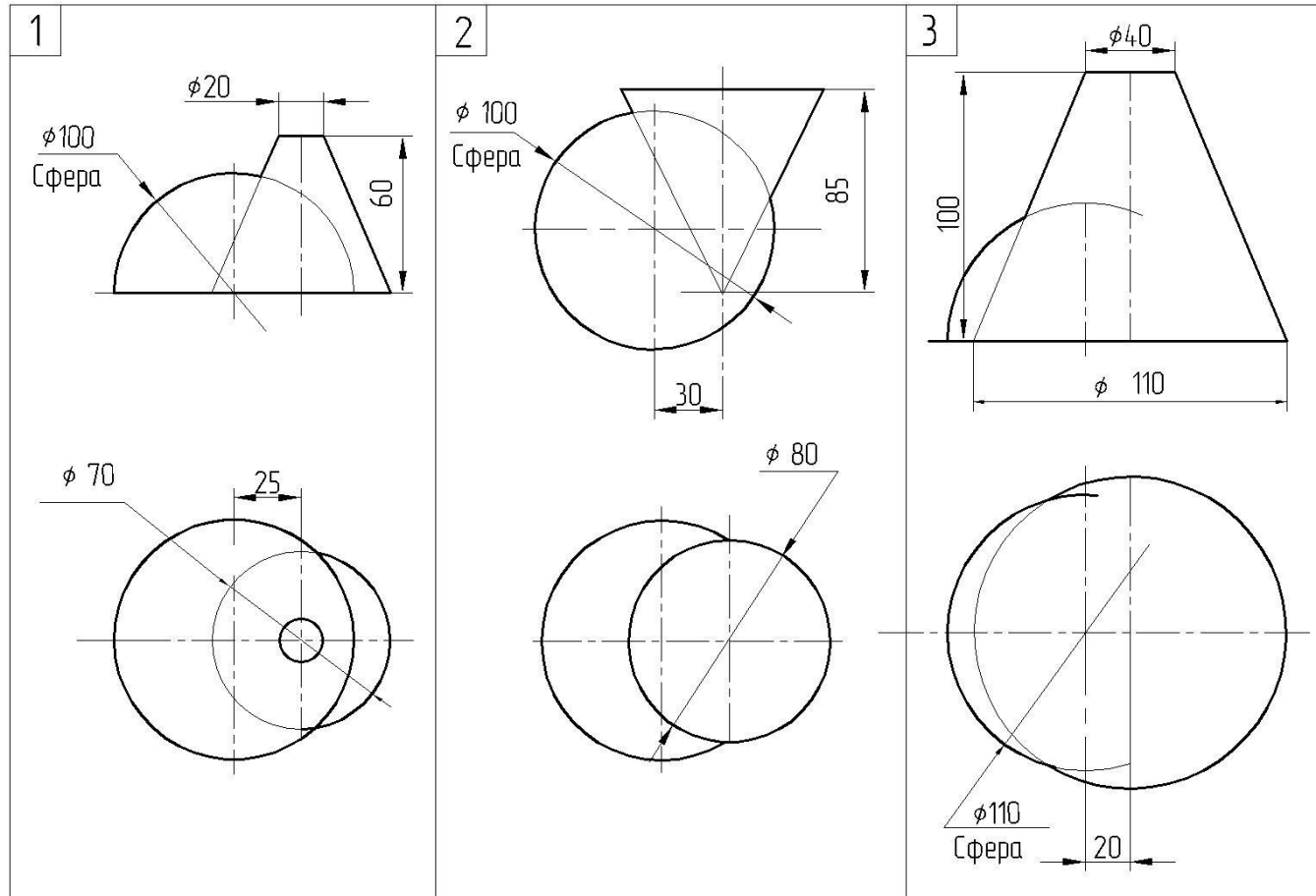
Алгоритм выполнения задания 2 расчетно-графической работы

Задача 2.1.

1. Начертить по исходным данным (табл. 6) две проекции заданных поверхностей.
2. Построить профильную проекцию заданных поверхностей.
3. Определить проецирующие поверхности.
4. Определить все характерные точки линий пересечения.
5. Построить проекции линий пересечения поверхностей используя способ вспомогательных секущих плоскостей
6. Определить видимость линий пересечения поверхностей и очерковых линий поверхностей

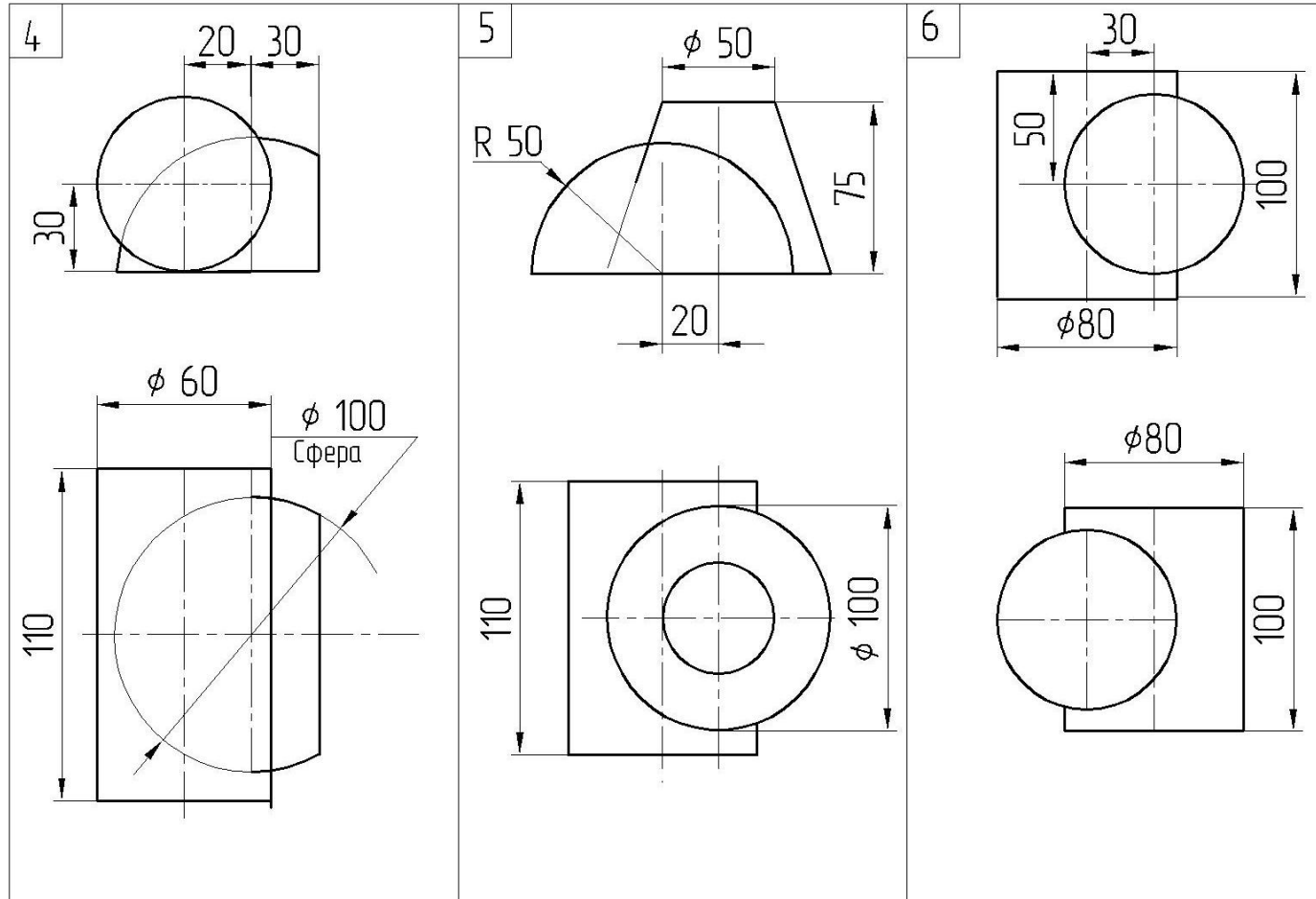
Второе задание расчетно-графической работы выполняется на формате А3, основная надпись по форме 1 (рис. 38). Индивидуальные задания для выполнения второй задачи расчетно-графической работы приведены в таблице 6. Пример выполнения второго задания расчетно-графической работы приведен на рис. 23. Линии построений и вспомогательные линии связи на чертеже не стирать.

[Введите текст]

2.3. Индивидуальные варианты расчетно-графической работы. Задание 2

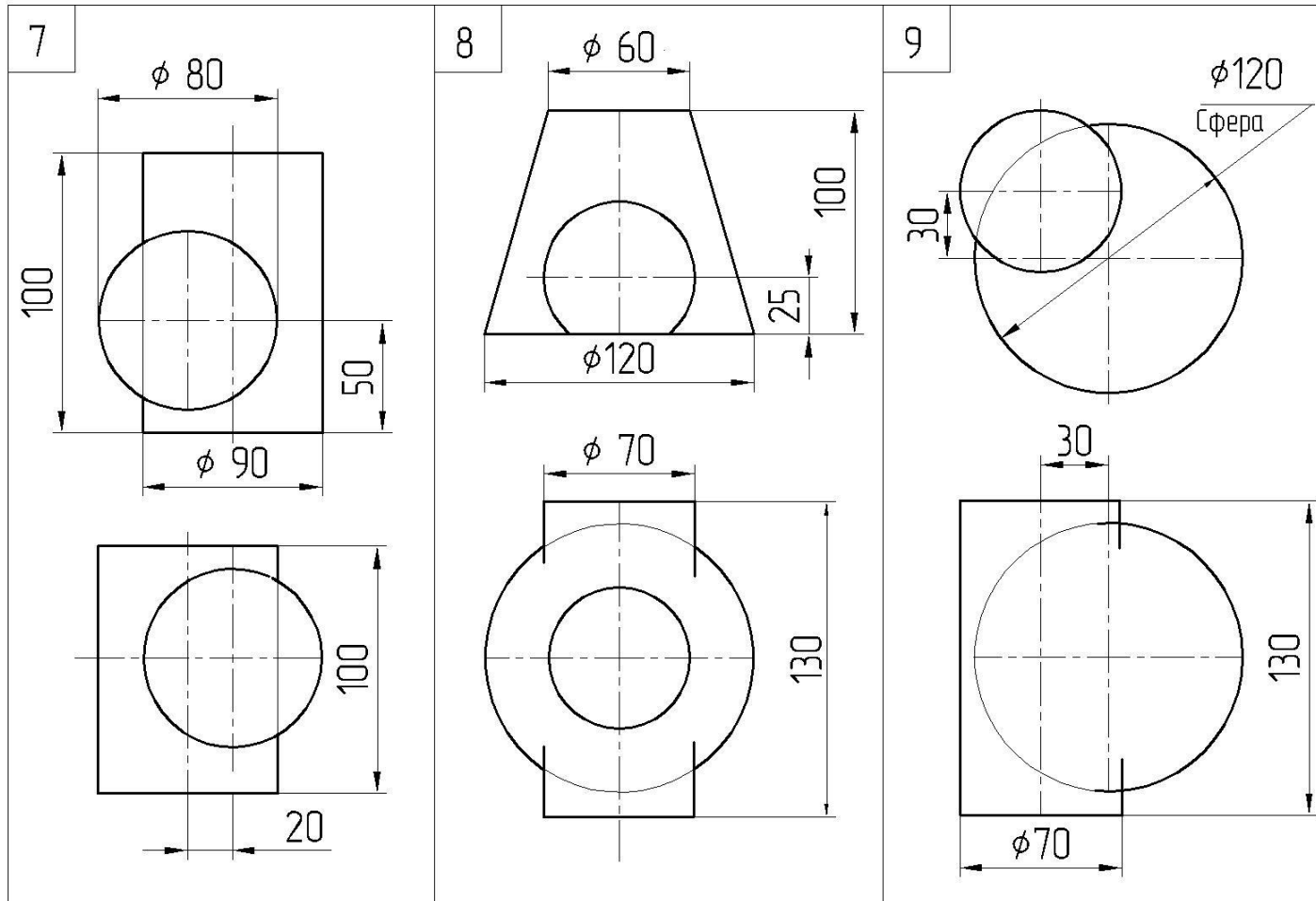
[Введите текст]

Продолжение табл. 6

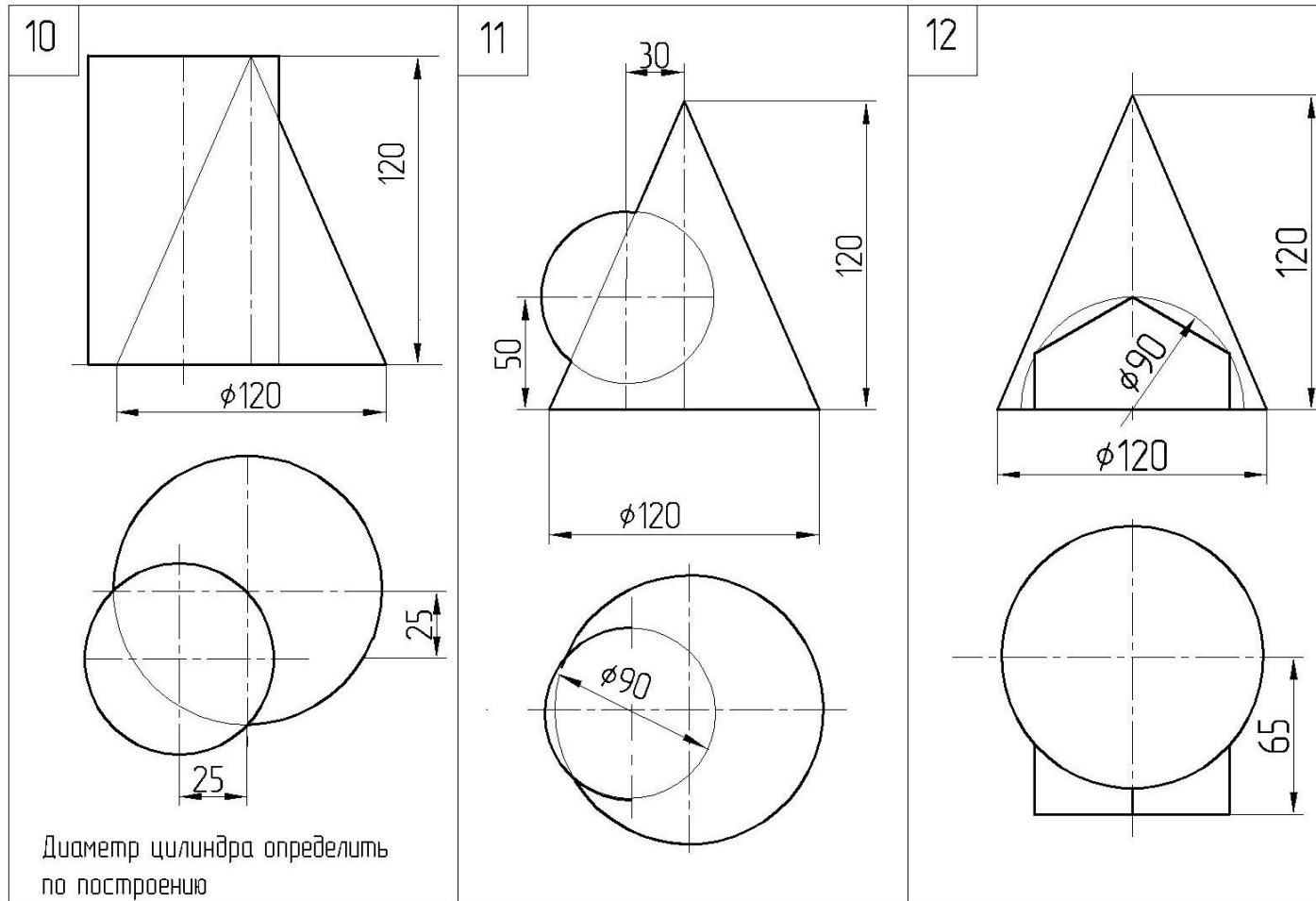


[Введите текст]

Продолжение табл. 6

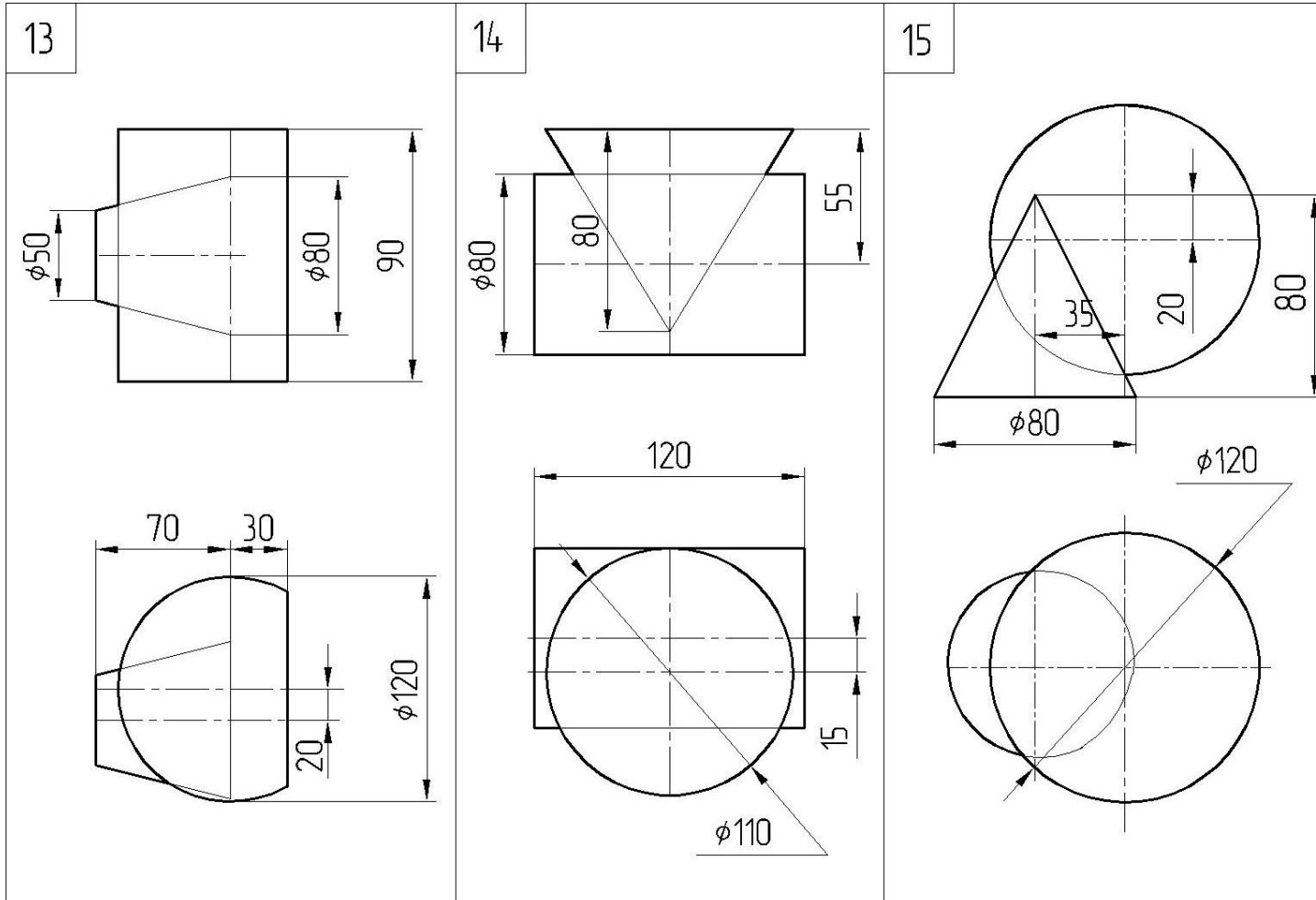


[Введите текст]



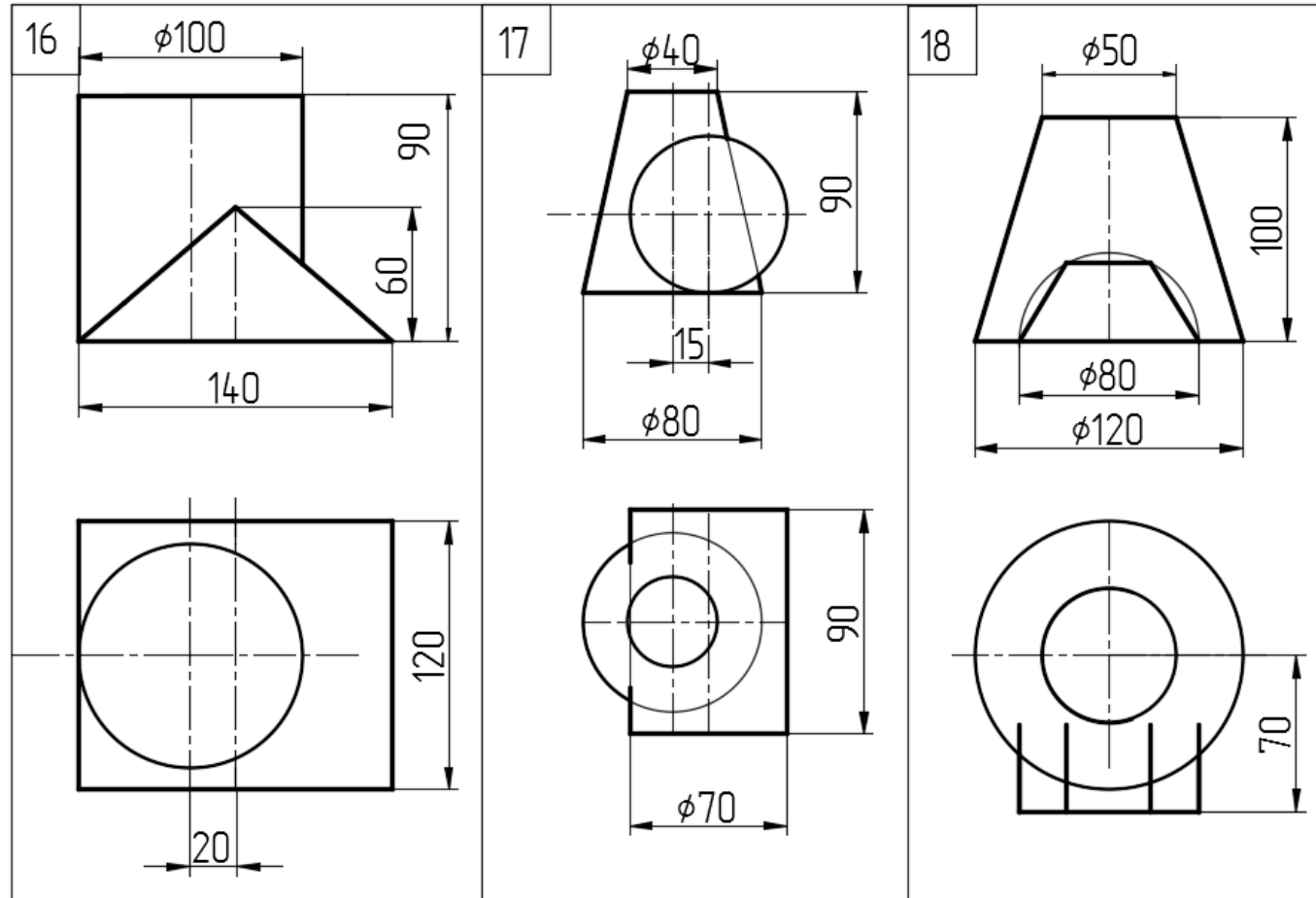
[Введите текст]

