

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И  
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

**Шибеева И.П., Струков Ю.С.**

## **ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

**Методические указания**

**к практическим занятиям по дисциплине  
“Инженерная и компьютерная графика”**

**2012**

Данное пособие предназначено для студентов всех специальностей, изучающих дисциплины « Инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика».

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	4
2. Оформление и содержание работы.....	4
2.1. Оформление работы "Проекционное черчение" .....	4
2.2. Содержание работы "Проекционное черчение" .....	4
3. Последовательность выполнения работы.....	4
4. Чтение чертежа.....	5
4.1. Общие положения.....	5
4.2. Порядок чтения чертежа.....	5
5. Этапы решения задачи.....	8
5.1. Построение третьего вида.....	8
5.2. Выполнение необходимых разрезов.....	9
5.3. Нанесение размеров.....	11
5.4. Построение аксонометрической проекции детали.....	13
5.4.1. Общие требования.....	13
5.4.2. Последовательность построения аксонометрической проекции детали по её комплексному чертежу.....	13
6. Литература.....	16

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Работа по инженерной графике под условным названием "Проекционное черчение" ставит своей целью:

- научить студентов выполнять изображения детали на чертеже: виды, разрезы, сечения; оформлять их по всем требованиям ГОСТ 2.305-68 и ГОСТ 2.317-69 единой системы конструкторской документации (ЕСКД);
- привить студентам навыки пространственного представления детали по её изображениям на чертеже.

Данные методические указания содержат практические рекомендации по выполнению этой работы, а также конкретный пример выполнения задания.

## 2. ОФОРМЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### 2.1. Оформление работы "Проекционное черчение".

Задание на выполнение работы выдается преподавателем на очередном занятии. Задание выполняется на формате А3, оформленном в соответствии со стандартом 2.301-68. – форматы. Основная надпись на чертеже приведена в приложении 1. Чертеж выполняется карандашом или в любом графическом редакторе.

### 2.2. Содержание работы "Проекционное черчение".

Перечертите свой вариант задания. В работе необходимо:

- 1) по двум данным видам построить третий вид;
- 2) выполнить необходимые разрезы;
- 3) нанести размеры;
- 4) построить прямоугольную изометрическую проекцию детали.

Пример выполнения работы дан в приложении 1.

## 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1) изучить правила построения изображений (ГОСТ 2.305-68), общие правила нанесения размеров (ГОСТ 2.307-68);
- 2) прочитать заданный чертеж по выданному заданию;
- 3) выполнить работу на формате А3 в тонких линиях (желательно предварительно выполнить построения в черновом варианте). Работа в тонких линиях (или на черновике) обсуждается с преподавателем на очередном практическом занятии. При оформлении на формате А3 необходимо продумать компоновку чертежа (т.е. взаимное расположение на формате изображений, нанесенных размеров, надписей, прямоугольной изометрии). При этом обязательно учесть масштаб изображений;

4) окончательно проверить весь чертеж, произвести обводку чертежа с учетом типов линий и заполнить основную надпись, как показано в приложении 1.

## 4. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

### 4.1. Общие положения.

Прежде, чем приступить к выполнению задания, необходимо прочитать заданный чертеж.

Чтение чертежа детали – это определение внешней и внутренней формы детали по ее чертежу. Чтение чертежа и его выполнение – это взаимосвязанные процессы.

Каждое из данных в этом задании изображений детали (вид спереди и вид сверху) отображает деталь с одной стороны, а для того, чтобы представить объемную форму детали, нужно мысленно объединить все ее изображения, имеющиеся на чертеже.

Чтение чертежа значительно облегчается, если рассматривать деталь как сочетание известных геометрических тел (призма, пирамида, цилиндр и т.д.). Зная форму проекций этих тел на чертеже, можно представить форму отдельных составляющих элементов, а затем и всей детали.

Читая чертеж детали, нужно учитывать условности и упрощения, которые стандартами разрешается вводить при выполнении чертежа.

### 4.2. Порядок чтения чертежа.

Рекомендуется следующий порядок чтения чертежа:

1) определить, какие изображения даны на чертеже (виды, разрезы, сечения) и установить проекционную связь между отдельными элементами чертежа;

2) определить наличие внутренних поверхностей и мысленно отделить их изображение от изображения наружных поверхностей;

3) мысленно разделить деталь на отдельные составляющие её геометрические тела и определить, какие поверхности их ограничивают;

4) представить наружную форму геометрических тел, составляющих деталь;

5) представить наружную форму всей детали как совокупность форм составляющих её геометрических тел;

6) аналогично представить форму внутренних поверхностей детали;

7) представить форму детали в целом.

Пример 1: прочитать чертеж детали, изображенной на рис. 4.1.

Читаем чертеж, учитывая рекомендации пункта 4.2:

• на чертеже деталь представлена двумя видами - видом спереди и ви-

дом сверху (на чертеже нет разрезов и сечений);

- деталь имеет внутренние поверхности, их расположение показано основными и штриховыми линиями;

- деталь снаружи образуют: четырехугольная призма 1, цилиндр 2 и две треугольные призмы 3 (ребра жесткости), прилегающие к призме 1 и цилиндру 2.

Призма 1 на виде спереди и виде сверху проецируется в прямоугольник.

Цилиндр 2 - вид спереди - прямоугольник, вид сверху - окружность.

Призма 3 - вид спереди - треугольник, вид сверху - прямоугольник, одна сторона которого - дуга окружности (в месте соединения с цилиндром 2).

