Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 27.01.2021 17:20:10
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4d4851fda56d089

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курский государственный технический университет»

Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор –
Проректор по учебной работе
_____ Е.А. Кудряшов
«18» января 2010 г.

СЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ, ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ И РАЗВЕРТОК

Методические указания по выполнению **эпюра № 3**
для студентов всех специальностей

Курск 2010

УДК 514.81

Составители: Н.П. Аникеева, Ю.В. Скрипкина

Рецензент
Кандидат технических наук, доцент *Ю.А. Попов*

Сечение поверхностей плоскостью, построению аксонометрических проекций и разверток [Текст]: методические указания по выполнению эпюра №3 / Курск. гос. техн. ун-т; сост.: Н.П. Аникеева, Ю.В. Скрипкина. Курск, 2010. 35 с.: ил. 20, прилож. Библиогр.: с. 35.

Содержат сведения по вопросам сечения поверхностей плоскостью, построения аксонометрических проекций и разверток. Указывается порядок выполнения эпюра, подходы к решению различных задач и правила оформления эпюра.

Методические указания соответствуют требованиям программы дисциплины.

Предназначены для студентов всех специальностей.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 100 экз. Заказ.… Бесплатно.
Курский государственный технический университет.
305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Содержание и оформление 4
1. Сечение поверхности плоскостью 5
   1.1. Сечение пирамиды проецирующей плоскостью 6
   1.2. Сечение призмы проецирующей плоскостью 7
   1.3. Сечение конуса проецирующей плоскостью 9
   1.4. Сечение цилиндра проецирующей плоскостью 12
   1.5. Сечение сферы проецирующей плоскостью 14
2. Построение разверток 15
   2.1. Построение развертки усеченной пирамиды 16
   2.2. Построение развертки усеченной призмы 18
   2.3. Построение развертки усеченного конуса 19
   2.4. Построение развертки усеченного цилиндра 20
3. Построение аксонометрических проекций 22
   3.1. Аксонометрия усеченной пирамиды 22
   3.2. Аксонометрия усеченной призмы 24
   3.3. Аксонометрия усеченного конуса 25
   3.4. Аксонометрия усеченного цилиндра 28
   3.5. Аксонометрия усеченной сферы 29
Пример выполнения эпюра 30
Приложение 32
Библиографический список 35

Настоящие методические указания разработаны в соответствии с рабочей программой по курсам «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» и призваны помочь студентам при выполнении ***эпюра 3 «Сечение поверхностей плоскостью»***.

Цель работы:

Приобретение навыков построения*:*

проекций поверхностей и фигур сечения на чертеже,

натуральной величины фигуры сечения,

разверток,

изучение правил и развитие навыков построения *стандартных аксонометрических проекций по ГОСТ 2.317-69.*

СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ

Эпюр 3 выполняется на двух листах чертежной бумаги формата А3 (297?420). Рекомендуемый масштаб – 1:1. Размеры на чертеже указывать не нужно. Пример выполнения представлен на рис.19,20.

Дано: две проекции комбинированного геометрического тела и направление фронтально-проецирующей секущей плоскости α (см. приложение 1). Вариант индивидуальных заданий соответствует порядковому номеру в журнале.

Задание.

Построить:

- три проекции комбинированного геометрического тела;
- три проекции фигуры сечения геометрического тела фронтально-проецирующей плоскостью;
- натуральную величину фигуры сечения;
- аксонометрическую проекцию усеченной части геометрического тела;
- развертку усеченной части поверхности.

1. СЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПЛОСКОСТЬЮ

При пересечении какой-либо поверхности или геометрического тела плоскостью образуется некоторого вида плоская фигура, называемая ***сечением****.*

Очевидно, что *сечение многогранника* может быть ограничено только отрезками прямых линий, т.е. контур сечения многогранника представляет собой *многоугольник*. Число сторон такого многоугольника равно числу граней многогранника, пересекаемых секущей плоскостью. Вершинами многоугольника сечения являются точки пересечения ребер многогранника с секущей плоскостью. Число этих точек определяет число вершин многоугольника.

Различают 2 способа построения плоского сечения многогранника:

1) способ ребер – нахождение вершин n-угольника сечения;

2) способ граней – нахождение сторон n-угольника сечения.

Возможно комбинирование обоих способов.

Контур *сечения кривой поверхности* с плоскостью в общем случае – *плоская кривая линия*. Для ее построения используем способ вспомогательных плоскостей.

Для построения линии пересечения линейчатой поверхности с плоскостью определяем точки искомой кривой, как пересечения ряда образующих поверхности с данной плоскостью.

Если секущая плоскость проецирующая, то одна проекция сечения вырождается в прямую линию, совпадающую с главным следом плоскости, а остальные проекции определяем из условия принадлежности точек поверхностям.

При пересечении проецирующих поверхностей (прямой цилиндр и прямая призма) проецирующей плоскостью задача сводится к построению третьей проекции фигуры сечения. Например, при пересечении горизонтально-проецирующей поверхности фронтально-проецирующей плоскостью задача сводится к нахождению профильной проекции сечения, т. к. фронтальная проекция сечения совпадает со следом фронтально-проецирующей плоскости и вырождается в прямую линию, а горизонтальная проекция сечения совпадает с горизонтальным очерком поверхности.

1.1. СЕЧЕНИЕ ПИРАМИДЫ ПРОЕЦИРУЩЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ

Пример. Построить сечение правильной шестиугольной пирамиды фронтально-проецирующей плоскостью α.

Рассмотрим поэтапное выполнение задания (рис. 1).

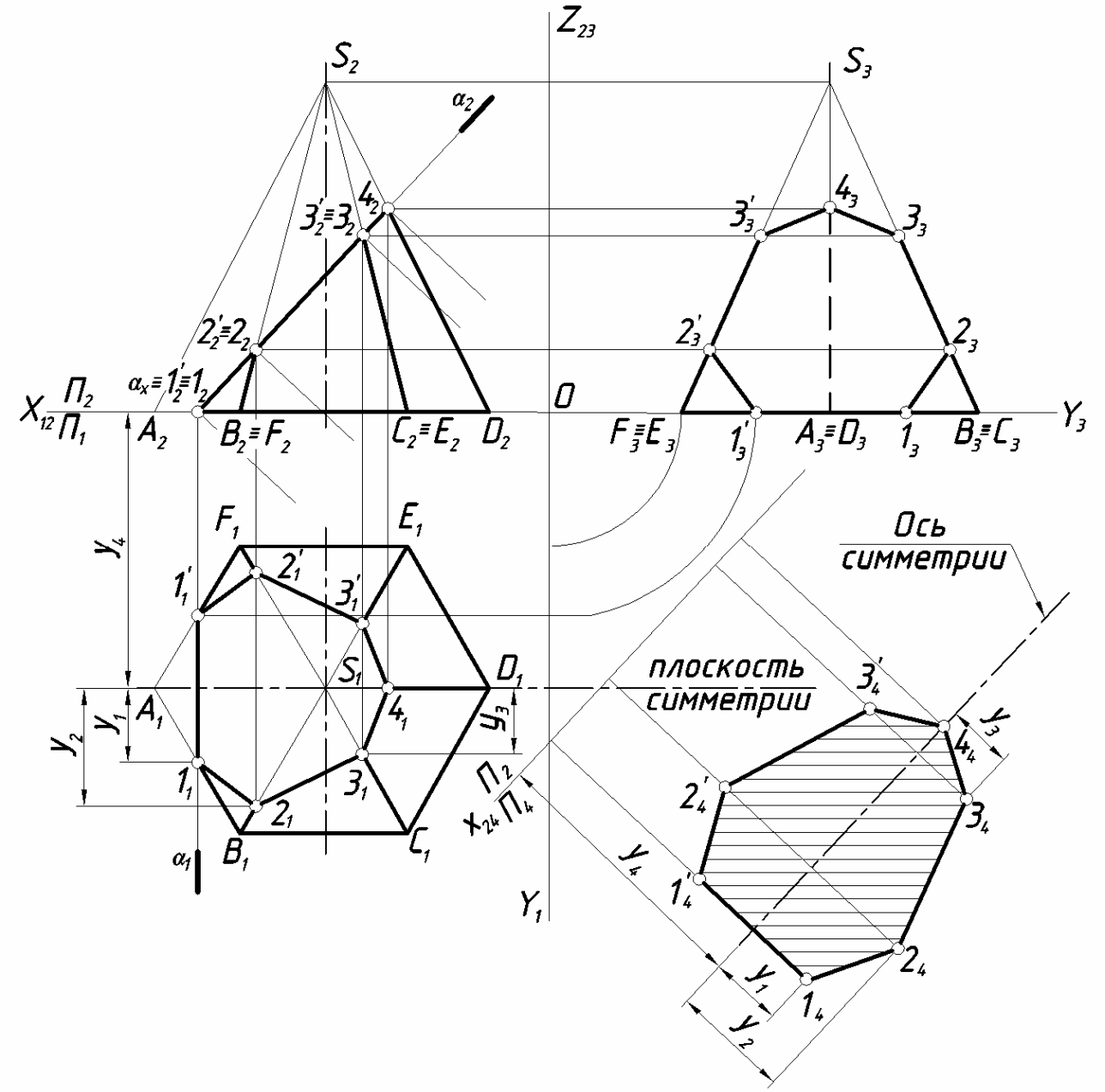


Рис. 1. Сечение прямой шестиугольной пирамиды плоскостью.

Этап 1. Построение 3-х проекций пирамиды.

Этап 2. Построение проекций сечения пирамиды фронтально-проецирующей плоскостью.

Фронтальная проекция сечения – прямая, совпадающая с главным следом плоскости. Обозначив фронтальные проекции точек пе-

ресечения ребер пирамиды с плоскостью (1_2,$1'_2$,2_2,$2'_2$,3_2,$3'_2$,4_2), находим их горизонтальные и профильные проекции на одноименных проекциях ребер. Соединив одноименные проекции точек 1,2,3,4,…1, получим плоскую замкнутую линию (фигуру сечения) – семиугольник.

Этап 3. Определение натуральной величины фигуры сечения способом замены плоскостей проекций.

Фигура сечения находится в проецирующей плоскости и ни на одну из плоскостей проекций не проецируется в натуральную величину.

Для определения натуральной величины фигуры сечения воспользуемся способом замены плоскостей проекций. Заменим горизонтальную плоскость проекций $П_1$ на новую плоскость $П_4$ параллельную секущей плоскости α.

Схема замены: $\frac{П_2}{П_1} \rightarrow \frac{П_2}{П_4}$; $П_4 \perp П_2$; $П_4 \parallel \alpha$; $x_{24} \parallel \alpha_2$.

На свободном месте поля чертежа проводим новую ось проекций x_{24} параллельно следу α_2. Пирамида имеет плоскость симметрии, следовательно фигура сечения будет иметь ось симметрии, положение которой на $П_4$ определяет координата y_4. Точка 4_4 принадлежит оси симметрии. Построение точек 2_4, 3_4, 4_4 и симметричных им видно из чертежа (рис. 1). Соединив полученные точки, получим контур натуральной величины сечения. Сечение штрихуем.

Этап 4. Обводим проекции усеченной пирамиды с учетом видимости ребер. Отсеченную часть пирамиды оставляем в тонких линиях.

1.2. СЕЧЕНИЕ ПРИЗМЫ ПРОЕЦИРУЮЩЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ

Пример. Построить третью проекцию правильной прямой шестиугольной призмы по двум данным и ее сечение фронтально-проецирующей плоскостью α.

Рассмотрим поэтапное выполнение задания (рис. 2).

Этап 1. Построение третьей проекции призмы по двум данным, используя линии проекционной связи.

Этап 2. Построение проекции сечения призмы фронтально-проецирующей плоскостью.

Фронтальная проекция сечения – прямая, совпадающая с главным следом плоскости. Обозначив фронтальные проекции точек пересечения ребер пирамиды с плоскостью (1_2,2_2,$2'_2$,3_2,$3'_2$,4_2,$4'_2$),

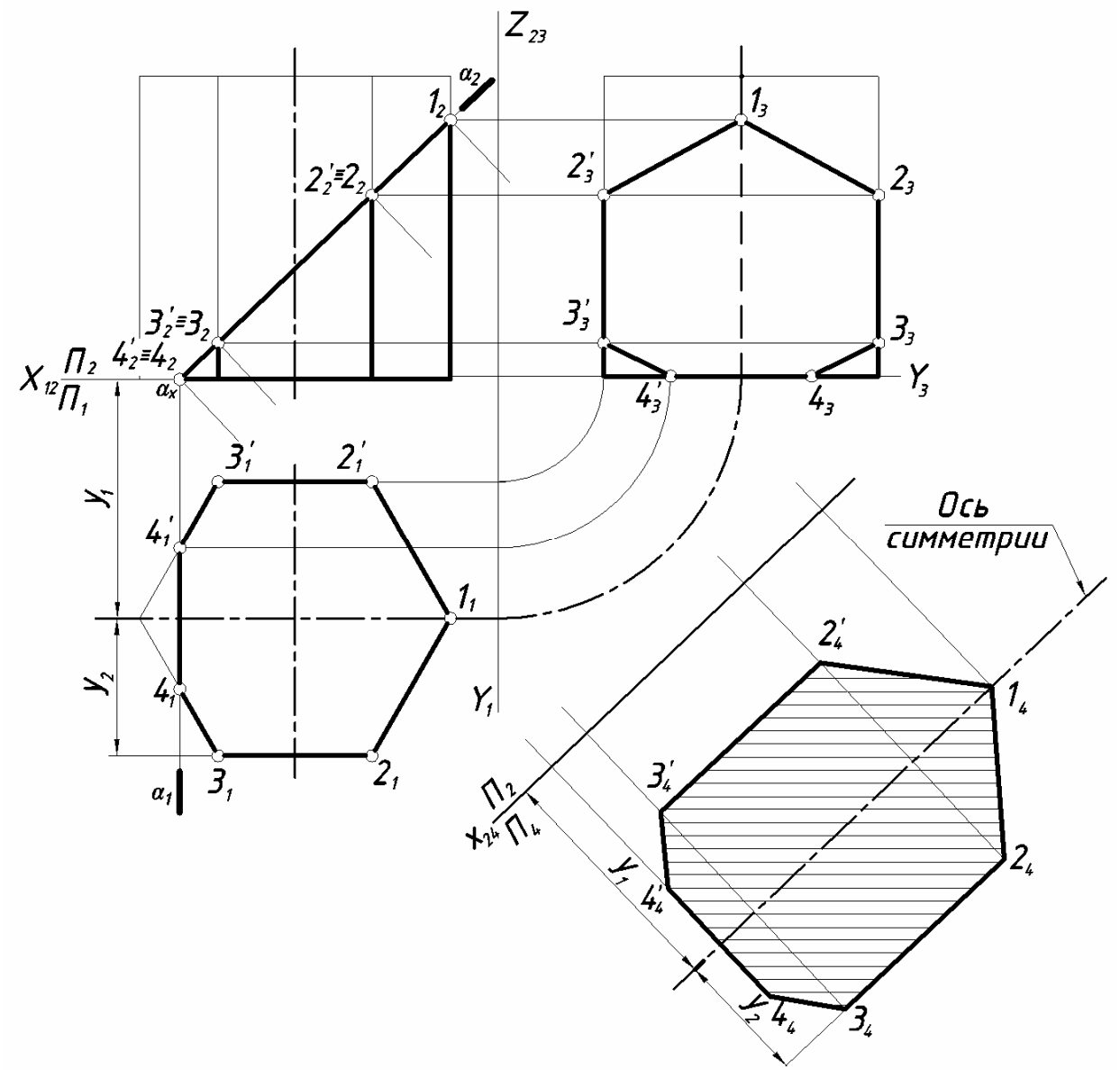


Рис. 2. Сечение прямой призмы фронтально-проецирующей плоскостью.