Продолжение табл. 6



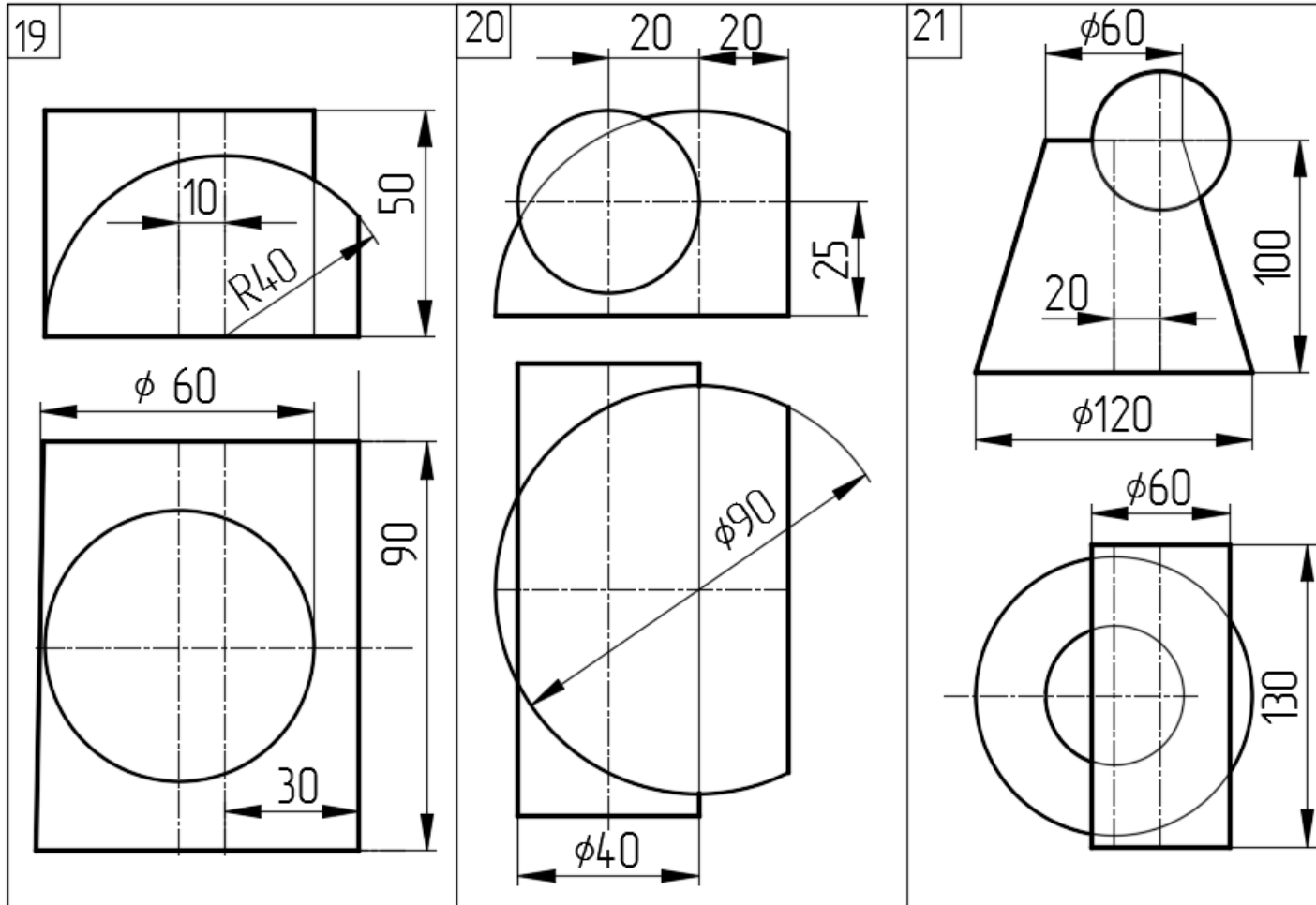
[Введите текст]

Продолжение табл. 6



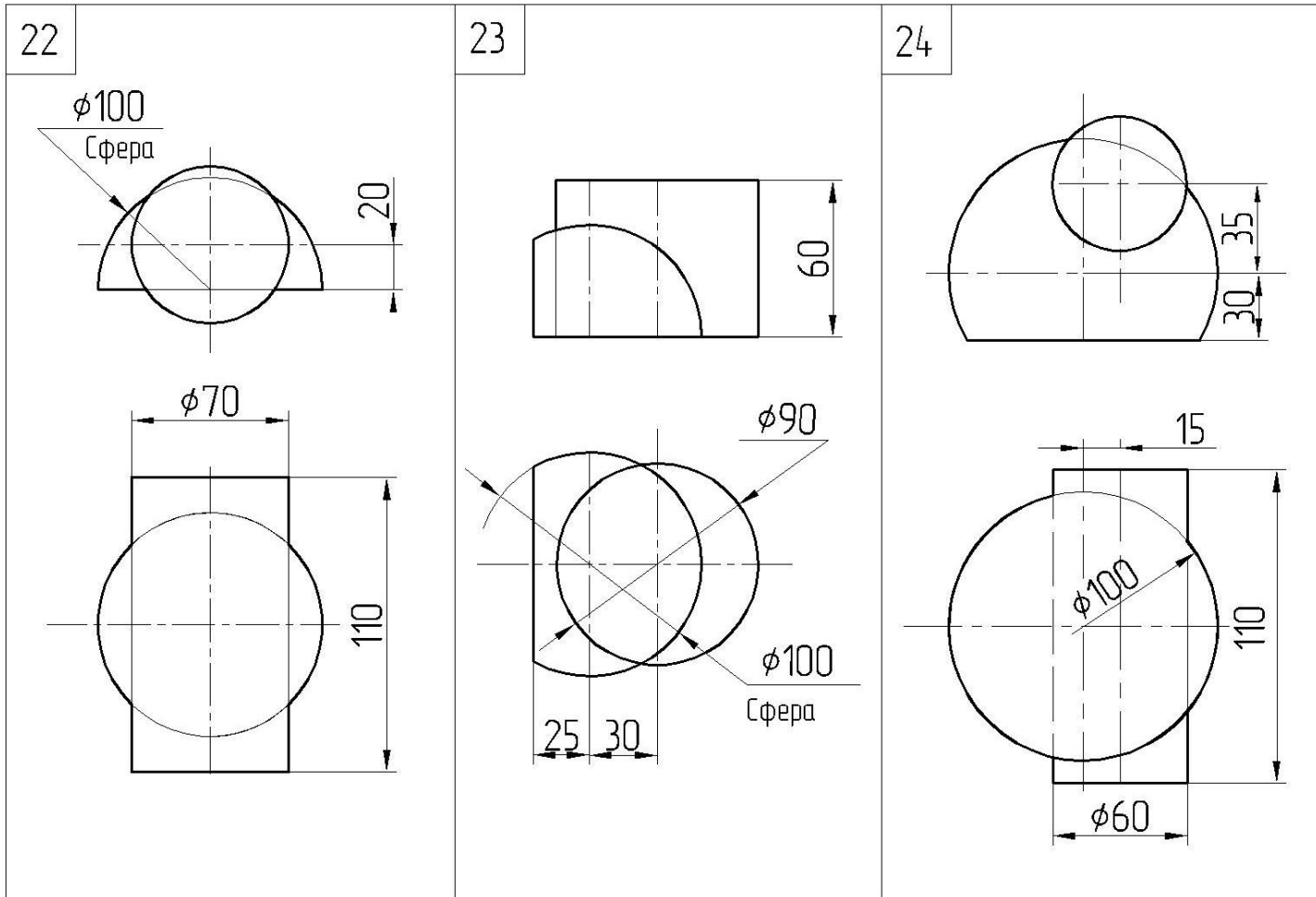
[Введите текст]

Продолжение табл. 6



[Введите текст]

Окончание табл. 6



[Введите текст]

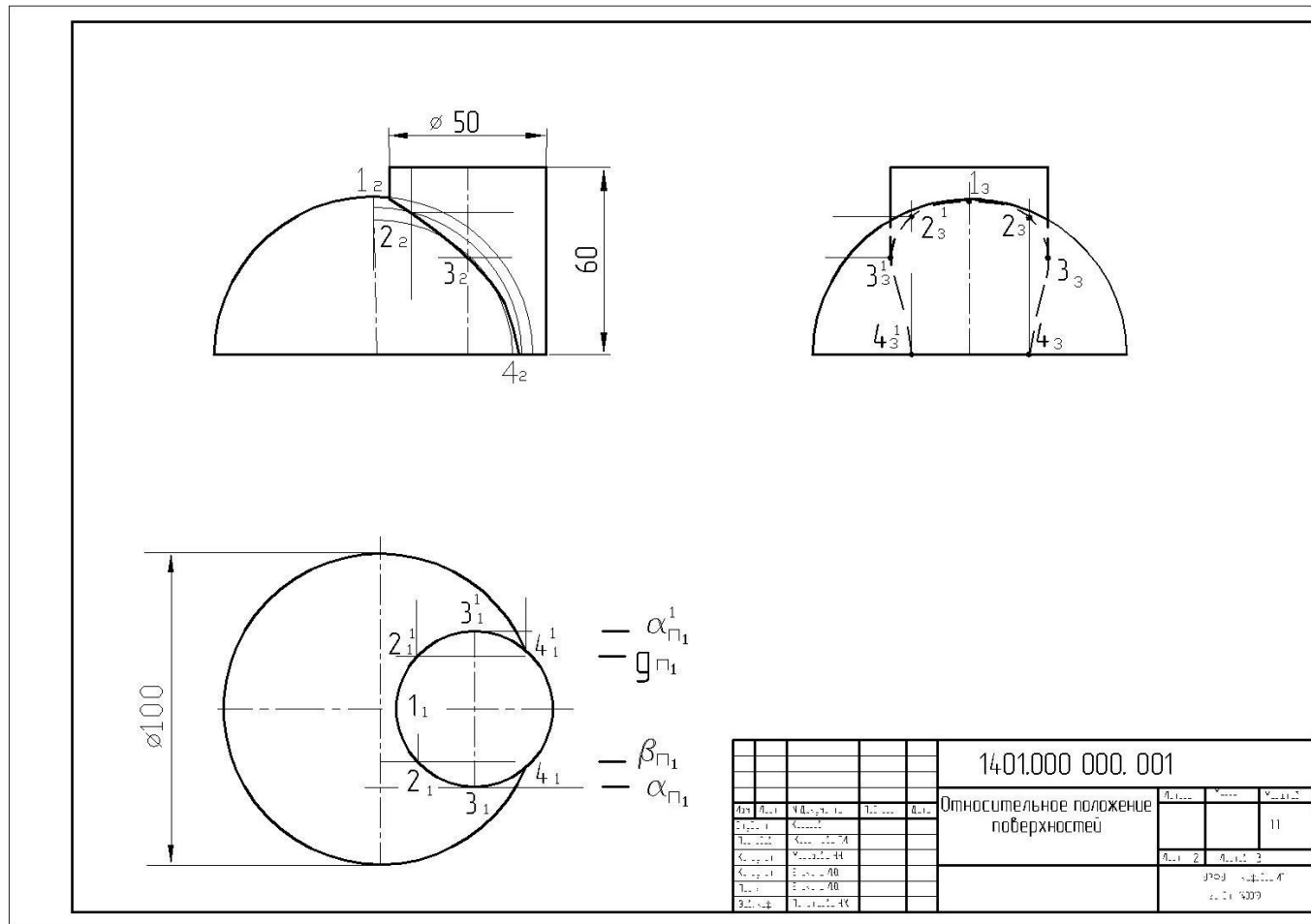


Рис. 23 Относительное положение поверхностей. Способ вспомогательных секущих плоскостей

Пример выполнения второго задания расчетно-графической работы

[Введите текст]

2.4. Способ вспомогательных концентрических сфер

Основной принцип способа концентрических сфер заключается в следующем: сфера с поверхностями вращения, оси которых проходят через центр сферы, пересекается по окружностям, плоскости которых перпендикулярны оси вращения поверхности (рис. 24).

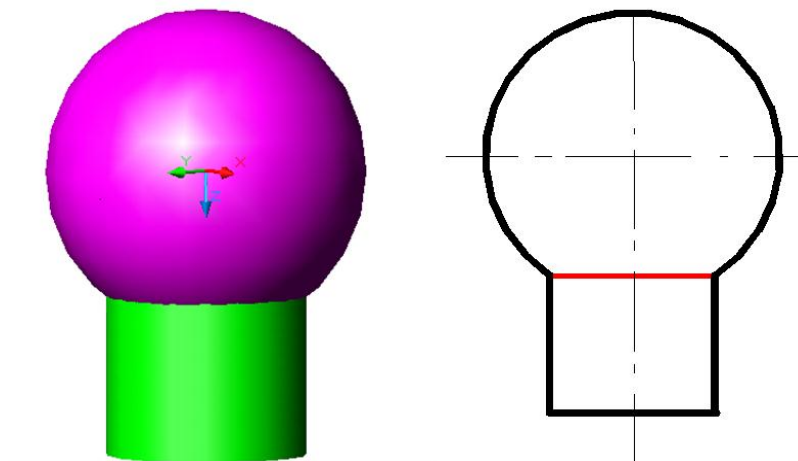


Рис. 24. Основной принцип способа концентрических сфер

Способ концентрических сфер можно использовать для построения линии пересечения поверхностей если:

- пересекаются поверхности вращения;
- оси поверхностей вращения пересекаются;
- поверхности имеют общую плоскость симметрии.

Алгоритм решения задач методом концентрических сфер

1. Начертить по размерам заданную фронтальную проекцию поверхностей.
2. Определить характер кривой линии пересечения поверхностей. Так как обе заданные поверхности - поверхности вращения, то линия их пересечения биквадратная пространственная кривая. В задании обе поверхности вращения имеют общую плоскость симметрии, параллельную фронтальной плоскости
[Введите текст]

проекций. Поэтому фронтальная проекция линии их пересечения является кривой 2-го порядка.

3. Определить точку пересечения осей вращения заданных поверхностей.

4. Обозначить характерные точки, принадлежащие линии пересечения поверхностей. Вследствие условий, указанных в пункте 2, характерные точки будут совпадать с точками пересечения очерков поверхностей.

5. Построить промежуточные точки линии пересечения методом концентрических сфер-посредников, для этого:

- определить центр сфер-посредников. Как правило, это точка O_2 пересечения осей вращения поверхностей на фронтальной плоскости;
- выявить пределы изменения радиуса сферы-посредника:

$$R_{min} < R < R_{max}$$

при этом, R_{max} равен расстоянию от построенного центра сфер до наиболее удаленной точки пересечения очерков поверхностей, а R_{min} равен радиусу сферы, вписанной в большую поверхность. Он определяется большим перпендикуляром к образующим заданных поверхностей из точки O ;

- построить сферу минимального радиуса, которая касается большей поверхности по окружности и пересекает меньшую поверхность по окружности. Точки пересечения двух окружностей — общие точки для двух поверхностей вращения, а следовательно, они принадлежат линии пересечения этих поверхностей.

Каждая из окружностей лежит в плоскости, перпендикулярной оси вращения соответствующей поверхности. Так как оси вращения обеих поверхностей параллельны фронтальной плоскости, окружности проецируются на Π_2 в виде прямолинейных отрезков перпендикулярных осям вращения поверхностей;

- провести еще несколько вспомогательные сфер, радиусом больше минимального и меньше максимального. При построении каждой сферы найти линии ее пересечения с каждой заданной поверхностью, а затем точки пересечения линий пересечения;

[Введите текст]

- если сфера минимального радиуса является общей для двух поверхностей, т.е. одновременно оказалась вписанной в обе поверхности, тогда имеет место частный случай пересечения поверхностей. При этом проекция линии пересечения строится значительно проще: находятся точки пересечения очерков поверхностей и попарно соединяются прямыми линиями крест-накрест от опорных точек (теорема Монжа).

6. Соединить полученные точки плавной кривой линией.

7. Обвести проекции поверхностей и линии их пересечения с учетом видимости.

Построим проекции линии пересечения конуса и цилиндра методом вспомогательных concentric сфер (рис. 25).

1. Начертим проекции заданных поверхностей и определим точку пересечения осей вращения O_2 .

2. Характерные точки 1 и 2 — это точки пересечения очерков поверхностей.

3. Проведем из точки пересечения осей вращения поверхностей O_2 перпендикуляры к образующим заданных поверхностей и определим больший. В приведенном примере это перпендикуляр к образующей конуса отрезок O_2A_2 .

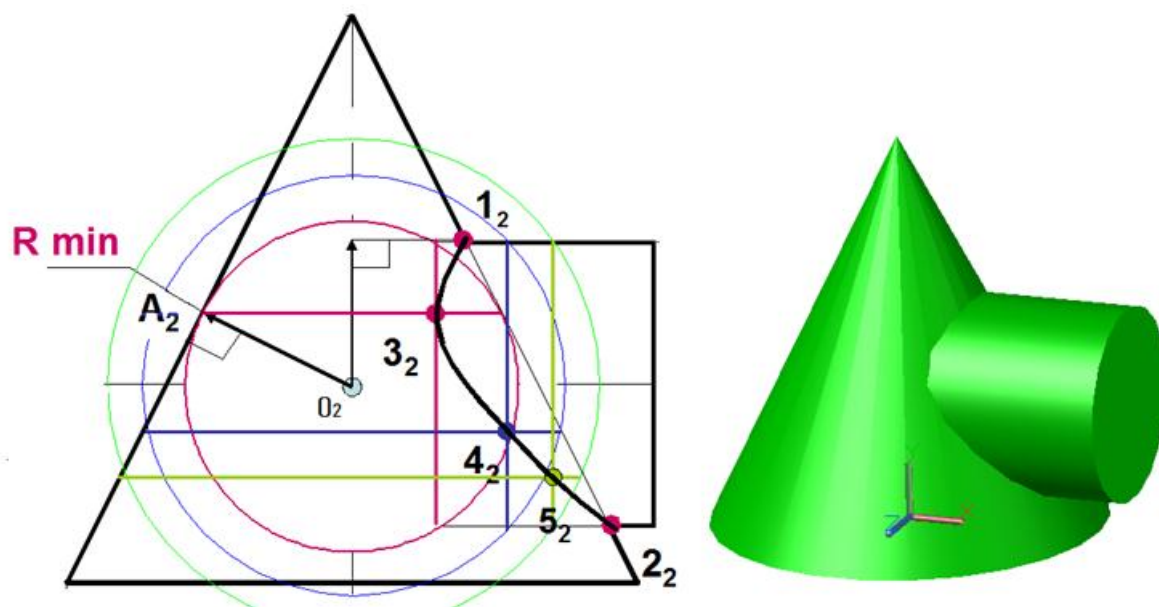


Рис. 25. Построение линии пересечения поверхностей конуса и цилиндра методом вспомогательных concentric сфер

[Введите текст]

4. Начертим вспомогательную сферу минимального радиуса O_2A_2 с центром в точке O_2 (рис. 25). Минимальная сфера касается поверхности конуса по окружности проходящей через точку A_2 и пересекает поверхность цилиндра по окружности. Окружности располагаются перпендикулярно осям вращения поверхностей и поэтому проецируются в прямые линии перпендикулярные осям вращения поверхностей. Общая для заданных поверхностей точка 3 лежит на пересечении построенных проекций окружностей.

5. Строим сферы радиусом большим чем минимальная сфера, но меньше максимальной сферы (рис. 25). Определяем линии пересечения сфер с конусом и цилиндром, это окружности, которые проецируются в прямые перпендикулярные осям вращения поверхностей. Точки пересечения прямых-окружностей определяют общие для поверхностей точки 4 и 5.

Все проекции линий пересечения вспомогательных сфер с заданными поверхностями образуют два семейства параллельных прямых, перпендикулярных соответствующим проекциям осей вращения поверхностей. Пересечение прямой линии одного семейства с соответствующей прямой линией другого семейства и дает нам искомые проекции точек, принадлежащих линии пересечения поверхностей.

6. Соединим плавной кривой видимой линией построенные точки линии пересечения конуса и цилиндра. Видимая часть линии пересечения (располагается на передней части поверхностей) совпадает и закрывает невидимую часть линии пересечения.

Построим проекции линии пересечения поверхностей двух цилиндров (рис. 26).

Алгоритм решения задач способом концентрических сфер не меняется в зависимости от пересекающихся поверхностей. Отличие заключается лишь в определении радиусов минимальной и максимальной сфер. Характерные точки пересечения очерков поверхностей это точки I_2 и 2_2 .

[Введите текст]

Из точки пересечения осей вращения поверхностей O_2 проведем перпендикуляры на образующие поверхностей цилиндров. Большой перпендикуляр определяет радиус минимальной сферы. На рис. 26 минимальная сфера показана красным цветом и она касается горизонтально расположенного цилиндра по окружности расположенной перпендикулярно оси вращения цилиндра. Минимальная сфера пересекает вертикальный цилиндр так же по окружности, которая перпендикулярна оси вращения цилиндра и поэтому проецируется в прямую линию перпендикулярную оси вращения цилиндра. Точка A_2 — точка пересечения окружностей принадлежит линии пересечения поверхностей.

Вспомогательная сфера с величиной радиуса в пределах от R_{min} до R_{max} (рис. 26) пересекает горизонтально расположенный цилиндр по двум окружностям и вертикальный цилиндр по окружности, которые проецируются в прямые линии перпендикулярные осям вращения поверхностей. Пересекаясь окружности определяют еще две точки B и C принадлежащие линии пересечения цилиндров.

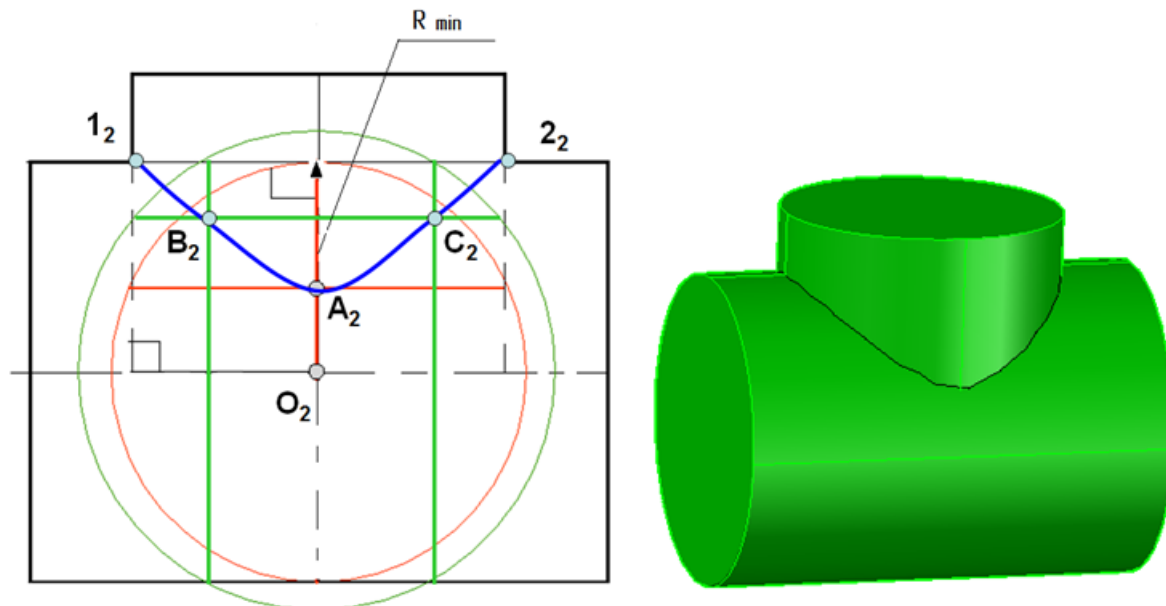


Рис. 26. Построение линии пересечения двух цилиндров

[Введите текст]

2.5. Развертки поверхностей

Развертка поверхности — это плоская фигура, которая получается совмещением всей боковой поверхности тела с плоскостью. Если совмещение происходит без разрывов и складок, поверхность называют развертываемой. К развертываемым поверхностям относятся многогранные, цилиндрические, конические поверхности.