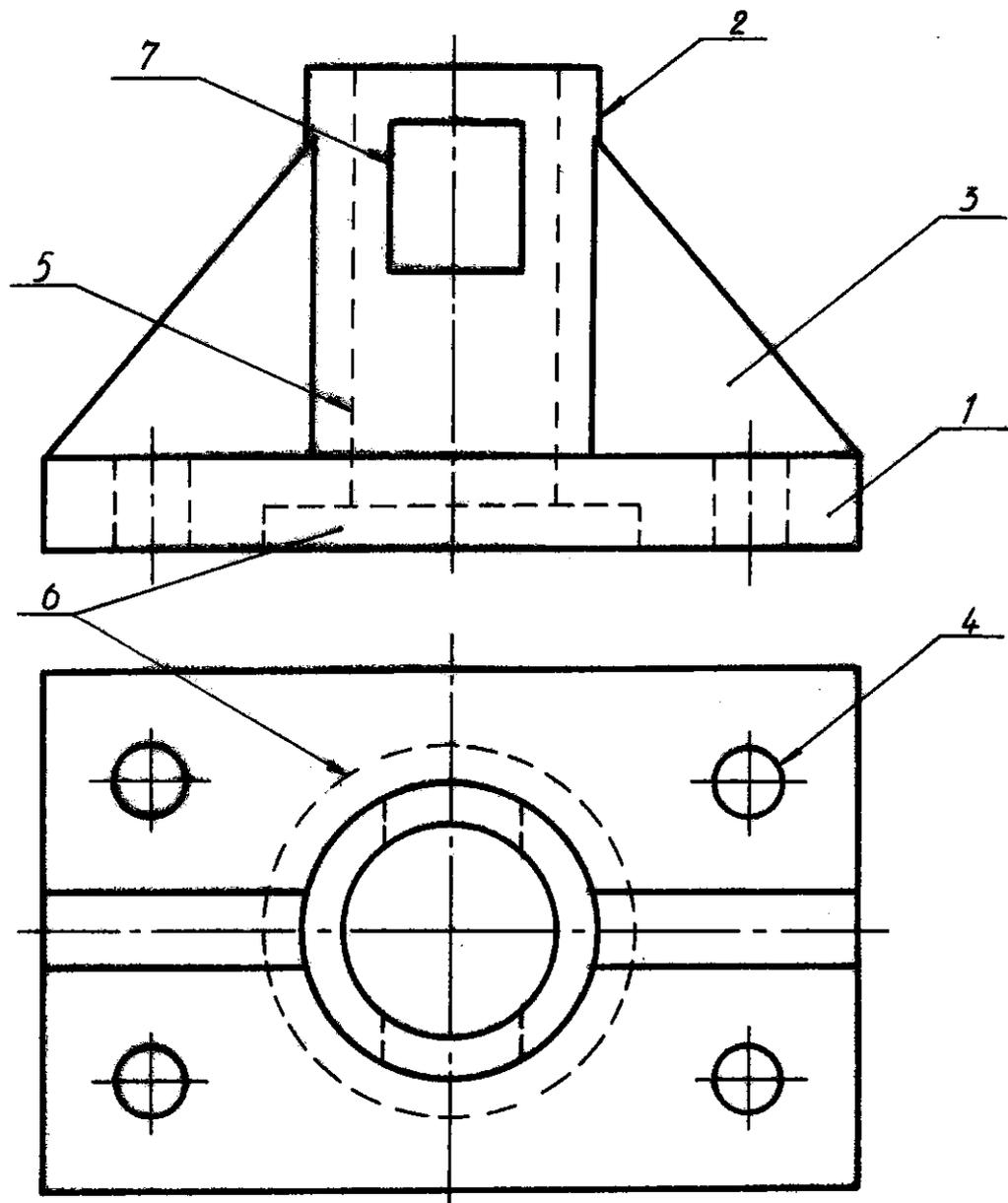


Рис. 4.1

В призме 1 имеются шесть цилиндрических отверстий.

Из них четыре сквозных цилиндрических отверстия 4 – на виде сверху они проецируются в окружности, на виде спереди в два прямоугольника с осью симметрии в каждом, боковые стороны этих прямоугольников – штриховые линии, а верхняя и нижняя стороны (проекция верхнего и нижнего оснований цилиндрических отверстий) совпадают с верхним и нижним основанием призмы 1.

Остальные два цилиндрических отверстия расположены в центре призмы 1. Одно из них – цилиндрическое отверстие 5, меньшего по размеру диаметра, проходит внутри цилиндра 2 и продолжается в призме 1, здесь оно пересекается с цилиндрическим отверстием 6, которое продолжается до отверстий (5 и 6) – окружность, которая на виде спереди проецируется в прямую, изображенную штриховой линией.

В цилиндре 2 кроме цилиндрического отверстия 5 имеются два призматических отверстия 7 – на виде спереди они проецируются в прямоугольник, на виде сверху в две фигуры, у которых боковые стороны – штриховые линии, а две другие стороны – дуги окружности оснований цилиндров 2 и 5.

После такого анализа мысленно представляем деталь в целом.