находим их горизонтальные и профильные проекции на одноименных проекциях ребер. Плоскость α пересекает основание призмы по фронтально-проецирующей прямой (44′).

Соединив одноименные проекции точек 1,2,3,4,4',…1 получим плоскую замкнутую линию (фигуру сечения) – семиугольник.

Этап 3. Построение натуральной величины сечения.

Для определения натуральной величины фигуры сечения воспользуемся способом замены плоскостей проекций. Заменим горизонтальную плоскость проекций $П_1$ на новую $П_4$ параллельную плоскости α.

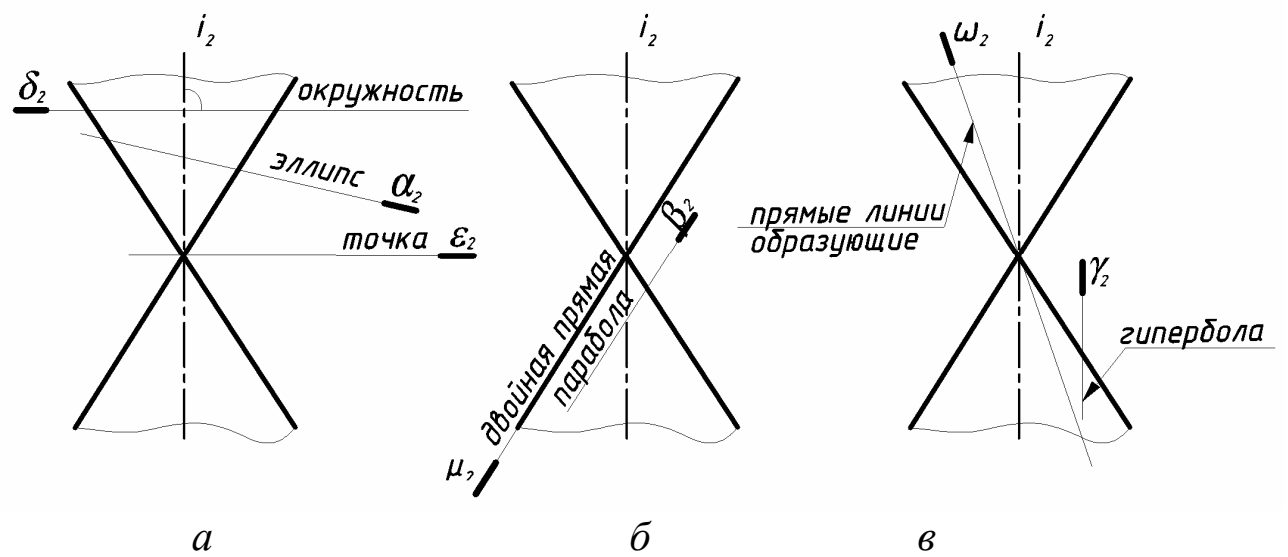
Схема замены: $\frac{П_2}{П_1} \rightarrow \frac{П_2}{П_4}$; $П_4 \perp П_2$; $П_4 \parallel \alpha$; $x_{24} \parallel \alpha_2$.

При построении дополнительной проекции семиугольника (натуральной величины) используем ось симметрии, удаленную от новой оси x_{24} на расстояние равное координате y_1. Точка 1_4 принадлежит оси симметрии. Проекции точек 3_4, 2_4 и симметричные им $3'_4$, $2'_4$ строим, используя координату y_2. Точки 4_4, $4'_4$ строим по аналогии, используя координату y точек.

Этап 4. Обводим проекции усеченной призмы с учетом видимости ребер и натуральную величину сечения сплошной толстой основной линией. Отсеченную часть призмы – тонкой сплошной линией.

1.3. СЕЧЕНИЕ КОНУСА ПРОЕЦИРУЮЩЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ

Линии пересечения конуса второго порядка с плоскостью называются коническими сечениями (рис. 3):



а *б* *в*

Рис. 3. Варианты конических сечений.

1) Если секущая плоскость α пересекает все образующие конуса, то кривая пересечения в общем случае – *эллипс* (рис. 3, *а*);

2) в частном - *окружность* (секущая плоскость δ перпендикулярна оси вращения);

3) в частном – *точка* (плоскость ε проходит через вершину конуса).

4) Если секущая плоскость β параллельна только одной из образующих, то кривая пересечения в общем случае – *парабола* (рис. 3, *б*);

5) в частном случае парабола вырождается в двойную прямую (секущая плоскость μ касательная к поверхности конуса).

6) Если секущая плоскость γ параллельна двум образующим, то кривая пересечения в общем случае – *гипербола* (рис. 3, *в*);

7) в частном случае гипербола вырождается в две пересекающиеся прямые (секущая плоскость ω проходит через вершину конуса).

Пример. Построить третью проекцию прямого кругового конуса по двум данным и его сечение фронтально-проецирующей плоскостью α.

Рассмотрим поэтапное выполнение задания (рис. 4).

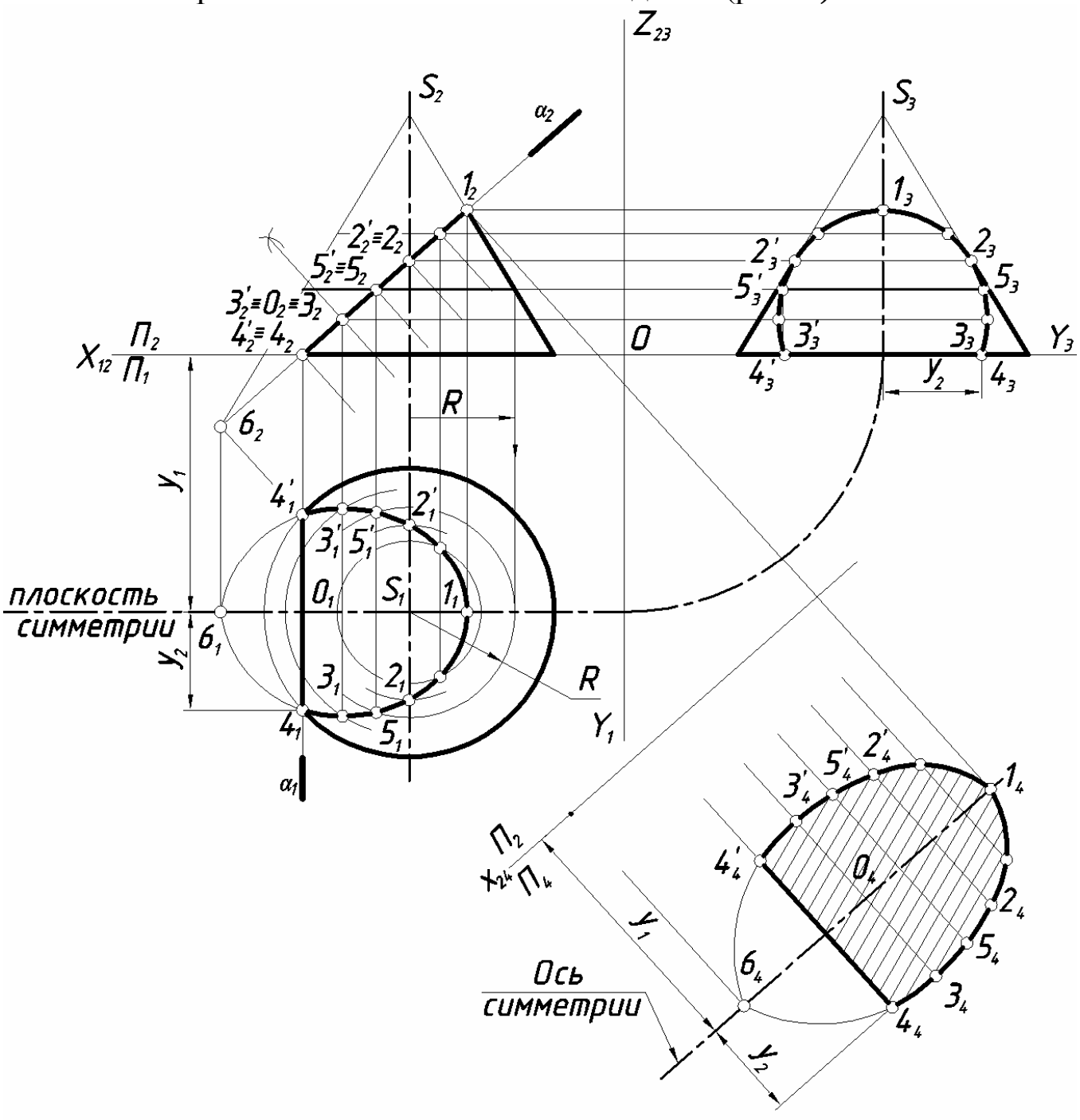


Рис. 4. Сечение конуса фронтально-проецирующей плоскостью.

Этап 1. Построение третьей проекции конуса по двум данным, используя линии проекционной связи.

Этап 2. Построение проекции сечения пирамиды фронтально-проецирующей плоскостью.

Плоскость α пересекает конус по эллипсу. В данном случае большая ось эллипса параллельна плоскости $П_2$ и проецируется на эту плоскость без искажения в виде прямой ($1_2 6_2$), совпадающей со следом фронтально-проецирующей плоскости $α_2$. Центр эллипса проецируется на $П_2$ в точку O_2, лежащую на середине большой оси. Фронтальная проекция малой оси ($3_2 \equiv 3'_2$) вырождается в точку, совпадающую с проекцией O_2. Горизонтальную и профильную проекции фигуры сечения находим из условия принадлежности точек поверхности.

Точки 1 и 2 принадлежат очерковым образующим конуса, т. е. являются очевидными. Недостающие проекции их строим по принадлежности образующим.

Плоскость α и плоскость основания конуса пересекаются по фронтально-проецирующей прямой 44'.

Промежуточные точки можно найти при помощи прямолинейных образующих или параллелей конуса. На рис.6 показано построение при помощи параллелей. Например, промежуточная точка 5 принадлежит окружности конуса радиуса R, одноименные проекции точки 5 принадлежат одноименным проекциям окружности.

Этап 3. Определение натуральной величины фигуры сечения.

Для определения натуральной величины фигуры сечения воспользуемся способом замены плоскостей проекций. Заменим горизонтальную плоскость проекций $П_1$ на новую $П_4$ параллельную плоскости α.

Схема замены: $\frac{П_2}{П_1} \rightarrow \frac{П_2}{П_4}$; $П_4 \perp П_2$; $П_4 \parallel α$; $x_{24} \parallel α_2$.

При построении натуральной величины используем ось симметрии, совпадающую с большой осью эллипса и удаленную от новой оси x_{24} на расстояние равное координате y_1. Точка 1_4 принадлежит оси симметрии. Проекции точек 4_4, $4'_4$ строим, используя координату y_2. Остальные точки строим по аналогии, используя координаты y_i. Малая ось эллипса ($3_4 3'_4$) проходит через центр O_4.

Этап 4. Обводим проекции усеченного конуса и натуральную величину сечения сплошной толстой основной линией. Отсеченную часть конуса оставляем в тонких линиях.

1.4. СЕЧЕНИЕ ЦИЛИНДРА ПЛОСКОСТЬЮ

В случае пересечения цилиндрической поверхности вращения плоскостью могут быть получены следующие линии (рис. 5):

- окружность, если секущая плоскость перпендикулярна оси вращения поверхности (α);
- эллипс, если секущая плоскость не перпендикулярна и не параллельна оси вращения (β);
- две образующие прямые, если секущая плоскость параллельна оси поверхности (γ).

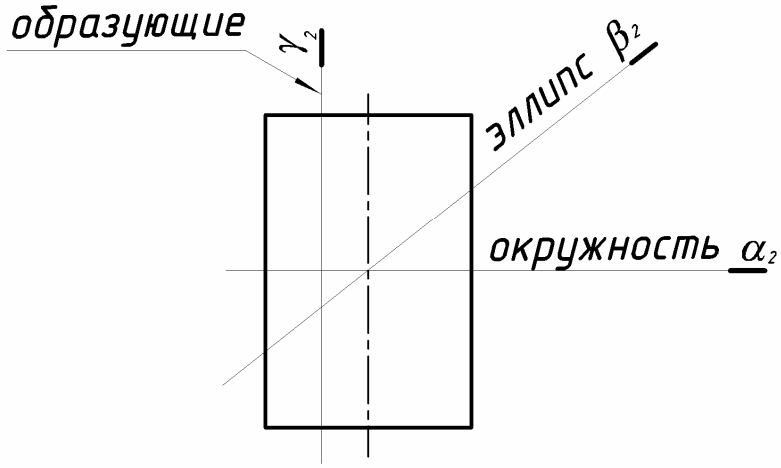


Рис. 5. Варианты цилиндрических сечений.

Пример. Построить третью проекцию прямого кругового цилиндра по двум данным и сечение его фронтально-проецирующей плоскостью α.

Рассмотрим поэтапное выполнение задания (рис. 6).

Этап 1. Построение третьей проекции цилиндра по двум данным, используя линии проекционной связи.

Этап 2. Построение проекции сечения цилиндра фронтально-проецирующей плоскостью.

Круговой цилиндр пересекается наклонной к его оси плоскостью по эллипсу. На рис. 6 большая ось эллипса совпадает с фронтальным следом плоскости. Малая ось– фронтально-проецирующая прямая и на плоскость $П_2$ вырождается в точку $3_2 \equiv 3'_2$, на горизонтальную плоскость проекций проецируется в натуральную величину (равна по величине диаметру).