Тела, боковая поверхность которых не может быть совмещена с плоскостью называют не развертываемыми. Например, сфера, торы и т.д. В практике приходится строить развертки и не развертываемых поверхностей.

Развертки поверхностей подразделяют:

- точные — выполненные графоаналитическим методом (рис. 27 и 28);
- приближенные — выполненные способом аппроксимации (рис. 29 и 30);
- условные — развертки не развертываемых поверхностей. При построении таких разверток используют способ двойной аппроксимации.

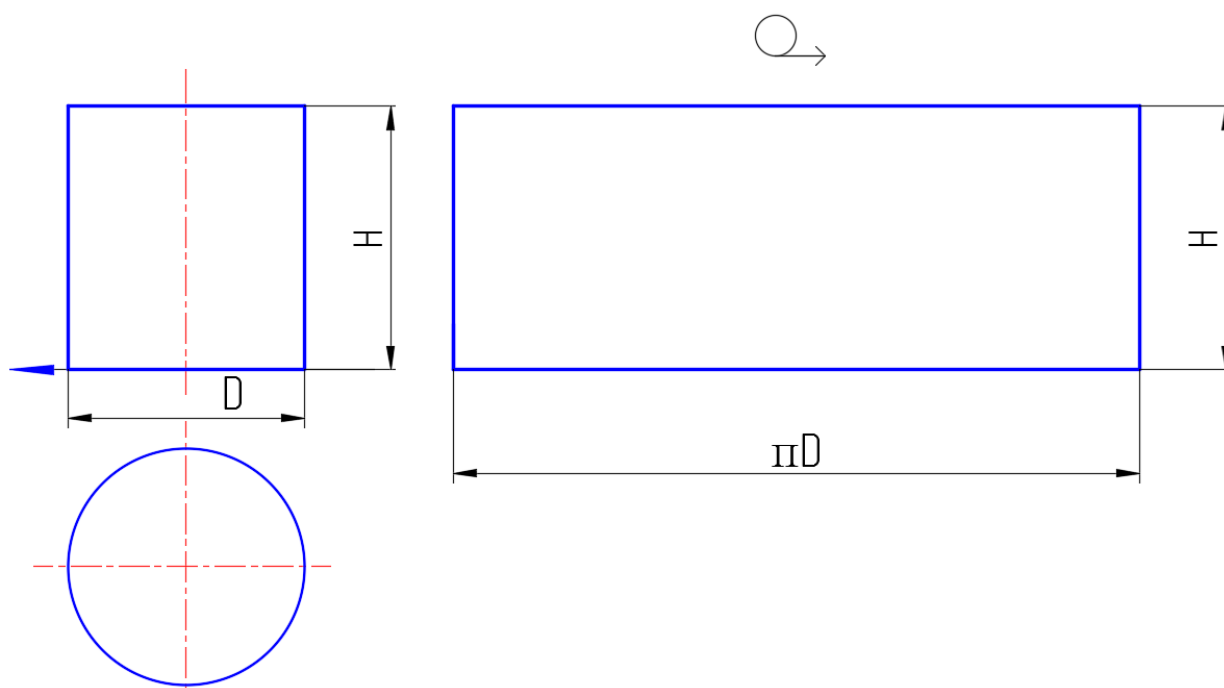


Рис. 27. Точная развертка боковой поверхности цилиндра вращения

[Введите текст]

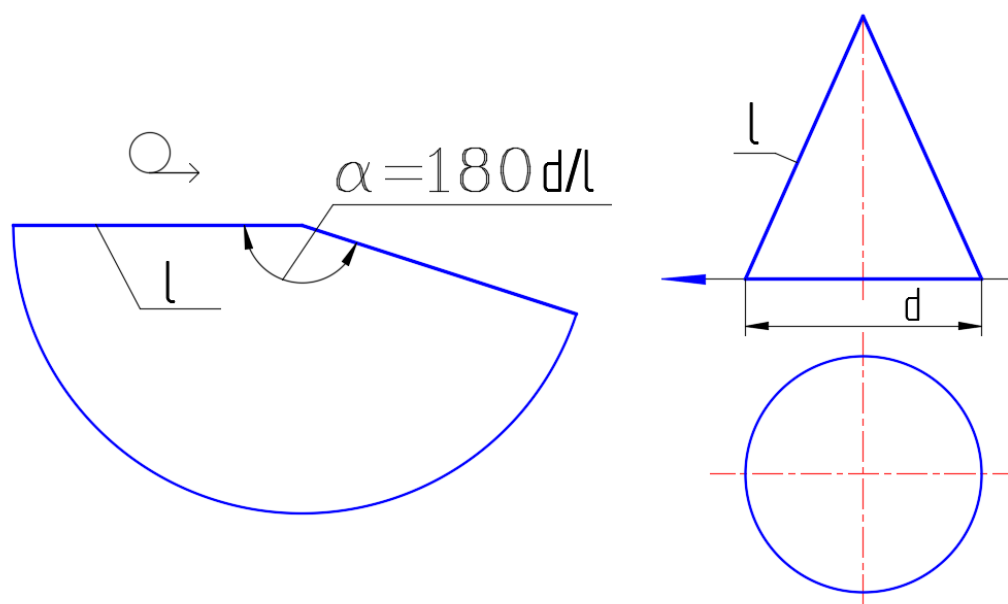


Рис. 28. Точная развертка боковой поверхности конуса вращения

Аппроксимация — это замена заданной поверхности описанной или вписанной в нее гранной поверхностью (близкой к исходной). Например: поверхность цилиндра аппроксимируют вписанной в него поверхностью призмы, а поверхность конуса заменяют вписанной в него поверхностью пирамиды. В основе аппроксимации лежит способ малых хорд — дугу делят на как можно большее количество хорд, затем откладывают их на прямой линии, определяя таким образом длину дуги и получая развертку дуги. Длина дуги или окружности определенная способом аппроксимации искажается и поэтому развертки поверхностей построенные способом аппроксимации называют приближенными.

Последовательность выполнения аппроксимации:

1. В круговое основание заданной поверхности вписывают **правильный многоугольник** (12 или 24 угольники). Так как стороны правильного многоугольника имеют одинаковую величину, то “ошибка” по величине развертки распределяется равномерно по всей длине развертки. На развертке длину

[Введите текст]

окружности определяют как периметр вписанного в окружность многоугольника.

2. Через вершины многоугольника проводят ребра призмы или пирамиды.

Определение натуральных величин ребер призмы или пирамиды, необходимых для построения развертки, выполняют способами преобразований.

Способы построения разверток:

- способ нормального сечения. Нормальное сечение – это сечение поверхности плоскостью перпендикулярной оси вращения поверхности;
- способ триангуляции;
- способ раскатки.

При построении разверток поверхностей цилиндра и конуса вращения используется способ нормального сечения.

Построим развертку поверхности цилиндра с линией сечения (рис. 29).

Круговое основание цилиндра является нормальным сечением поверхности. Аппроксимируем поверхность цилиндра вписанной в него поверхностью 12-ти угольной призмы. Для этого в круговое основание цилиндра впишем правильный 12-ти угольник $1_1-2_1-3_1-4_1-5_1-6_1-7_1-8_1-9_1-10_1-11_1-12_1$, построим фронтальные проекции вершин многоугольника $1_2, 2_2, 3_2, 4_2, 5_2, 6_2, 7_2$ и через них проведем проекции ребер призмы от нижнего основания до сечения. Проекция точек $8, 9, 10, 11, 12$ на фронтальной плоскости совпадают с проекциями точек $1, 2, 3, 4, 5, 6$. На чертеже обозначены только видимые точки (рис. 30).

Развертка цилиндра это часть прямоугольника. Длину прямоугольника на развертке определим как сумму хорд $1_1-2_1, 2_1-3_1, \dots, 10_1-11_1, 11_1-12_1, 12_1-1_1$. Длина развертки цилиндра будет несколько меньше ее реальных размеров, поэтому такая развертка и называется приближенной. Образующие цилиндра и призмы параллельны фронтальной плоскости проекций и проецируются на нее в натуральную величину.

[Введите текст]

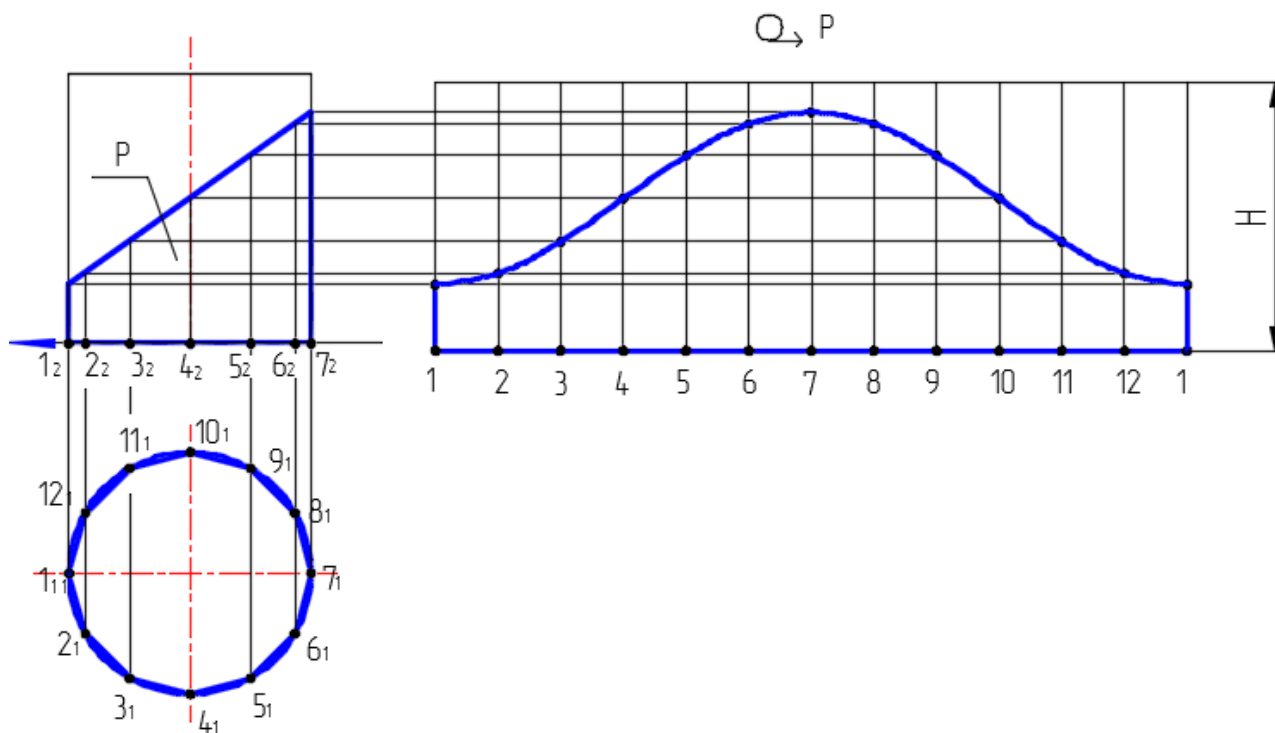


Рис. 29. Развертка боковой поверхности цилиндра вращения с линией сечения способом нормального сечения и аппроксимации

При построении развертки высоту образующих определяем на фронтальной плоскости проекций. Высота каждой образующей равна высоте цилиндра от основания (нормального сечения) до линии сечения наклонной плоскостью.

Построим развертку поверхности конуса вращения с линией сечения (рис. 30).

Первый этап (рис. 30) построения развертки конуса с линией сечения — это построение развертки конуса без линии сечения.

Выполним аппроксимацию конуса. Для этого в круговое основания конуса впишем правильный 12-ти угольник $1_1-2_1-3_1-4_1-5_1-6_1-7_1-8_1-9_1-10_1-11_1-12_1$, построим фронтальные проекции вершин многоугольника и через них прове-

[Введите текст]

дем проекции образующих конуса $S1, S2, S3, S4$ и т.д.. Результат построения показан на рисунке 31.

На фронтальной проекции конуса обозначены только видимые точки. Образующие конуса наклонены к оси вращения конуса и к плоскостям проекций.

Только крайняя правая $S7$ и крайняя левая $S1$ образующие конуса параллельны фронтальной плоскости проекций и поэтому проецируются на нее в натуральную величину.

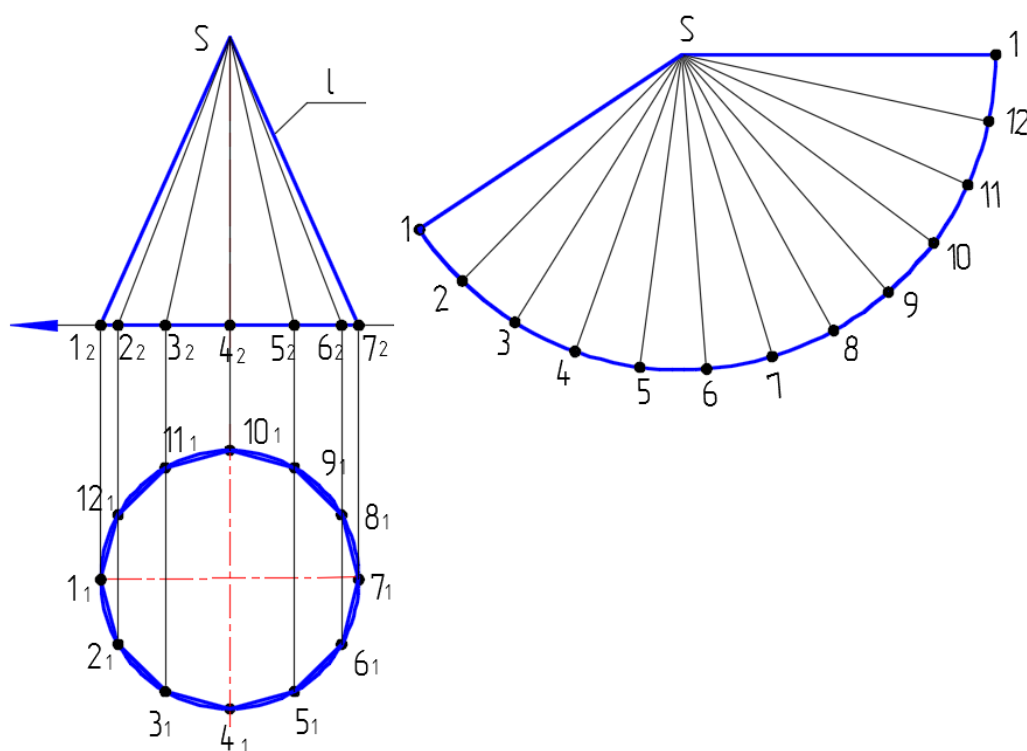


Рис. 30. Построение приближенной развертки конуса вращения

без линии сечения способом нормального сечения и аппроксимации

Развертка конуса это часть кругового сектора, с величиной радиуса равной величине образующей $S7$ или образующей $S1$. Положение точки S при построении развертки выберем на чертеже произвольно. Из точки S проведем дугу радиусом $S1$ или $S7$. Положение точки 1 , на дуге радиуса $S1$ или $S7$, выбираем произвольно и от точки 1 на дуге с помощью циркуля откладываем двенадцать равных хорд, величину которых измеряем на горизонтальной проекции конуса.
[Введите текст]

Построенные на развертке точки $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12$ соединяем с вершиной S (рис. 30).

Второй этап (рис. 31)— это построение на развертке линии сечения или пересечения поверхностей. Расстояния от вершины конуса до точек A, B, C, D, F на образующих конуса определяем способом вращения вокруг прямых перпендикулярных плоскостям проекций.

Расстояние от вершины S до точек A и E измеряем на фронтальной проекции образующих $S1$ и $S7$. Для определения расстояний от вершины S до точек B, C, D, F поворачиваем образующие конуса до положения параллельного фронтальной плоскости проекций, то есть до совпадения с $S1$ или $S7$. Окружности, по которым вращаются точки B, C, D, F , располагаются в горизонтальных плоскостях и на фронтальной плоскости проекций проецируются в прямые $A_2A_2^1, B_2B_2^1, C_2C_2^1, D_2D_2^1, F_2F_2^1$.

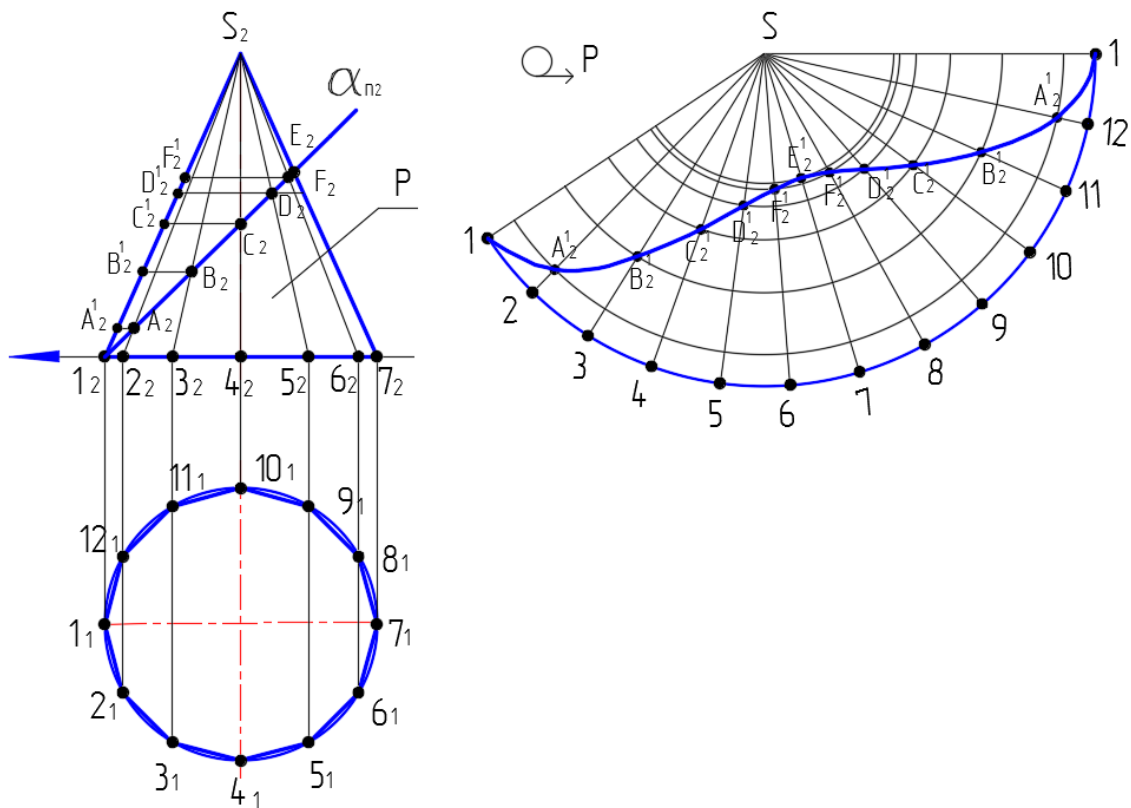


Рис. 31. Развертка конуса с линией сечения

[Введите текст]

При построении точек А, В, С, D, F, E на развертке на образующих конуса S1, S2, S3, S4, S5... и т. д. откладываем расстояние от вершины S до точки на левой крайней или правой крайней образующей. Например, для точки В расстояние $S_2B_2^1$, для точки С расстояние $S_2C_2^1$ т. д..

Построенные на развертке точки I, A_2^1, B_2^1, C_2^1 и т. д. соединяем плавной кривой линией.

Построим развертку поверхности конуса с недоступной вершиной и линию сечения на его развертке.

Недоступной считают такую вершину, которую невозможно построить графически в пределах чертежа.

Построить развертку конуса с недоступной вершиной можно способом триангуляции. Сущность способа заключается в том, что вся боковая поверхность разворачиваемого объекта представляется в виде треугольников. В этом случае построение развертки поверхности конуса сводится к нахождению натуральных величин ребер и граней пирамиды, которой аппроксимируют конус. Для определения натуральных величин каждую грань разбивают на два треугольника. Такой способ представления поверхности называют способом треугольников, *сущность которого состоит в замене любой поверхности многогранной поверхностью с треугольными гранями и называют этот способ – способ триангуляции.*

В реальной практике построение разверток поверхностей чаще всего выполняется способом триангуляции, или как его называют способом вспомогательных треугольников. Этот способ может быть использован и для построения разверток не разворачиваемых поверхностей.

Рассмотрим последовательность построения развертки способом триангуляции. Сначала построим развертку конуса не деформированного, без линий

[Введите текст]

сечения или пересечения (рис. 32, *а*). Затем на построенной развертке построим линию сечения.

Аппроксимируем заданную поверхность усеченного конуса 12-ти угольной усеченной пирамидой. Для этого в круговое основание конуса впишем 12-ти угольник (рис. 32, *б*), через вершины многоугольника проведем ребра пирамиды. Каждая грань пирамиды – трапеция, боковые стороны которой равны (рис. 32, *в*).

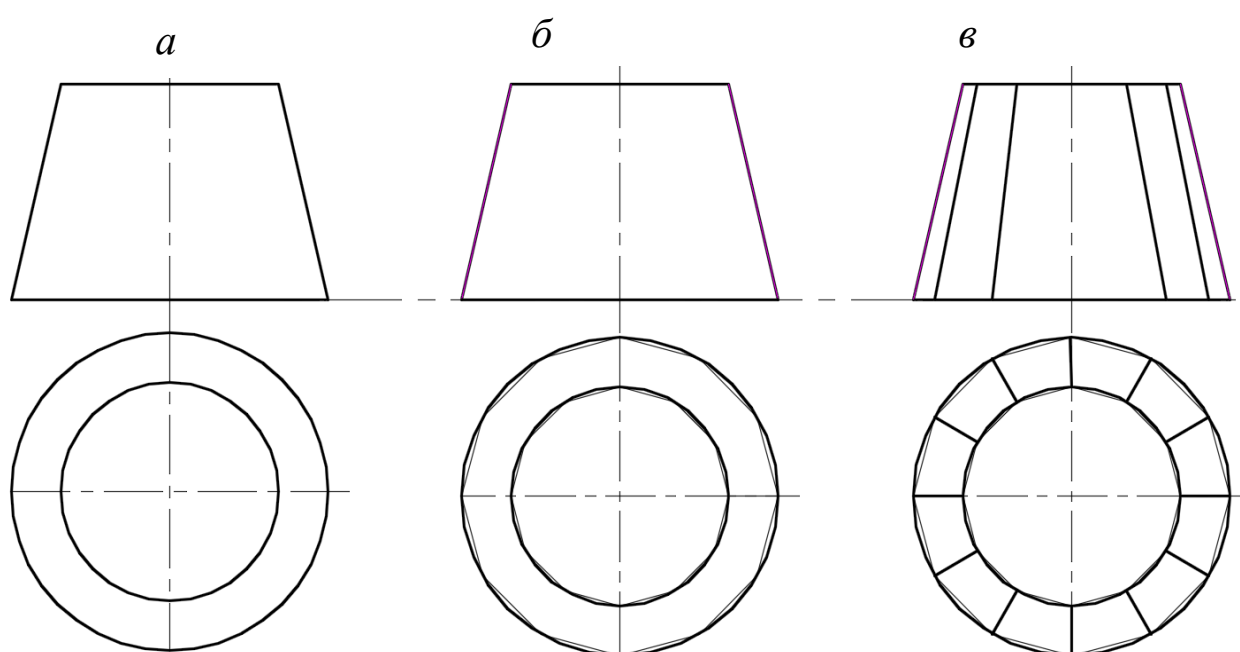


Рис. 32. Построение развертки конуса с недоступной вершиной
способом триангуляции

а – поверхность конуса с недоступной вершиной;

б – круговые основания конуса аппроксимированы правильным 12-ти угольником;

в – через вершины многоугольника проведены ребра пирамиды

Проведем диагонали трапеций, таким образом вся поверхность усеченного конуса будет представлена в виде треугольников 1-2-3, 3-2-4, 3-4-5, 5-4-6, 5-6-7, 7-6-8 и т.д. Стороны треугольников равны хордам верхнего основания конуса (2_1-4_1 , 4_1-6_1 , 6_1-8_1) или нижнего основания конуса (1_1-3_1 , 3_1-5_1 , 5_1-7_1), боковым

[Введите текст]

сторонам трапеции ($1_1-2_1, 3_1-4_1, 5_1-6_1, 7_1-8_1$) или диагоналям трапеции ($1_1-10_1, 3_1-2_1, 5_1-4_1, 7_1-6_1$). Хорды верхнего и нижнего основания конуса проецируются в натуральную величину на горизонтальную плоскость проекций. Натуральная величина боковых сторон трапеций равны величине крайней левой и правой очерковых образующей конуса 1_2-2_2 . Все диагонали трапеций равны и их натуральную величину определяем способом вращения вокруг оси ν перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций (рис. 33).