Пример 2: прочитайте чертеж детали, изображенной на рис. 4.2

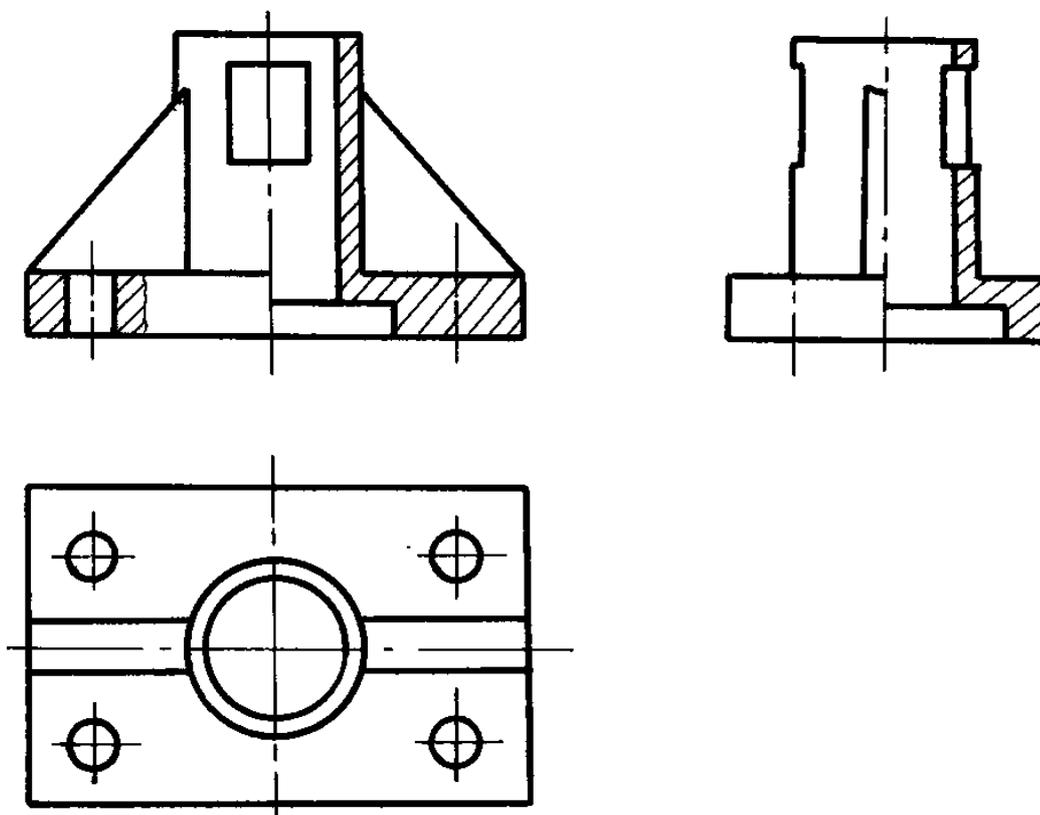


Рис. 4.2.

На рис. 4.2 представлен чертеж той же детали, что и на рис. 4.1, только содержание изображений изменилось.

Читаем чертеж (см. рис. 4.2):

- 1) на чертеже деталь представлена тремя изображениями: видом спереди (соединение половины вида с половиной фронтального разреза и местным разрезом), видом сверху и видом слева (соединение половины вида с половиной профильного разреза).
- 2) на виде спереди дан простой разрез фронтальной плоскостью, совпадающей с плоскостью симметрии детали, поэтому разрез не обозначен. На разрезе не заштриховано ребро жесткости, так как секущая плоскость направлена вдоль длинной его стороны. Дан местный разрез для выявления вертикальных цилиндрических отверстий;
- 3) на виде слева дан простой разрез профильной плоскостью, совпадающей с плоскостью симметрии детали, поэтому этот разрез не обозначен. Половина вида и половина разреза разделены осью симметрии детали;
- 4) деталь имеет внутренние поверхности, которые выявлены на разрезах;
- 5) разделение детали на отдельные, составляющие её геометрические тела и описание их изображений здесь не приводится, это уже сделано в примере 1;
- б) мысленно представим деталь в целом.

## 5. ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Напомним содержание задания для выполнения задачи:

- по двум данным построить третий вид;
- выполнить необходимые разрезы;
- нанести размеры;
- выполнить прямоугольную аксонометрическую проекцию детали – изометрию.

### 5.1. Построение третьего вида.

Задача представлена в каждом индивидуальном варианте так, как она дана на рис. 4.1. Чтобы решить вопрос о построении третьего вида и необходимых разрезов, нужно сначала прочитать чертеж, так как это было показано в пункте 4.2. После чтения чертежа, когда представлена внешняя форма детали и её внутреннее содержание, можно перейти к построению третьего вида и необходимых разрезов.

Напомним, что входит в понятие изображения детали - это виды, разрезы, сечения, необходимые для раскрытия формы и внутреннего устройства детали. Необходимо отметить, что количество и содержание изображений зависит от сложности конструкции детали.

В нашем случае необходимо построить еще вид слева. На рис. 5.1 деталь представлена уже тремя изображениями: видом спереди, видом сверху и

ВИДОМ СЛЕВА.

## 5.2. Выполнение необходимых разрезов.

На видах (рис. 5.1) все невидимые элементы показаны штриховыми линиями. Наша задача – построить такие разрезы, которые пояснят невидимые элементы, т.е. сделают их видимыми. В этом и есть цель разрезов. Для иллюстрации выполнения разрезов на рис. 5.2 повторена деталь, изображенная на рисунке 4.2.

