

Указания к выполнению задания

## **“Проекционное черчение. Работа 2”**

по курсу инженерной графики с применением компьютерных технологий

Представленные учебно-методические материалы являются частью учебного пособия (монографии): А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, Е.П. Дубовикова. 3D-технология построения чертежа. AutoCAD. Учебное пособие. *Под редакцией А.Л. Хейфеца*. 3-е издание, переработанное и дополненное. Санкт-Петербург. "БХВ-Петербург". 2005.

## Глава 4. Ступенчатый разрез. Наклонное сечение

Приступим к выполнению второй работы задания "Проекционное черчение". Целью работы является более подробное изучение техники построения чертежа по 3D-технологии, в частности, особенностей построения сложного ступенчатого разреза и наклонного сечения.

### 4.1. Содержание работы

Дано: два изображения детали (рис. 4.1) — виды спереди и сверху, на которых заданы сложный ступенчатый разрез и наклонное сечение.

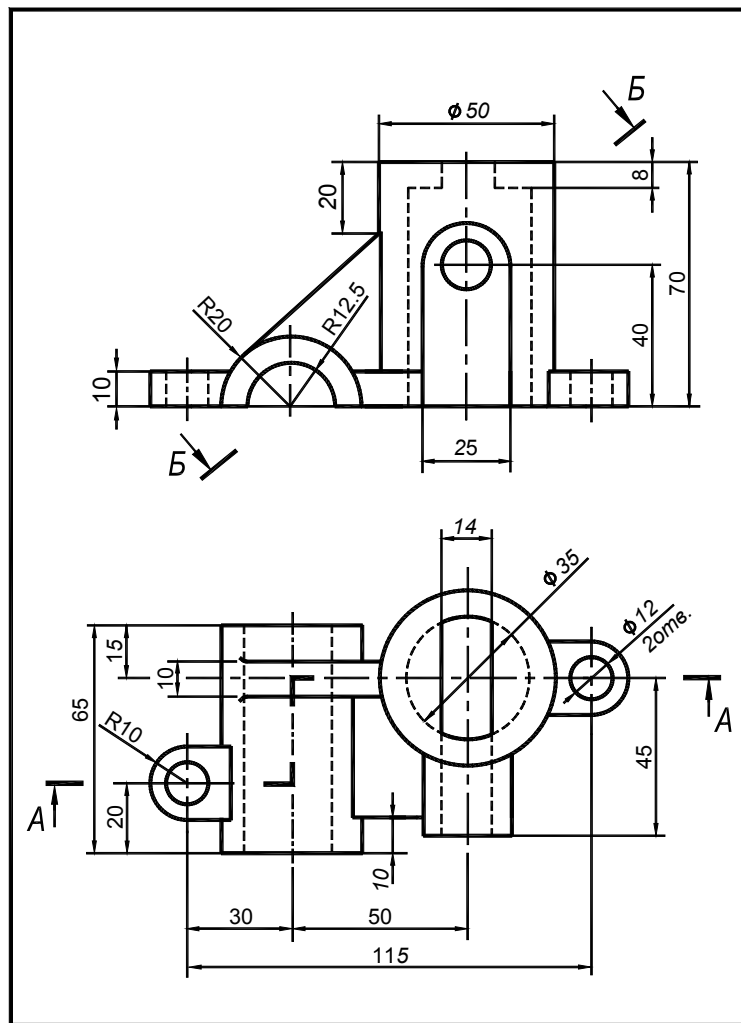


Рис. 4.1. Исходные данные работы "Ступенчатый разрез"

Сложный разрез называется *ступенчатым*, если образующие его секущие плоскости параллельны между собой. При выполнении ступенчатого разреза применяют две и более секущие плоскости, которые проходят через внутренние элементы детали — отверстия, пазы, бобышки и т.п. Положение секущих плоскостей отмечается на чертеже разомкнутой линией. На рис. 4.1 ступенчатый разрез А–А задан двумя плоскостями. На рис. 4.2 показаны варианты разреза тремя плоскостями. На начальном и конечном штрихах разомкнутой линии ставят стрелки, указывающие направление взгляда. Места перехода от одной секущей плоскости к другой отмечают изломами линии сечения. На крайних элементах разомкну-

Требуется построить чертеж по 3D-технологии. Чертеж должен содержать:

1. Заданный ступенчатый разрез на месте одного из основных видов.
2. Два других основных вида.
3. Профильный разрез, совмещенный с видом слева.
4. Необходимые местные и дополнительные виды и местные разрезы.
5. Истинный вид наклонного сечения.
6. Размеры.
7. Аксонометрическое изображение детали с разрезом.
8. Чертеж необходимо оформить в соответствии с требованиями ЕСКД и вывести на печать.

На рис. 4.1 дан пример исходных данных одного из вариантов задания<sup>1</sup>. Ниже рассмотрено выполнение этого варианта задания. Итоговый чертеж приведен на рис. 4.4.

### 4.2. Особенности построения ступенчатого разреза

Разрез называют *сложным*, если он выполнен несколькими секущими плоскостями. Сложные разрезы применяют для сокращения количества изображений на чертеже, повышения их информативности.

<sup>1</sup> Другие варианты — см. Приложение 2.

той линии, с ее наружной стороны, ставят обозначение разреза. Размеры крайних штрихов по 8...15 мм, как для простых разрезов (см рис. 3.1). Штрихи излома линии выполняют длиной 3...5 мм.

В зависимости от положения секущих плоскостей ступенчатые разрезы могут быть горизонтальными, вертикальными и наклонными.

При выполнении ступенчатого разреза изображения в параллельных секущих плоскостях совмещают в единое изображение. Линии совмещения изображений на разрезе не показывают. На рис. 4.3 поясняется формирование ступенчатого разреза для детали, заданной на рис. 4.1.