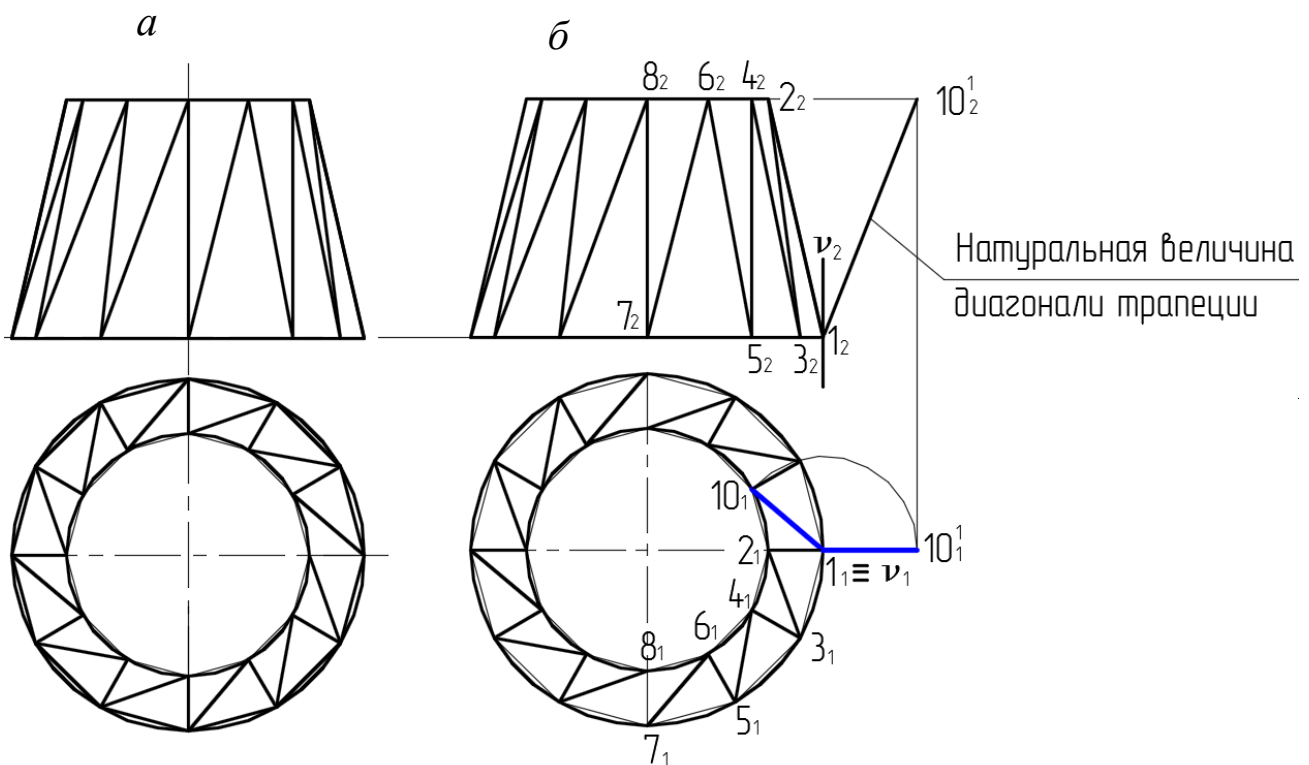


Рис. 33. Построение развертки конуса с недоступной вершиной
способом триангуляции

а – провели диагонали трапеций заменяющих боковую поверхность конуса;

б – определяем натуральную величину диагонали трапеции

Построение развертки выполняем последовательным построением треугольников по трем известным сторонам с помощью засечек – каждая последующая точка треугольника строится на пересечении двух дуг известных

[Введите текст]

радиусов. Например, построим треугольник 1-2-3 и затем 2-3-4. На свободном поле чертеже начертим отрезок длиной 1_2-2_2 , направление отрезка выбираем произвольно. Точку 3 строим на пересечении двух дуг: первую проводим из точки 1 радиусом 1_13_1 , вторую проводим из точки 2 радиусом 2-3 (2-3 равно 1-10). Используя построенные вершины треугольника 2 и 3 строим точку 4 на пересечении двух дуг: первую дугу проводим из точки 2 радиусом 2_14_1 , вторую проводим из точки 3 радиусом 3-4 (3-4 равно 1-10) и т.д.

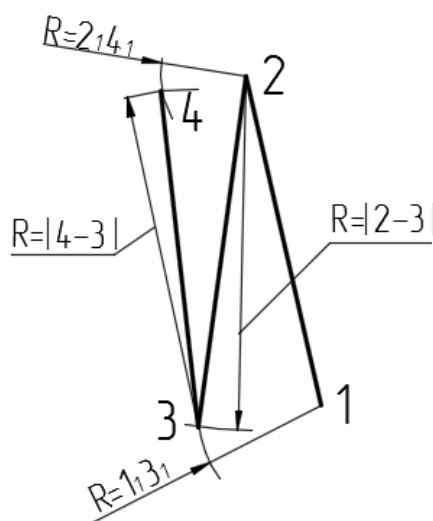


Рис. 34. Построение треугольника по трем известным сторонам

Построение развертки выполняется путем повторения одних и тех же геометрических построений. На рисунке 35 построена половина развертки конуса с недоступной вершиной способом триангуляции. Символ “развернуто” выполнен в соответствии с ГОСТ 2.305-68.

[Введите текст]

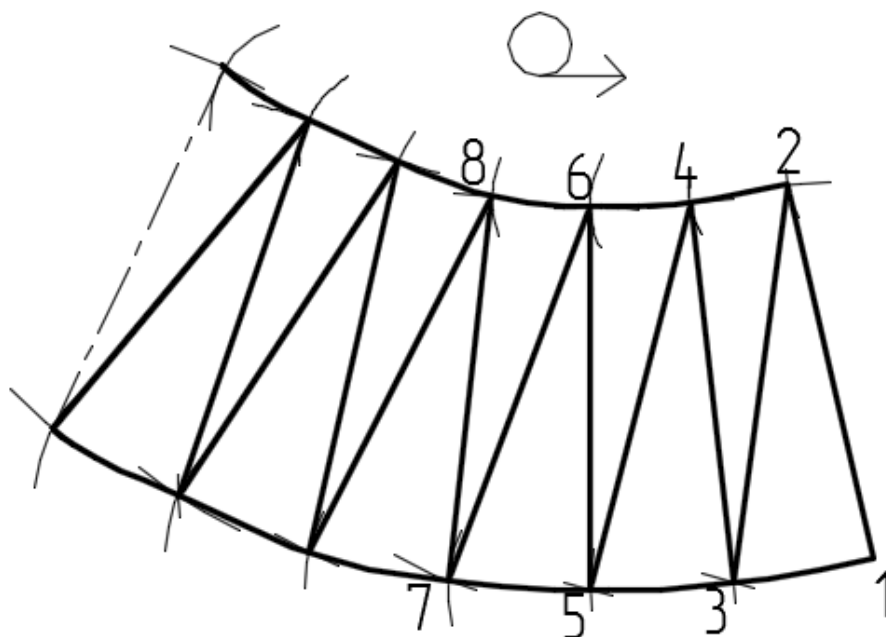


Рис. 35. Развертка половины конуса с недоступной вершиной построенная способом триангуляции

Построим на развертке конуса с недоступной вершиной линию его пересечения со сферой (рис. 36).

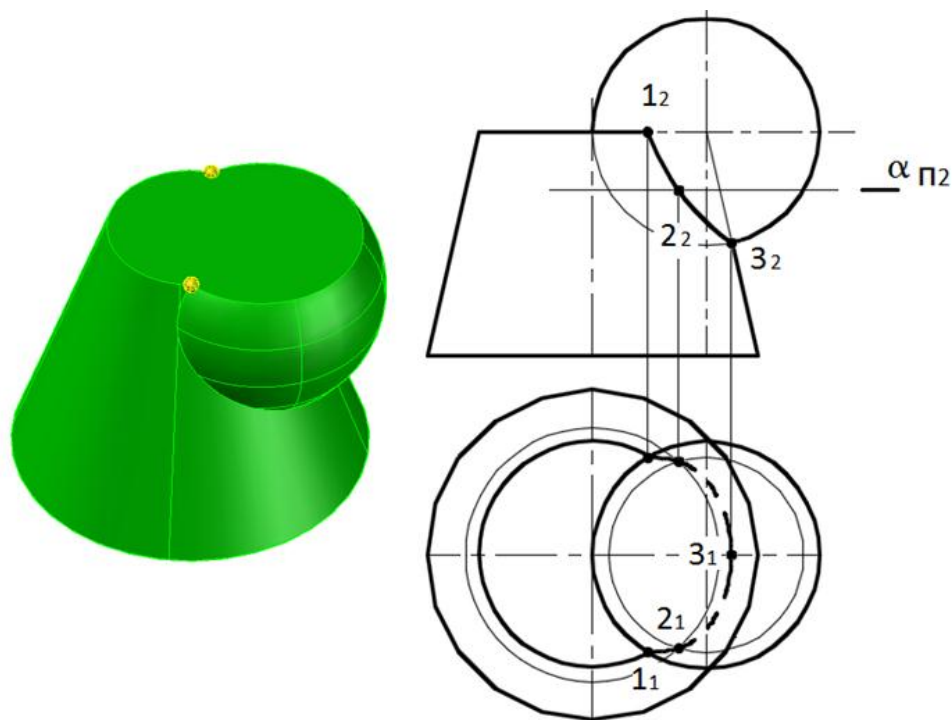


Рис. 36. Линия пересечения конуса с недоступной вершиной и сферы

[Введите текст]

Линия пересечения конуса и сферы пересекается с боковыми сторонами и диагоналями трапеций, аппроксимирующих поверхность конуса, в точках б, А, В, С, D (рис. 37).

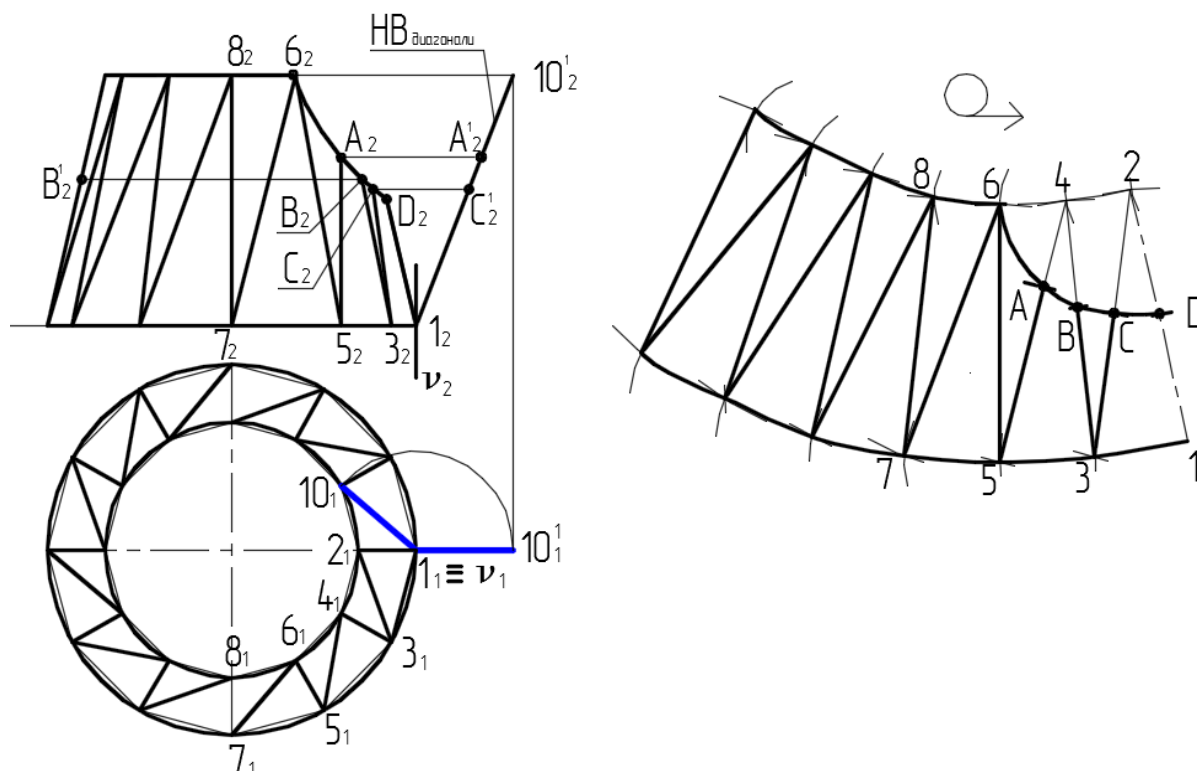


Рис. 37. Конус с недоступной вершиной с линией пересечения поверхностей

Все образующие конуса - боковые стороны трапеций имеют одинаковую величину, но в натуральную величину проецируются только крайняя левая и крайняя правая (1-2) образующие. Все диагонали трапеций имеют одинаковую величину их натуральная величина равна отрезку $1_2-10_2^1$. Откладываем на развертке натуральную величину длины боковой стороны и диагонали трапеции от нижнего основания конуса до точек на линии пересечения: для точки D расстояние 1_2D_2 , для точки C расстояние $1_2C_2^1$, для точки В расстояние от нижнего основания конуса до B_2^1 , для точки А расстояние $1_2A_2^1$. Построенные точки соединяем плавной кривой линией (рис. 37).

[Введите текст]

2.6. Расчетно-графическая работа. Задание 3

Относительное положение поверхностей. Способ вспомогательных секущих концентрических сфер. Развертка поверхности

Задача 3.1. Построить фронтальную проекцию заданных поверхностей и линию их пересечения, используя способ вспомогательных концентрических сферических поверхностей.

Задача 3.2. Построить развертку части поверхности, обозначенной буквой P .

Алгоритм выполнения задания 3 расчетно-графической работы

Задание 3.1.

1. Начертить в левой части листа одну фронтальную проекцию заданных поверхностей (табл. 7).

2. Определить характерные точки линии пересечения, точки пересечения очерков поверхностей

3. Определить положение центра вспомогательных концентрических сфер.

4. Определить радиус минимальной R_{min} и максимальной R_{max} вспомогательных сфер, обозначить их на чертеже.

5. Построить характерные и промежуточные точки линии пересечения поверхностей.

6. Построенные точки соединить плавной кривой линией.

7. Обвести изображение с учетом видимости.

8. Проставить размеры заданных поверхностей.

Задание 3.2.

1. Начертить отдельно часть поверхности, обозначенной буквой P (если это необходимо для построения развертки), расположенной между линией пересечения и основанием поверхности.

[Введите текст]

2. Построить развертку указанной поверхности. Предварительно произвести аппроксимацию поверхности.

3. Обозначить развертку поверхности, обвести изображение.

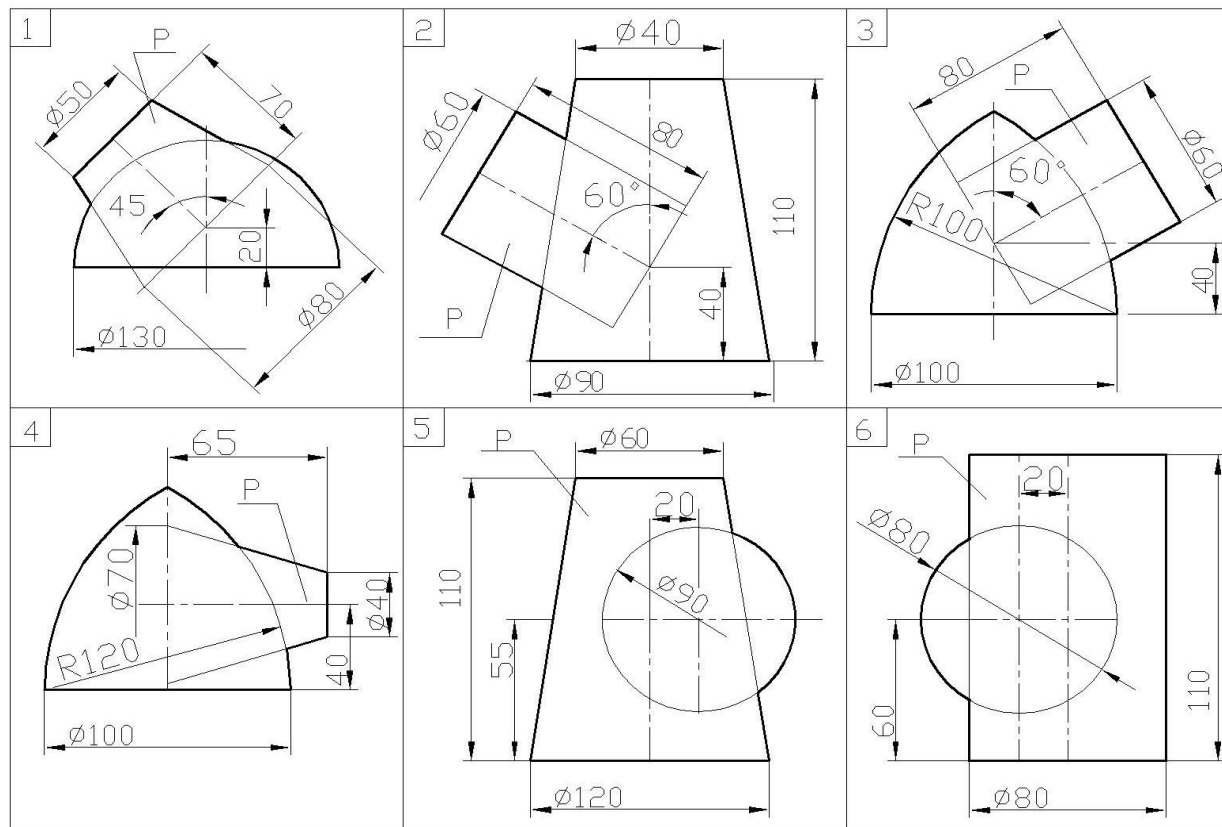
Третье задание расчетно-графической работы выполняется на формате А3, основная надпись по форме 1 (рис. 38). Индивидуальные задания для выполнения третьего задания расчетно-графической работы представлены в таблице 7. Линии построений и вспомогательные линии связи на чертеже не стирать. Пример выполнения третьего задания расчетно-графической работы приведен на рис. 38.

[Введите текст]

Таблица 7

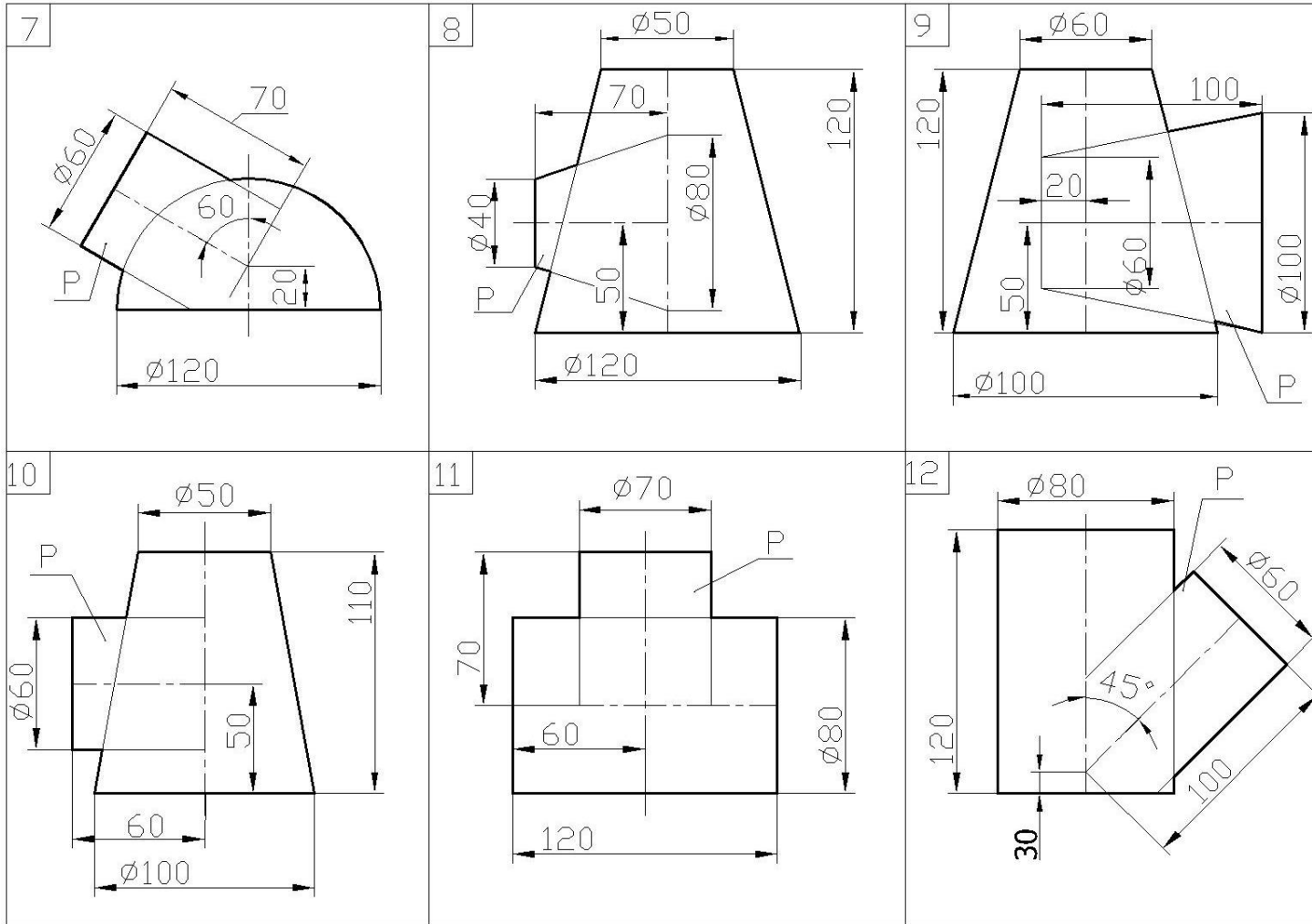
2.7. Индивидуальные варианты расчетно-графической работы. Задание 3

Относительное положение поверхностей. Способ вспомогательных концентрических сфер Развертка поверхности