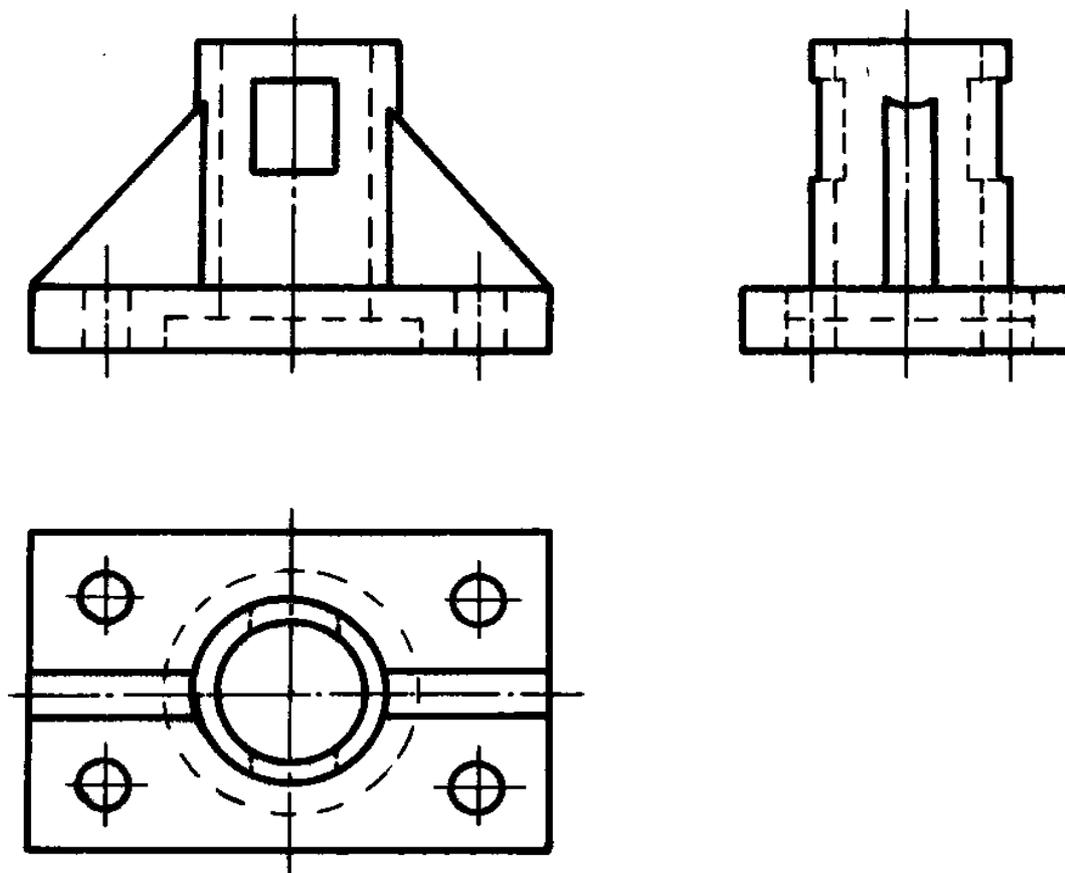


Рис. 5.1.

Любой разрез получается в результате мысленного рассечения детали секущей плоскостью в том месте, где есть невидимые линии. В данном случае все цилиндрические отверстия, расположенные в центре, изображены штриховыми линиями. Поэтому целесообразно провести секущую плоскость через ось симметрии детали. На виде сверху след этой плоскости проецируется в прямую линию, совпадающую с горизонтальной осью симметрии. Все изображение, которое получится в этой секущей плоскости, равно тому изображению, которое дано на виде спереди, только без четырех сквозных отверстий, расположенных в призме (в основании). Такой разрез называется фронтальным разрезом. Поэтому все, что получилось в разрезе, мы изображаем на месте вида спереди. Далее необходимо применить некоторые условности:

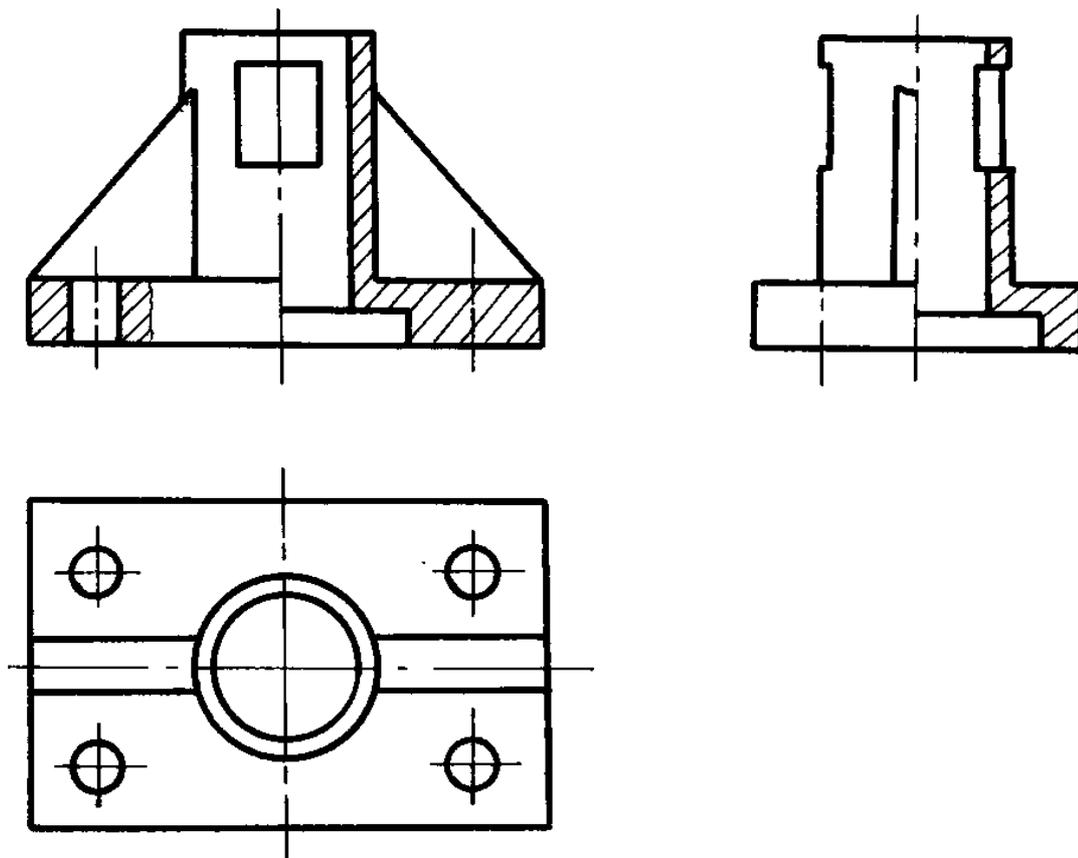


Рис. 5.2.

1) по правилам место расположения секущей плоскости необходимо обозначить, но в том случае, если секущая плоскость совпадает с осью симметрии детали в целом (данный случай), место разреза не указывают и не подписывают;

2) кроме того, у детали в рассматриваемом примере в разрезе получается симметричное изображение, поэтому рекомендуется совмещать половину вида (слева от оси симметрии) с половиной разреза (справа от оси симметрии).

3) Такие элементы детали, как тонкие стенки типа ребер жесткости, показывают не заштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента. Поэтому на половине фронтального разреза ребро жесткости осталось не заштрихованным.