Плоскость α пересекает основание цилиндра по фронтально-проецирующей прямой (55'). Построение видно из чертежа.

Этап 3. Построение натуральной величины сечения.

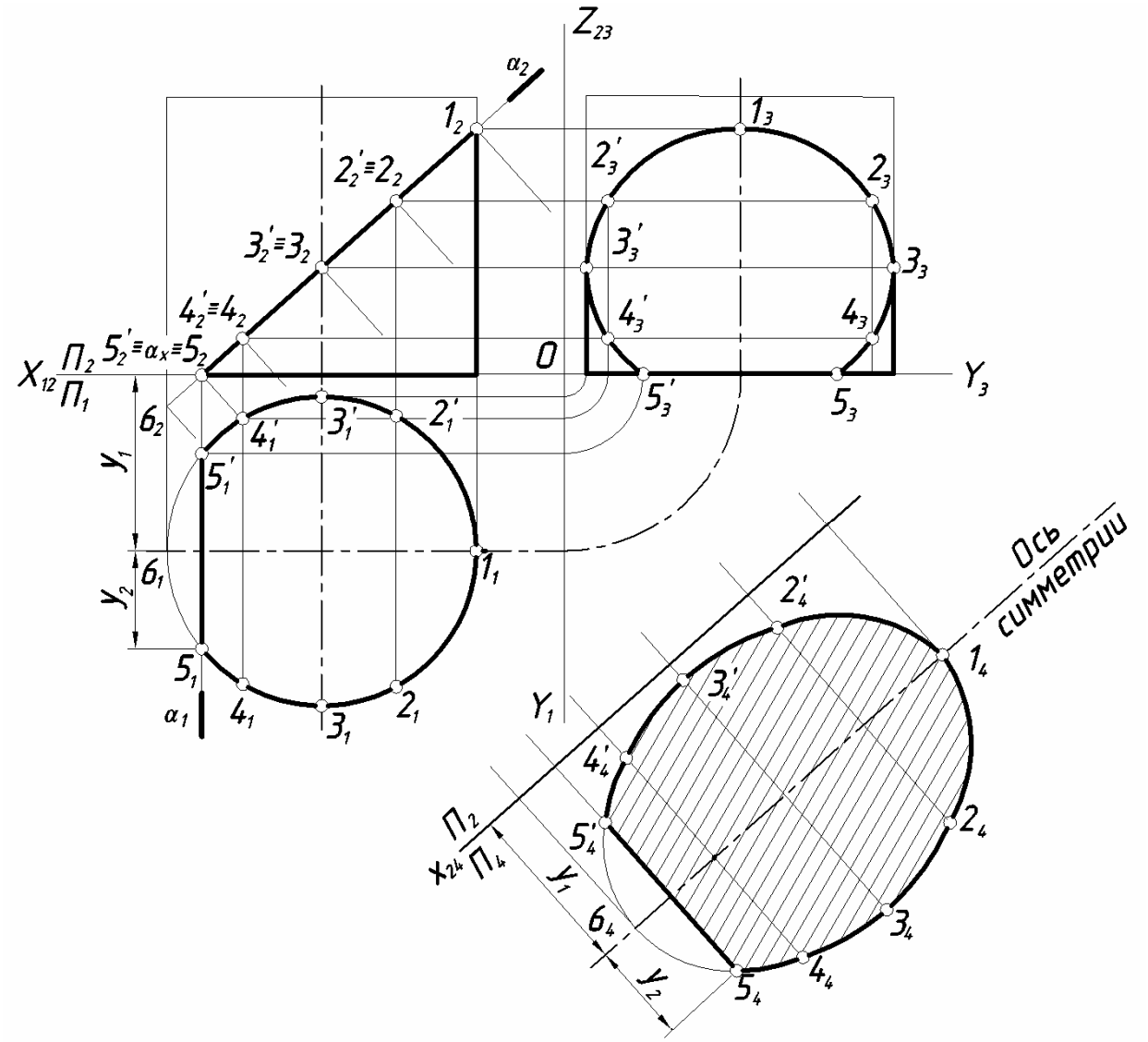


Рис. 6. Сечение цилиндра фронтально-проецирующей плоскостью.

Для определения натуральной величины фигуры сечения воспользуемся способом замены плоскостей проекций. Заменим горизонтальную плоскость проекций $П_1$ на новую $П_4$ параллельную плоскости α.

Схема замены: $\frac{П_2}{П_1} \rightarrow \frac{П_2}{П_4}$; $П_4 \perp П_2$; $П_4 \parallel \alpha$; $x_{24} \parallel \alpha_2$.

При построении дополнительной проекции эллипса (натуральной величины) используем ось симметрии, положение которой определяет координата y_1. Точка 1_4 принадлежит оси симметрии.

Проекции точек $5_4 5'_4$ строим, используя координату y_2. Остальные точки строим по аналогии, используя координаты y точек.

Этап 4. Обводим проекции усеченного цилиндра и натуральную величину сечения сплошной толстой основной линией. Отсеченная часть цилиндра – тонкой сплошной линией.

1.5. СЕЧЕНИЕ СФЕРЫ ПРОЕЦИРУЮЩЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ

Сфера – многоосная поверхность вращения, т. к. любая прямая, проходящая через центр сферы, является её осью вращения. Поэтому сечение сферы любой плоскостью есть окружность. В зависимости от положения секущей плоскости (α) по отношению к заданным плоскостям проекций окружность сечения может проецироваться на плоскость проекций без искажения ($\alpha \parallel \Pi_i$), в виде эллипса или в виде отрезка прямой.

Пример. По двум проекциям сферы построить третью. Построить три проекции сечения сферы фронтально-проецирующей плоскостью и натуральную величину сечения.

Рассмотрим поэтапное выполнение задания (рис. 7).

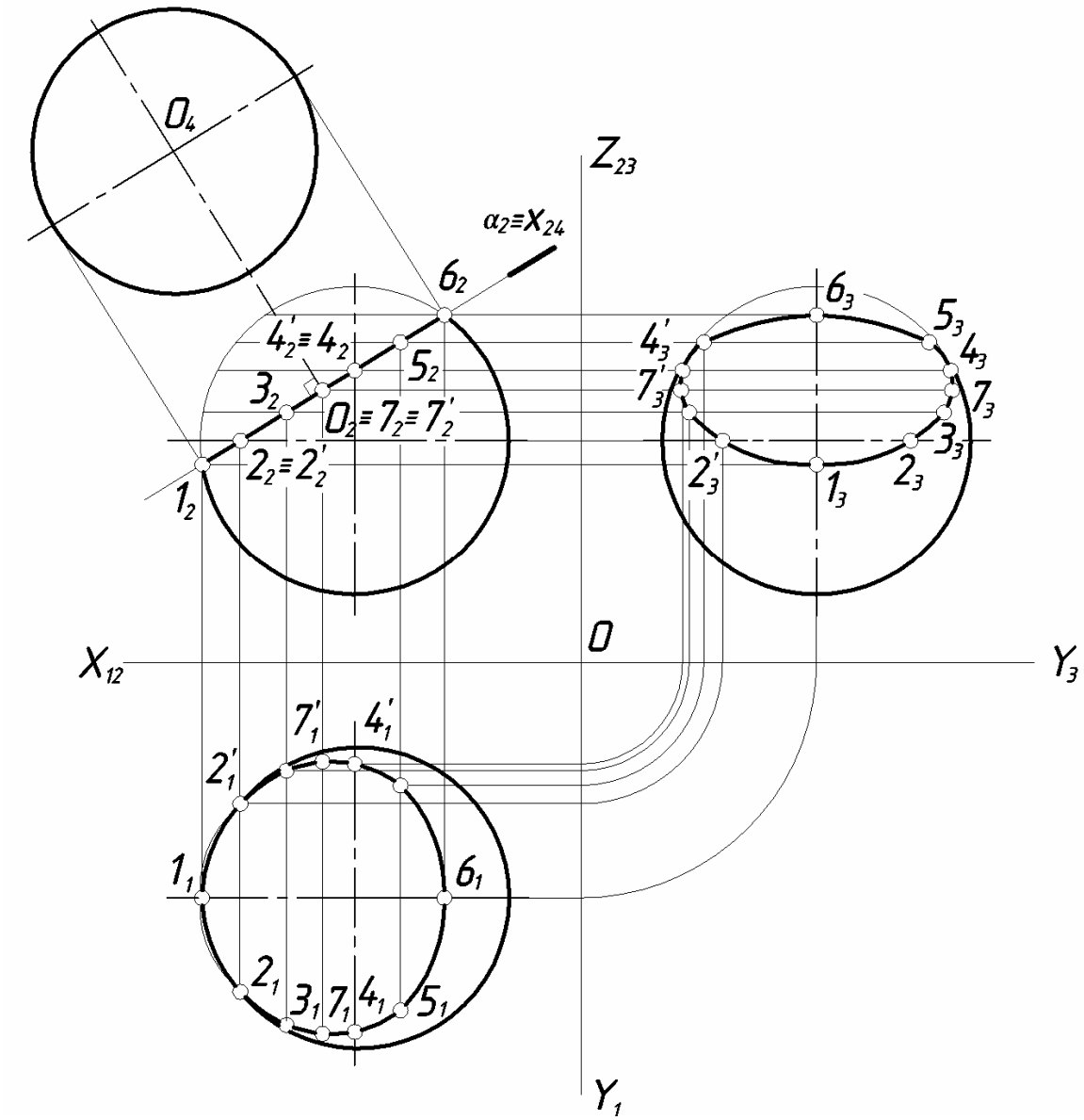


Рис. 7. Сечение сферы проецирующей плоскостью.

Этап 1. Строим третью проекцию сферы. Очевидно, что на все плоскости проекции сфера проецируется в окружность заданного диаметра.

Этап 2. Секущая плоскость α перпендикулярна плоскости проекций $П_2$ и на эту плоскость окружность сечения вырождается в отрезок прямой, совпадающий со следом плоскости $α_2$. На горизонтальную и профильную плоскости проекций сечение проецируется в эллипсы, большие оси которых ($7_17'_1$) и ($7_37'_3$) равны диаметру окружности сечения. Малые оси эллипсов (1_16_1) и (1_36_3) находим используя проекционную связь. Точки 2 и 2' принадлежат окружности экватора и, следовательно, на плоскости $П_1$ лежат на очерке сферы; профильные проекции их находим, используя координату *y*. Точку 4 и 4', принадлежащие профильному меридиану, находим сначала на $П_3$ (на очерке), затем в проекционной связи на $П_1$. Точки 3 и 5 – промежуточные, находим с помощью параллелей соответствующего радиуса.

Этап 3. Натуральная величина сечения сферы – окружность, проекцию центра которой O_2 находим на перпендикуляре, проведенном из центра сферы на фронтальной плоскости проекций к следу секущей плоскости $α_2$. Диаметр окружности сечения равен длине отрезка 1_26_2. На рисунке 7 натуральная величина сечения построена в проекционной связи на дополнительную плоскость $П_4$, параллельную плоскости α. Так как сечение – окружность, которая не требует построения промежуточных точек, новую ось проекций можно не обозначать (на рис. 7 ось x_{24} совпадает с $α_2$).

2. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК

Чертежи разверток применяются при производстве изделий из листового материала: судостроении, кровельном, жестяницком и других производствах.

Разверткой поверхности *называется плоская фигура, полученная после одностороннего совмещения поверхности с плоскостью чертежа.* Между поверхностью и её разверткой устанавливается взаимно-однозначное соответствие: каждой точке поверхности соответствует единственная точка развертки.

Теоретически точно развертываются гранные поверхности. Из кривых поверхностей к развертывающимся относятся лишь линейчатые поверхности: конические, цилиндрические и торсовые. Для этих

поверхностей строятся приближенные развертки, т.к. в процессе построения они заменяются (аппроксимируются) вписанными или описанными многогранными поверхностями.

Сферическая поверхность относится к числу неразвертывающихся. В практических целях для таких поверхностей используют условные развертки. Для построения условных разверток неразвертывающихся поверхностей вращения применяют способы вспомогательных цилиндров и конусов. Более подробно см. в работах /2, 6/.

2.1. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТКИ УСЕЧЕНОЙ ПИРАМИДЫ

Развертку многогранников получаем последовательным совмещением с плоскостью чертежа всех его граней. В общем случае все боковые грани неправильной пирамиды могут быть треугольниками разной величины и формы. Т.е. построение развертки сводится к построению истинных размеров и форм отдельных граней.

Пример. Построить развертку усеченной правильной шестиугольной пирамиды.

Рассмотрим поэтапное выполнение задания (рис. 8).

Этап I. Построение полной развертки пирамиды (без учета сечения).

Все боковые ребра прямой правильной шестиугольной пирамиды равны. Очерковые ребра $S_2A_2 = S_2D_2$ как прямые уровня на фронтальной плоскости проекций определяют натуральную величину боковых ребер. Все боковые грани – равные между собой равнобедренные треугольники.

Основание пирамиды проецируется на плоскость проекций $П_1$ в натуральную величину.

На свободном поле чертежа задаемся точкой S_0 – вершиной развертки пирамиды. Из точки S_0, как из центра окружности, проводим дугу радиусом равным A_2S_2.

Откладываем на дуге окружности шесть равных делений, хорды которых равны длине стороны основания $a_n=|A_1B_1|$. Точки делений A_0, B_0, C_0, D_0, E_0, F_0 соединяем с центром дуги S_0 и получаем развертку боковой поверхности. Для получения полной развертки к произвольно взятому ребру B_0C_0 пристроим натуральную величину основания пирамиды – правильный шестиугольник.

Этап 2. Построение развертки усеченной пирамиды.