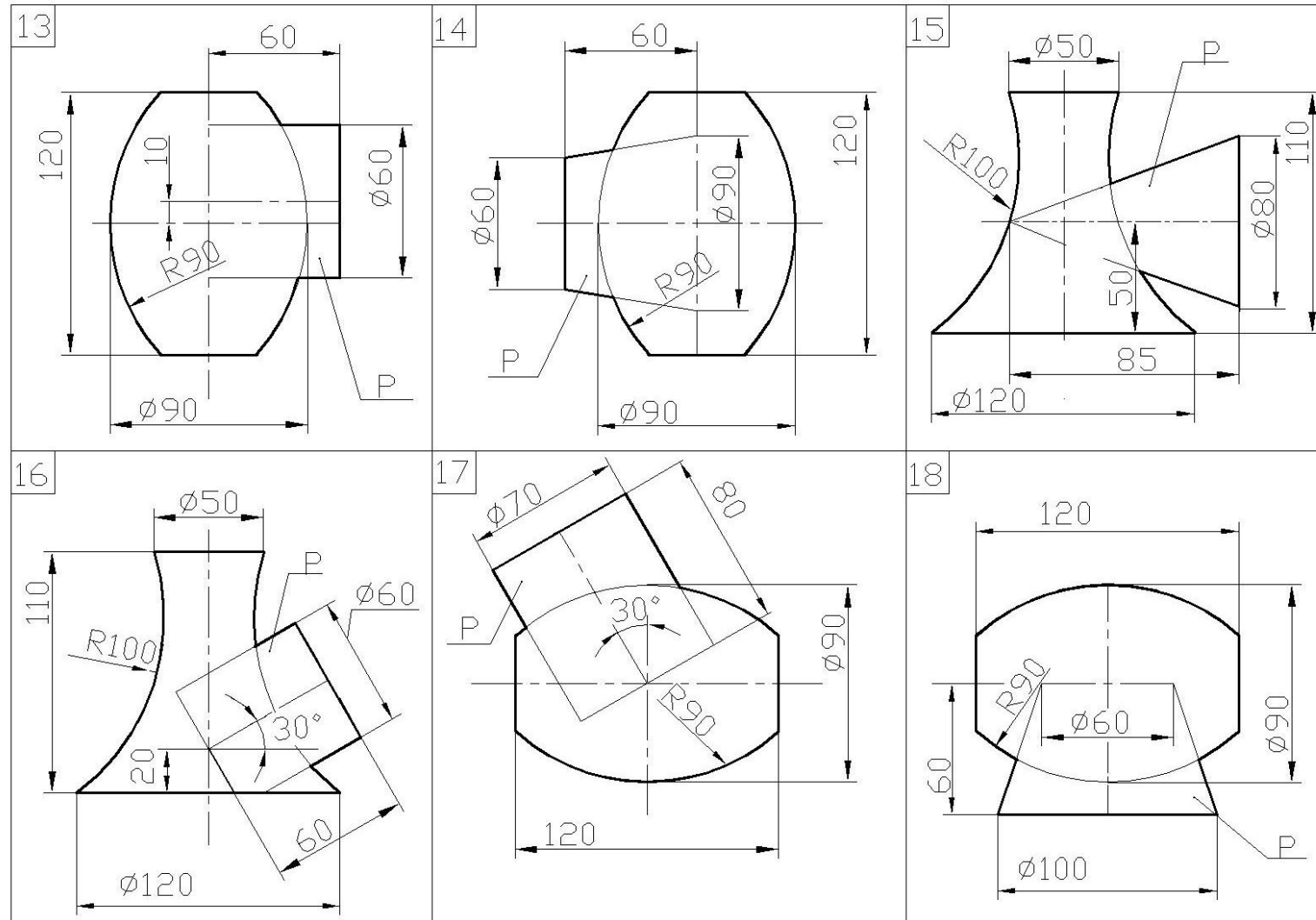
[Введите текст]

Продолжение табл. 7



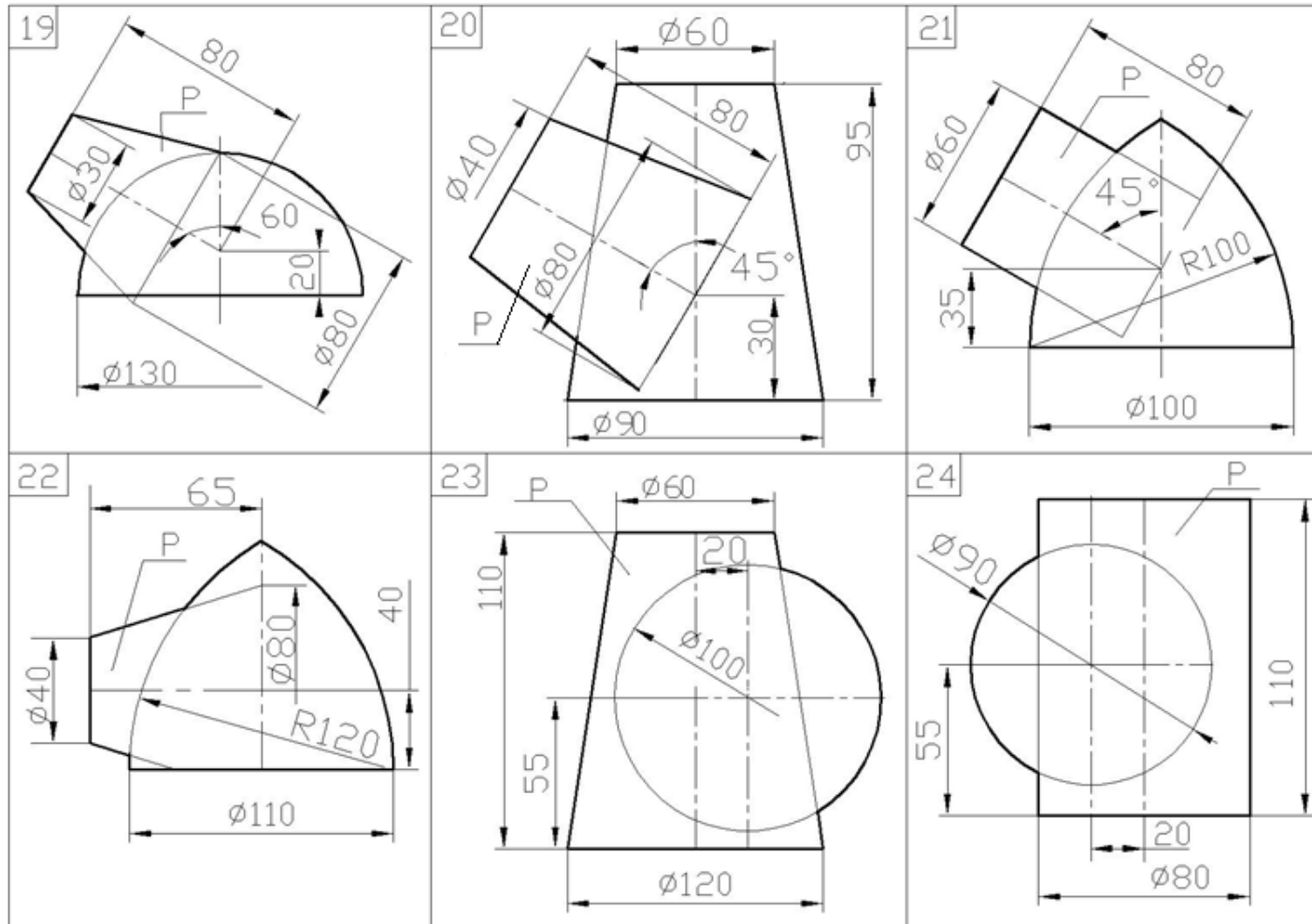
[Введите текст]

Продолжение табл. 7



[Введите т

Окончание табл. 7



[Введите текст]

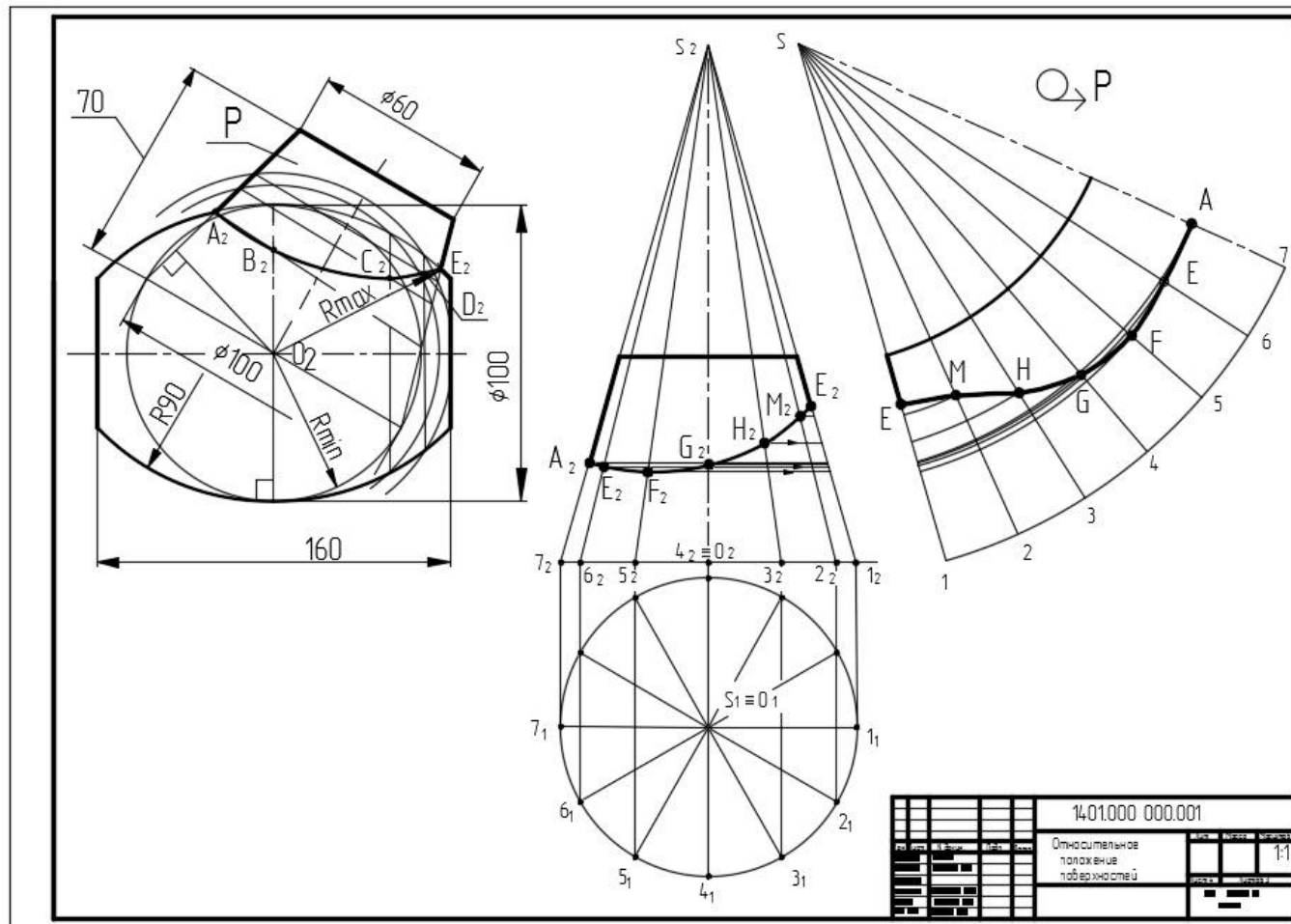


Рис. 38. Относительное положение поверхностей. Способ вспомогательных концентрических поверхностей. Развертка поверхности

Пример выполнения третьего задания расчетно-графической работы

[Введите текст]

2.8. Вопросы для самоконтроля по разделу «Начертательная геометрия»

1. Какие форматы листов устанавливает стандарт ЕКСД для чертежей и текстовых документов?

2. В чем отличие рамки формата от рамки чертежа?

3. Какие основные надписи применяются для оформления ортогональных чертежей по ГОСТ 2.304-2006?

4. В какой стороне формата располагают основную надпись чертежа?

5. Сколько основных плоскостей проекций на ортогональном чертеже поверхности?

6. В чем основное отличие многогранника от поверхности вращения второго порядка?

7. Определите сущность способа вспомогательных секущих плоскостей.

8. Как называется объект пространства, получающийся при пересечении поверхности и плоскости?

9. Какая плоскость называется проецирующей? Определите ее свойства.

10. Какая плоскость является плоскостью уровня? Определите ее свойства.

11. Сформулируйте понятие сечение поверхности.

12. Каким образом на эпюре обозначают секущую плоскость?

13. Какие геометрические фигуры могут быть получены при сечении цилиндра проецирующими плоскостями?

14. Какие геометрические фигуры могут быть получены при сечении конуса плоскостями уровня?

15. Какие геометрические фигуры могут быть получены при сечении конуса проецирующими плоскостями?

16. Какие способы применяют для определения натуральной величины фигуры сечения поверхности проецирующей плоскостью?

[Введите текст]

17. Какая форма бывает у сечений поверхностей при решении задач способом секущих плоскостей?
18. Какую форму имеют сечения по сферической поверхности?
19. Какую форму имеют сечения по конической поверхности?
20. Какую форму имеют сечения по цилиндрической поверхности?
21. Какие способы построения линий пересечения поверхностей Вам известны?
22. Определите алгоритм построения линии пересечения двух многогранников.
23. Где располагаются характерные точки линии пересечения поверхностей при решении задач способом вспомогательных секущих плоскостей?
24. Сформулируйте понятие «Проецирующая поверхность». Какими признаками она должна обладать?
25. Определите условия, при которых задачу можно решать способом концентрических сфер?
26. Как определить величину минимальной сферы (способ концентрических сфер)?
27. Как определить центр вспомогательных сфер (способ концентрических сфер)?
28. Где располагаются характерные точки линии пересечения поверхностей при решении задач способом концентрических сфер?
29. Определите формулу расчета длины окружности при построении развертки прямого кругового цилиндра.
30. Как изображается развертка прямого кругового конуса?
31. Что называется разверткой поверхности?
32. В чем основное отличие поверхностей разворачиваемых и неразворачиваемых?
33. Сформулируйте понятие аппроксимация поверхности.
[Введите текст]

34. Определите последовательность выполнения аппроксимации.
35. Какой поверхностью аппроксимируют поверхность конуса вращения?
36. Какой поверхностью аппроксимируют поверхность цилиндра вращения?
37. Каким символом на чертеже обозначают развертку поверхности?

3. ОСНОВЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ. ГОСТ 2.305-2008 – ИЗОБРАЖЕНИЯ: ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

*Цель и задачи раздела*2 изучение ГОСТов Единой системы конструкторской документации(ЕСКД) по оформлению чертежей ГОСТ 2.301-68 – ГОСТ 2.304-68, освоение правил построения изображений предметов методом ортогонального проецирования в соответствии с требованиями ГОСТ 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения», изучение правил графических обозначений материалов и нанесения их на чертежах по ГОСТ 2.306-68, изучение правил нанесения размеров на машиностроительных чертежах в соответствии с ГОСТ 2.307-2011. В первом семестре по этому разделу выполняется графическая работа по теме «Сложные разрезы».

Во втором семестре – знакомство с видами изделий, изучение правил изображения резьб в соответствии с ГОСТ 11078-82 «Резьба. Термины и определения», выполнение изображений соединений разъемных (стандартными крепежными деталями) и соединений неразъемных (сварных).

3.1. Изображения: виды, разрезы, сечения (тема 1402)

Изображения, встречающиеся на чертежах,² это виды, разрезы и сечения.

Вид – ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета, расположенного между ним и плоскостью проецирования. Виды бывают основные (получаются при проецировании предмета на основные плоскости проекций, рис.39), дополнительные (получаются при про-

[Введите текст]

ецировании предмета на дополнительные плоскости, не параллельные основным, но параллельные поверхности предмета, рис. 41), местные (изображение части поверхности предмета, рис. 42).

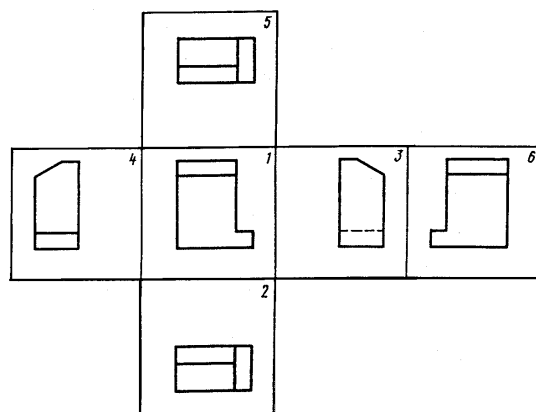


Рис. 39. Основные виды: 1 – вид спереди (главный вид); 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади

Названия видов, находящихся в проекционной связи с главным изображением, на чертежах не надписывают. Когда какой-либо вид (сверху, слева, справа, снизу, сзади) смещен относительно главного изображения, то направление взгляда указывают стрелкой, обозначаемой прописной буквой, а соответствующие виды отмечают на чертеже надписью по типу *A*. Так же оформляют чертежи, если вид отделен от главного изображения другими изображениями или расположен не на одном листе с главным изображением. Соотношение размеров стрелки, указывающие направление взгляда, приведено на рис. 40.

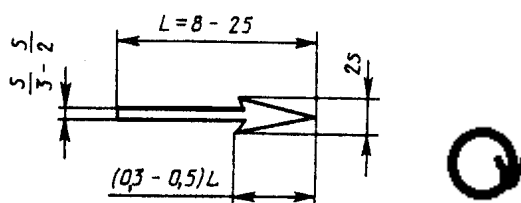


Рис. 40. Размеры стрелки для направления взгляда. Знак «Повернуто»

[Введите текст]

Если дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с изображением (см. рис. 41), стрелку и надпись над видом не наносят. Для удобства черчения чертежа дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении. При этом к надписи должно быть добавлен знак (повернуто), см. рис. 40. Размер шрифта буквенных обозначений видов берут примерно в два раза больше размера цифр размерных чисел.

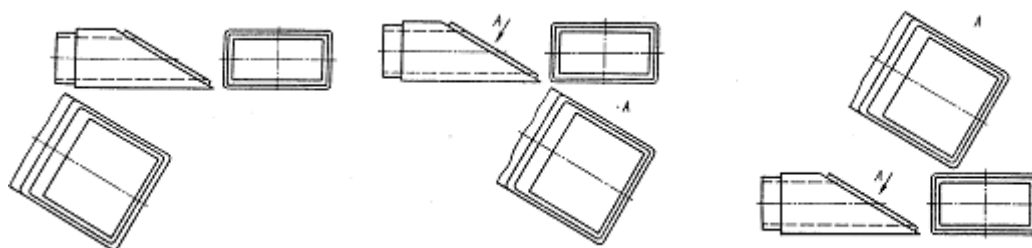


Рис. 41. Дополнительные виды

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называется *местным видом*. На местном виде может быть вычерчена часть поверхности предмета, на которой находится изображенный участок. В этом случае местный вид ограничивают сплошной волнистой линией (рис 42). Местный вид должен быть отмечен на чертеже подобно дополнительному виду: направление взгляда и буквой.

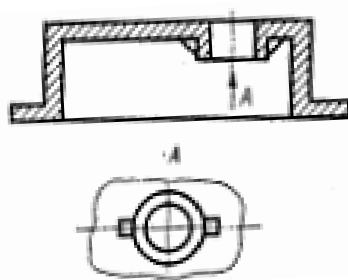


Рис. 42. Местный вид

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими секущими плоскостями. Разрезы в зависимости от количества секу-

[Введите текст]

щих плоскостей (рис. 43) подразделяются на простые (одна секущая плоскость) и сложные (секущих плоскостей две и более).

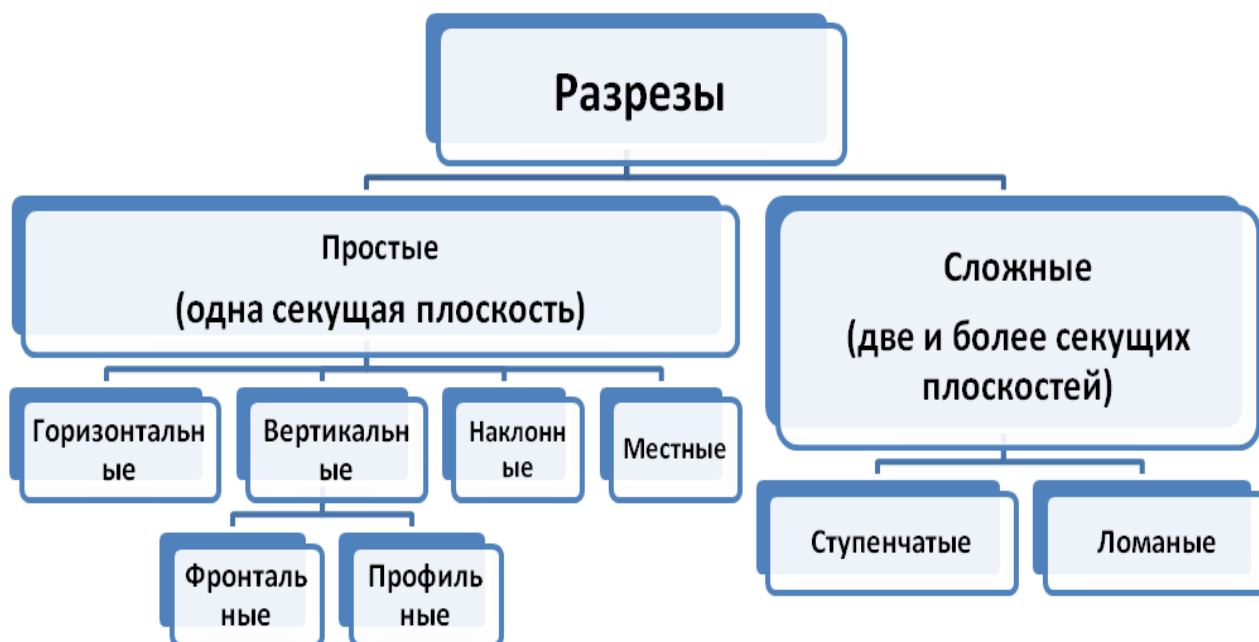


Рис. 43. Классификация разрезов

Предмет мысленно рассекают плоскостью, часть предмета, расположенная между наблюдателем и секущей плоскостью, удаляется (рис. 44). В разрезе показывают то, что попало в секущую плоскость и находится за ней.

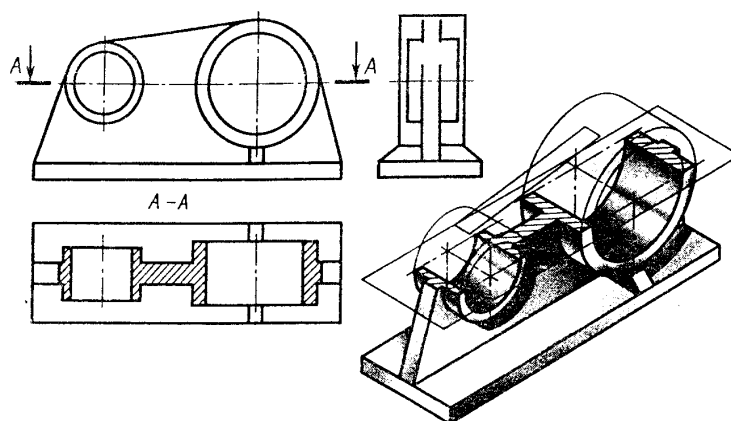


Рис. 44 Простой горизонтальный разрез

[Введите текст]

В зависимости от расположения секущей плоскости простые разрезы могут быть горизонтальными, фронтальными и профильными и расположены на месте соответствующих основных видов.

Если секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого (рис. 45), или секущая плоскость которого не параллельна ни одной из основных плоскостей проекций называются **наклонными**.

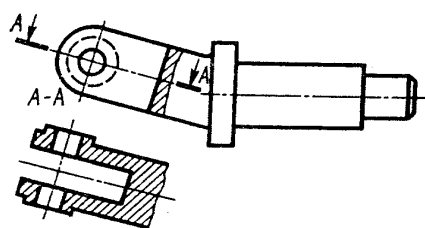


Рис. 45. Наклонный разрез

Разрез, служащий для выявления формы предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называют **местным**. Местный разрез отделяют от вида сплошной волнистой линией. Эта линия не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения (рис.46).