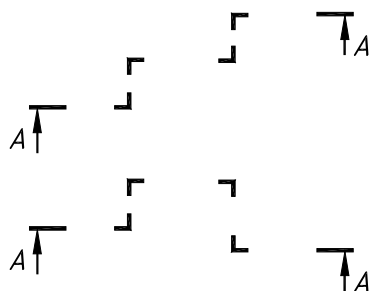


Рис. 4.2. Задание ступенчатого разреза при трех секущих плоскостях

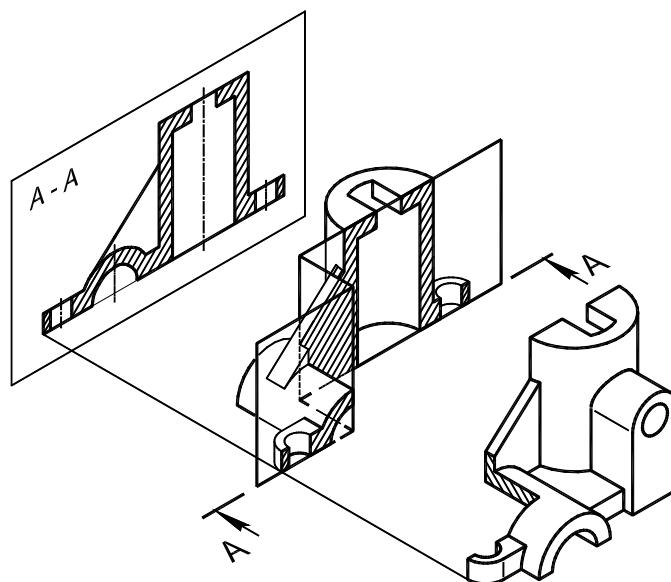


Рис. 4.3. Схема формирования ступенчатого разреза

Обратимся к чертежу детали (рис. 4.4). Найдите секущие плоскости и изображение ступенчатого разреза А–А. Обратите внимание, что ребро жесткости детали в этом разрезе показано без штриховки. Найдите другие разрезы, которые оказались необходимыми для выявления формы детали. Это полный поперечный профильный разрез Г–Г и разрез Д–Д, уточняющий форму ребра жесткости в месте его примыкания к основанию.

При выполнении разреза А–А на виде спереди пропала информация о форме одного из элементов детали — бобышки (рис. 4.5, поз.5), поэтому потребовался местный вид В. На чертеже в соответствии с заданием выполнены наклонное сечение Б–Б и аксонометрическое изображение, проставлены размеры. Чертеж выполнен на формате А3 и оформлен в соответствии с требованиями ЕСКД.

### 4.3. Построение модели

Сначала выполняют подготовительные операции (анализ формы и разметка). Затем создают и объединяют элементы наружной формы и элементы внутренней формы. В завершение выполняется вычитание внутренних элементов из наружных.

#### Подготовительные операции

**Анализ формы.** Необходимо расчленить деталь на геометрически простые элементы, каждый из которых может быть построен как solid-примитив.

Деталь, показанная на рис. 4.5, состоит из следующих элементов: двух проушин 1 со сквозными крепежными отверстиями, горизонтального полуцилиндра 2 с осевым отверстием, ребра жесткости 3, вертикального пустотелого цилиндра 4 с фигурным сквозным пазом в верхнем основании, бобышки 5 с горизонтальным цилиндрическим отверстием, выходящим во внутреннюю полость вертикального цилиндра, плиты основания 6.

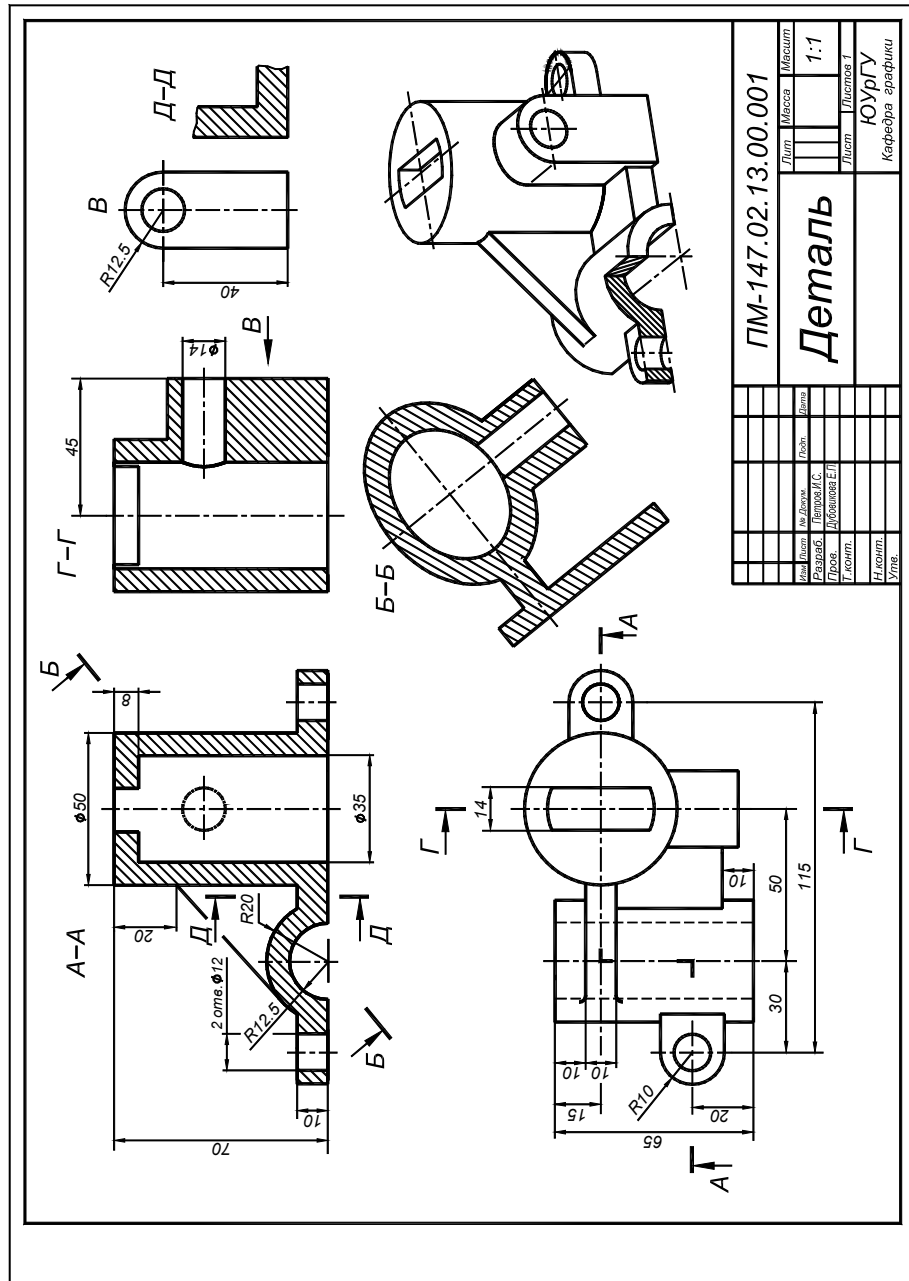


Рис. 4.4. Чертеж к заданию "Ступенчатый разрез. Наклонное сечение"