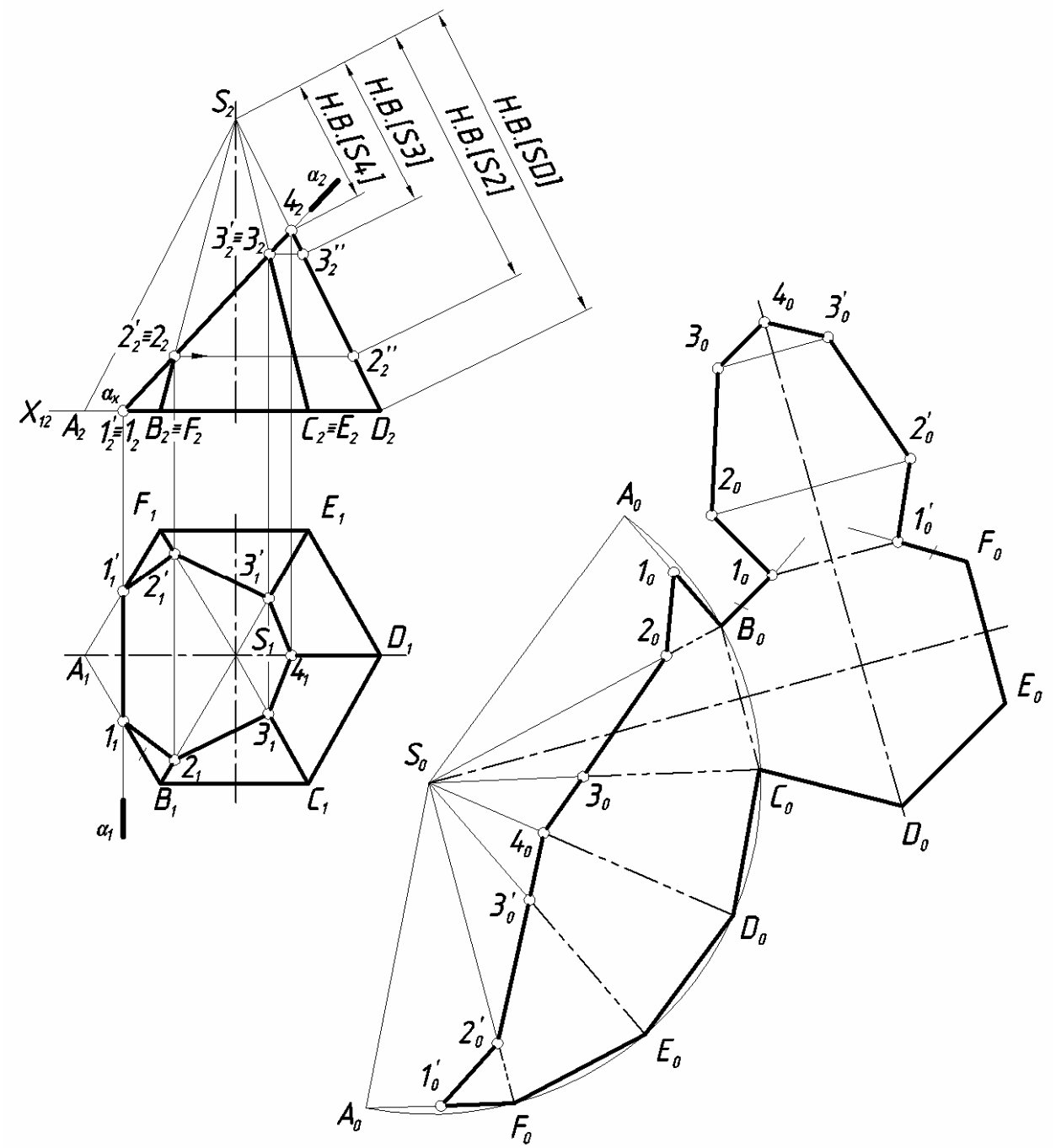


Рис. 8. Пример построения развертки усеченной прямой шестиугольной пирамиды.

Определяем натуральные величины отрезков от вершины пирамиды S до точек 2, 3, принадлежащих ребрам BS, CS. Построение видно из чертежа. Отрезок S4 на $П_2$ проецируется в натуральную величину $|S_2 4_2|=|S4|$.

Находим на развертке положение точек 2_0, 3_0, 4_0, $3'_0$, $2'_0$ на соответствующих ребрах. Отмечаем положение точки 1_0 на ребре B_0A_0, при этом $|1_0B_0|=|1_1B_1|$. Аналогично находим $1'_0$ на ребре A_0F_0. Соединяем полученные точки. Ломаная линия $1_0 2_0 3_0 4_0 3'_0 2'_0 1'_0$

няем полученные точки. Ломаная линия $1_0 2_0 3_0 4_0 3'_0 2'_0 1'_0$ ограничивает развертку боковой поверхности усеченной пирамиды.

Затем присоединяем к полученному чертежу действительную величину сечения. Точка 1_0 и симметричная ей $1'_0$ принадлежат сторонам основания ($|1_0B_0|=|1'_0F_0|$). Точка 4_0 принадлежит оси симметрии фигуры сечения, натуральная величина которой есть на фронтальной плоскости проекций и равна отрезку $|1_2 4_2|$.

Построение точек 2_0, 3_0, $2'_0$, $3'_0$ натуральной величины сечения аналогично построению, показанному на рис. 1.

Этап 3. Обводим контур развертки усеченной пирамиды – сплошной толстой основной линией. Линии вспомогательного построения – сплошной тонкой линией, линии сгиба на развертках согласно ГОСТ 2.303-68 – штрихпунктирной тонкой линией с двумя точками.

2.2. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТКИ УСЕЧЕННОЙ ПРИЗМЫ

Построение развертки призмы сводится к построению истинных размеров и форм отдельных ее граней.

Пример. Построить развертку усеченной прямой правильной шестиугольной призмы.

Этап 1. Построение полной развертки правильной прямой шестиугольной призмы (без учета сечения) (рис. 9).

Анализируем исходные данные: все боковые ребра прямой правильной шестиугольной призмы равны и на плоскость проекций $П_2$ проецируются в натуральную величину. Основание призмы проецируется на плоскость проекций $П_1$ в натуральную величину.

Полная развертка боковой поверхности призмы – прямоугольник, одна сторона которого равна боковым ребрам, а вторая – периметру основания. Все боковые грани – равные между собой прямоугольники.

К произвольно взятому ребру пристроим натуральную величину основания призмы – правильный шестиугольник.

Этап 2. Находим на развертке положение точек 1_0, 2_0, $2'_0$, 3_0, $3'_0$, 4_0, $4'_0$ на соответствующих ребрах. Соединяем полученные точки. Ломаная линия $4_0 3_0 2_0 1_0 2'_0 3'_0 4'_0$ ограничивает развертку боковой поверхности усеченной призмы.

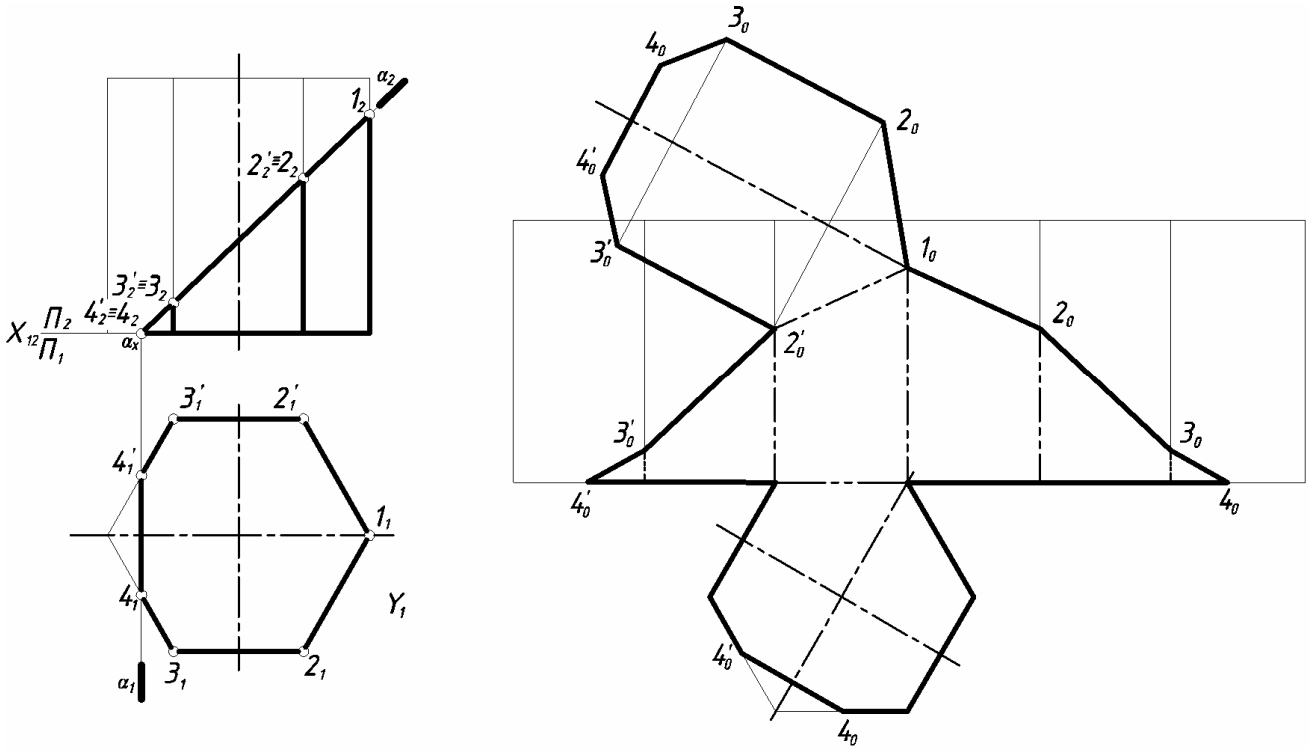


Рис. 9. Построение развертки усеченной призмы.

Находим положение точек 4_0, $4'_0$ на сторонах основания и соединяем их.

Затем присоединяем к полученному чертежу действительную величину сечения.

Этап 3. Обводка контура развертки сплошной толстой основной линией, линии вспомогательного построения – тонкой сплошной линией, линии сгиба – штрихпунктирной тонкой линией с двумя точками.

2.3. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТКИ УСЕЧЕННОГО КОНУСА

Для построения развертки конической поверхности её предварительно аппроксимируют поверхностью пирамиды с возможно большим количеством граней.

Пример. Построить развертку усеченного прямого кругового конуса.

Рассмотрим поэтапное выполнение задания.

Этап 1. Построение полной развертки конуса.

В данной работе мы аппроксимируем поверхность конуса поверхностью двенадцатиугольной пирамидой.

Порядок построения показан на рис. 10 и изложен в п. 2.1, рис. 8.

Этап 2. Построение развертки усеченного конуса.

Построение аналогично рассмотренному в п. 2.1, рис. 8.

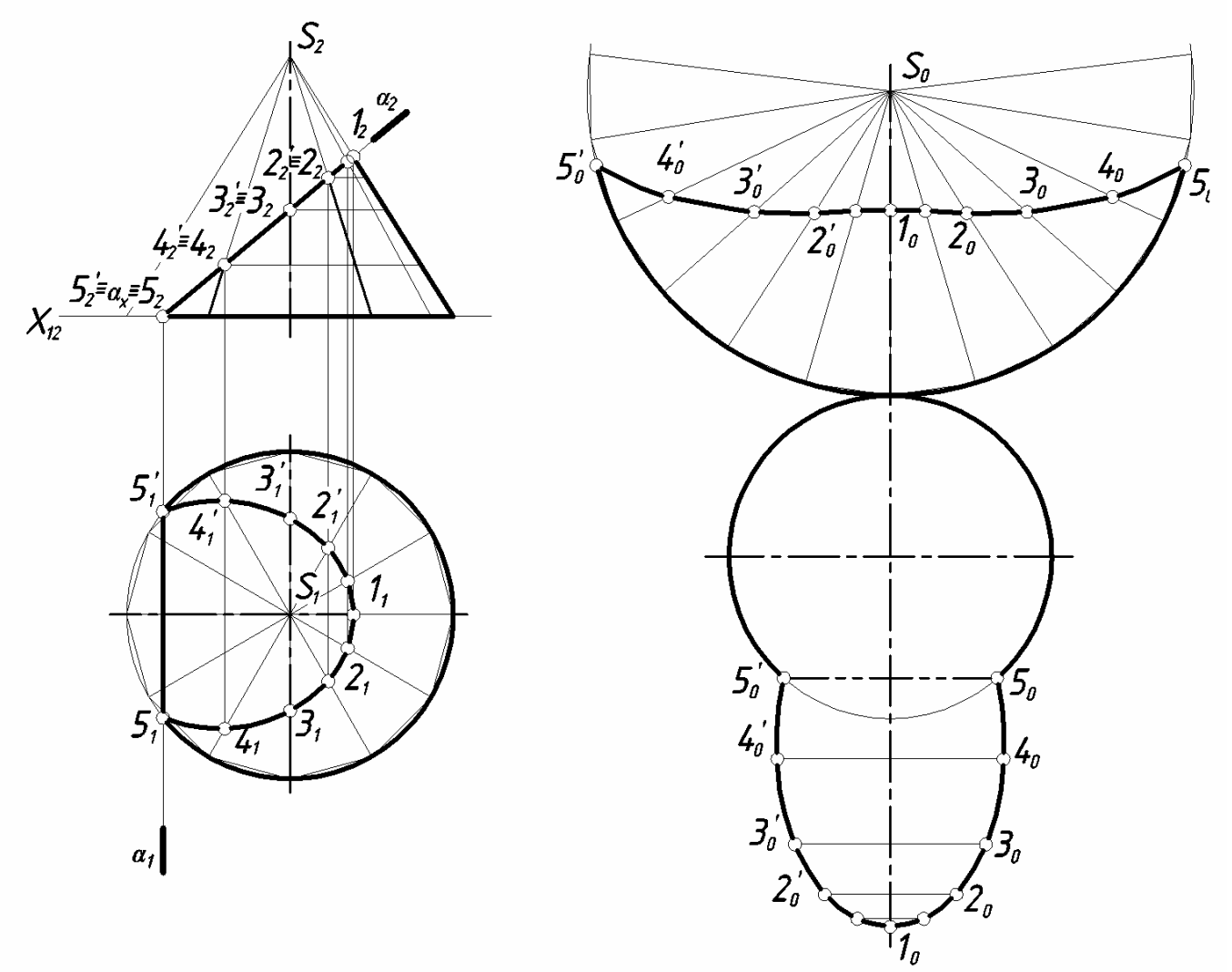


Рис. 10. Пример построения развертки усеченного конуса.

Этап 3. Обводка контура развертки сплошной толстой основной линией, линии вспомогательного построения – тонкой сплошной линией, линию сгиба ($5_0 5'_0$) – штрихпунктирной тонкой линией с двумя точками.

2.4. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТКИ УСЕЧЕННОГО ЦИЛИНДРА

Развертка боковой поверхности прямого кругового цилиндра радиуса R и высотой h представляет собой прямоугольник, одна из сторон которого равна длине окружности основания $2\pi R$, а другая – высоте h цилиндра. На практике цилиндрическую поверхность чаще заменяют (аппроксимируют) многогранными поверхностями, которые и развертывают. Такие развертки будут приближенными.

Прямой круговой цилиндр аппроксимируют поверхностью впи-

санной призмы с возможно большим числом граней.