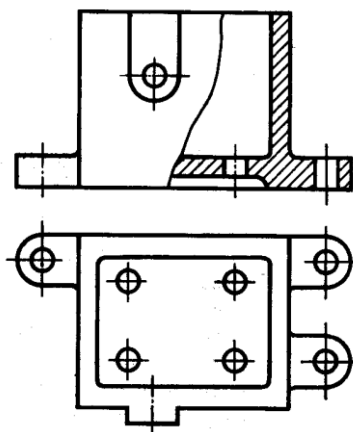


Рис. 46. Местный фронтальный разрез

[Введите текст]

Если конструкция детали симметрична какой-либо плоскости проекций, то допускается соединять $\frac{1}{2}$ вида и $\frac{1}{2}$ разреза. При этом, секущая плоскость не обозначается и не изображается, а остается ось симметрии детали (рис. 47).

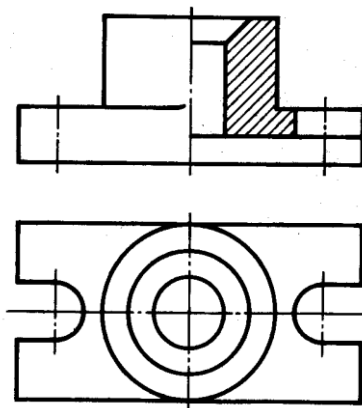


Рис. 47. Соединение вида и разреза у симметричных деталях

Если секущая плоскость проходит по оси симметрии детали у которой ребро при разрезе совпадает с осью симметрии, то выполняют местные виды и разрезы, рис. 48). Местные разрезы ограничивают тонкой волнистой линией чертежа.

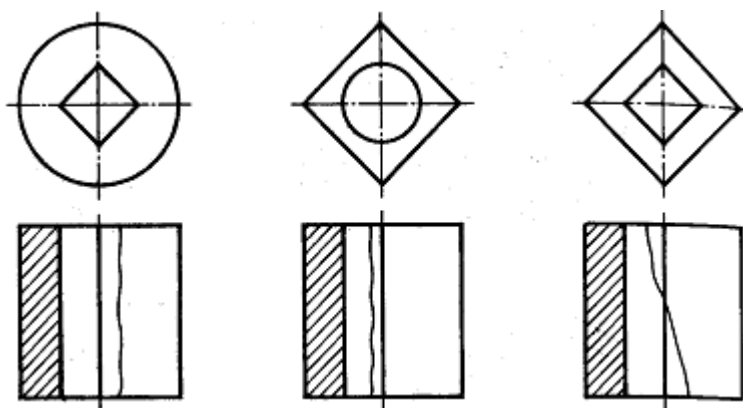


Рис. 48. Изображение ребер на симметричных деталях

При выполнении разрезов следует помнить об условности: тонкие стенки, ребра жесткости в продольных разрезах не заштриховывают (см. рис. 49).

[Введите текст]

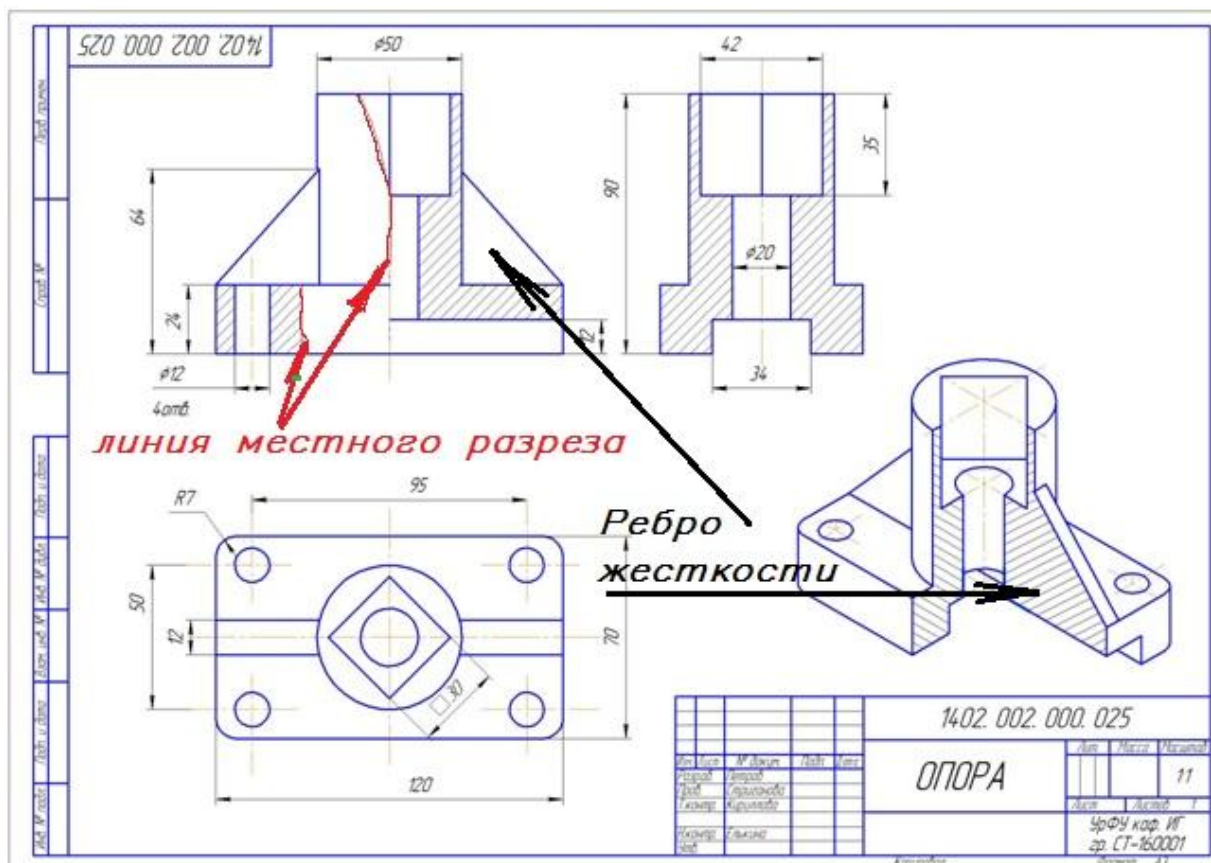


Рис. 49. Изображение простых разрезов и ребер жесткости на чертеже

Сложные разрезы в зависимости от положения секущих плоскостей подразделяются на ступенчатые и ломаные разрезы.

Ступенчатыми называют разрезы, если секущие плоскости параллельны друг другу. Секущих плоскостей может быть несколько (рис. 50).



Рис. 50. Образование сложного ступенчатого разреза
[Введите текст]

При совмещении секущих плоскостей, линия совмещения не показывается на чертеже, а полученные фигуры сечения совмещают в одну плоскость и изображают как простой (рис. 51).

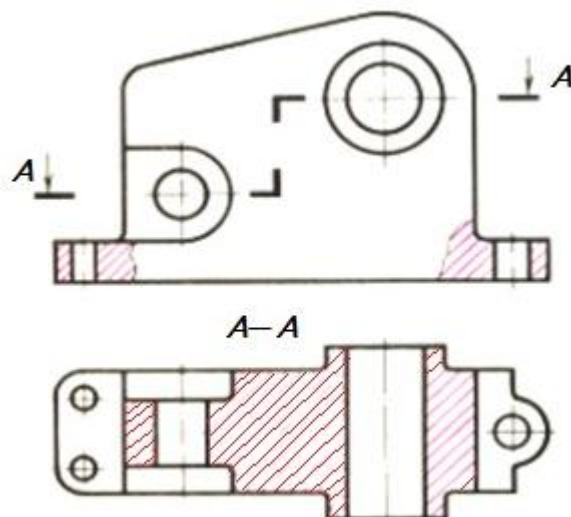


Рис. 51. Изображение сложного ступенчатого разреза

Ломанными называют разрезы, если секущие плоскости пересекаются под тупым углом (рис. 52).

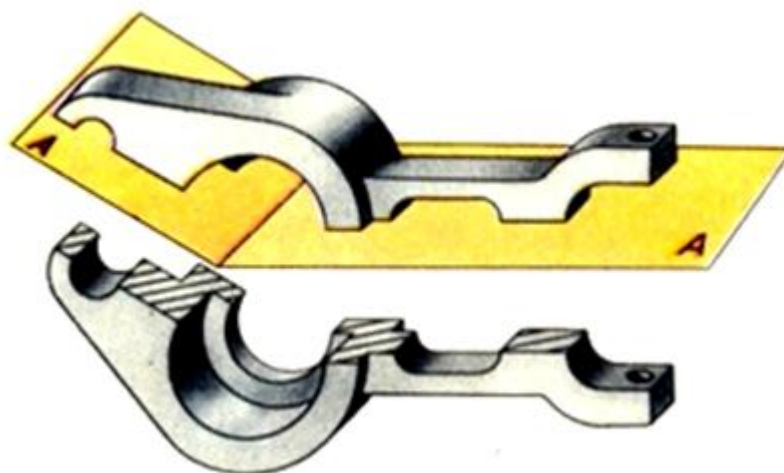


Рис. 52. Наглядное изображение пересекающихся плоскостей

При ломанных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость (рис. 53).

[Введите текст]

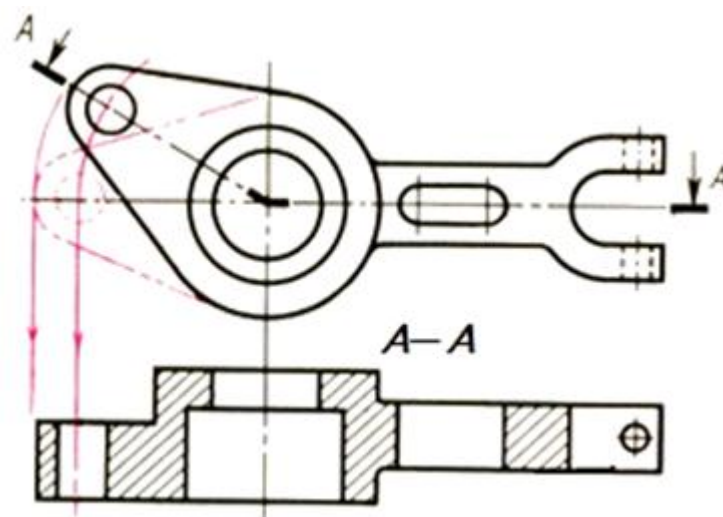


Рис. 53. Образование ломаного разреза

Если совмещенные секущие плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (рис. 53, 55).

При мысленном повороте секущей плоскости элементы плоскости и элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, до которой производится совмещение (рис. 54, 55).

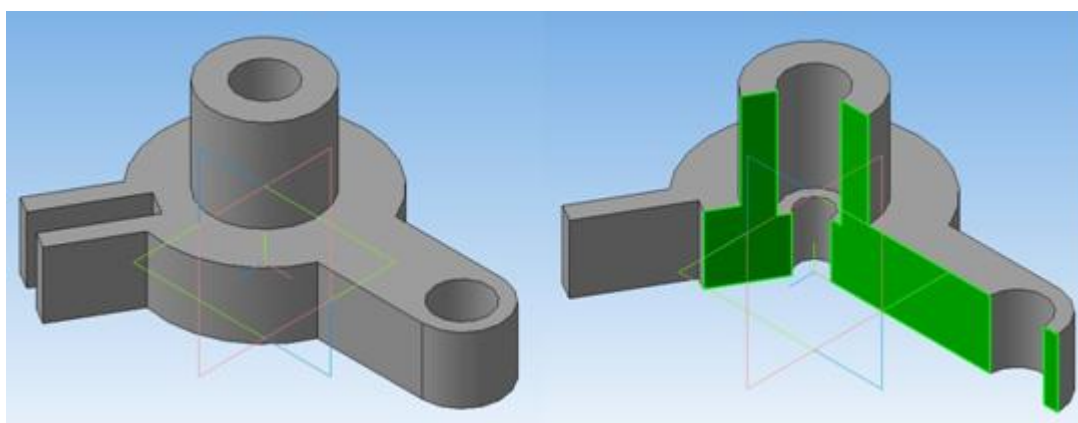


Рис. 54. Наглядное изображение предмета не рассеченного плоскостью и рассеченного двумя секущими плоскостями

[Введите текст]

Сложные разрезы всегда обозначаются по ГОСТ 2.305-2008. Секущая плоскость изображается разомкнутой утолщенной линией с указанием направления взгляда (стрелкой, см рис. 40), разрез обозначается буквами русского алфавита, которые располагаются параллельно основной надписи чертежа, высотой шрифта № 7 или № 10 (рис. 32).

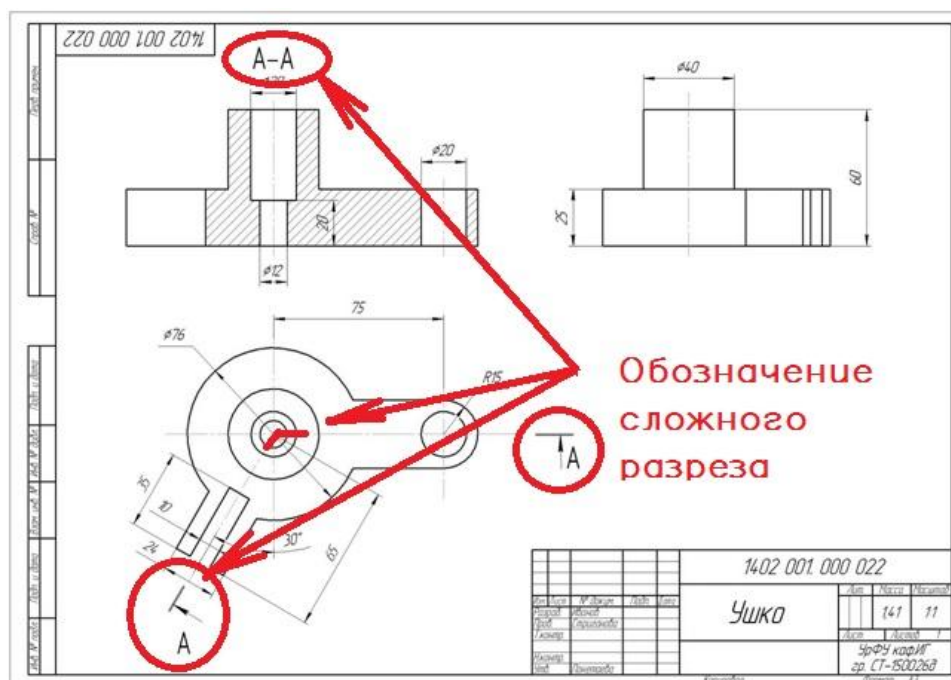


Рис. 55. Обозначение сложного ломаного разреза на чертеже

3.2. Содержание задания «Сложные разрезы» (тема 1402)

На формате А3 в масштабе 1 : 1 выполнить сложный разрез детали. Предоставить необходимые размеры: для внутренней формы детали – на разрезах; для внешней формы детали – на видах. При нанесении размеров использовать ГОСТ 2.307-2011. Заполнить основную надпись по форме 1 (см. рис. 64 данного пособия). Пример выполнения задания приведен на рис. 56).

В основной надписи заполнить шифр документа, с указанием номера темы и номера варианта, записать наименование детали в соответствии с номером варианта (табл. 8).

[Введите текст]

Таблица 8

Наименование деталей для выполнения задания «Сложные разрезы»

№ варианта	Наименование детали	№ варианта	Наименование детали
1.	Корпус	17.	Опора
2.	Кронштейн	18.	Корпус
3.	Ушко	19.	Корпус
4.	Кронштейн	20.	Опора
5.	Корпус	21.	Корпус
6.	Основание	22.	Ушко
7.	Опора	23.	Кронштейн
8.	Кронштейн	24.	Опора
9.	Корпус	25.	Кронштейн
10.	Ушко	26.	Основание
11.	Кронштейн	27.	Опора
12.	Основание	28.	Вилка
13.	Корпус	29.	Корпус
14.	Опора	30.	Кронштейн
15.	Корпус	31.	Корпус
16.	Ушко	32.	Основание

[Введите текст]

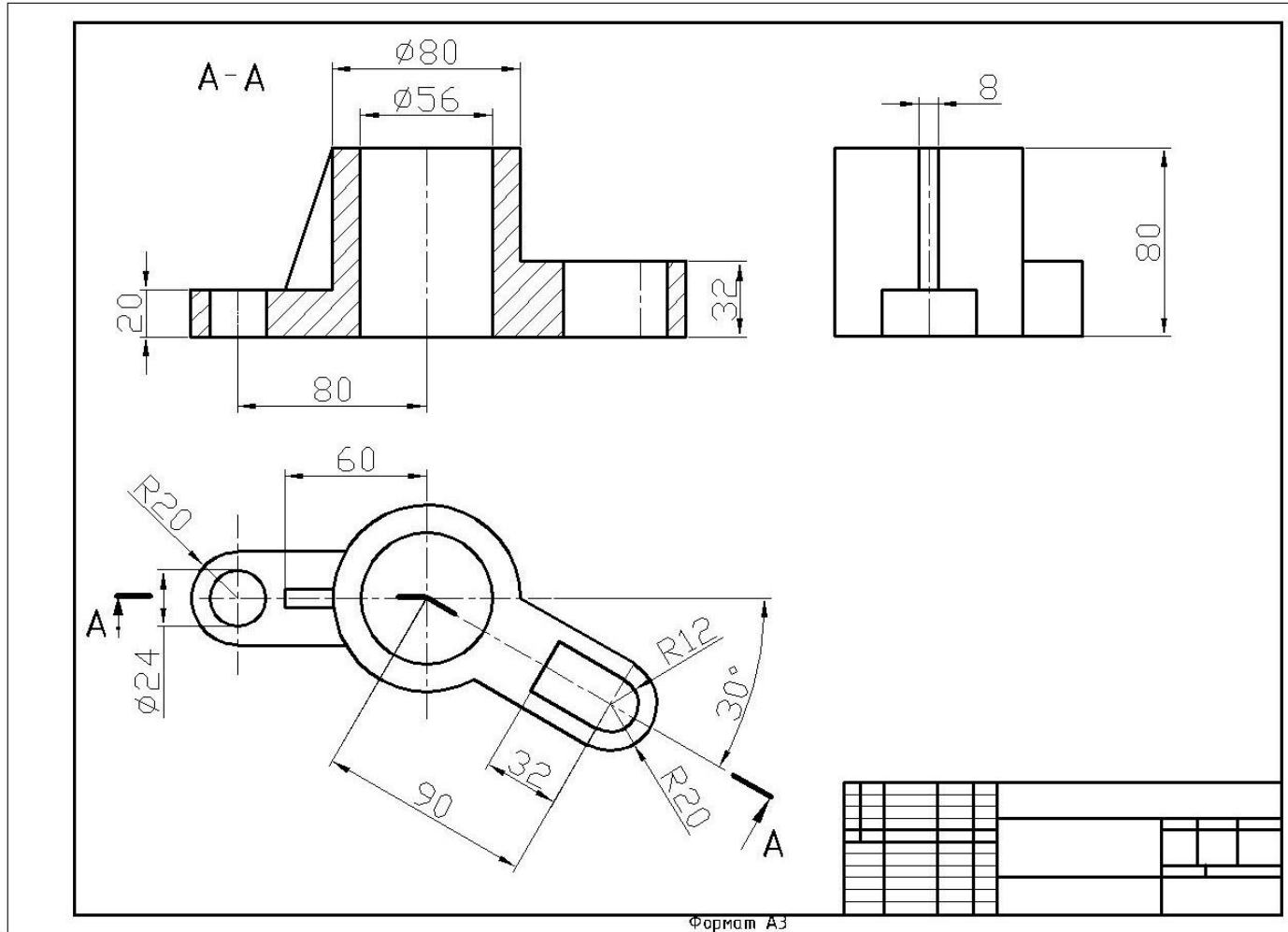


Рис. 56. Пример выполнения задания по теме 1402 «Сложные разрезы»

[Введите текст]

3.3. Методические указания к выполнению задания по теме 1402 «Сложные разрезы»

По двум данным изображениям детали, приведенным в табл. 9, выполнить чертеж детали в трех проекциях. На месте соответствующего вида вычертить указанный сложный разрез. При необходимости, для выявления формы всех элементов изделия, использовать местные или простые разрезы, местные виды.

Форма всех элементов внутреннего контура, показанных в задании штриховыми линиями, после выполнения указанных и необходимых разрезов должна быть показана линией видимого контура. Размеры проставлять не как в задании, а с учетом выполненных разрезов: для внутренней формы детали размеры указывать на разрезах, для внешней формы детали размеры проставлять на видах.

На рис. 57 представлена пространственная модель детали, изображенная в ортогональных проекциях на чертеже (см. рис. 56).