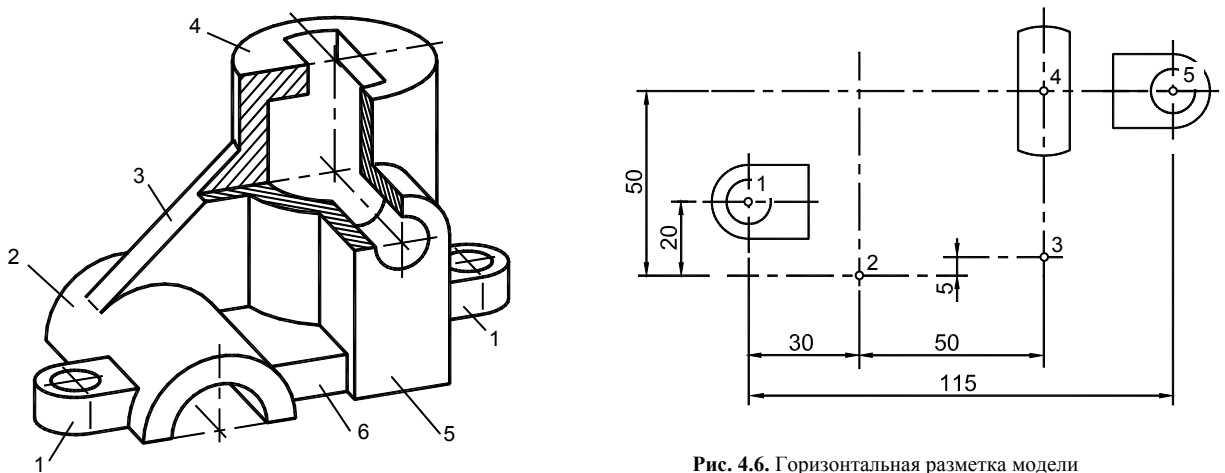


Рис. 4.6. Горизонтальная разметка модели

Рис. 4.5. К анализу формы детали

**Настройки.** Выполните настройки для построения пространственной модели и ее чертежа, изложенные в разд. 2.3 и 3.2: создайте слои, настройте пространство модели и листа, создайте на листе видовые окна.

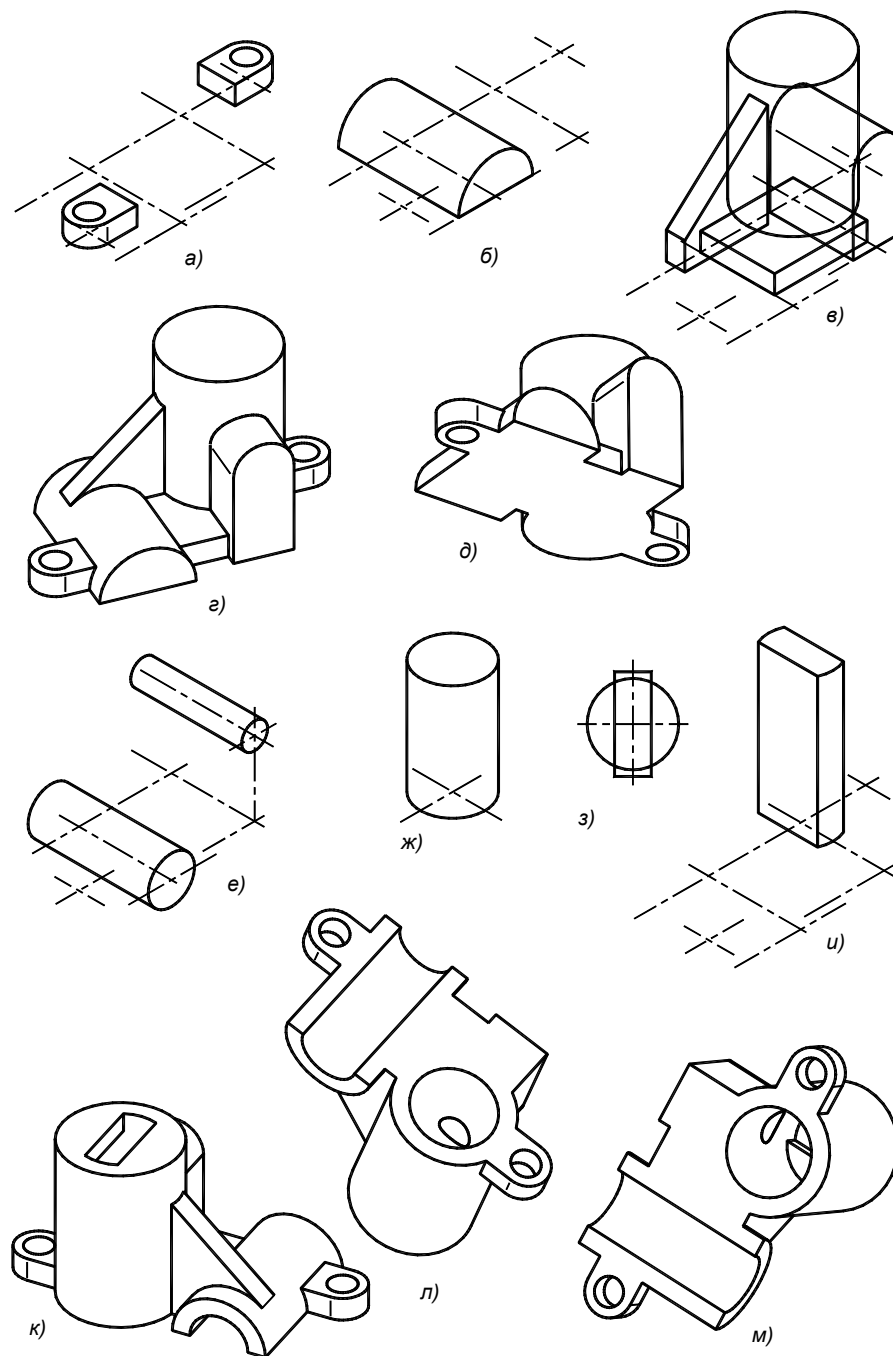
**Разметка.** Постройте оси в плоскости основания модели, пересечение осей должно определять опорные точки элементов модели. Для рассматриваемой модели разметка показана на рис. 4.6:

□ перейдите в окно вида сверху и на слое *Оси* постройте оси в плоскости основания модели.

## Наружная форма модели

### Проушины

Для построения проушины (рис. 4.7, *а*) нужно создать контур, выдавить его на высоту 10 мм, затем сделать в проушине отверстие вычитанием цилиндра. Построим контур как единую замкнутую полилинию.