На рис. 11 показан пример построения развертки усеченного прямого кругового цилиндра.

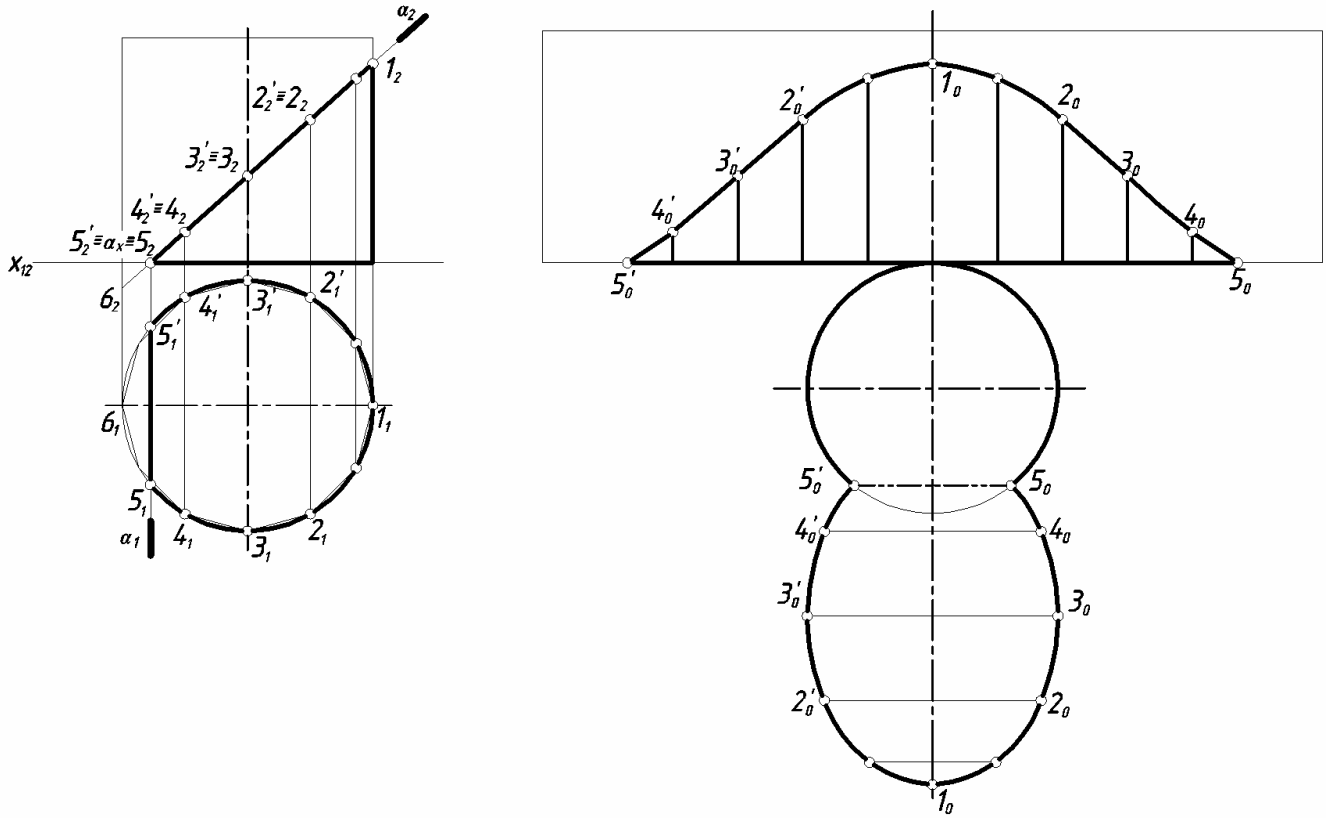


Рис. 11. Построение развертки усеченного цилиндра.

Пример. Построить развертку усеченного прямого кругового цилиндра.

Рассмотрим поэтапное выполнение задания.

Этап 1. Построение полной развертки цилиндра.

В данной работе мы аппроксимируем поверхность цилиндра поверхностью двенадцатиугольной призмы.

Порядок построения показан на рис. 11 и изложен в п. 2.2, рис. 9.

Этап 2. Построение развертки усеченного цилиндра.

Находим на развертке боковой поверхности положение точек 5_0,4_0…$5'_0$ на соответствующих образующих.

Находим положение точек 5_0, $5'_0$ на окружности основания, к которым присоединяем действительную величину сечения.

Этап 3. Обводка контура развертки сплошной толстой основной линией, линии вспомогательного построения – тонкой сплошной линией, линию сгиба – штрихпунктирной тонкой линией с двумя точками.

3. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

При выполнении технических чертежей часто оказывается необходимым наряду с изображением предметов в системе ортогональных проекций иметь изображения более наглядные, особенно на начальных этапах конструирования.

Для построения таких изображений применяют способ аксонометрического проецирования. Применяемые в отечественной конструкторской документации аксонометрические проекции стандартизованы в ГОСТ 2.317-69, который предусматривает несколько видов аксонометрических проекций: косоугольных и прямоугольных. Наибольшее распространение на практике получили прямоугольная изометрия и прямоугольная диметрия.

В прямоугольной изометрии углы между аксонометрическими осями равны 120?. Коэффициенты искажения по аксонометрическим осям равны $к_x=к_y=к_z=0,82$. Изометрическую проекцию для упрощения, как правило, выполняют без искажения по осям, т.е. принимают коэффициент искажения равным единице: $к_x=к_y=к_z=1$. Получаемое при этом увеличение линейных размеров предмета на изображении составляет 22% (выражается числом 1,22=1:0,82).

В прямоугольной диметрии ось *z* расположена вертикально, а оси *x* и *y* составляют с перпендикуляром к оси *z* углы 7?10′ и 41?25′ соответственно. Коэффициенты искажения по аксонометрическим осям *x* и *z*: $к_x= к_z=0,94$; по оси *y* – $к_y=0,47$. В целях упрощения построений диметрическую проекцию, как правило, выполняют без искажения по осям *x* и *z*: $к_x= к_z=1$ и с коэффициентом искажения 0,5 по оси *y*: $к_y=0,5$. Увеличение в этом случае составляет 6% (выражается числом 1,06=1:0,94).

От вида аксонометрии во многом зависит степень наглядности и простота его выполнения. Например, если в основании призмы лежит квадрат или ромб, вершины которого расположены на координатных осях, рекомендуется выполнять прямоугольную диметрию, т. к. в прямоугольной изометрии в этих случаях теряется наглядность.

3.1. АКСОНОМЕТРИЯ УСЕЧЕННОЙ ПИРАМИДЫ

Построение аксонометрических проекций многогранников сводится к построению их вершин и ребер. При этом надо помнить, что каждый отрезок, направленный по осям *x, y, z* или параллельно им,

сохраняет свою величину. Прямые параллельные осям проекций сохраняют параллельность аксонометрическим осям.

Пример. Построить прямоугольную изометрию усеченной пирамиды.

Рассмотрим поэтапное выполнение задания (рис. 12).

Этап I. Построение изометрии пирамиды (без учета сечения).

Коэффициенты искажения по осям принимаем равными единице: $к_x=к_y=к_z=1$.

Для пирамиды вначале строим изометрию основания (рис. 12). Для построения вершин основания A и D, принадлежащих оси *x*, используем координату x_2. Стороны BC и FE параллельны оси *x* и удалены от нее на расстояние равное координате y_1. Положение вершин B, C, E, F определяет координата x_1.

Затем из точки O откладываем высоту пирамиды OS= z_1 и полученную вершину S соединяем с вершинами основания A, B, C, D, E, F.

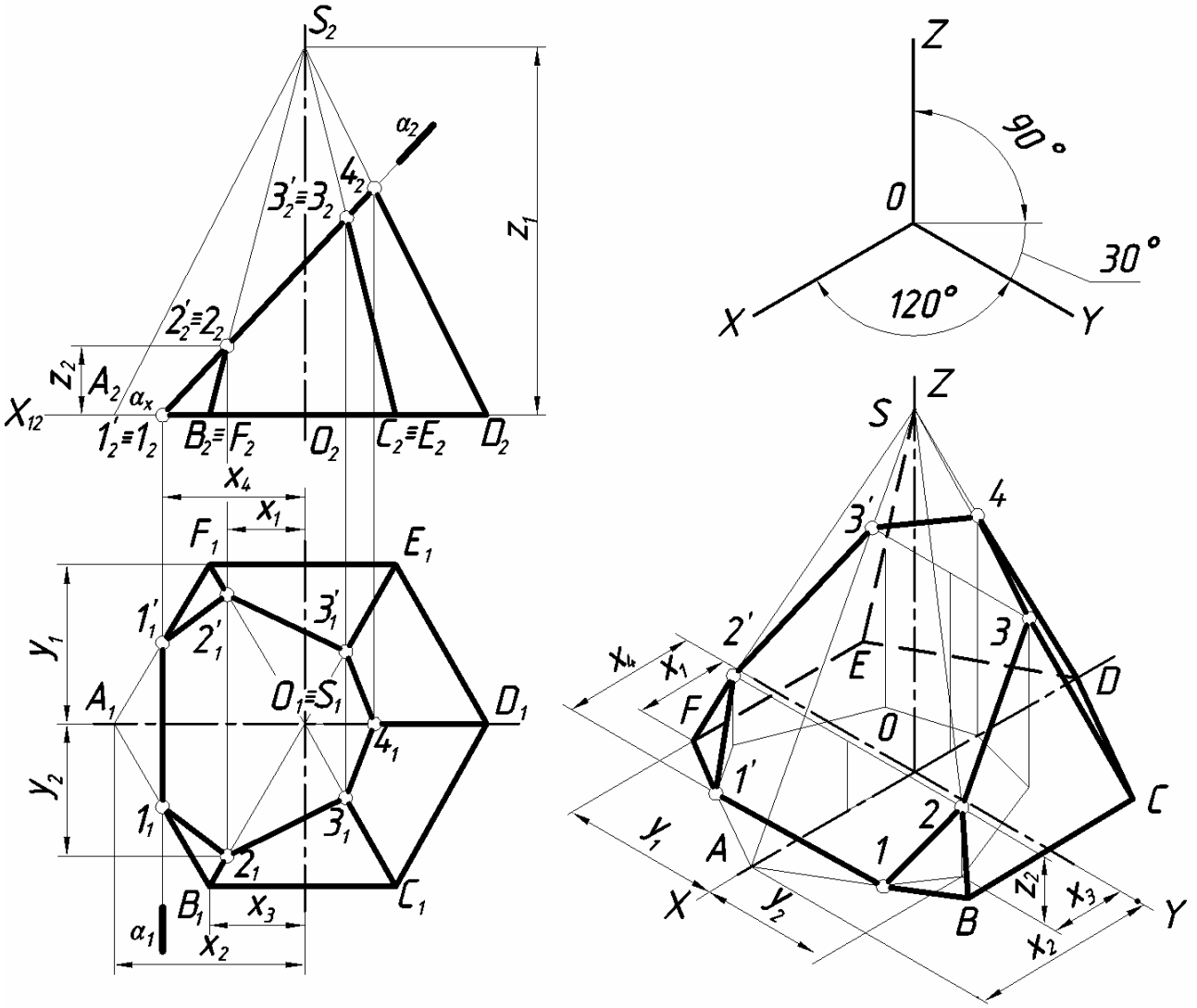


Рис. 12. Построение прямоугольной изометрии усеченной пирамиды.

Этап 2. Построение изометрии усеченной пирамиды.

Прямая 11' параллельна оси *y* и удалена от нее на расстоянии x_4. При построении точки 2, принадлежащей ребру ВС, используем координаты x_3, y_2, z_2. Другие точки, принадлежащие боковым ребрам, строим аналогично, используя координаты x_i, y_i, z_i. Построение видно из чертежа.

Построение прямоугольной диметрии призмы аналогично и показано на рис. 13. Коэффициенты искажения по осям: $к_x=к_z=1$, $к_y=0,5$.

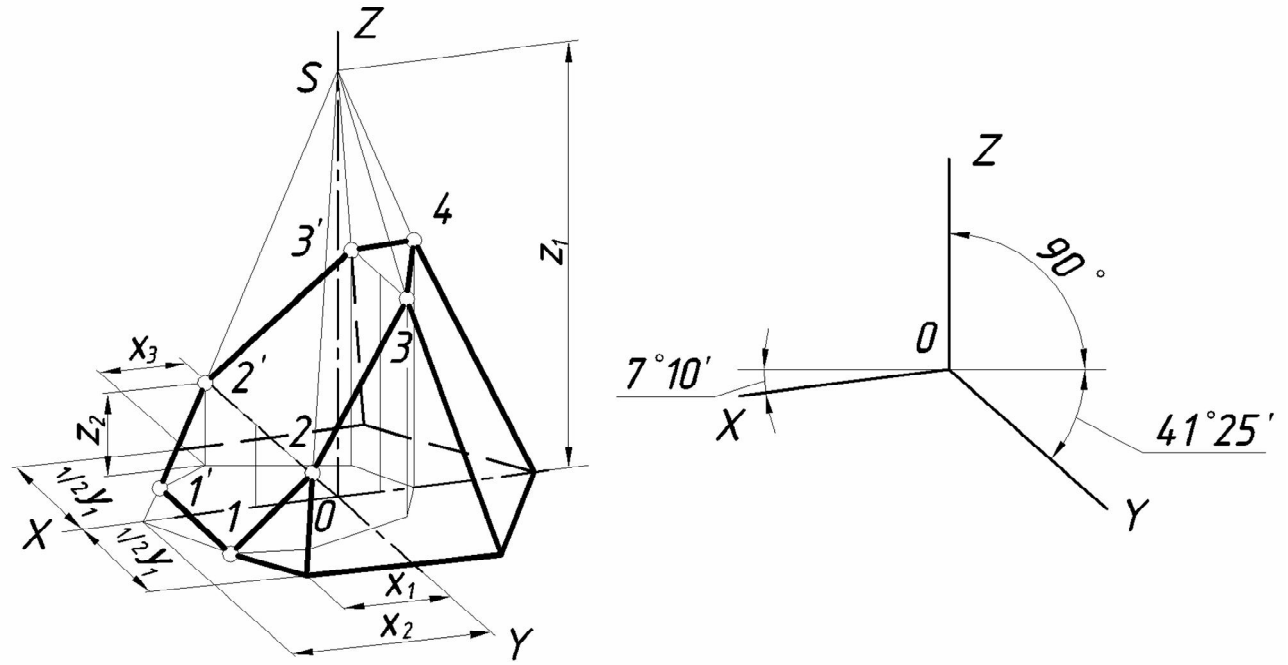


Рис. 13. Диметрия усеченной прямой шестиугольной пирамиды.