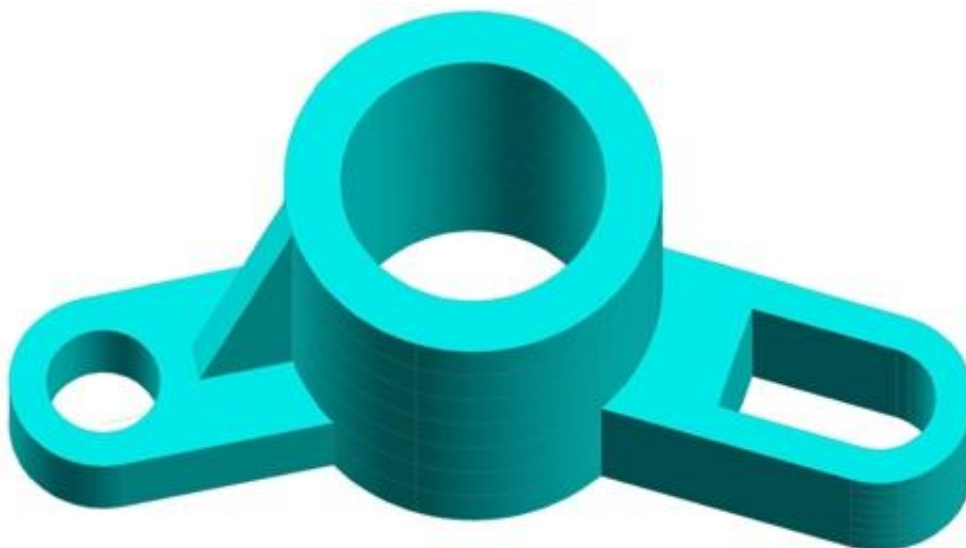
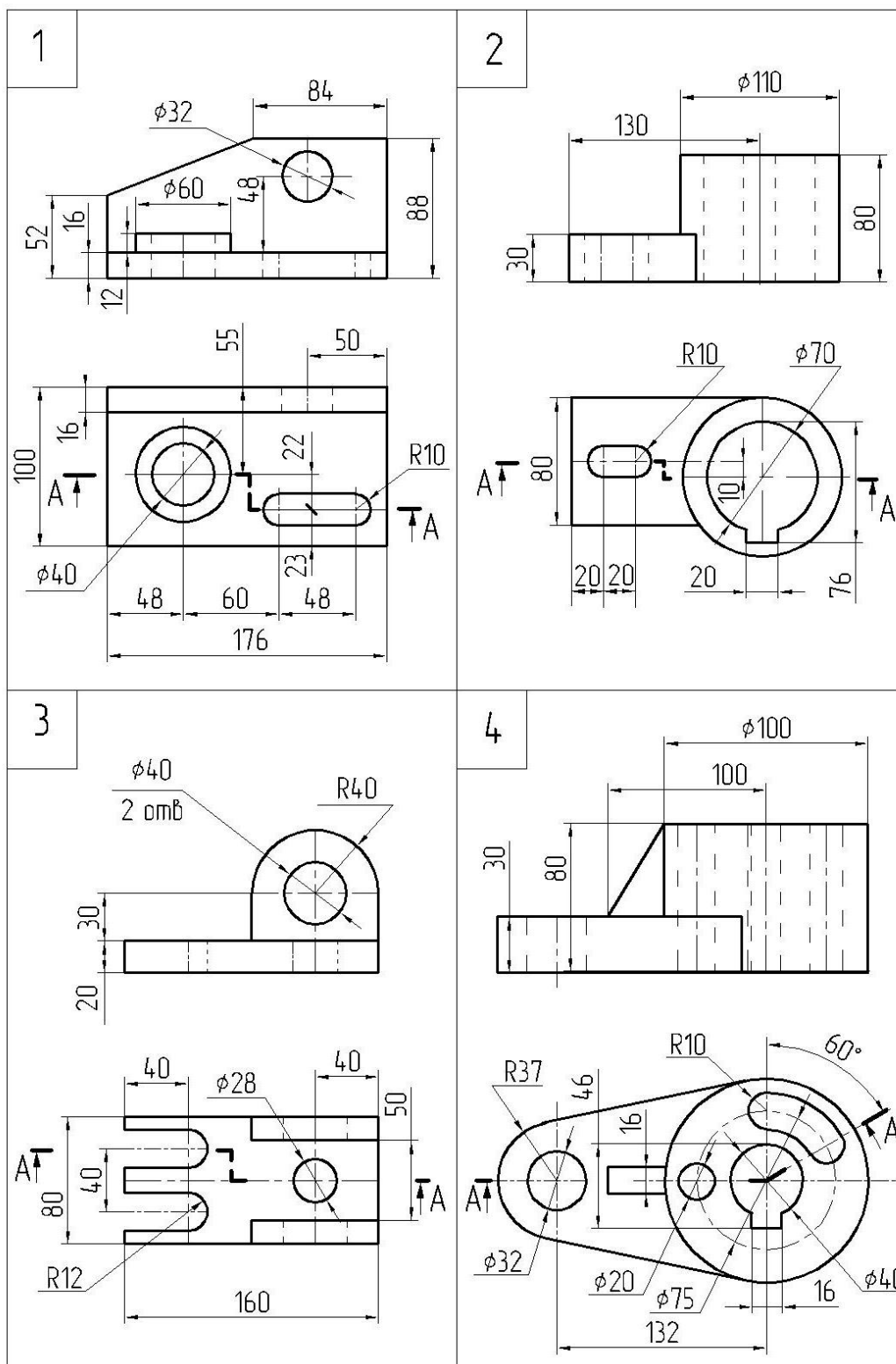


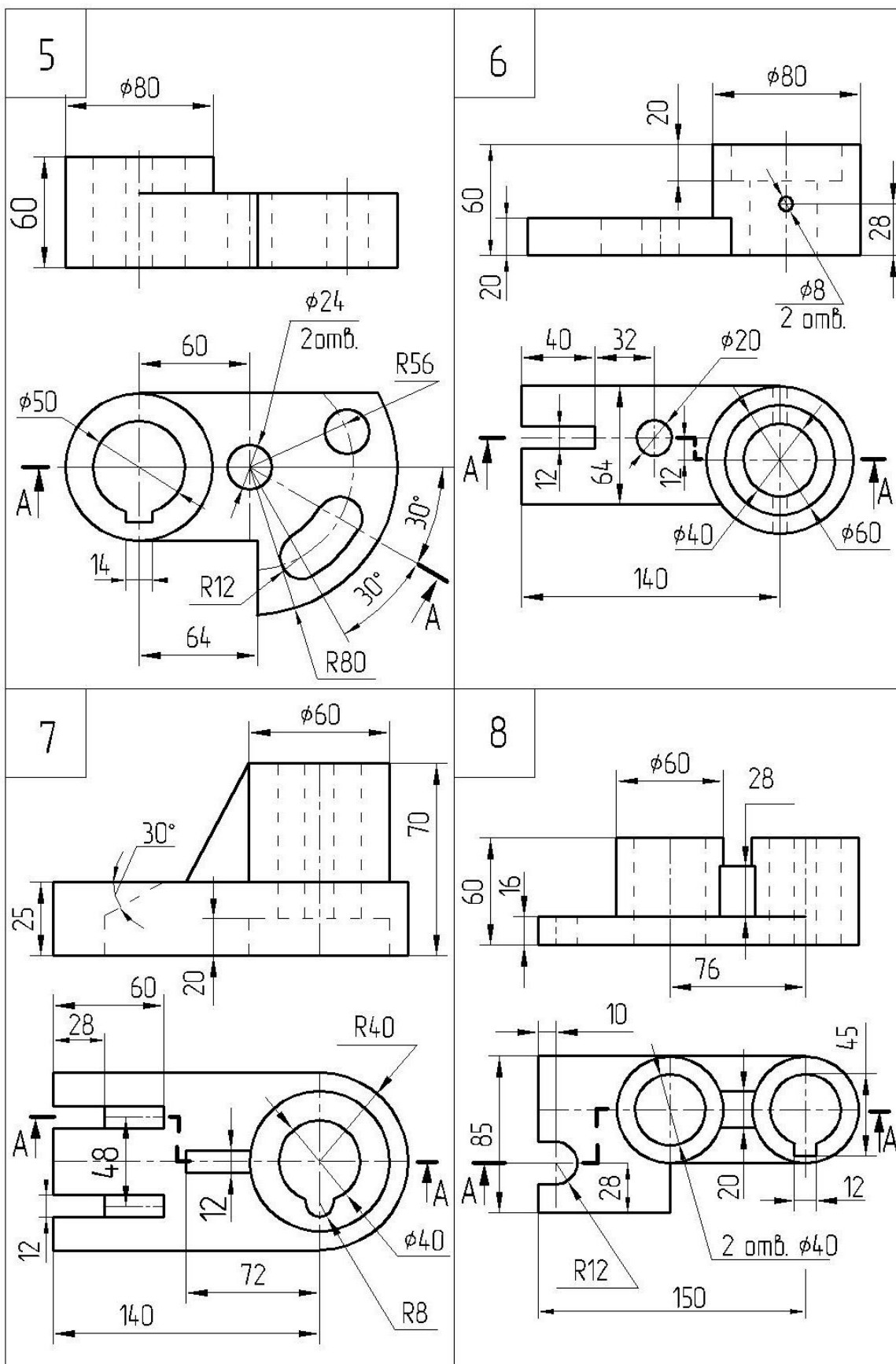
Рис. 57. Пространственная модель детали

Индивидуальные варианты заданий по теме 1402 «Сложные разрезы»