**Рис. 4.7.** Последовательность построения модели: *а, б, в* — наружные элементы; *г, д* — объединенная наружная форма; *е...* и — внутренние элементы; *к, л, м* — модель после вычитания внутренних элементов

Длину призматической части проушины установим равной 16 мм из условия, чтобы проушина внедрялась в горизонтальный полуцилиндр:

- перейдите в окно вида сверху или окно аксонометрии; установите текущим слой *Модель*;
- `ucs \ w` — восстановлена МСК;
- `ucs \ o \` укажите с объектной привязкой точку 1 пересечения осей (см. рис. 4.6) — начало координат перенесено в центр отверстия проушины;
- `pline \ 16,10 \ 0,10 \ a` (опция *Arc* — Дуга) `\ 0,-10 \ L` (опция *Line* — Отрезок) `\ 16,-10 \ cl` (Замкни) — построен наружный контур проушины;
- `extrude \` укажите контур `\ ПЩ \ 10 \ ПЩ` — контур выдавлен на высоту 10 мм.
- `cylinder \ ПЩ \ 6 \ 10` — создан цилиндр радиусом 6 и высотой 10 мм, задающий отверстие в проушине;
- `subtract \` укажите проушину `\ ПЩ \` укажите вычитаемый цилиндр `\ ПЩ` — проушина построена.

Вторую проушину получим копированием и поворотом первой:

- `copy \` укажите первую проушину `\ 0,0` — базовая точка `\` в качестве второй точки укажите с объектной привязкой точку 5 на пересечении осей разметки или задайте ее координаты 115,30 — построена вторая проушина;
- `rotate \` укажите вторую проушину `\ ПЩ \` укажите точку 5 как точку оси вращения `\ 180` — угол поворота.

### Горизонтальный полуцилиндр (рис. 4.7, б):

- перенесите начало координат в точку 2 пересечения осей разметки (`ucs \ o \` укажите с объектной привязкой точку 2);
- поверните ПСК вокруг оси X на  $90^0$  (`ucs \ x \ 90`);
- `cylinder \ 0,0 \ 20 \ -65`;
- `slice \` укажите цилиндр `\ ПЩ \ zx` (опция, задающая горизонтальную секущую плоскость в текущей ПСК) `\ ПЩ \` укажите точку в верхней части цилиндра — удалена нижняя часть.

### Плита основания и вертикальный цилиндр (рис. 4.7, в)

Плиту построим как параллелепипед, задав координаты двух его противоположных углов. Предварительно установим горизонтальную ПСК с началом в точке 2:

- `ucs \ w \ ucs \ o \` укажите с объектной привязкой точку 2;
- `box \ 0,10 \ 50,50,10` — построена плита.
- `ucs \ o \` укажите с объектной привязкой точку 4 — начало координат перенесено в центр основания цилиндра;
- `cylinder \ ПЩ \ 25 \ 70` — создан цилиндр с центром в точке 4, радиусом 25, высотой 70.

### Ребро жесткости (рис. 4.7, в)

Для построения ребра рекомендуем следующую последовательность действий:

1. Установим ПСК в плоскость симметрии ребра.
2. Плоскостью симметрии ребра построим сечения объектов модели, к которым примыкает ребро.
3. В плоскости сечения построим контур ребра, учитывая контуры полученных сечений.
4. Выдавим контур ребра на заданную толщину.

В нашей модели (рис. 4.8) ребро примыкает к вертикальному и горизонтальному цилиндрам. В окнах аксонометрии и вида спереди установим ПСК в плоскость симметрии ребра — это фронтальная плоскость, проходящая через ось вертикального цилиндра:

- перейдите в окно аксонометрии;

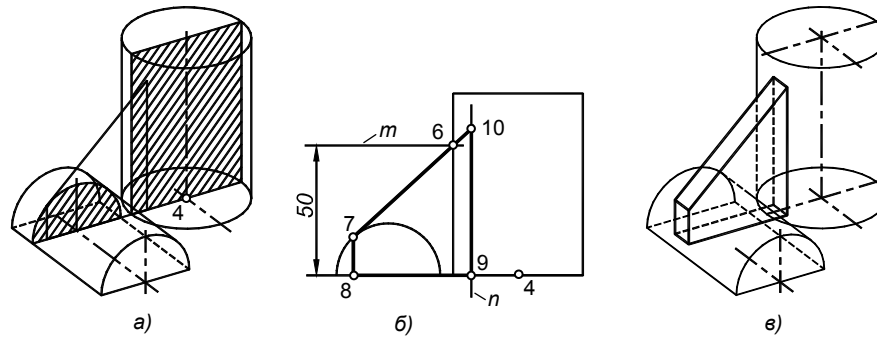



Рис. 4.8. Построение ребра жесткости: а — сечения примыкающих элементов модели плоскостью симметрии ребра; б — контур ребра; в — выдавливание контура

- ❑ `ucs \ w (Мировая) \ ucs \ o \` укажите центр нижнего основания вертикального цилиндра, объектная привязка **Center** `\ ucs \ x (Поворот вокруг оси X) \ 90 \ ucs \ a (опция Apply — применить) \` перейдите в окно вида спереди \ ПЩ;

Строим сечения цилиндров плоскостью XY текущей ПСК:

- ❑ перейдите на слой *Разметка*;

- ❑ `section`  \ укажите пересекаемые цилиндры \ ПЩ \ XY — опция, задающая плоскость сечения \ ПЩ — сечения построены (рис. 4.8, а, сечения условно заштрихованы).

В окне вида спереди строим вспомогательные отрезки m, n и контур ребра (рис. 4.8, б):

- ❑ `line \ -30,50 \ @ 10,0 \ ПЩ \ ПЩ \ -20, -5 \ @0,70;`
- ❑ `line \ c` объектной привязкой **Intersection** (Пересечение) укажите точку 6 \ с привязкой **Tangent** (Касательная) и укажите ожидаемое положение точки касания 7 \ с привязкой **Perpendicular** и укажите точку 8 \ с привязкой **Intersection** укажите точку 9;
- ❑ `extend (Удлини)` \ укажите прямую n \ ПЩ \ укажите отрезок 6-7 вблизи точки 6 \ ПЩ — отрезок удлинен до точки 10;
- ❑ командой `TRIM` отрежьте наружные участки отрезка n, оставив отрезок 9-10;
- ❑ командой `REGION` объедините отрезки в единый контур 6-7-8-9-10.

Формируем ребро толщиной 10мм выдавливанием созданного контура:

- ❑ перейдите в окно аксонометрии и установите текущим слой *Модель*;
- ❑ `extrude` \ укажите контур ребра \ ПЩ \ 10 \ ПЩ — ребро создано;
- ❑ `move` \ укажите ребро \ ПЩ \ 0,0,-5 \ ПЩ \ ПЩ — ребро установлено на место (рис. 4.8, в).

### Бобышка (рис. 4.7, в)

Строим контур бобышки, расположив его во фронтальной плоскости, проходящей через точку 3 пересечения осей разметки (см. рис. 4.6). Контур выдавливаем на глубину, обеспечивающую погружение бобышки в вертикальный цилиндр:

- ❑ перенесите начало координат в точку 3, сохранив плоскость XY фронтальной;
- ❑ `pline \ 12.5,0 \ @0,40 \ a (опция Arc — построения дугового сегмента полилинии) \ @-25,0 \ l (опция Line — опция линейного сегмента полилинии) \ @0,-40 \ c1 (Замкни) —` создан контур;
- ❑ `extrude` \ укажите профиль \ ПЩ \ -45 \ ПЩ — бобышка построена (см. рис. 4.7, в).