3.2. АКСОНОМЕТРИЯ УСЕЧЕННОЙ ПРИЗМЫ

Рассмотрим построение аксонометрической проекции на примере построения прямоугольной изометрии прямой шестиугольной призмы (рис. 14). Построение шестиугольника в изометрии рассмотрено в п. 3.1 и на рис. 12. Боковые ребра прямой призмы параллельные оси z проводим из вершин основания и откладываем на них отрезки равные координатам z_i, измеренным на фронтальной плоскости проекций. Прямая $4_0 4'_0$ параллельна оси *y*.

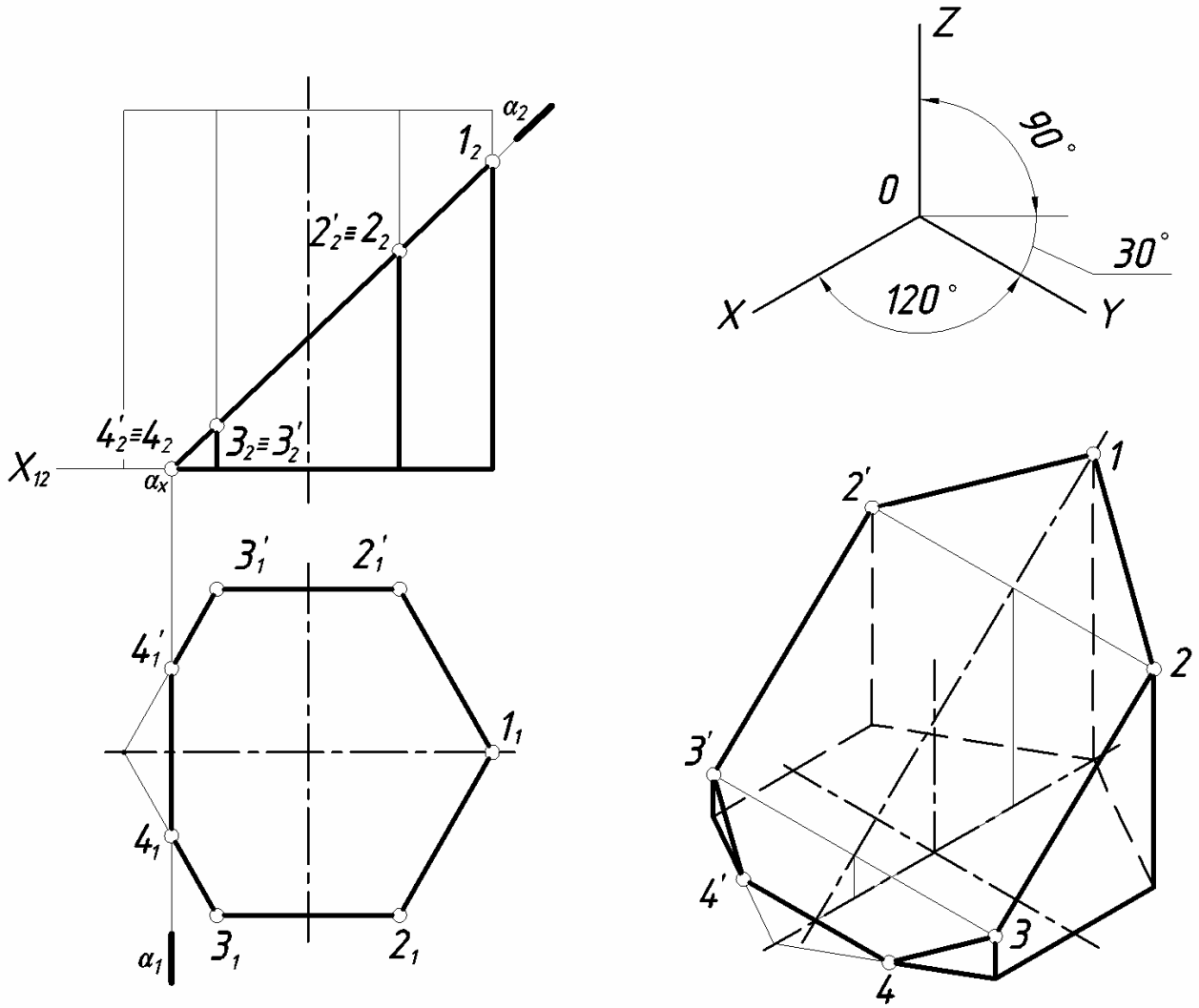


Рис. 14. Пример построения прямоугольной изометрии прямой призмы.

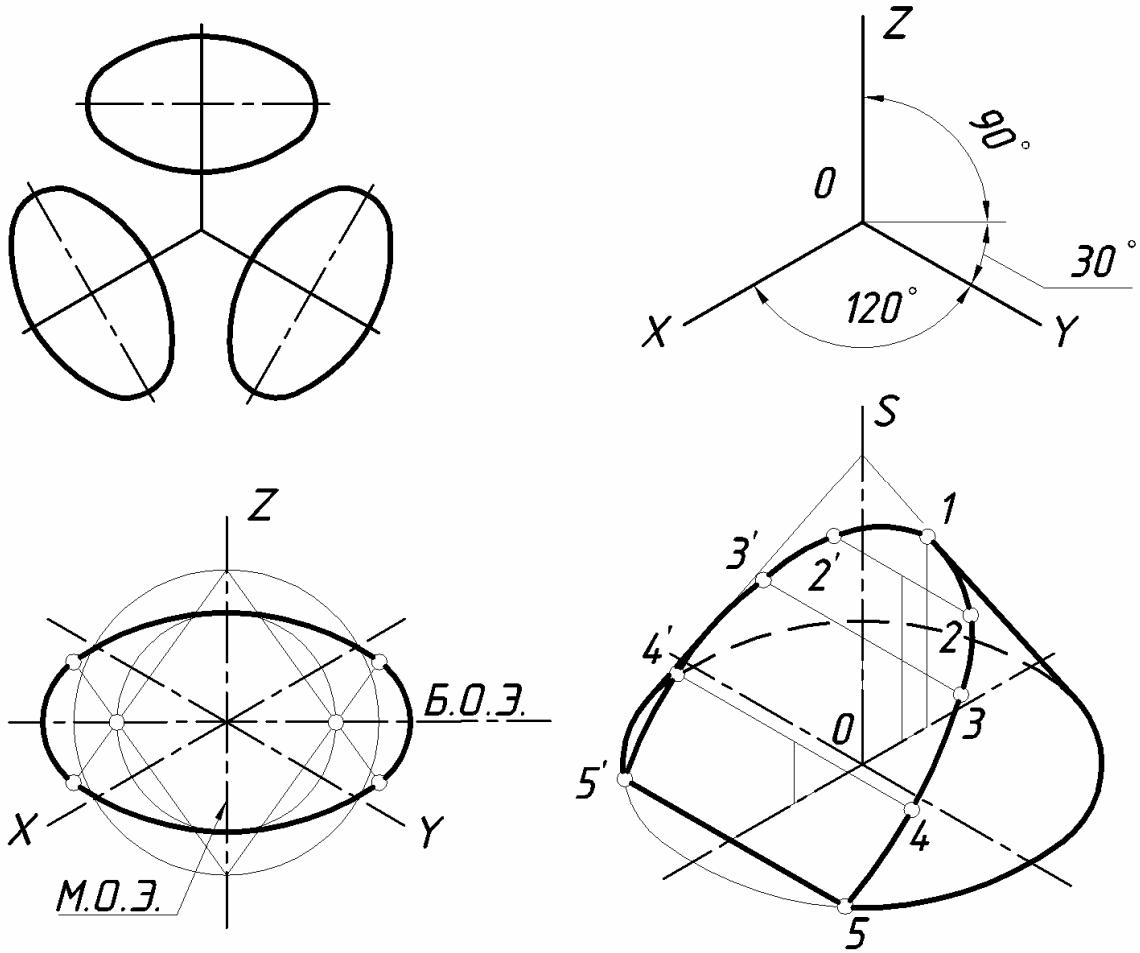
3.3. АКСОНОМЕТРИЯ УСЕЧЕННОГО КОНУСА

Построение аксонометрии конуса сводится к построению аксонометрического изображения окружности его основания. Затем из центра основания откладываем высоту конуса. Из полученной вершины проводим касательные к основанию, которые являются очерковыми образующими.

Рассмотрим построение окружности в аксонометрических проекциях. Как известно, прямоугольной проекцией окружности является эллипс. Направление большой оси эллипса (б.о.э.) перпендикулярно той аксонометрической оси, которая отсутствует в плоскости окружности, а малая ось эллипса (м.о.э.) совпадает по направлению с этой осью.

Эллипс, как изометрию окружности, можно построить по восьми точкам, ограничивающим его большую и малую оси и проекциям диаметров, параллельных координатным осям. Размеры осей эллипсов при использовании приведенных коэффициентов искажения равны: большая ось – 1,22d, малая ось – 0,71d, где d – диаметр изображаемой окружности. Диаметры окружностей, параллельных координатным осям, проецируются отрезками, параллельными изометрическим осям, и изображаются равными диаметру изображаемой окружности.

В практике эллипс, являющийся изометрией окружности, лежащей в координатной или параллельной ей плоскости, заменяют четырехцентровым овалом. На рис. 15 показано построение прямоугольной изометрии усеченного конуса и четырехцентрового овала, заменяющего эллипс, в плоскости *xOy*. Построение четырехцентровых овалов в плоскостях *xOz* и *zOy* аналогично.



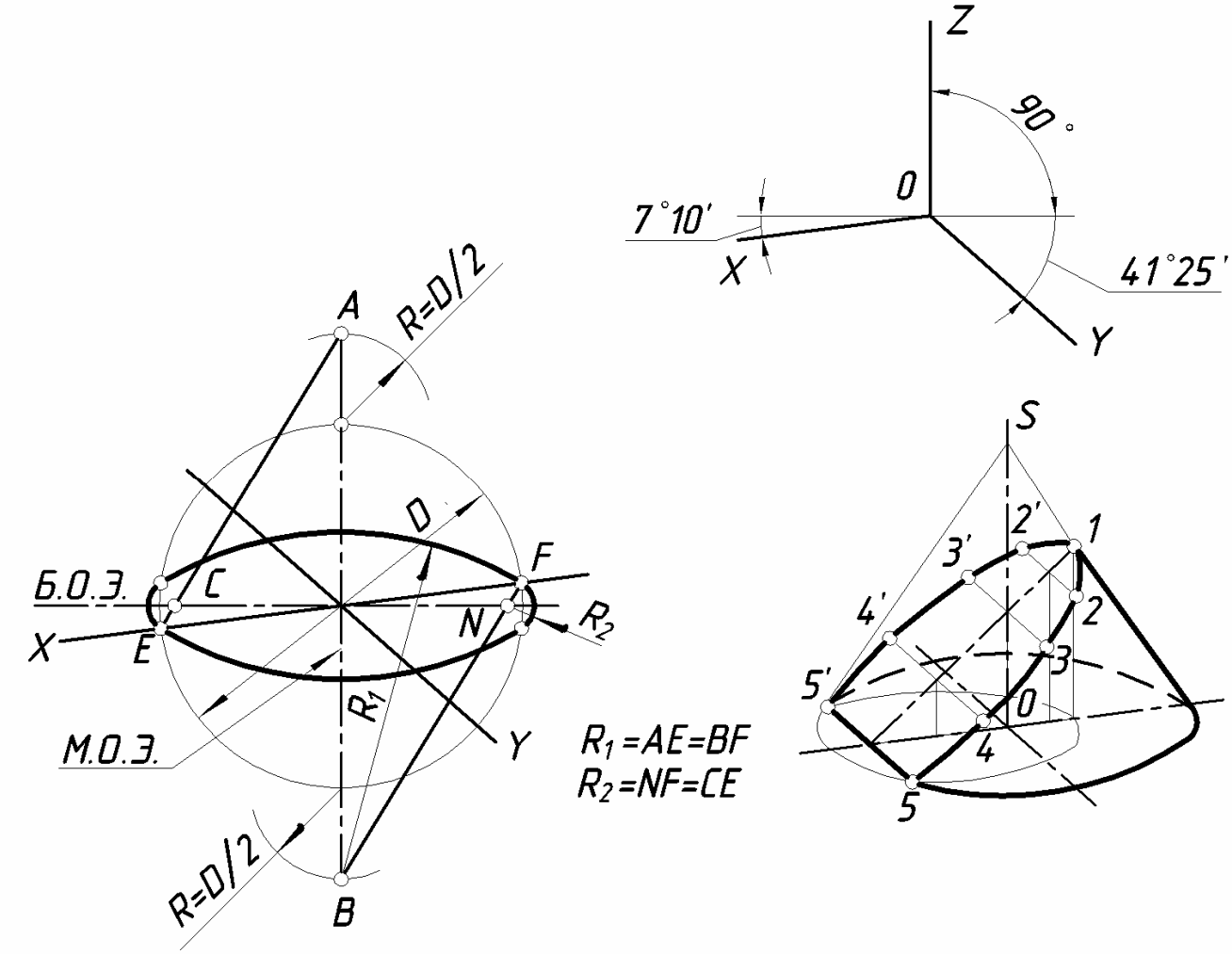
а *б*

Рис. 15. Пример построения прямоугольной изометрии:
а – окружности в плоскости *xOy*; *б* – усеченного конуса.

В прямоугольной диметрии при использовании приведенных коэффициентов искажения равные окружности диаметра d, лежащие в координатных плоскостях *xOy* и *zOy*, проецируются в равные эллипсы с большой осью равной 1,06d и малой – 0,35d. Окружность, расположенная в плоскости *xOz*, проецируется в эллипс с большой осью равной 1,06d и малой осью – 0,95d.

На рис. 16 построена прямоугольная диметрия усеченного конуса и показано построение диметрии окружности диаметром D в плоскости *xOy*. Диаметры окружности, параллельные координатным осям, проецируются в отрезки, параллельные осям диметрии: вдоль оси *Ox* в отрезок равный D , вдоль оси *Oy* – 0,5 D.

На рис. 16, *б* при построении фигуры сечения использовалась вторичная проекция.



а *б*

Рис. 16. Пример построения прямоугольной диметрии:
а – окружности в плоскости *xOy*; *б* – усеченного конуса.

3.4. АКСОНОМЕТРИЯ УСЕЧЕННОГО ЦИЛИНДРА

Построение аксонометрии цилиндра сводится к построению аксонометрического изображения окружностей его верхнего и нижнего оснований. Расстояние между центром верхнего и нижнего основания равно высоте цилиндра. Очерковые образующие строим как касательные к основаниям.