Чтобы пояснить, что четыре цилиндрических отверстия сквозные, необходимо применить местный разрез на половине вида спереди (см. рис 5.2).

Чертеж не будет закончен, так как надо избавиться от штриховых линий, изображающих паз в цилиндре. Это можно сделать, применив профильный разрез. След профильной плоскости совпадает с вертикальной осью симметрии на виде сверху (место разреза при этом не обозначается). В этом случае все, что есть в этой плоскости параллельно изображению на виде слева. Поместим этот разрез на виде слева. В разрезе получилась симметричная фигура, поэтому разрез займет не весь вид, а только половину вида слева

(половина разреза размещена справа от оси симметрии). Слева от оси симметрии размещена другая половина вида.

Теперь можно почитать чертеж так, как это было сделано ранее в разделе 4.2.

### 5.3. Нанесение размеров.

Представленные на чертеже изображения (см. рис. 5.2) устанавливают форму детали, а для определения величины (длины, ширины, диаметра и т.д.) изображенной детали и её элементов служат, как правило, размерные числа, нанесенные на чертеже. Поэтому, после того как построены изображения детали, следует приступить к нанесению размеров, Правила нанесения размеров на чертежах регламентирует ГОСТ 2.307-69.

Укажем некоторые из этих правил, примененные на данном примере (рис. 5.3).

Размеры проставляются в миллиметрах без указания единиц измерения. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии перпендикулярно размерным. Размерные линии заканчиваются стрелками. Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной и линией контура 10 мм. Толщина размерной и выносной линий должна быть в 2-3 раза тоньше контурной.

Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине. При нанесении нескольких параллельных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа следует располагать в шахматном порядке.

При нанесении размерных чисел некоторых элементов детали применяют условные знаки:

∅ – диаметр окружности;

R – радиус дуги;

□ – квадрат.

При нанесении размеров на чертеже детали в данной работе необходимо самостоятельно решить следующие задачи: определить требующееся количество размеров; указать их числовые значения; распределить размеры на поле чертежа.

Общее количество размеров на чертеже детали в проекционном черчении должно быть минимальным, но достаточным для изготовления детали. Эти размеры можно разделить на: габаритные размеры – длина (110), ширина (70), высота детали (65); размеры, определяющие расстояния между отдельными элементами детали или расположение отдельных элементов детали относительно какой-либо поверхности детали. На рис. 5.2 это размеры, указывающие расстояния между центрами отверстий в основании детали – 80 и 40; размер, задающий положение паза в цилиндрической стойке до верхней плоскости основания – 25; размеры отдельных элементов детали (диаметры всех отверстий – 4 отв. ∅10, ∅30, ∅50), диаметр цилиндрической стойки –

$\varnothing 40$ , размеры ребра жесткости – 42 и 10, высота основания – 12, размеры паза – 18 и 20.

Следует помнить, что на чертеже указываются величины действительных размеров детали, независимо от масштаба изображения (см. рис. 5.3).

На правильно выполненном чертеже всегда можно отметить логическую связь между изображениями и нанесенными размерами. На каждом изображении наносят размеры именно тех элементов детали, для выявления которых эти изображения выполнены. Например, размеры диаметров отверстий  $\varnothing 30$ ,  $\varnothing 50$  и глубина этого отверстия – 6 нанесены на месте фронтального разреза (см. рис. 5.3). Длина сквозного паза в цилиндрической стойке и положение его относительно верхней плоскости основания показаны на месте профильного разреза. Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу (пазу, выступу, отверстия и т.п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, где геометрическая форма данного элесе-