### Объединение элементов наружной формы

- ❑ `union` \ укажите созданные элементы \ ПЩ — создана наружная часть модели (рис. 4.7, з, д);
- ❑ установите в окне аксонометрии режим закраски, команда `SHADEMODE`, и, применив команду `3DORBIT`, осмотрите созданную наружную часть модели.

## Внутренняя форма

Создаем два горизонтальных цилиндра (рис. 4.7, *e*):

- ❑ убедитесь, что плоскость XY является фронтальной и проходит через точку 3, как при построении бобышки;
- ❑ `cylinder \ 0,40 \ 7 \ -60` — построен цилиндр, воспроизводящий отверстие в бобышке;
- ❑ перенесите начало координат в точку 2 пересечения осей разметки (см. рис. 4.6);
- ❑ `cylinder \ ПЩ \ 12.5 \ -65` — построен цилиндр, задающий отверстие в горизонтальном полуцилиндре.

Внутренний вертикальный цилиндр (рис. 4.7, *ж*):

- ❑ задайте ПСК по плоскости основания модели с началом в точке 4:
- ❑ `cylinder \ ПЩ \ d \ 35 \ 62` — создан цилиндр диаметром 35 мм высотой 62.

Для создания фигурного паза в верхнем основании вертикального цилиндра создадим контур паза и выдадим его на высоту, несколько превышающую высоту детали. Контур построим как общую область окружности и прямоугольника (рис. 4.7, *з*):

- ❑ `circle \ 0,0 \ d \ 35 \ rectang \ -7,-20 \ 7,20;`
- ❑ `region \` укажите окружность и прямоугольник \ ПЩ — объекты преобразованы в области;
- ❑ `intersect \` укажите области \ ПЩ — получен профиль паза;
- ❑ `extrude \` укажите контур паза \ ПЩ \ 75 \ ПЩ — построен элемент формы паза (рис. 4.7, *и*).

## Итоговая модель

Из объединенной заготовки, воспроизводящей наружную форму модели, вычтем элементы внутренней формы:

- ❑ `subtract \` укажите наружную форму \ ПЩ \ укажите вычитаемые элементы \ ПЩ — модель создана;
- ❑ выполните визуализацию в режиме закраски, осмотрите модель со всех сторон (рис. 4.7, *к,л,м*).

## 4.4. Построение проекций командой SOLPROF

Команда `SOLPROF` формирует контур (профиль, очерк) `solid`-модели и образующих ее элементов. Назначение команды — построение ортогональной проекции пространственной модели на плоскость, параллельную плоскости экрана. В разделе 3.8, был дан пример применения команды для получения аксонометрической проекции. Рассмотрим применение и возможности команды более подробно.

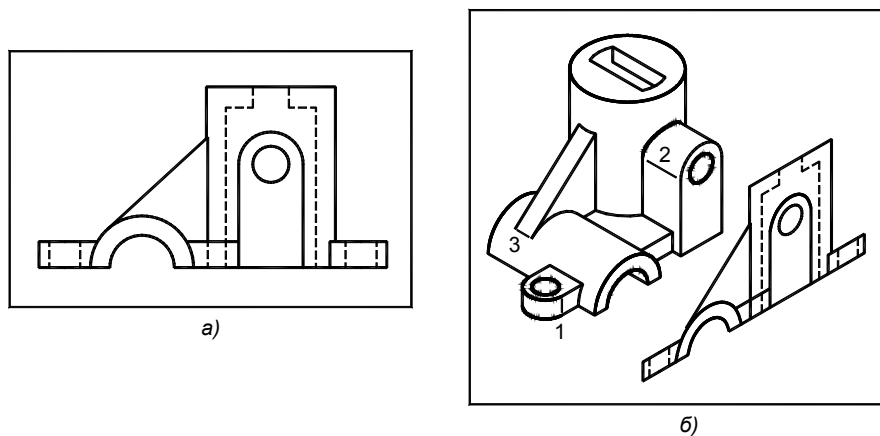
- ❑ Командой `VPORTS` создайте на листе новое видовое окно и установите в нем вид спереди — в окне видна модель. Изменяя масштаб отображения и панорамируя изображение, добейтесь, чтобы модель занимала основную часть окна.

Введите имя команды `SOLPROF` или найдите ее в меню **Draw** (Рисование) \ **Solids** (Тела) \ **Setup** (Подготовка) \ **Profile** (Контур). Можно указать кнопку  панели инструментов **Solids**. Команда выводит

три запроса. Первый запрос переводится как "Перевести линии невидимого контура на отдельный слой?". Положительный ответ позволит отобразить линии невидимого контура штриховой линией. Второй запрос — "Построить плоскую проекцию?" Отказ приведет к построению пространственного каркаса. Третий запрос — "Удалить линии сопряжения?". Рекомендуем ответить отрицательно, сохранив линии сопряжения граней, касающихся цилиндрических поверхностей. Показ таких линий повышает наглядность изображения. На рис. 4.9, *б* присутствуют три линии сопряжения: 1 — на проушине, 2 — на бобышке, 3 — сопряжение ребра с горизонтальным цилиндром. Если в модели имеется сфера, переходящая в цилиндр (см. рис. 5.4), то будет показана окружность их сопряжения. Итак:

- ❑ `solprof \` укажите модель \ ПЩ \ согласитесь с первыми двумя предложениями системы, и откажитесь от третьего — проекция построена (рис. 4.9, *а*).





**Рис. 4.9.** Проекция, созданная командой SOLPROF (а) и ее размещение в пространстве модели (б)

Откройте окно управления слоями (командой LAYER или с панели инструментов **Layers**) — в нем найдите два новых слоя, созданных системой. Имя одного слоя начинается на PV-..., например, PV-5A, на него помещены линии видимого контура. Второй слой начинается на PH-... — это слой для невидимых линий. В имени каждого слоя после тире указана так называемая метка видового окна, которую можно посмотреть командой LIST, указав в пространстве листа рамку окна.

Далее в видовом окне созданной проекции нужно скрыть модель, линии невидимого контура показать прерывистыми, а линиям видимого контура придать толщину. Линиям можно придать разный цвет. Это можно сделать, управляя свойствами слоев:

- ❑ перейдите в окно вида спереди. Избирательно заморозьте слой, на котором находится исходная модель — в окне остались только линии построенной проекции;
- ❑ измените цвет и толщину объектов слоя PV... — видимый контур выделен этим цветом. Включите толщину линий кнопкой LWT в статусной строке;
- ❑ установив на слой PH... прерывистую линию, например, *hidden*, получите изображение, на котором невидимые линии показаны штриховыми, как это принято в черчении (если штрихи не появились, отрегулируйте масштаб типа линии). Если тип линии *hidden* загрузить до применения команды SOLPROF, то этот тип линии автоматически устанавливается на слой PH, и невидимые линии сразу получаются прерывистыми (см. рис. 4.9).

