

Лекция 12. ОСНОВЫ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРЧЕНИЯ¹

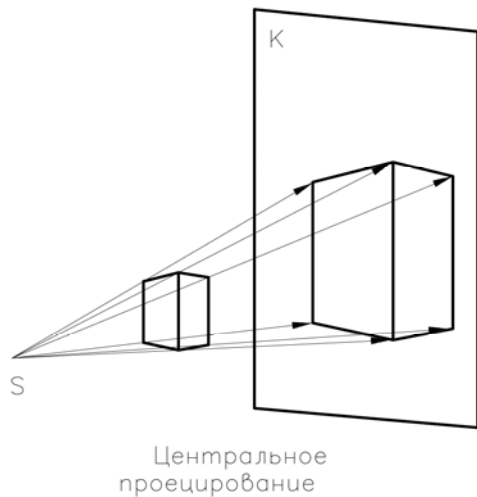


Рис. 1

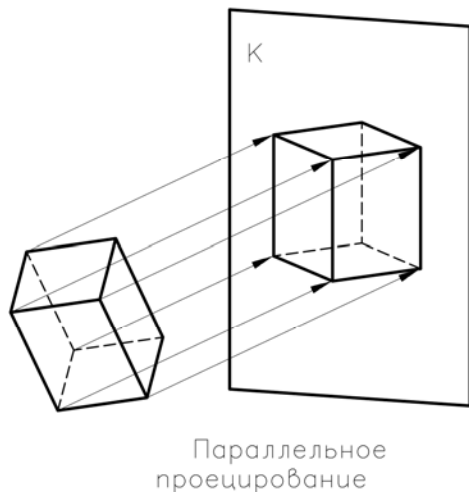


Рис. 2

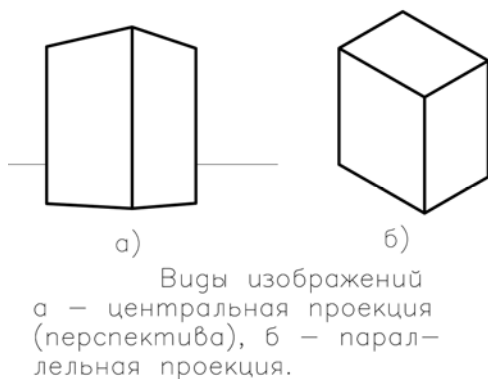


Рис. 3

Параллельное проецирование – частный случай центрального. Отличие заключается в том, что центр проецирования как бы удален в бесконечность, поэтому проецирующие пря-

При выполнении технических чертежей применяют различные проекционные изображения, главным образом прямоугольные проекции предмета и его дополнительные виды. Всякая техническая деталь или сооружение представляет собой комплекс геометрических тел. Следовательно, при составлении чертежа и чтении его необходимо уметь находить эти составляющие геометрические формы, а также строить разрезы, сечения. Недостаточная наглядность изображения предмета в прямоугольных проекциях восполняется аксонометрическими изображениями.

Различные способы изображения пространственных форм на плоскости, которые применяют при составлении чертежей и построении наглядных изображений, основаны на методе проекций, включающем в себя два основных способа проецирования – **центральное** и **параллельное**. (Рис. 1, 2).

Центральная проекция или **перспектива** обладает наилучшей наглядностью и наиболее точно передает те зрительные впечатления, которые получает наблюдатель, рассматривая предмет в натуре. (Рис. 3а). Перспектива, как и фотография, передает не только общую форму предмета, но и отражает взаимное расположение наблюда-

теля и предмета: поворот и удаление предмета относительно зрителя. Преимущество перспективы по сравнению с фотографированием состоит в том, что можно получить наглядное изображение несуществующего проектируемого предмета. Недостаток этого метода – по перспективному изображению сложно определить истинные размеры предмета.

АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.

¹ Ю.И.Короев

Черчение для строителей: Учеб. для проф. учеб. заведений. – 7-е изд., стереотип. – М.: Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2001. – 256 с.: ил.

мые становятся параллельными. На основе параллельного проецирования получают наглядные изображения предметов – **аксонометрические проекции**. Они не отличаются такой наглядностью, как перспектива. (Рис. 3б). В этом случае отсутствует перспективное уменьшение удаленных элементов, предмет рассматривается как бы издали и только сверху или снизу. Аксонометрия дает представление о форме изображаемого предмета, по ней также можно определить основные размеры предмета. Построить аксонометрию значительно проще, чем перспективу. Таким образом, аксонометрические проекции – это наглядные изображения предмета, получаемые параллельным проецированием его на одну плоскость вместе с осями прямоугольных координат, к которым этот предмет отнесен. Прямые линии и плоские фигуры предмета, параллельные между собой, изображаются параллельными и в аксонометрии.