Построение окружностей в аксонометрических проекциях было рассмотрено в п. 3.3 и на рис. 15 и 16.

На рис.17 показан пример построения прямоугольной изометрии усеченного прямого кругового цилиндра. Построение видно из чертежа.

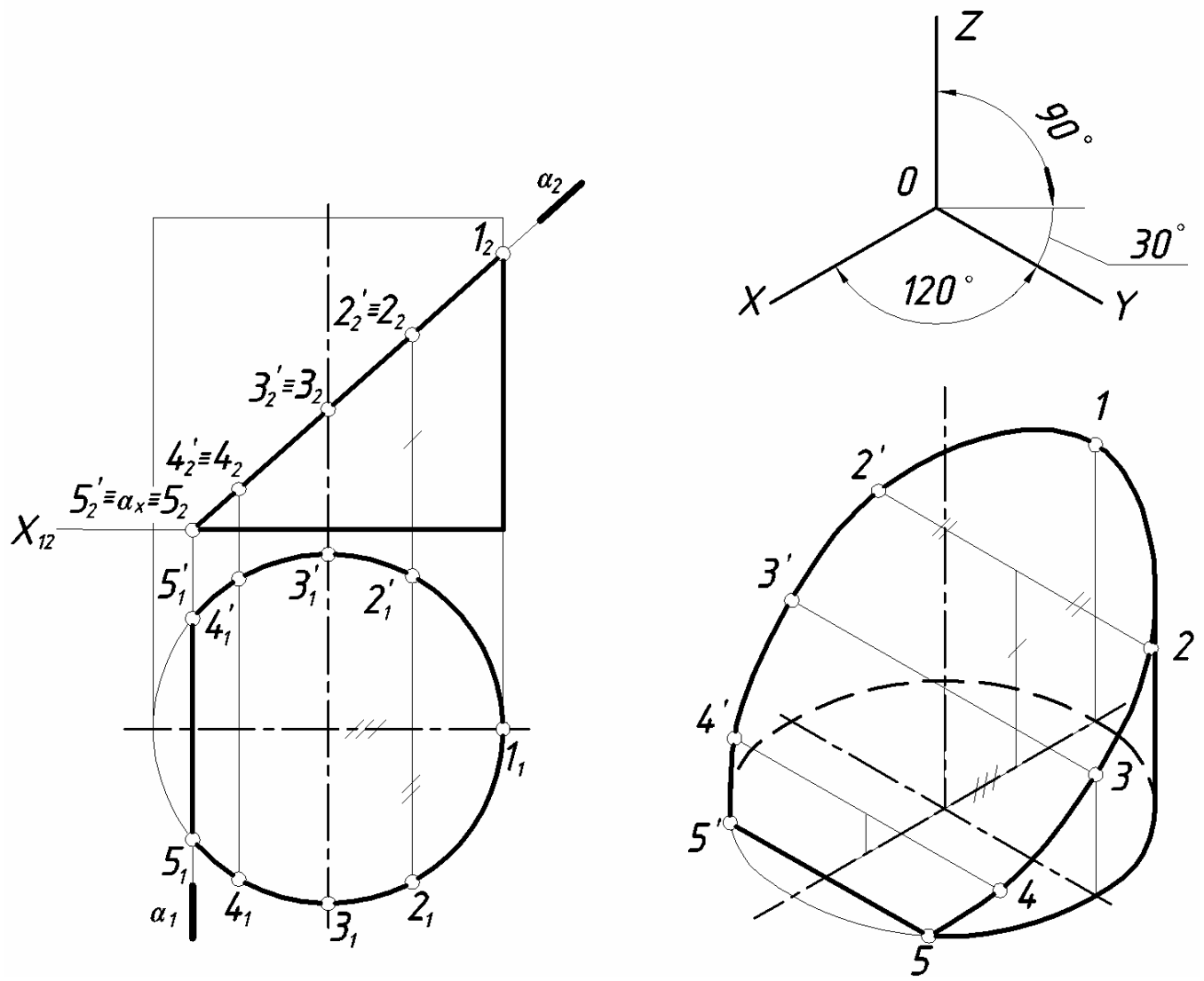


Рис. 17. Пример построения изометрии цилиндра.

3.5. АКСОНОМЕТРИЯ УСЕЧЕННОЙ СФЕРЫ

В прямоугольной аксонометрии поверхность сферы проецируется на аксонометрическую плоскость проекций в виде круга. Так как мы строим стандартные аксонометрические проекции, то очерк сферы в аксонометрии есть окружность, диаметр которой равен ее заданному диаметру (d) умноженному на коэффициент искажения. Для изометрии 1,22d; для диметрии 1,06d. Построение аксонометрической проекции фигуры сечения подобно рассмотренным ранее для конической и цилиндрической поверхности вращения.

На рисунке 18 построена усеченная часть сферы в прямоугольной изометрии.

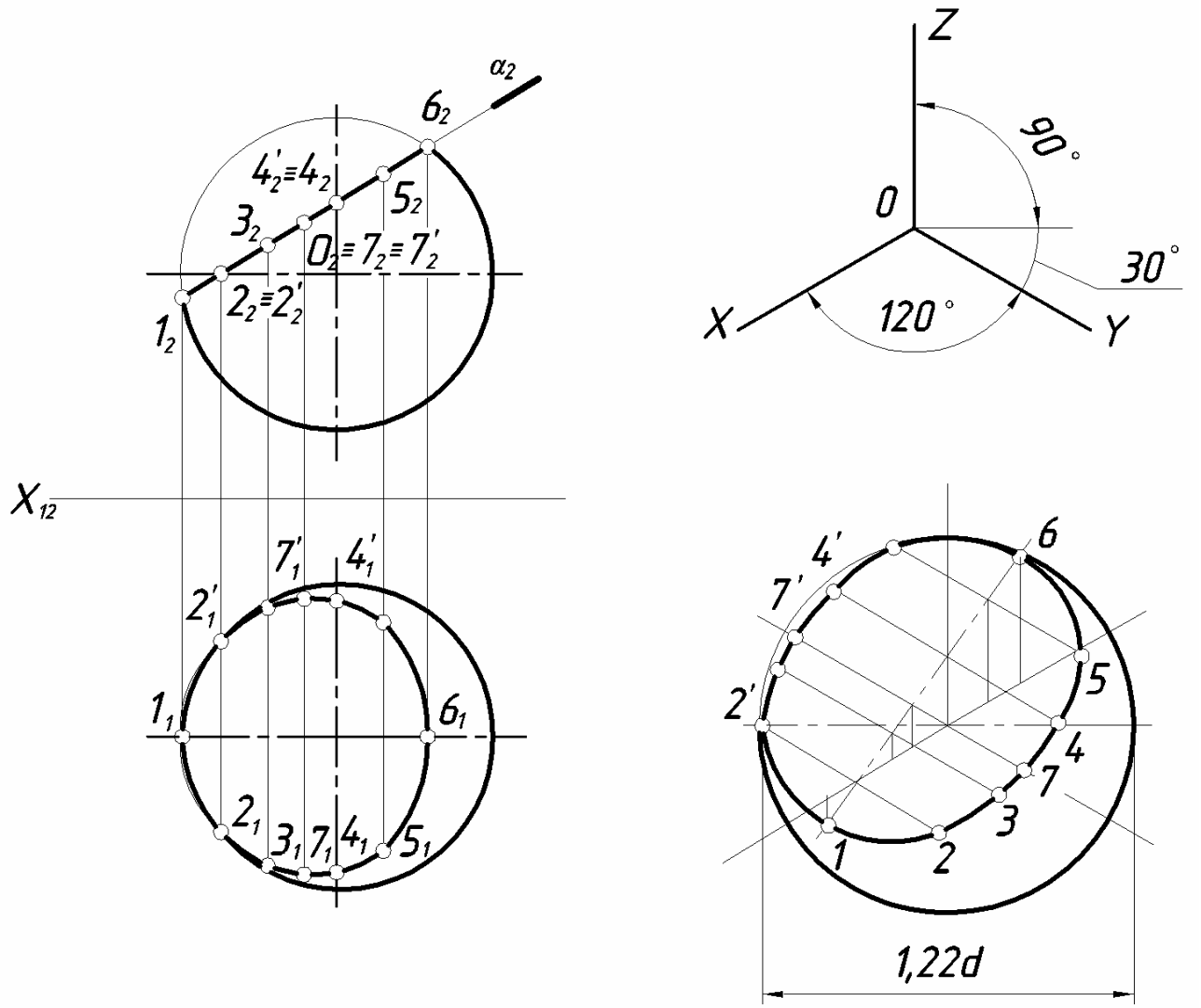


Рис. 18. Пример построения изометрии усеченной сферы.