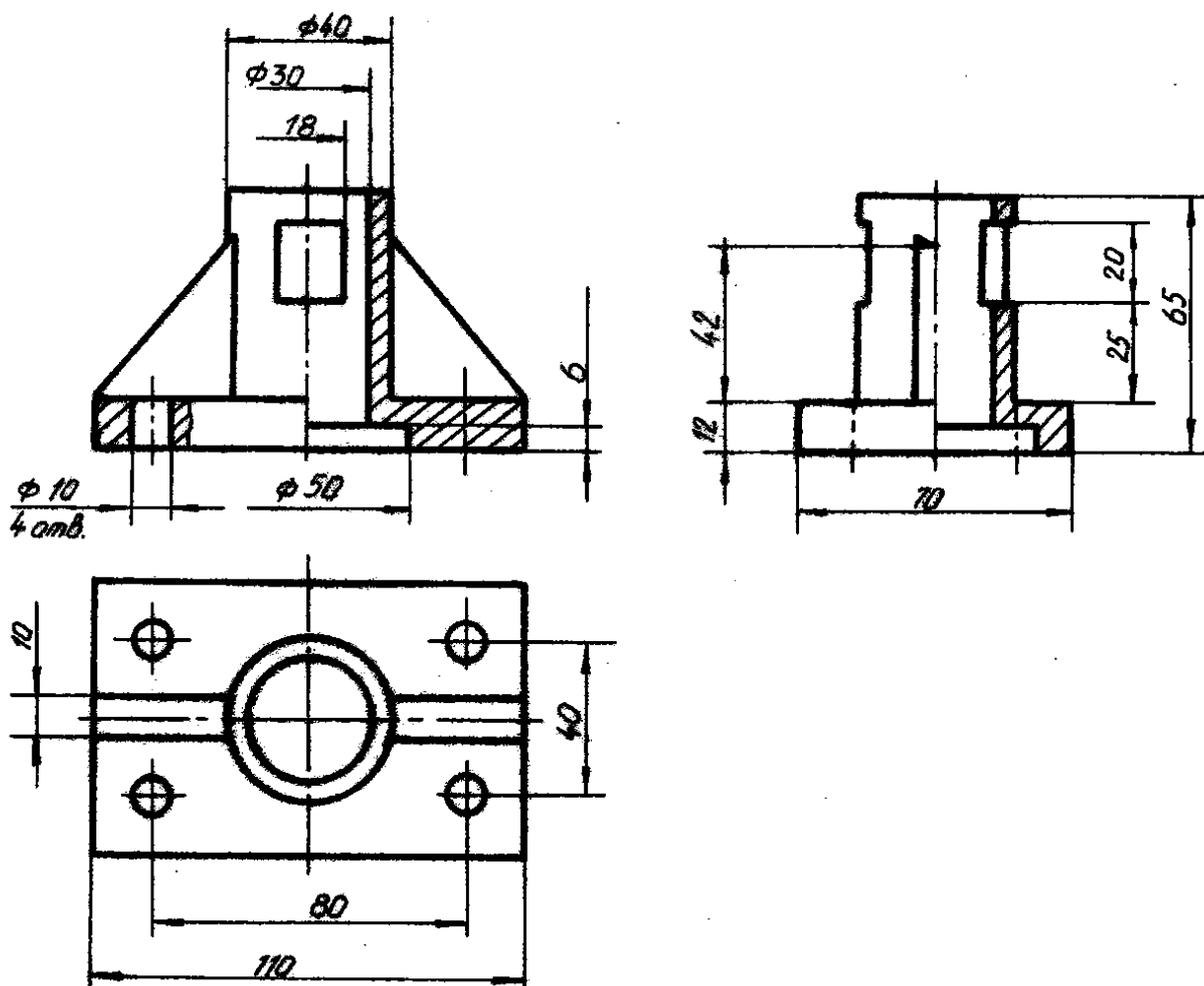


Рис. 5.3

нта показана наиболее полно. Не допускается повторять один и тот же размер на разных изображениях, т.е. размер наносят на чертеже только один раз и на том изображении, где наиболее понятно, какую величину этот размер

указывает. Следует помнить, что размеры наружных диаметром, диаметров цилиндрических отверстий указывают на том изображении, где они показаны в продольном разрезе ( $\varnothing 40$ ,  $\varnothing 30$ ,  $\varnothing 50$ , 4 отв.  $\varnothing 10$  на рис. 5.3).

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. В случае соединения половины (или части) вида с половиной (или частью) соответствующего разреза, размеры внутренних элементов следует располагать со стороны разреза (на рис. 5.2 это диаметры отверстий, глубина отверстия  $\varnothing 50$  и размеры паза – 20 и 25), а наружных – со стороны вида (12, 42 на виде слева). Если на изображении элементы детали показаны только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси симметрии или линии обрыва (на рис. 5.2 это размеры  $\varnothing 30$ ,  $\varnothing 50$  и ширина паза 18, обозначенные на месте фронтального разреза).

#### 5.4. Построение аксонометрической проекции детали.

##### 5.4.1. Общие требования.

В задании строится аксонометрическая проекция для того, чтобы иметь наглядное представление о детали. При построении аксонометрической проекции детали надо выполнять требования ГОСТ 2.317-69. Из всех видов аксонометрических проекций выбирается только прямоугольная аксонометрия – изометрия или диметрия. Выбор вида аксонометрии в зависимости от вашего варианта задания необходимо согласовать с преподавателем. Необходимо помнить, что на практике аксонометрические проекции строятся по приведенным коэффициентам. При этом наглядность изображения сохраняется, но несколько увеличиваются его размеры, это следует учесть при компоновке чертежа. Аксонометрическую проекцию детали выполнить с разрезом. Разрез выполнить двумя плоскостями, совпадающими с плоскостями симметрии детали. Для того, чтобы аксонометрические проекции были обратимыми на аксонометрическом чертеже указывают проекции осей декартовой системы координат, к которой отнесена проецируемая деталь.

5.4.2. Последовательность построения аксонометрической проекции детали по её комплексному чертежу.

Рассмотрим построение аксонометрической проекции детали для нашего примера. Здесь изображение детали построено в одном из видов аксонометрических проекций – прямоугольной изометрии. В прямоугольной изометрии оси  $OX$ ,  $OY$ ,  $OZ$  расположены под углом  $120^\circ$  друг к другу, причем ось  $OZ$  вертикальна. Сначала нанесем проекции осей  $OX$ ,  $OY$  и  $OZ$  на комплексном чертеже (рис. 5.4). На виде сверху проекция оси  $OX$  совпадает с горизонтальной осью симметрии изображения. Проекция оси  $OY$  – с вертикальной осью изображения детали, а проекция оси  $OZ$  совпадает с проекцией точки  $O$ . Фронтальные проекции осей на виде спереди ясны из рисунка 5.4. Таким образом, оси  $OX$  и  $OY$  расположены в нижней плоскости основания, а