Для понимания того, как формируется проекция модели, выполните следующий эксперимент (рис. 4.9, б):

- ❑ сделайте копию видового окна, расположив его рядом. Копирование выполняется в пространстве листа. Объектом копирования является рамка окна. Установите в новом окне одну из изометрий. Разморозьте в этом окне слой, на котором расположена модель.

#### **Результат**

В окне видны модель и линии созданной проекции этой модели. Таким образом, линии проекции создаются в пространстве модели.

Команда SOLPROF формирует блоки линий, то есть объединяет их в одно целое. Поэтому на определенном этапе выполнения чертежа блоки необходимо расчлнить командой EXPLODE.

При построении проекции в другом окне будет создана новая пара слоев PV..., PH...

Команда SOLPROF разрезов не строит. Для построения разреза необходимо из набора всех линий проекции, полученного командой SOLPROF, удалить линии контура, расположенные перед плоскостью разреза, перевести линии сечения в категорию видимых, удалить лишние линии невидимого контура, выполнить штриховку сечений. При некоторой квалификации построение разреза командой SOLPROF не вызывает затруднений, поскольку основная трудоемкость создания разреза связана с построением линий контура и сечений, которые командой создаются автоматически.

## 4.5. Построение видов и простых разрезов командами SOLVIEW и SOLDRAW

Команды SOLVIEW и SOLDRAW упрощают построение разрезов, которые, в отличие от применения команды SOLPROF, строятся в полной мере автоматически, с построением сечений и их штриховкой. Применение команд SOLVIEW и SOLDRAW подробно рассмотрено в разделе 3.3. Поэтому в настоящем разделе их применение изложено кратко.

- Выполните дополнительные настройки и создайте исходное видовое окно (рис. 4.10, д) (см. разд 3.2)

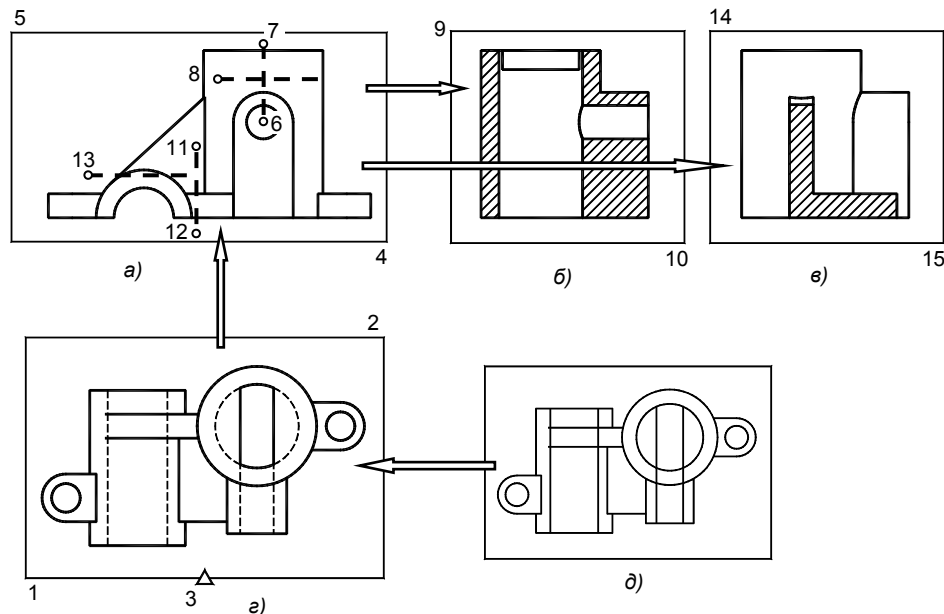


Рис. 4.10. Схема построения видов и простых разрезов к заданию "Ступенчатый разрез. Наклонное сечение"

### Проекция вида сверху (рис. 4.10, з)

- Перейдите в исходное окно;
- `solview \ u` (опция UCS) \ ПЩ \ 1 (масштаб проекции) \ укажите центр нового окна \ ПЩ \ охватите рамкой возникшее изображение, указав точки 1 и 2 \ задайте имя вида, например, *top*;
- `soldraw` \ укажите рамку созданного окна \ ПЩ — построена проекция вида сверху.

### Проекция вида спереди (рис. 4.10, а):

- `solview \ o` (опция Ortho) \ укажите точку 3 на нижней рамке окна вида сверху \ задайте масштаб вида равным 1 \ укажите центр нового видового окна \ ПЩ \ охватите созданное изображение рамкой, указав точки 4, 5 \ задайте имя вида, например, *front*;
- `soldraw` \ укажите рамку окна \ ПЩ — построен вид спереди.

### Профильные разрезы (рис. 4.10, б, в)

Чертеж детали требует два профильных разреза, Г–Г и Д–Д (см. рис. 4.3):

- `solview \ s` (опция Section) \ задайте положение секущей плоскости, для этого активизируйте окно вида спереди, включите объектную привязку **Center** и укажите точку 6, затем в режиме **Orto** укажите точку 7 (см. рис. 4.10, а) \ переместите курсор влево и укажите точку 8, определяющую направление проецирования \ задайте масштаб нового изображения равным 1 \ переместите курсор вправо и укажите центр окна профильного разреза (см. рис. 4.10, б) \ ПЩ \ определите прямоугольник видового окна, точки 9 и 10 \ присвойте окну имя, например, *left\_sl* \ ПЩ — создано окно профильного разреза;

- подобным образом, указав точки 11...15 и присвоив новое имя, например, *left\_s2*, создайте окно второго профильного разреза;
- `soldraw` \ укажите рамки созданных окон \ ПЩ — построены разрезы, выполнена их штриховка.