Аксонометрические проекции называют **прямоугольными** если направление проецирования и проецируемые прямые перпендикулярны плоскости, на которую они проецируются, и **косоугольными** если направление проецирования не перпендикулярно плоскости аксонометрических проекций. Проекции аксонометрических осей на плоскость называют **аксонометрическими осями**, а проекции единицы измерения по осям – **аксонометрическими единицами измерения**. В зависимости от положения предмета и осей координат относительно плоскости проекций, а также в зависимости от направления проецирования единицы измерения проецируются в общем случае с искажением. Искажаются и размеры проецируемых предметов. Отношение длины аксонометрической единицы к ее истинной величине называют показателем или **коэффициентом искажения** для данной оси координат. Аксонометрические проекции называют **изометрическими**, если коэффициенты искажения по всем осям равны; **диметрическими**, если коэффициенты искажения равны по

двум осям и **триметрическими**, если все коэффициенты искажения различны. Для аксонометрических изображений предметов применяют пять видов аксонометрических проекций: прямоугольные – изометрические и диметрические, косоугольные – фронтальные диметрические, фронтальные изометрические и горизонтальные изометрические.

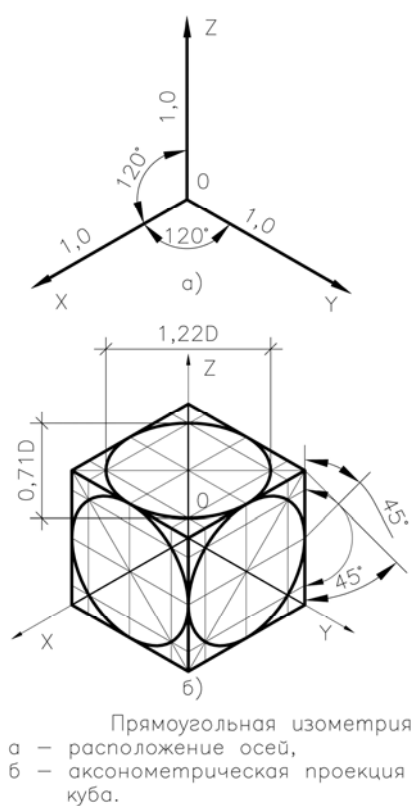


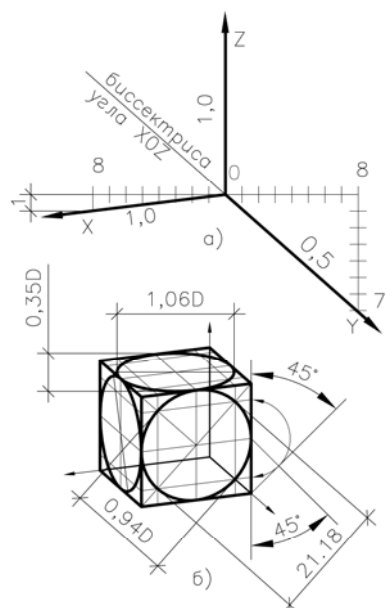
Рис. 4

Прямоугольные аксонометрические проекции.

Прямоугольная изометрическая проекция. Этот вид аксонометрических проекций – прямоугольная изометрия – широко распространен благодаря хорошей наглядности изображений и простоте построений. В прямоугольной изометрии аксонометрические оси OX , OY , OZ расположены под углами 120° одна к другой, ось OZ – вертикальная. Коэффициент искажения по всем осям одинаковый и равен $0,82$. Чтобы упростить построение прямоугольной изометрии, применяют приведенный

коэффициент искажения, равный единице ($0,82 \times 1,22$). В этом случае при построении аксонометрических изображений размеры частей предмета, параллельные направлениям аксонометрических осей, откладываются без сокращений в истинную величину.

Окружности, вписанные в прямоугольную изометрию – трех видимых граней куба, представляют собой эллипсы. Большая ось эллипсов равна $1,22D$, а малая – $0,71D$, где D – диаметр изображаемой окружности. Чтобы упростить построения, можно заменять эллипсы овалами, оси которых равны осям эллипса. (Рис. 4).



Прямоугольная диметрическая проекция, а – расположение аксонометрических осей, б – аксонометрическая проекция куба.

Рис. 5

Прямоугольная диметрическая проекция. Аксонометрические изображения построенные в прямоугольной диметрической проекции — прямоугольной диметрии, обладают наилучшей наглядностью, однако построение изображений сложнее, чем в прямоугольной изометрии. Аксонометрические оси располагаются следующим образом (Рис. 5а): ось OZ направлена вертикально вверх, а оси OX и OY составляют с горизонтальной линией, проведенной через начало координат (точку O), углы соответственно 7 и 41° .

Положение осей можно определить также, отложив от начала координат в обе стороны по восемь произвольных единиц. Через полученные восьмью точек проводят вниз вертикальные линии и на левой вертикали откладывают одну единицу, а на правой — семь. Соединив полученные точки с началом координат, определяют направление осей OX и OY .