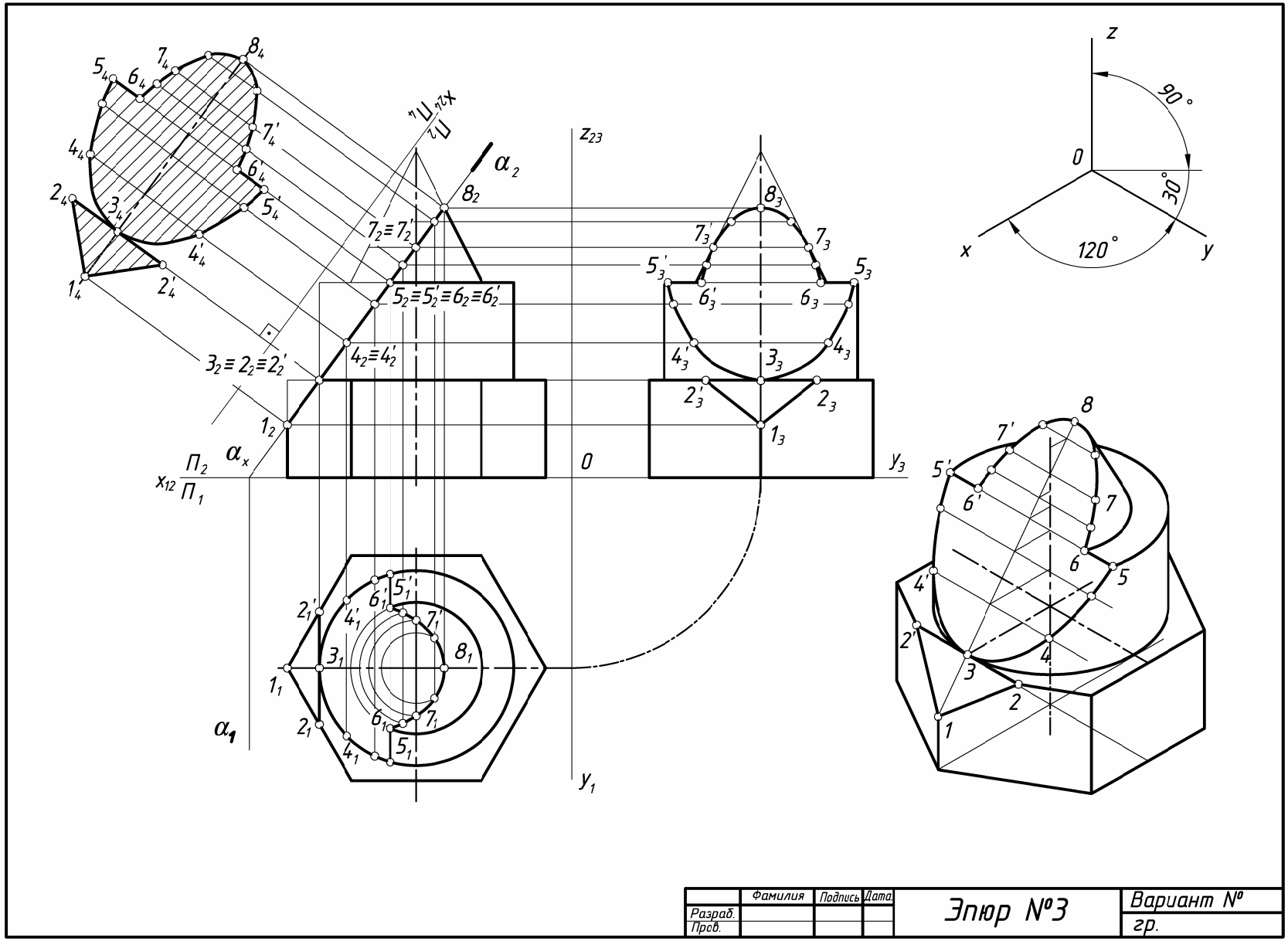


Рис. 19. Пример выполнения эпюра 3

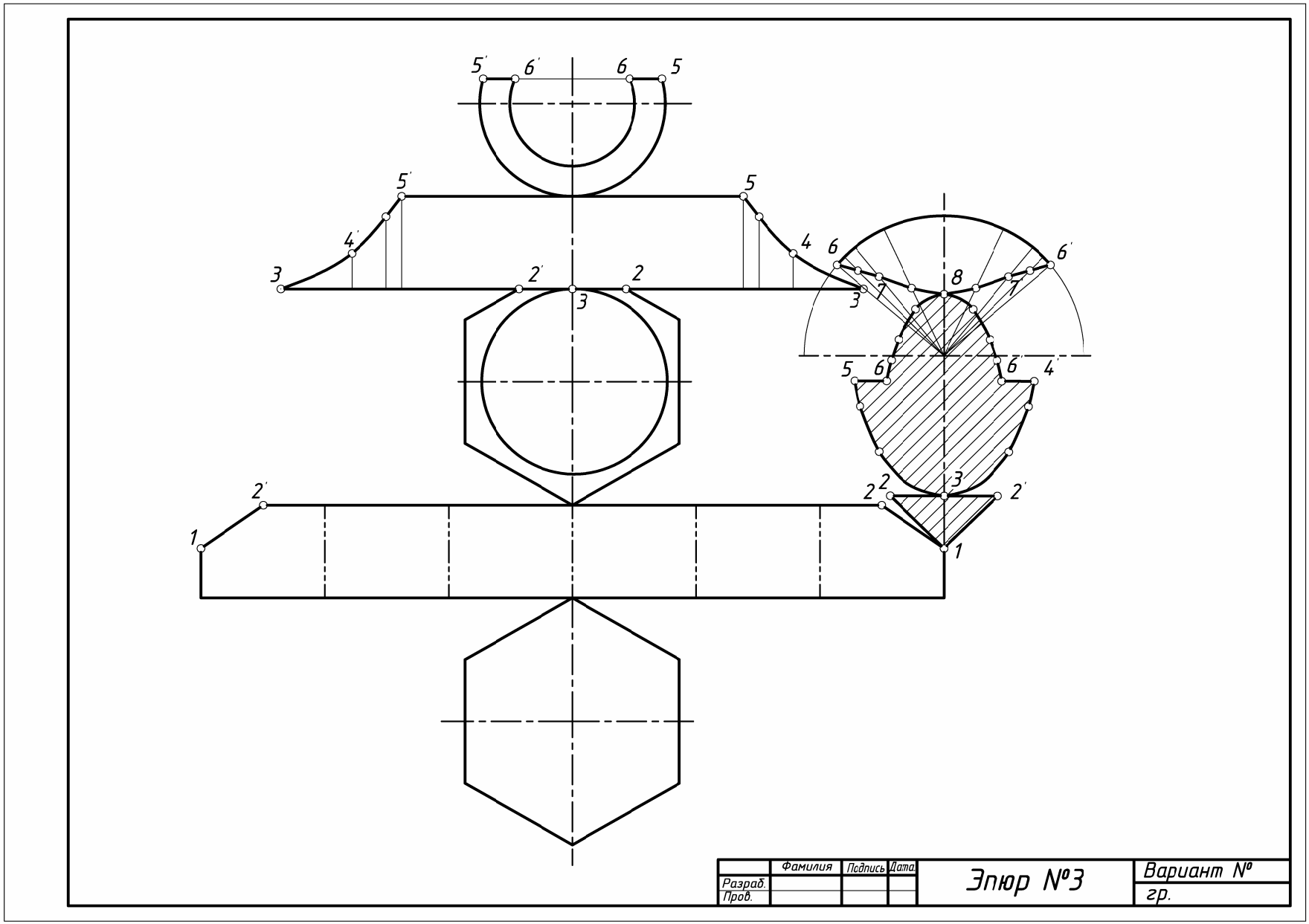
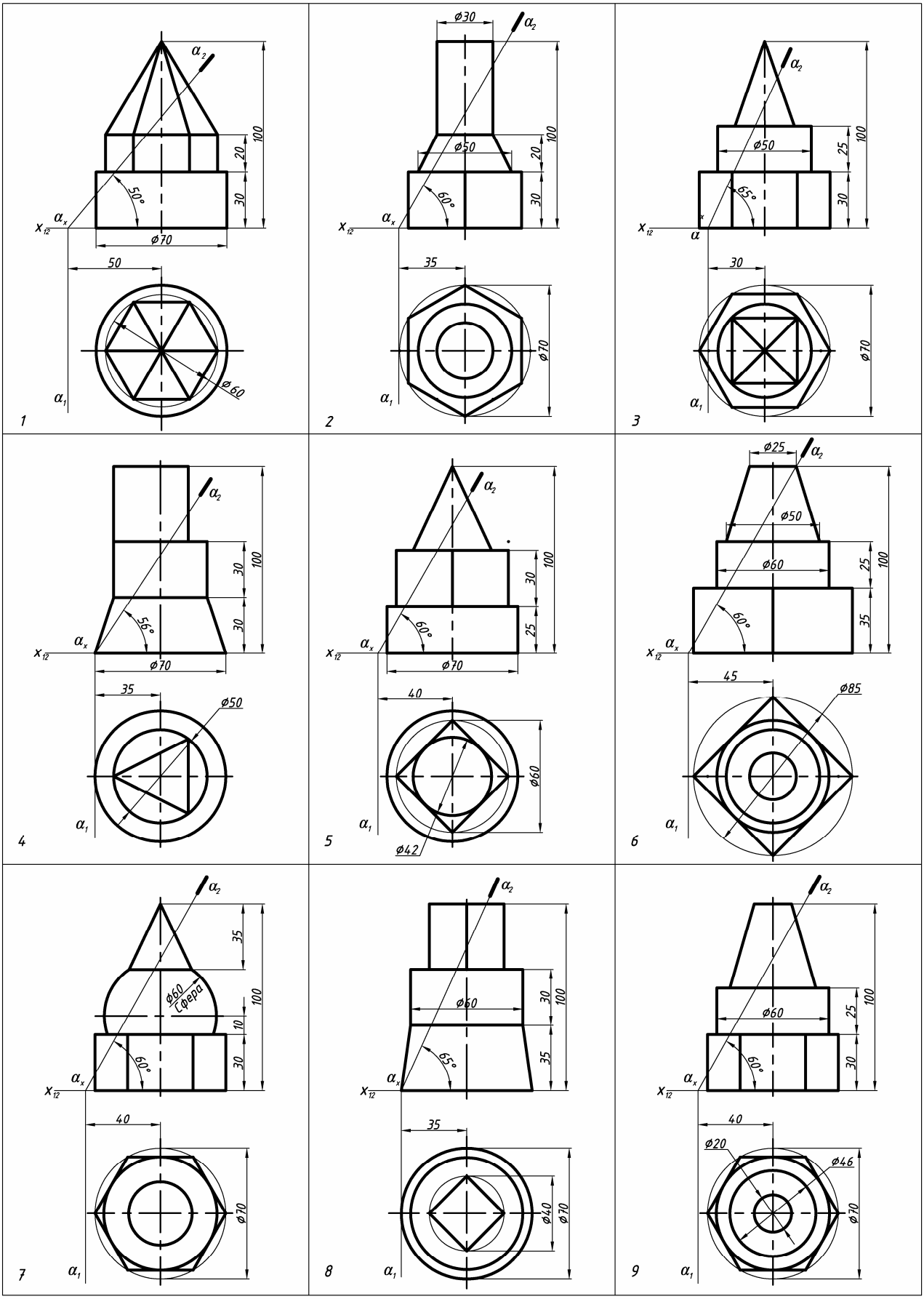
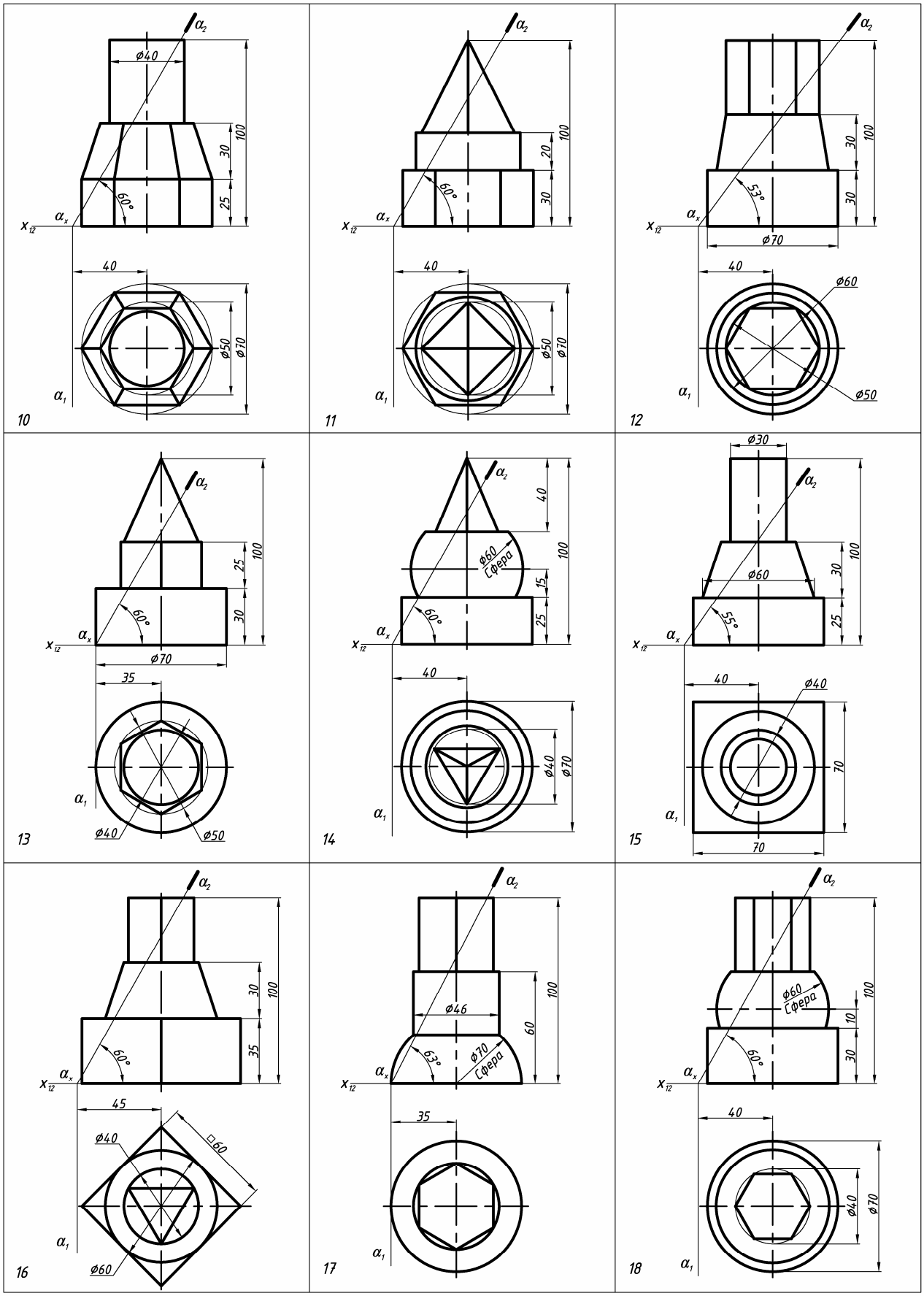
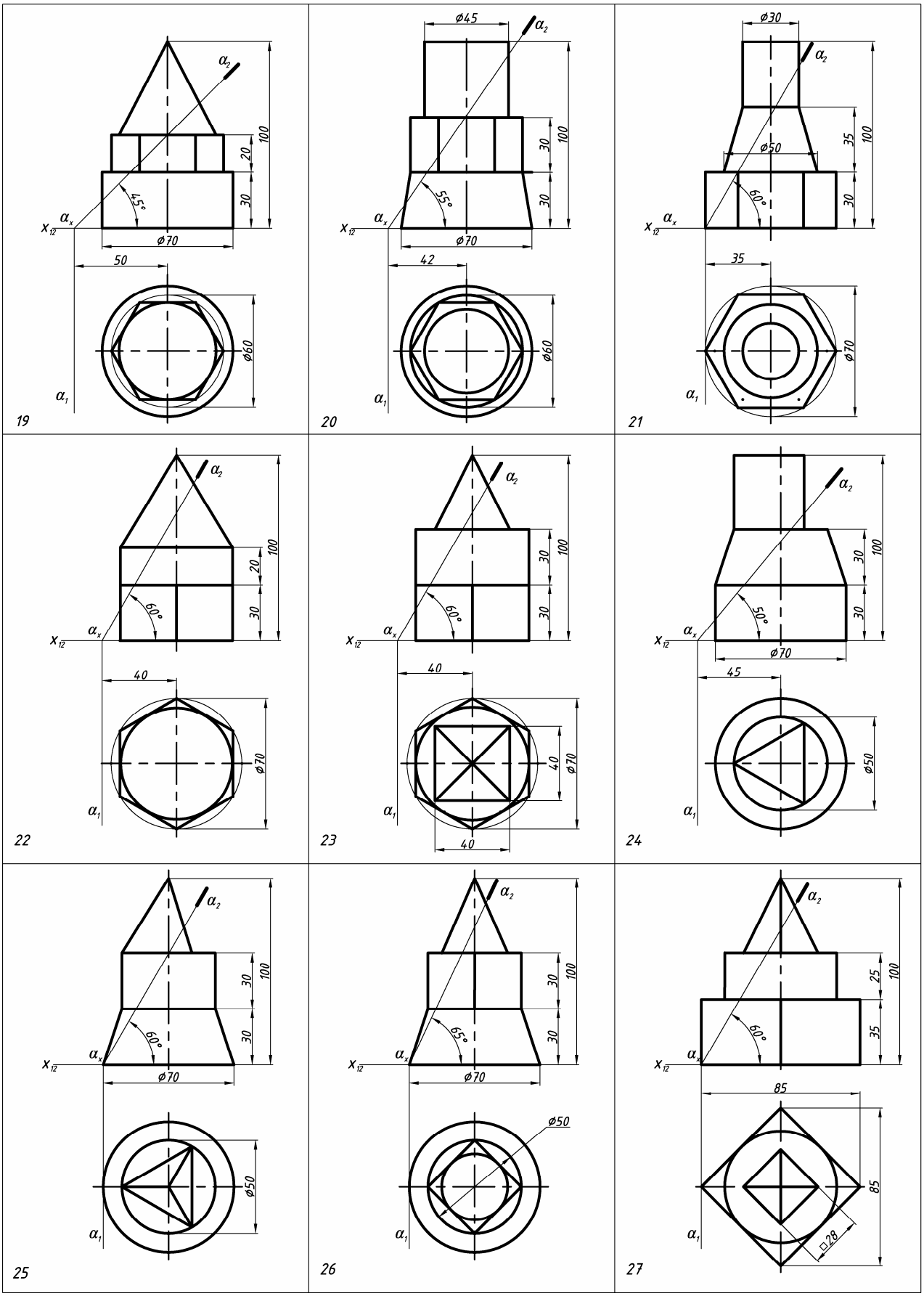


Рис. 20. Пример выполнения эпюра 3.

Приложение


1
α2
100
20
30
50°
αx
x12
ø70
50
ø60
α1
2
ø30
ø50
60°
35
ø70
3
25
65°
α
30
4
56°
ø50
5
40
ø60
ø42
6
ø25
45
ø85
7
35
ø60
сфера
10
8
ø40
9
ø20
ø46


10
11
12
13
14
15
16
17
18
α2
αx
α1
x12
ø40
100
30
25
60°
40
ø50
ø70
20
53°
ø60
Сфера
15
55°
35
45
□60
63°


19
20
21
22
23
24
25
26
27

Библиографический список

1 . Единая система конструкторской документации. ГОСТ 2.101-68 – 2.109-68, ГОСТ 2.301-68 – 2.317-69.

2. *Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А.* Курс начертательной геометрии: учебник. - М.: Высшая школа, 1998. – 272с.

3. *Локтев О.Е.* Краткий курс начертательной геометрии: учебник. - М.: Высшая школа, 2001. – 136с.

4. *Чекмарев А.А.* Инженерная графика: учебник. – М.: Высшая школа, 2003. – 365с.

5. *Арустамов А.Х.* Сборник задач по начертательной геометрии: Учебное пособие для студентов вузов. М.: Машиностроение, 1978. – 445с.

6. *Учаев П.Н., Попов Ю.А., Аникеева Н.П. и др.* Начертательная геометрия. Геометрическое и проекционное черчение: учебник. М.: Академия, 2008. – 303с.