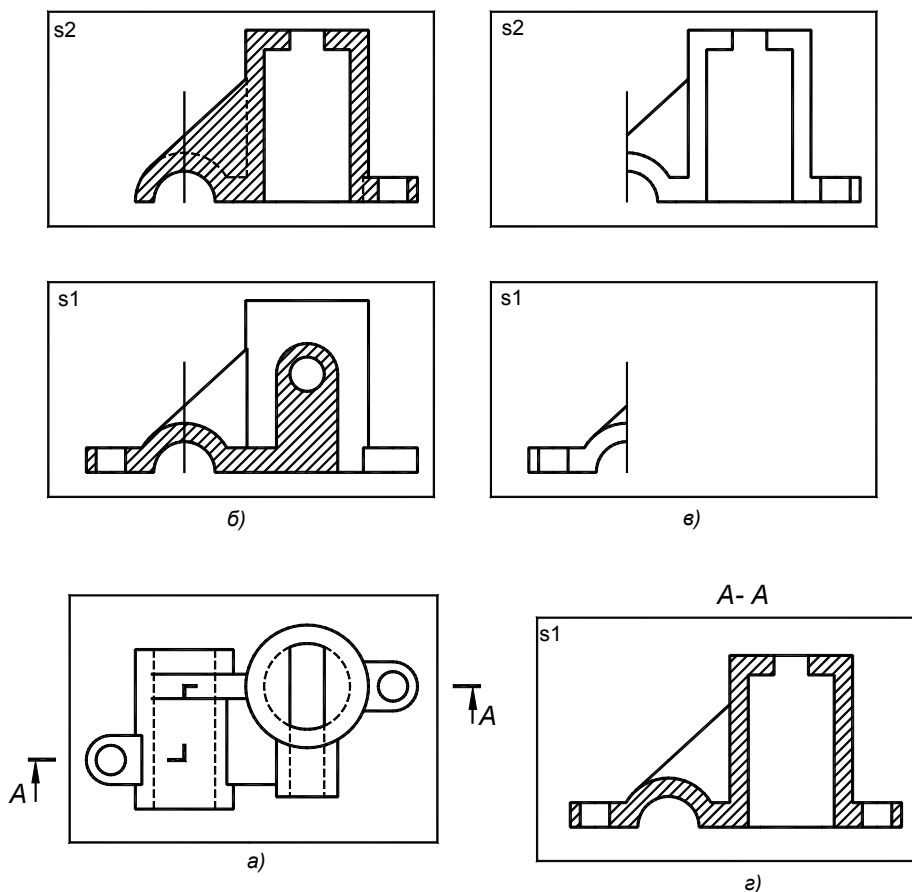
### Редактирование изображений

Для построения местного вида В (см. рис. 4.4) нужно удалить лишние линии с вида спереди. Для профильного разреза Г–Г нужно взять за основу изображение полного разреза той же плоскостью.

В зависимости от формы детали могут понабиться комбинированные изображения, содержащие половину вида и половину разреза, местные разрезы. Их построение рассмотрено в разд. 3.5.

## 4.6. Построение ступенчатого разреза

Напомним, что ступенчатый разрез получается при мысленном рассечении детали *несколькими* параллельными плоскостями. В пакете AutoCAD автоматическое построение сложных разрезов не предусмотрено<sup>2</sup>. Поэтому изображение ступенчатого разреза приходится формировать как комбинированное, составленное из фрагментов простых разрезов, получаемых каждой из секущих плоскостей в отдельности (рис. 4.11).



**Рис. 4.11.** Схема построения ступенчатого разреза: *a* — исходное окно; *б* — окна простых разрезов; *в* — необходимые части простых разрезов; *г* — итоговое изображение

- Подготовьте исходное видовое окно, в нашем примере это окно вида сверху (рис. 4.11, *a*).
- Командами `SOLVEVIEW` и `SOLDRAW` постройте простые разрезы от каждой секущей плоскости (рис. 4.11, *б*). Видовым окнам разрезов дайте имена, например, *s1*, *s2*, *s3*... Количество окон равно количеству

<sup>2</sup> В пакетах более высокого уровня, например, Inventor, MDT, Solidworks автоматическое построение сложных разрезов уже реализовано.

секущих плоскостей разреза, в нашем примере их два.

- ❑ В окне одного из разрезов на новом слое проведите вертикальные (режим **Ortho**) разделительные линии в соответствии с границами простых разрезов — "ступенями" выполняемого разреза. Поскольку новый слой разморожен во всех окнах, разделительные линии появляются на всех простых разрезах. В нашем примере разделительная линия одна, она проведена из центра полуокружности.
- ❑ Оставьте в каждом окне действительную часть простого разреза (см. рис. 4.11, в). Остальные линии обрежьте (команда TRIM) или сотрите (ERASE). В том числе сотрите всю штриховку.
- ❑ Если разрез "прошел" вдоль ребра жесткости, то в окне этого разреза восстановите контур ребра для того, чтобы на разрезе показать ребро не заштрихованным, как того требует ЕСКД. В нашем примере контур восстановлен в окне *s2*.
- ❑ В одном из окон простых разрезов разморозьте слои видимых линий всех простых разрезов. Например, в окне *s1* нужно разморозить слои *s2-VIS* и *s3-VIS* — получится комбинированное изображение, образующее сложный ступенчатый разрез. Осталось стереть разделительные линии и заново выполнить штриховку сечения (рис. 4.11, з).

Целесообразно перенести все линии комбинированного изображения на один слой, например, *s1-VIS*. После этого окна простых разрезов *s2* и *s3* можно стереть. Командой PURGE можно удалить из файла освободившиеся слои.

Если чертеж формируется в пространстве листа, то полученное комбинированное изображение следует вынести на лист. Удобным является вариант действий, при котором на лист выносятся изображения простых разрезов, а их обрезка и объединение производятся на листе.

## 4.7. Истинный вид наклонного сечения

*Наклонным* называют сечение, образованное плоскостью, не параллельной основным плоскостям проекций. Пример детали, для чертежа которой требуется наклонное сечение, приведен в разд. 7. В текущем задании наклонное сечение выполняется с учебной целью. Сечение solid-модели можно получить командами SECTION или SOLVIEW совместно с SOLDRAW.

**Построение сечения командой SECTION** выполняется в следующей последовательности (рис. 4.12, а):

- ❑ задайте в видовом окне аксонометрическую точку зрения, позволяющую указать три точки секущей плоскости;