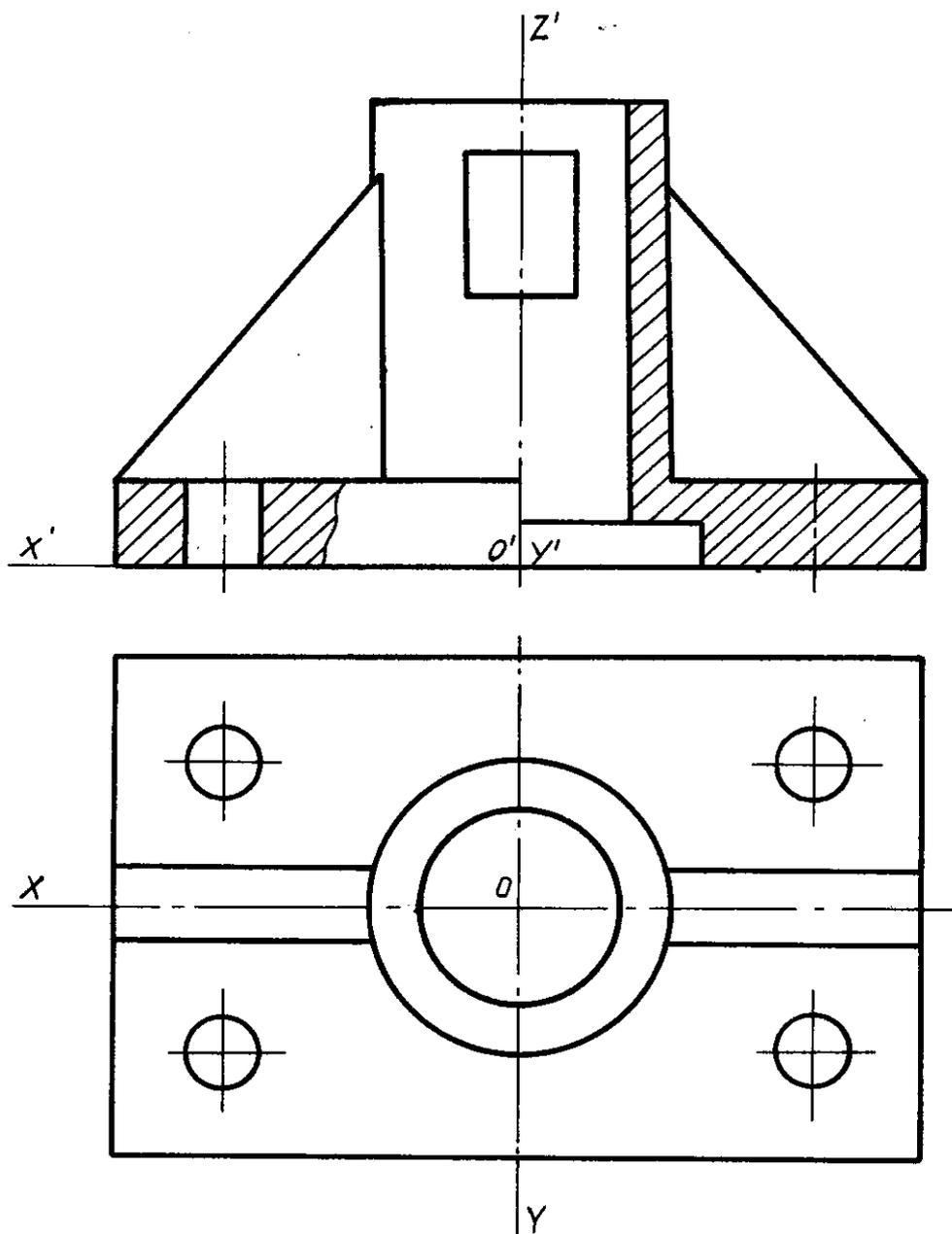


Рис. 5.4

ось  $OZ$  совпадает с вертикальной осью детали. Размеры параллельно осям  $OX$ ,  $OY$ ,  $OZ$  будем откладывать без искажения (приведенный коэффициент – 1).

При построении детали в аксонометрии разбиваем её на ряд простейших геометрических тел и последовательно строим каждое из них. Данная деталь (как было рассмотрено выше) состоит из нескольких простых геометрических тел: основание её – параллелепипед, ребра жесткости – призмы, стойка и отверстия в стойке и основании детали – цилиндры. Построение аксонометрических проекций геометрических тел выполняют по координатам их характерных точек. Для плоских фигур и многоугольников такими характерными точками являются их вершины. Построение начнем с построения

нижнего прямоугольника основания путем откладывания без искажения размеров, взятых из ортогональных проекций, параллельно осям  $OX$  и  $OY$  (рис. 5.5). Затем построим верхний прямоугольник основания, отложив параллельно оси  $OZ$ , из каждой вершины нижнего прямоугольника высоту основания.

Построение аксонометрической проекции окружности – эллипса, начинают с определения центра эллипса. Найдем по координатам положение центров отверстий и центры верхнего и нижнего основания стойки. Через найденные центры проведем аксонометрические оси  $OX$  и  $OY$ , определяющие плоскость окружности. На аксонометрических осях отмечаем точки, принадлежащие концам диаметров проецируемых окружностей. Затем проводим оси эллипсов, в которые проецируются окружности. Большие оси всех эллипсов (равные 1,22 диаметра окружности) на изометрии данной детали будут перпендикулярны оси  $OZ$ , а малые оси (равные 0,71 диаметра окружности) совпадут по направлению с осью  $OZ$  (см. рис. 5.5). Для всех видов аксонометрических проекций эллипсы относительно небольших размеров реко-