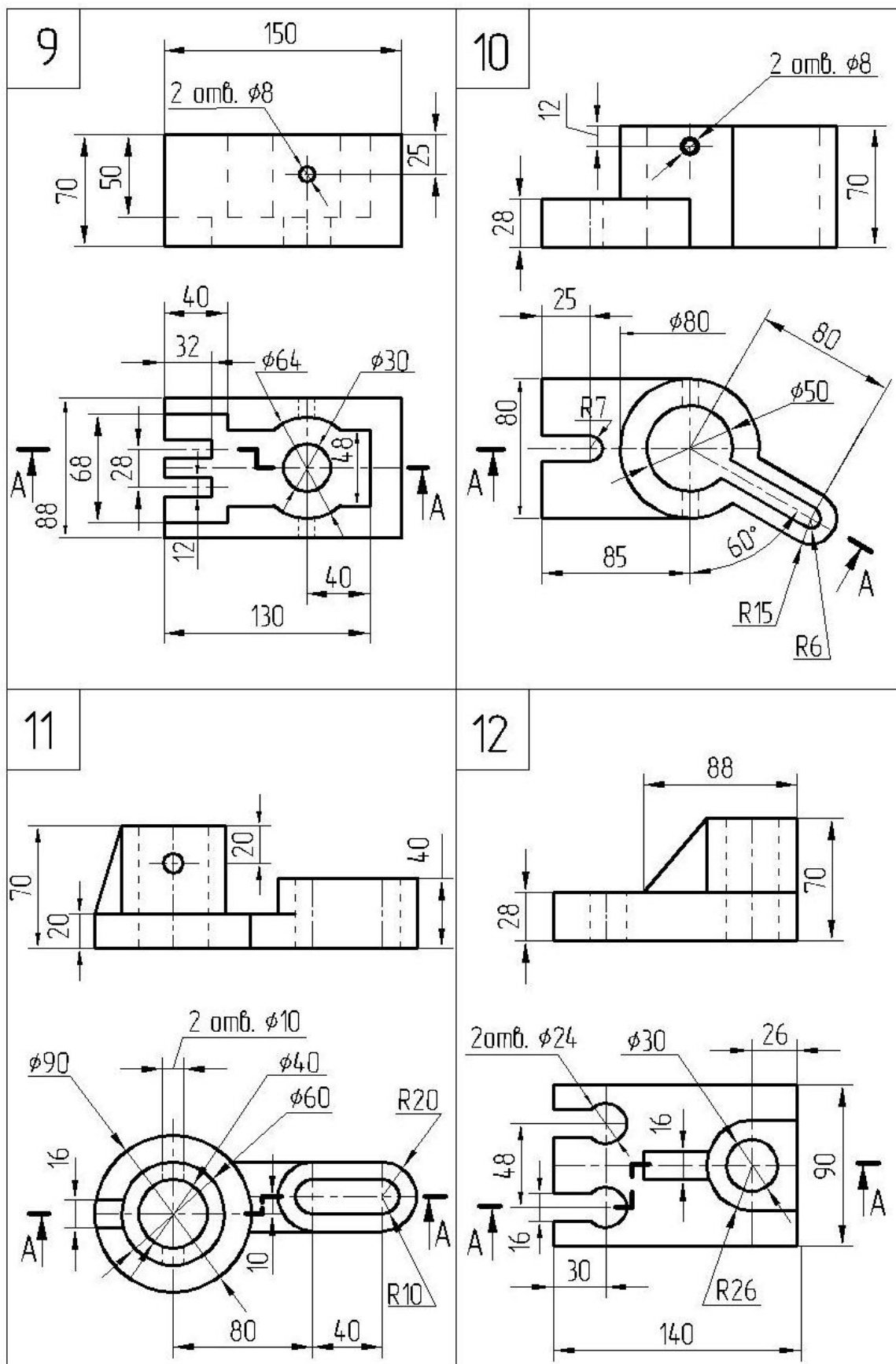
Таблица 9



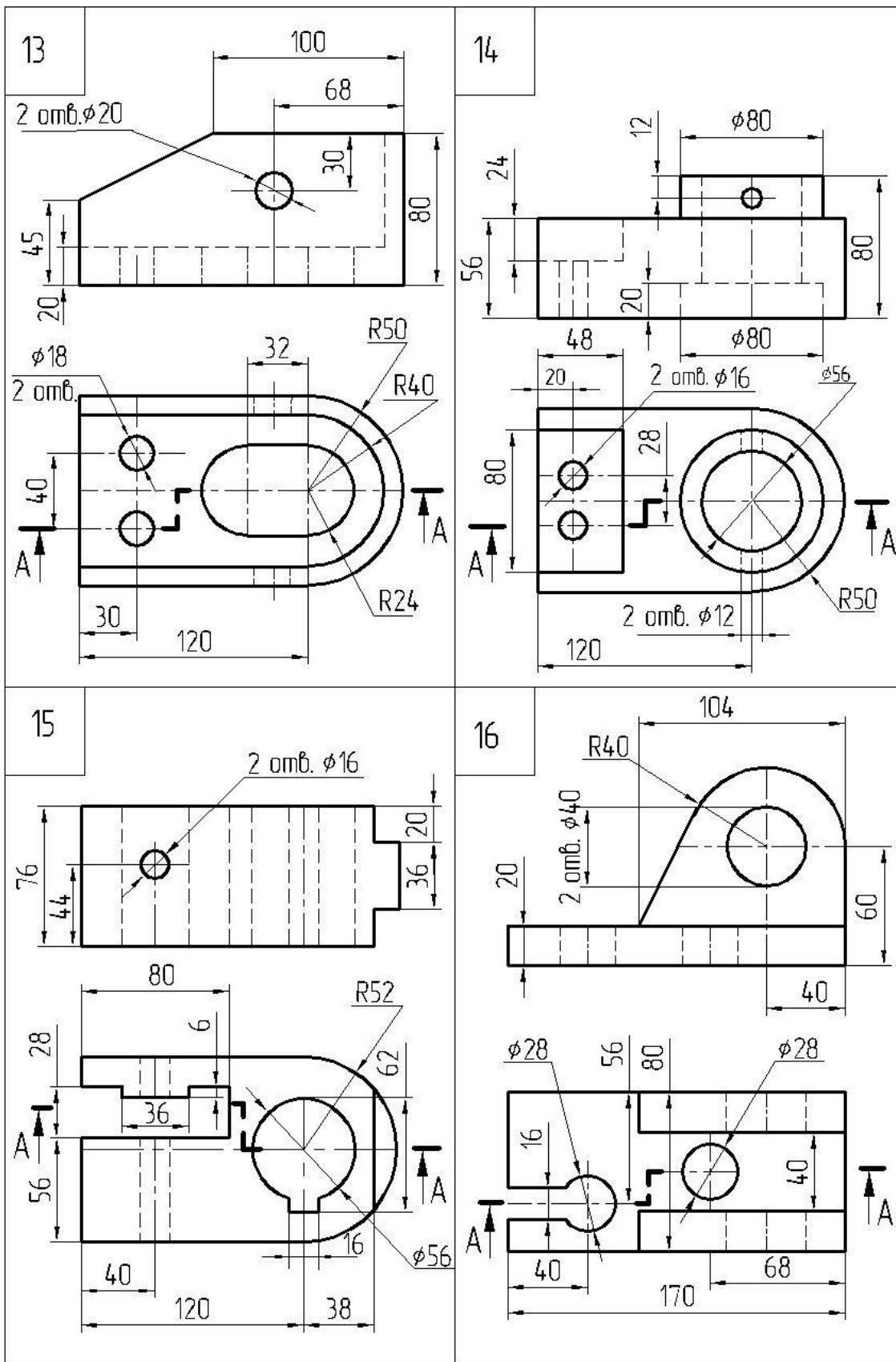
Продолжение табл. 9



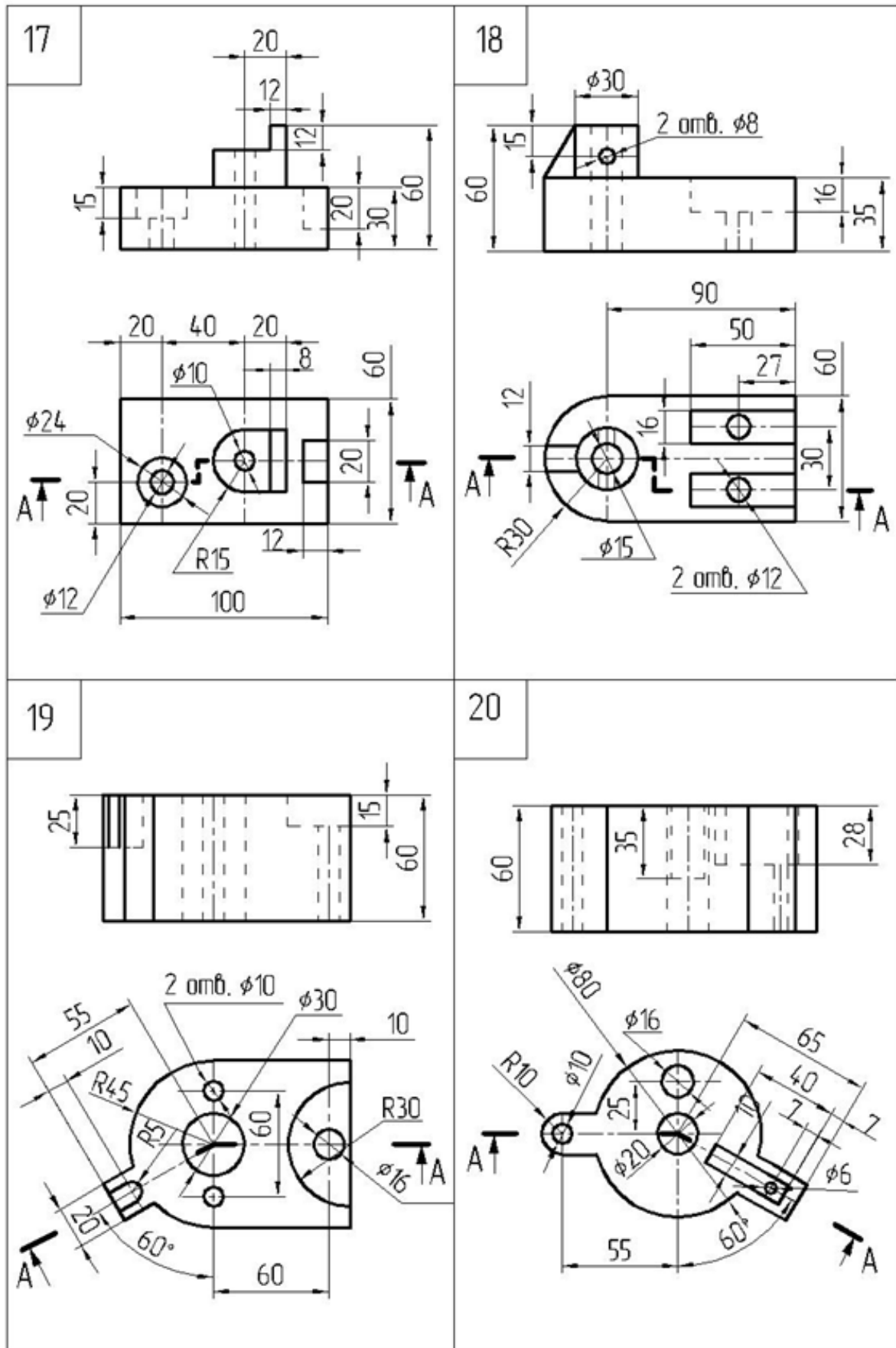
Продолжение табл. 9



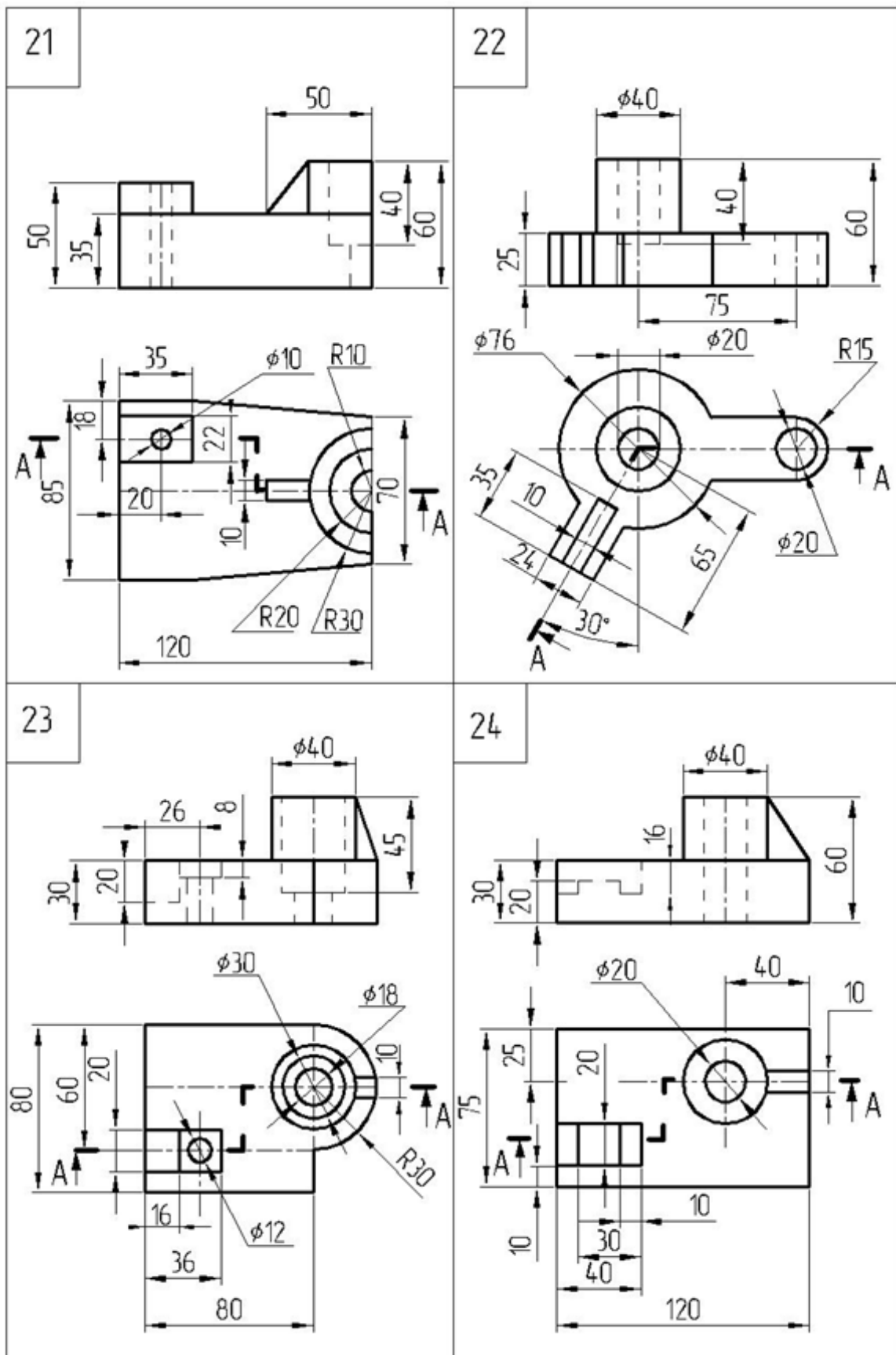
Продолжение табл. 9



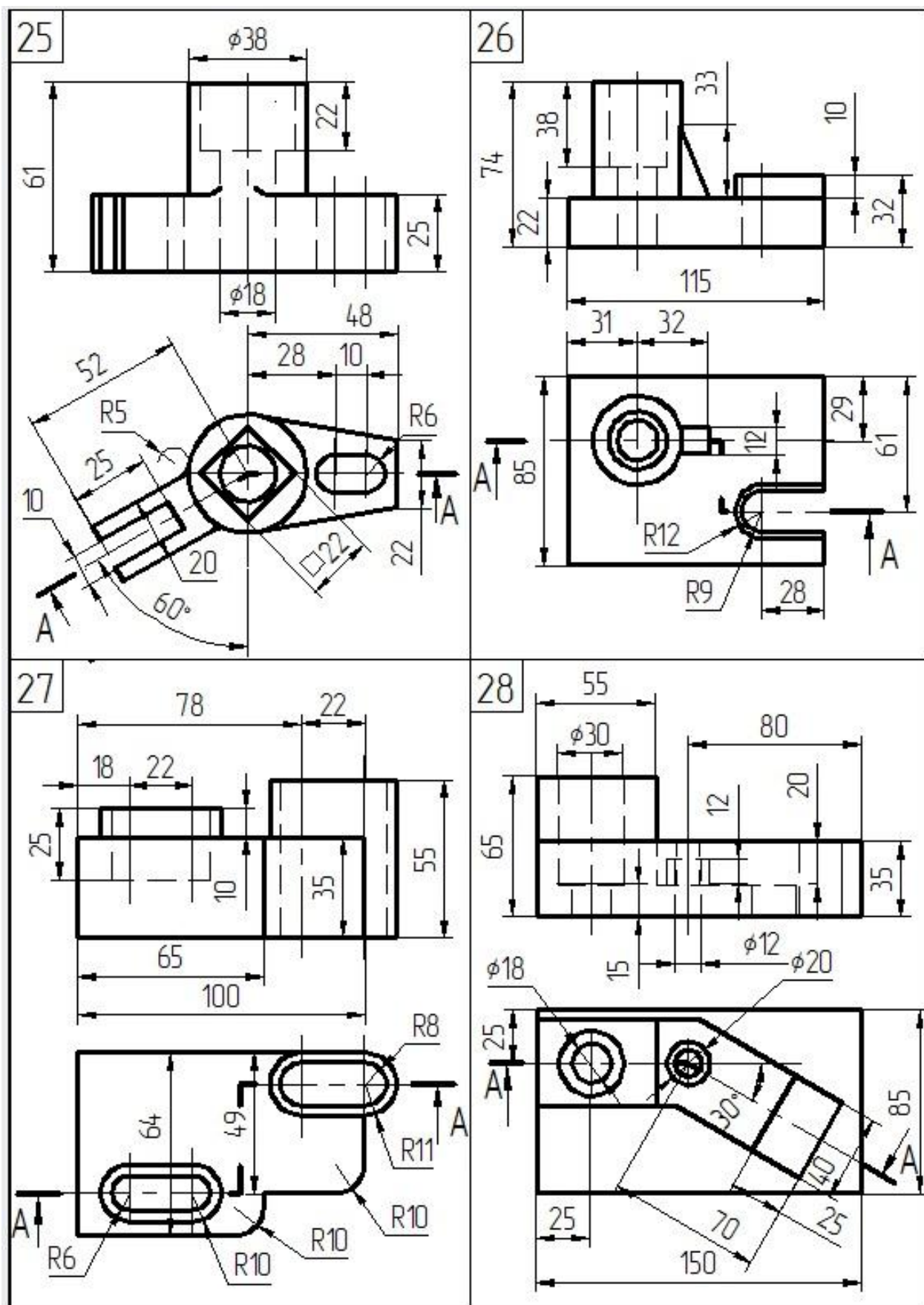
Продолжение табл. 9



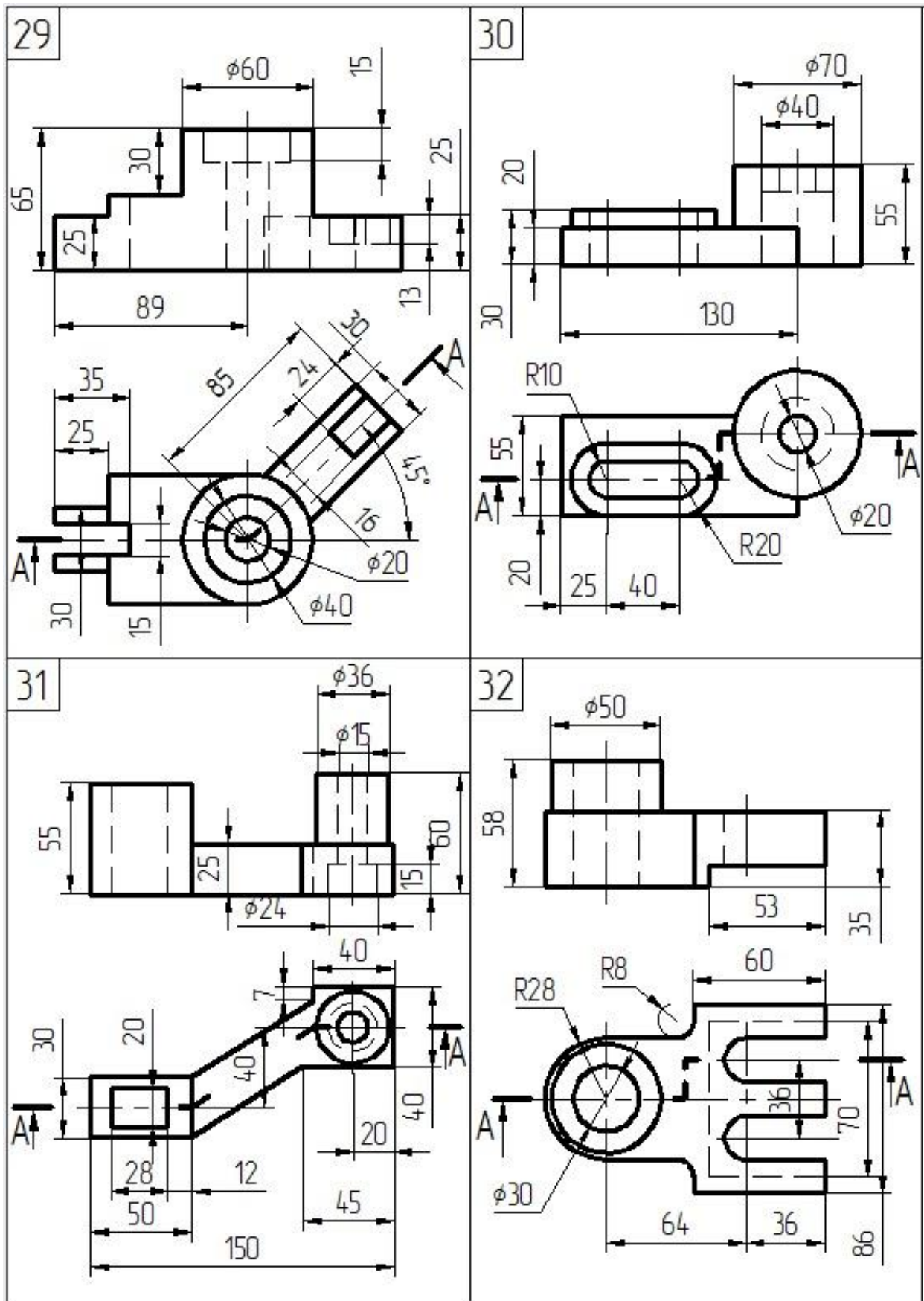
Продолжение табл. 9



Продолжение табл. 9



Окончание табл. 9



4. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ. ГОСТ 2.307-2011

Размеры на детали наносятся конструктором не только исходя из соображения о ее взаимодействии с другими деталями, но и с учетом процесса изготовления изделия. Правила нанесения размеров устанавливает ГОСТ 2.307-2011.

Размеры разделяются на линейные и угловые. Линейные определяют длину, ширину, высоту, толщину, диаметр и радиус элементов детали. Угловые определяют углы между линиями и плоскостями элементов детали.

Размеры на чертеже указывают размерными числами и размерными линиями (рис. 58). Линейные размеры указывают в миллиметрах без обозначения единицы измерения.

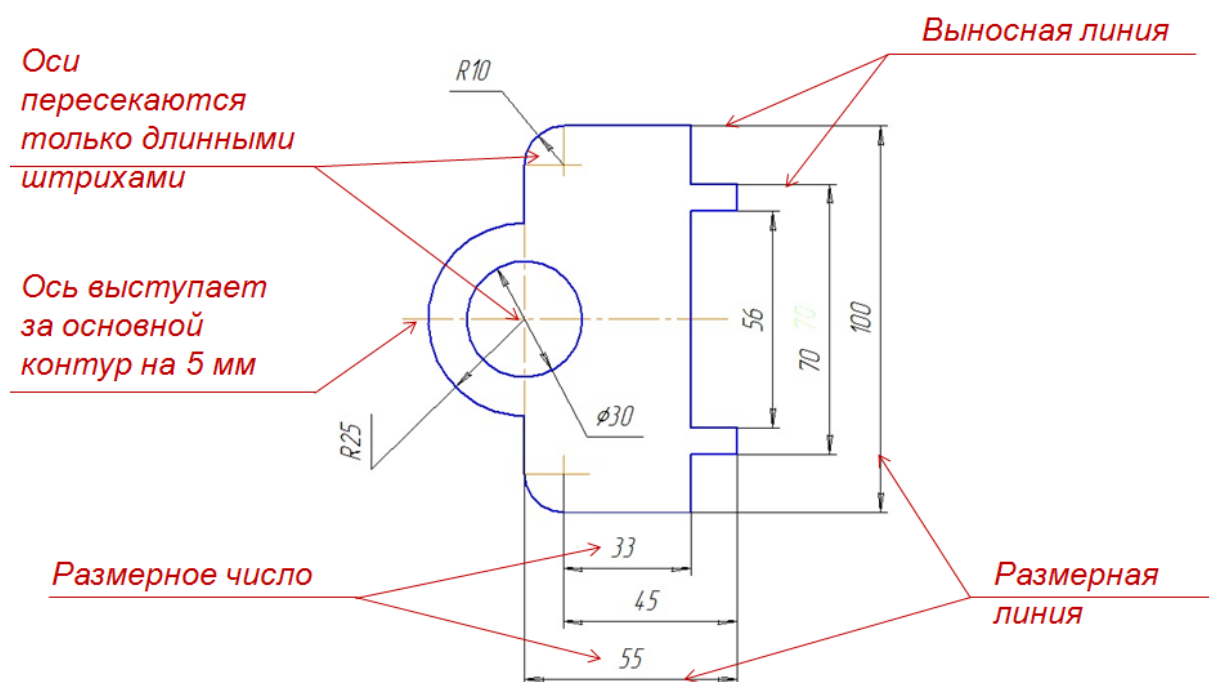


Рис. 58. Общие правила нанесения размеров

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: $6^{\circ}45'30''$, $0^{\circ}45'30''$.

Выносные и размерные линии проводятся тонкой сплошной линией чертежа, размерное число пишется над размерной линией, отступая от нее

на 1,5 – 2 мм (рис. 59). Выносные линии проводятся на 1 – 5 мм за размерные.

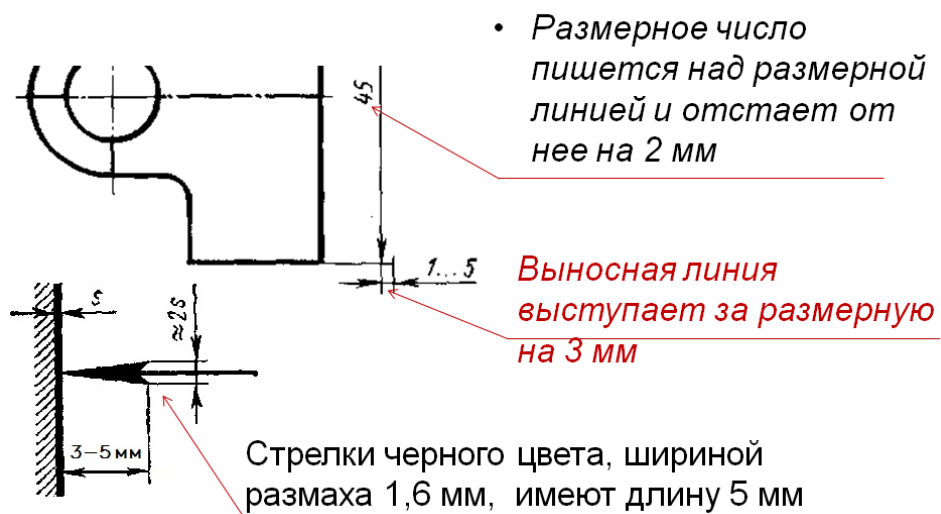


Рис. 59. Общие правила простановки размеров

Если для нанесения размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят снаружи или на полках выносок. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерываются (рис. 60).

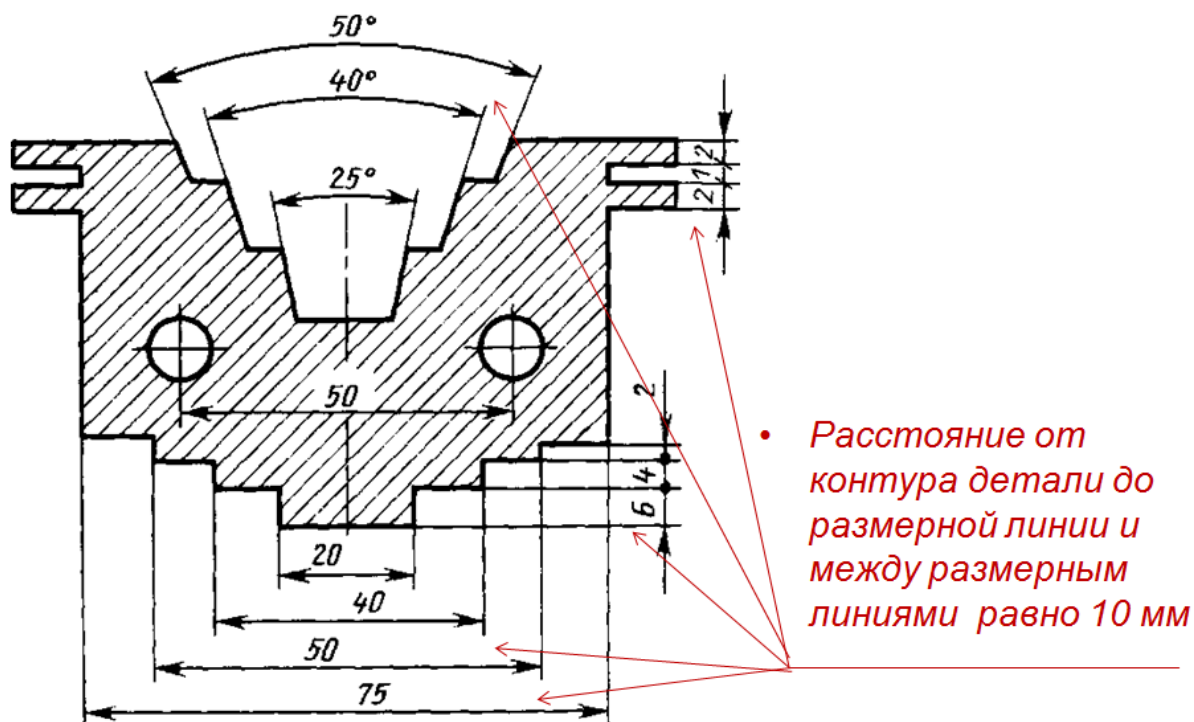


Рис. 60. Правила простановки размеров

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструкционному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно. При выполнении разрезов и сечений размеры для отверстий проставляются на изображении разреза (рис. 61).

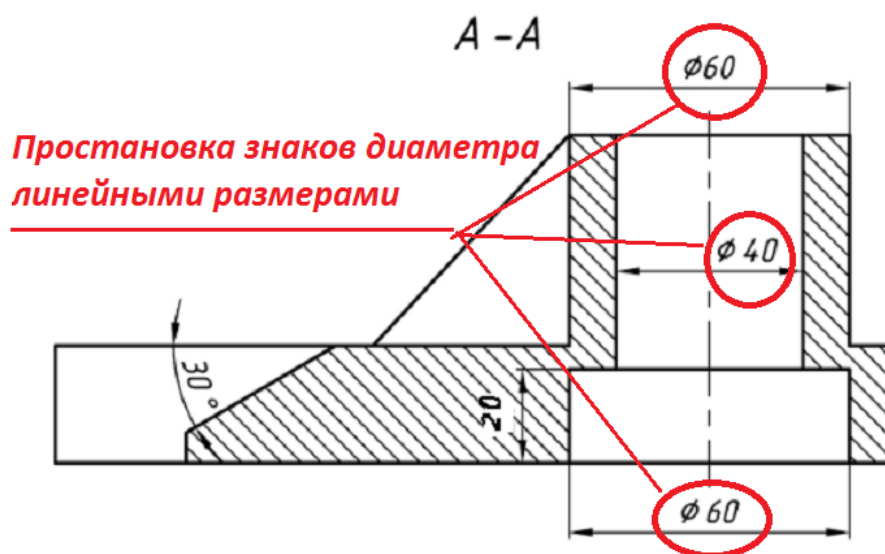


Рис. 61. Указание линейных размеров для отверстий

На всем чертеже размерные числа должны иметь одинаковый номер шрифта (рекомендуется шрифт № 5) в не зависимости от масштаба изображения.

5. ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Конструкторские документы всех отраслей промышленности и строительства выполняются в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Перед выполнением графического задания студент должен изучить Государственные стандарты (ГОСТы) системы ЕСКД, устанавливающие правила оформления чертежей (ГОСТ 2.301-68 – ГОСТ 2.307-2011).

Все графические листы расчетно-графической работы сшиваются в папку-скоросшиватель. Первый лист — титульный лист, образец которого приведен на рис. 60, затем подшивают лист 1, 2, 3 и складывают их по формату А4.

Графические и текстовые документы выполняются на отдельных листах формата, размеры которого устанавливает ГОСТ 2.301-68 (см. размеры основных форматов табл. 10).

Формат с размерами сторон 11893841 мм, площадь которого равна 1 м², и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные.

Таблица 10

Размеры форматов по ГОСТ 2.301-68

	Основные форматы				
Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата, мм	84131189	5943841	4203594	2973420	2103297

Формат листа определяется размерами внешней рамки формата (рис. 62). Рамка формата вычерчивается сплошной тонкой линией, рамка чертежа вычерчивается — сплошной толстой основной линией.

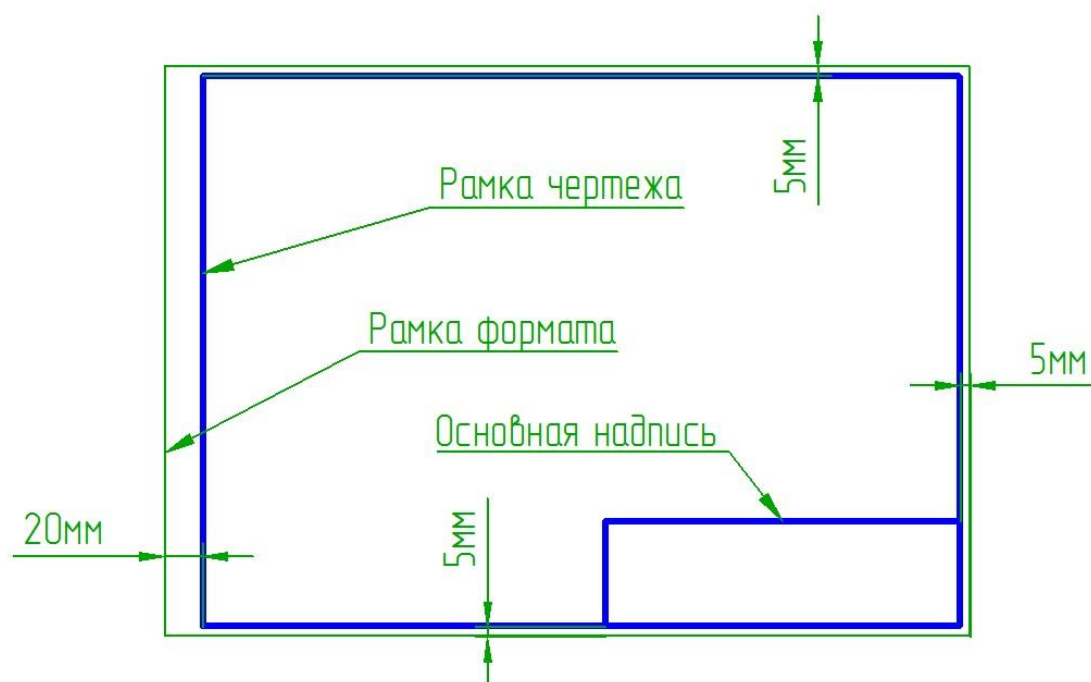


Рис. 62. Оформление формата листа

Министерство образования и науки РФ Уральский федеральный университет имено первого Президента России Б.Н. Ельцина	
Кафедра инженерной графики	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА	
Относительное положение поверхности и плоскости, поверхностей	
Расчетно-графическая работа по начертательной геометрии Вариант №15	
Выполнил: студент группы СТ- 160001	Петров А.Б.
Консультант: _____	Стриганова Л.Ю.
Проверил _____	Кириллова Т.И.
Екатеринбург 2017	

Рис. 63. Титульный лист. Пример выполнения титульного листа расчетно-графической работ

Толщина сплошной толстой основной линии имеет значения $S = 0,5-1,4$ мм, толщина тонкой линии имеет значения $(1/3S - 1/2 S)$.

В правом нижнем углу чертежа располагают основную надпись чертежа, которая может различаться по форме и размерам. В расчетно-графической работе 1 для оформления чертежей нужно использовать основную надпись формы 1 (рис. 64).



Рис. 64. Основная надпись форма 1 для чертежей основного комплекта документов

Изображения и правила заполнения основных надписей в Единой системе конструкторской документации устанавливает ГОСТ 2.104-2006. Обозначение чертежа состоит из группы цифр и букв, которые обозначают: номер темы, номер варианта задания, номер студента по списку группы или последние цифры номера студенческого билета (для студентов очно-заочной и заочной форм обучения).

Например, тема «Относительное положение поверхности и плоскости» имеет обозначение 1401. 006 000. 026, где:

1401 – номер темы;

006 – номер варианта задания;

000 – свободные нули;

026 – номер студента по списку группы или по студенческому билету.

Выполнение задания нужно начинать с изучения условий задания, затем следовать алгоритму, приведенному для каждого задания и выполнять его в соответствии с требованиями ГОСТов ЕСКД.

Все представленные графические задания следует выполнять в масштабе 1:1.

Изображения на чертежах нужно обводить линиями, основные назначения и начертание которых устанавливает ГОСТ 2.303-68.

Надписи на чертежах, цифры при простановке размеров, заполнение основной надписи выполняются шрифтами по ГОСТ 2.304-81. Рекомендуется надписи на чертежах и буквенно-цифровые обозначения выполнять шрифтом № 7 и № 5.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Начертательная геометрия: учеб. для студентов строит. специальностей вузов/ [Н.Н. Крылов, Г. С. Иконникова, В. Л. Николаев, В. Е. Васильев] ; под ред. Н. Н. Крылова. - Изд. 11-е, стер. – М.: Высшая школа, 2010. – 224 с. - ISBN 978-5-06-006215-1.

2. Короев, Ю. И. Начертательная геометрия: учебник для студентов архитектур. специальностей вузов / Ю. И. Короев. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Архитектура-С, 2007. – 424 с. - ISBN 5-9647-0017-9.

3. Короев, Ю. И. Начертательная геометрия: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров, магистров и дипломир. специалистов по курсу "Начертат. геометрия" в техн. вузах / Ю. И. Короев. - Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]: Питер, 2007. -

252 с.: ил.; 24 см. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 242-243 (31 назв.). - Алф. указ.: с. 244-251. Место хранения: ОНОЛ каталогизация Инв. номера: 1144765.

Методическая литература

1. Начертательная геометрия. Метрические и позиционные задачи: учеб.-метод. указания к курсовой работе по начертательной геометрии для студентов всех форм обучения направления 270800.62-Строительство / Т. И. Кириллова, Л. Ю. Елькина ; науч. ред. Н.Х. Понетаева - Екатеринбург : УРФУ, 2012. – 55 с.

2. Понетаева, Наталия Христофоровна. Начертательная геометрия в примерах и задачах : учеб. пособие / Н. Х. Понетаева, Н. В. Патрушева ; науч. ред. Н. Х. Понетаева; УГТУ - УПИ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. – 116 с. - ISBN 9785321014318.

Электронные образовательные ресурсы

1. Образовательный портал УРФУ : Стриганова Л. Ю., Относительное положение геометрических объектов – 2014 [Электронный ресурс] – Режим доступа –

http://study.ustu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=133

2. Образовательный портал УРФУ : Стриганова Л. Ю., Начертательная геометрия и инженерная графика – 2014 [Электронный ресурс] – Режим доступа –

http://study.ustu.ru/umk/umk_view.aspx?id=8314

Учебное издание

Кириллова Татьяна Ивановна

Стриганова Лариса Юрьевна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

Расчетно-графическая и контрольная работы

Редактор

Подготовка к публикации

Рекомендовано Методическим советом ИнФО

Разрешено к публикации

Электронный формат – pdf.

Объем уч. изд. л.



620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19

Информационный портал УрФУ

<http://www.ustu.ru>