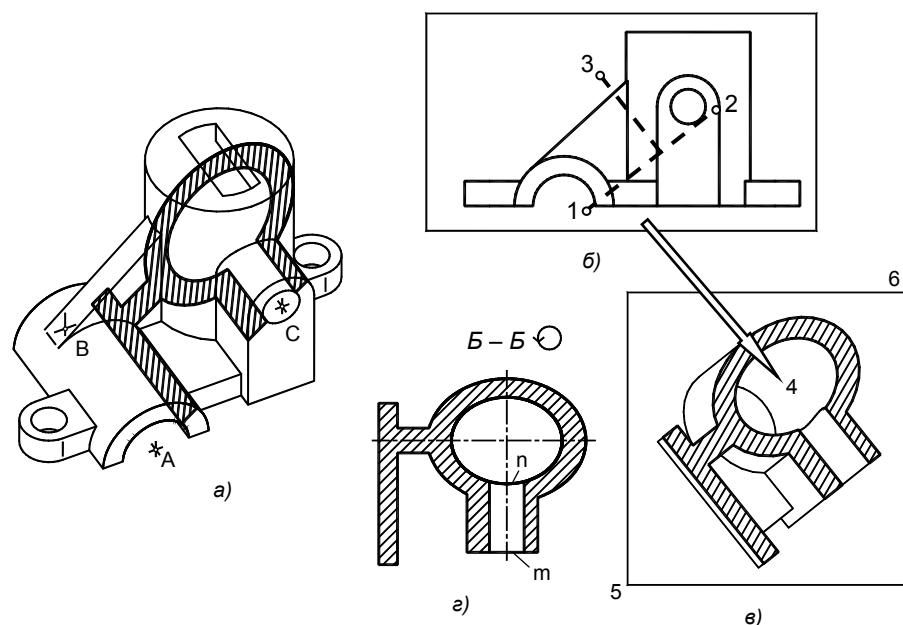



Рис. 4.12. Построение наклонного сечения: а — расположение сечения в пространстве; б, в — построение наклонного разреза; г — истинный вид сечения

- ❑ установите ПСК по трем точкам секущей плоскости. В примере (см. рис. 4.12, а) плоскость задается точками А,В,С, которые являются центрами окружностей;
- ❑ создайте новый слой и сделайте его текущим;
- ❑ `section`  \ укажите модель \ ПЩ \  $xу$  (опция, задающая плоскость ХОУ в качестве секущей) \ ПЩ (именно эта плоскость, а не параллельная ей) — сечение построено;
- ❑ для отображения сечения в истинном виде, нужно в окне сечения выполнить команду `PLAN` и избирательно заморозить слой, на котором расположена модель (см. рис. 4.12, з).

**Построение сечения командами SOLVIEW и SOLDRAW.** Этот вариант применяется, если плоскость сечения является проецирующей. Для плоскости общего положения следует установить направление взгляда, при котором плоскость станет проецирующей. После этого нужно командой `SOLVIEW` с опцией `Section`, а затем командой `SOLDRAW` построить наклонный разрез. Для получения сечения останется удалить линии контура, расположенные за секущей плоскостью.

На рис. 4.12, б – з показано построение наклонного сечения модели фронтально-проецирующей плоскостью. В качестве исходного видового окна взято окно вида спереди, в котором плоскость вырождается в прямую линию 1-2:

- ❑ `solview \ s \ c` с объектной привязкой **Center** укажите точки 1 и 2 секущей плоскости \ укажите точку 3, определяющую направление проецирования \ укажите масштаб сечения, равный 1 \ укажите центр окна — точку 4 \ ПЩ \ задайте углы рамки окна — точки 5 и 6 \ задайте имя вида, например, s;
- ❑ `soldraw` \ укажите рамку созданного окна — в окне построен наклонный разрез, содержащий требуемое сечение;
- ❑ сотрите линии контура, расположенные за секущей плоскостью.

**Оформление наклонного сечения.** На чертеже наклонное сечение рекомендуется располагать в соответствии с положением секущей плоскости, без поворота, как показано на рис. 4.4 и рис. 4.12, в. Допускается вынужденный поворот сечения, исходя из условий компоновки чертежа. В этом случае обозначение сечения должно содержать символ поворота (см. рис. 4.12, з).

Если секущая плоскость пересекает цилиндрическое отверстие (или другой элемент вращения) параллельно его оси, то сечение этого элемента показывают замкнутым, как разрез. В рассматриваемом примере сечение проходит вдоль оси цилиндрического отверстия в бобышке. Поэтому сечение (см. рис. 4.12, з) показано замкнутым: добавлен отрезок *m* и дуга эллипса *n*. Последняя получена зеркальным отображением дуги эллипса, взятой с противоположной стороны сечения.

Направление штриховки сечения не должно совпадать с направлением линий его контура. Для этого допускается изменять угол штриховки в интервале  $30 \dots 60^\circ$ . По этой причине на рис. 4.3 и рис. 4.12, в угол наклона штриховки задан  $60^\circ$  (а не  $45^\circ$  как в общем случае штриховки металлов).

Созданное сечение можно оставить в видовом окне, но лучше вынести на лист и компоновать чертеж в едином пространстве листа.

## 4.8. Завершение чертежа

**АксонOMETрическое изображение** рекомендуется построить с пространственным разрезом. Разрез может быть простым, как на рис. 4.3, 4,5 или сложным, как на рис. 4.13. При простом разрезе не в полной мере передается внутренняя форма модели; недостатком сложного разреза является потеря наружных элементов. В каждом случае вариант пространственного разреза нужно определить индивидуально.

Техника построения пространственного ступенчатого разреза та же, что простого, и рассмотрена в разд 3.8. Нужно создать копию модели, затем командой `SLICE` резать модель плоскостями, параллельными `XOZ`, `YOZ`, проходящими через характерные точки модели. Нужные части модели объединить командой `UNION`, лишние — удалить.

Рекомендуется выполнить ортогональную диметрию модели. Однако допускается корректировка видовой точки с целью повышения наглядности, исключения совпадения проекций ребер, раскрытия формы характерных элементов модели. Так, на рис. 4.13 аксонометрия отличается от ортогональной диметрии и изометрии (такая проекция называется ортогональной триметрией). Рядом получена проекция куба, диа-

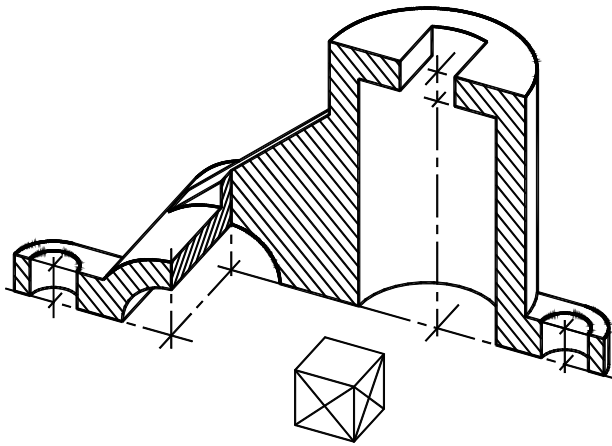


Рис. 4.13. Ступенчатый разрез в аксонометрии

гонали которого позволяют определить направление и шаг штриховки модели в выбранной видовой точке (см. разд. 3.8).

**Выносить проекции на лист или завершать в окнах?** Сопоставление этих вариантов было дано в разд. 3.4. Вариант завершения с выносом на лист, на наш взгляд, предпочтительнее. Выбрав вариант, компоуйте изображения внутри формата (в данном задании формат А3), проставьте размеры, придайте толщину линиям видимого контура.

Подробнее о завершении чертежа см. разд. 3.7, 3.9. Выведите чертеж на печать (см. разд. 3.10).