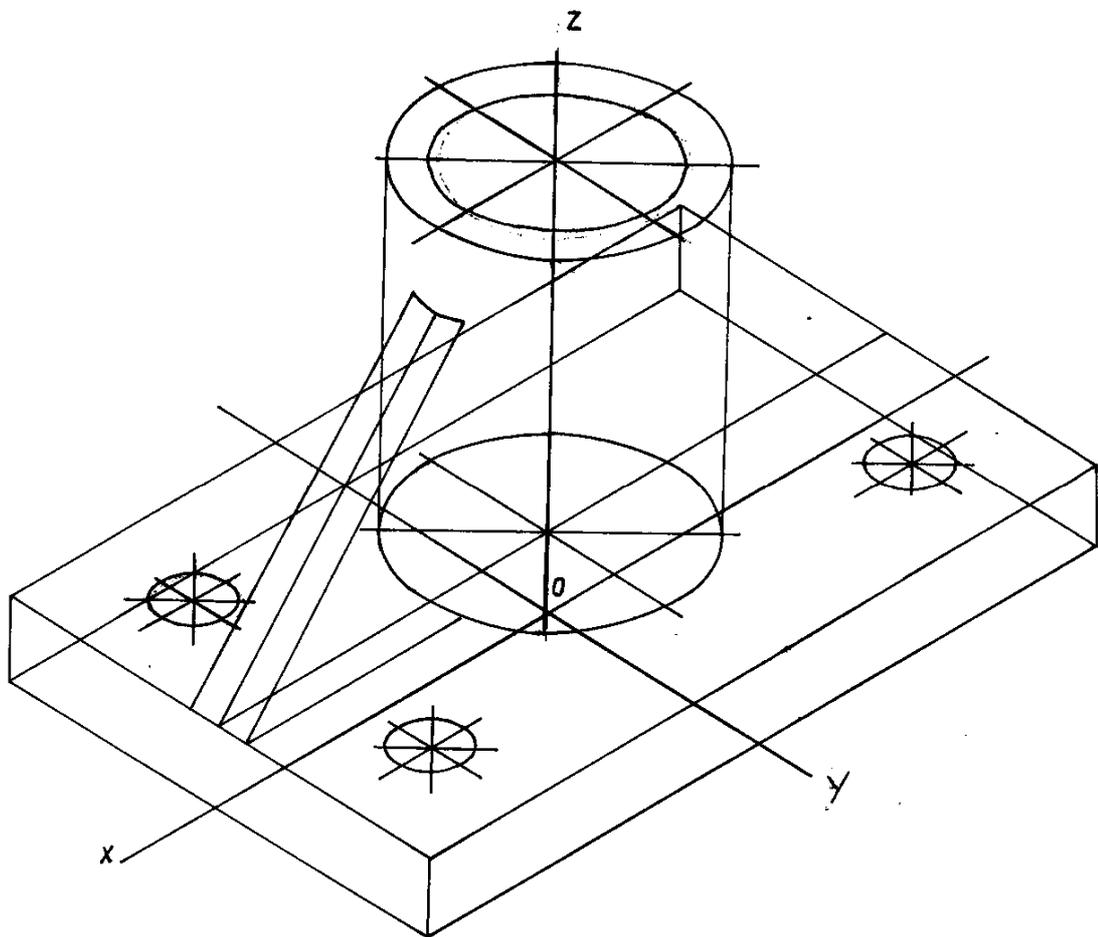


Рис. 5.5

мендуется вычерчивать по восьми указанным точкам при помощи лекала. Эллипсы с большими размерами осей следует заменить овалами. Проведя касательные к эллипсам, изображающим верхнее и нижнее основание стойки, получим видимые контурные образующие цилиндра. После этого наносим

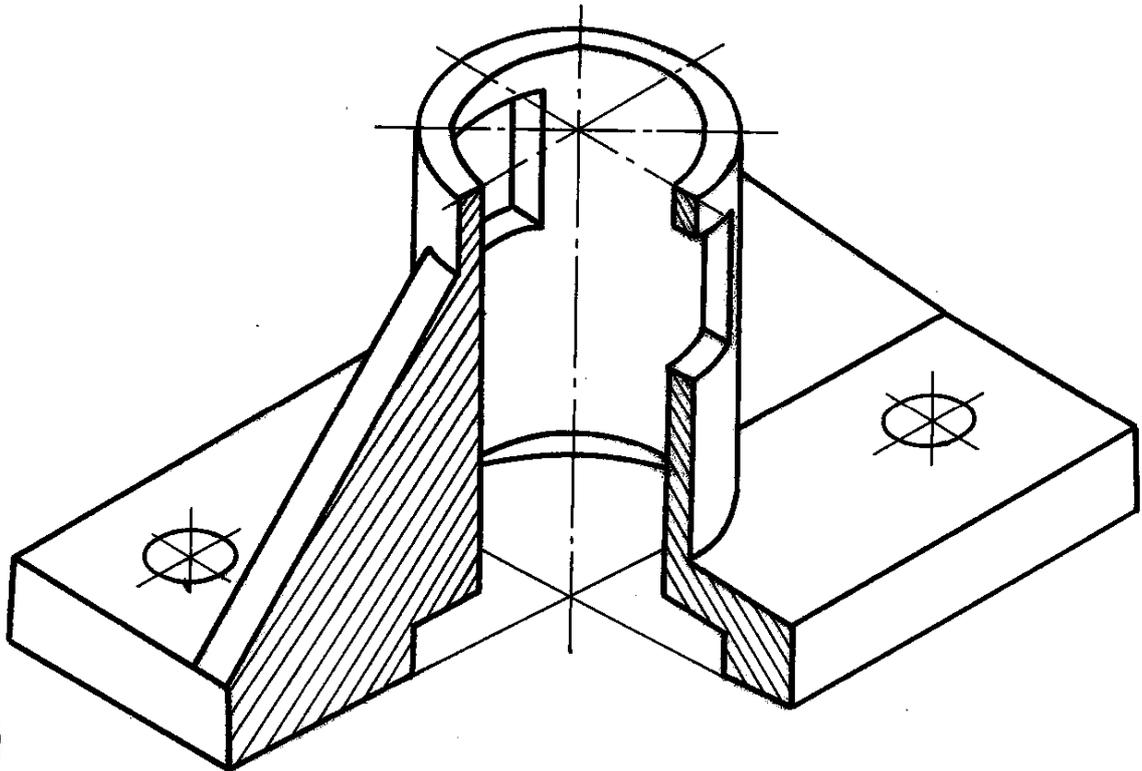


Рис. 5.6

очертания рёбер жёсткости (см. рис. 5.6).

Чтобы показать внутреннее отверстие, разрезаем деталь плоскостями, параллельными координатным плоскостям  $XOZ$  и  $XOY$ , удаляя её четвертую часть. Затем показываем очертания паза на стойке детали, заштриховываем сечения и обводим видимые элементы детали. Построение аксонометрии детали закончено (рис. 5.6).

Полностью выполненное задание оформляется так, как показано в приложении.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- 6.1. Чекмарев А.А. Инженерная графика : Учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 8е изд., стереотип. - М. : Высшая школа, 2007. - 364 с.
- 6.2. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. ГОСТ 2.301-68, ГОСТ 2.302-68 – ГОСТ 2.317-69, Сб. стандартов. - М.: Изд. стандартов, 1995.-236 с.