Коэффициенты искажений по осям OX и OZ равны $0,94$, а по оси OY — $0,47$. Для упрощения рекомендуется прямоугольную диметрию строить в приведенных коэффициентах искажений: по осям OX и OZ — без сокращений, а по оси OY — с сокращением в 2 раза.

Построение прямоугольной диметрии куба с окружностями, вписанными в три видимые его грани (Рис. 5б). Окружности, вписанные в видимые грани куба в прямоугольной диметрии, представляют собой эллипсы двух видов. Оси эллипса, расположенного в грани, которая параллельна координатной плоскости XOZ , равны: большая ось — $1,06D$, малая — $0,94D$, где D — диаметр окружности, вписанной в грань куба. В двух других эллипсах большие оси также равны $1,06D$, а малые оси в 3 раза короче, т. е. $0,35D$.

Построение прямоугольной диметрии окружностей (овалов), вписанных в аксонометрию квадратов, удобнее выполнять по восьми точкам. Четыре из них расположены на середине сторон квадратов, а другие четыре точки — на диагоналях. Они определяются с помощью равнобедренного прямоугольного треугольника, построенного на полустороне квадрата.

Выбирая вид прямоугольной аксонометрической проекции, следует иметь в виду, что в прямоугольной изометрии (Рис. 4) поворот боковых сторон предмета получается одинаковым и поэтому изображение иногда оказывается не наглядным. Кроме того, часто диагональные в плане ребра предмета на изображении сливаются в одну линию. Эти недостатки отсутствуют на изображениях, выполненных в прямоугольной диметрии.

КОСОУГОЛЬНЫЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

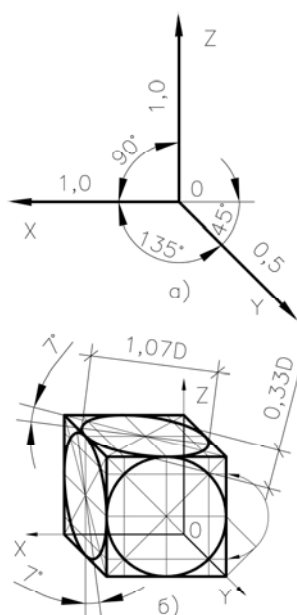
Косоугольные аксонометрические проекции характеризуются двумя основными признаками: плоскость аксонометрических проекций располагается

параллельно одной из граней предмета, которая изображается без искажения; направление проецирования выбирается косоугольное (составляет с плоскостью проекций острый угол), что дает возможность спроецировать и две другие грани или стороны предмета, но уже с искажением.

Название фронтальная или горизонтальная определяет положение плоскости аксонометрических проекций относительно основных сторон или граней предмета.

Аксонометрические изображения предметов при косоугольном проецировании оказываются менее наглядными, чем при прямоугольном проецировании. Изображенные предметы воспринимаются несколько деформированными, со скошенностью в направлении, перпендикулярном плоскости проекций. Однако изображения в косоугольной аксонометрии обладают важным преимуществом, которое довольно часто используют в техническом черчении: плоские элементы предмета, параллельные плоскости аксонометрических проекций, проецируются без искажения. В черчении косоугольные аксонометрические проекции используют в случаях, когда нужно изобразить без искажения части предмета сложной криволинейной формы.

Фронтальная диметрическая проекция. Аксонометрические оси фронтальной диметрии располагают следующим образом (Рис. 6а): ось OZ — вертикальная, ось OX — горизонтальная, ось OY делит угол ZOX пополам и направлена вправо вниз. Ось OY можно построить, отложив от горизонтали угол 45° . По осям OX и OZ , размеры изображения проецируются в истинную величину, а по оси OY сокращаются вдвое.



Фронтальная диметрия.
а — расположение аксонометрических осей, б — аксонометрическая проекция куба.

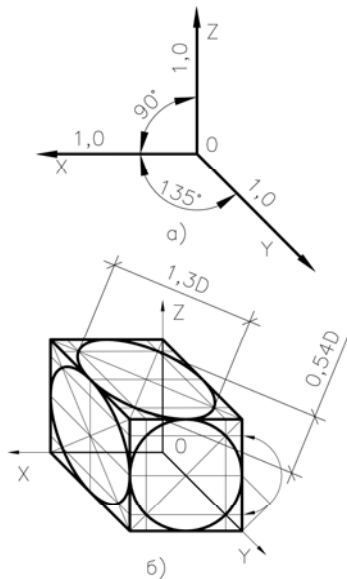
Фронтальная диметрическая проекция куба с окружностями, вписанными в три видимые грани, показана на рис. 6б. В передней грани параллельной координатной плоскости XOZ окружность изображается без искажений, в двух других гранях — одинаковыми эллипсами, большие оси которых равны $1,07D$, а малые — $0,33D$ где D — диаметр окружности, вписанной в грани куба. Направления больших осей эллипсов отклоняются от большей диагонали аксонометрии описанного квадрата (параллелограмма) на 7° .

Фронтальную диметрию целесообразно применять в тех случаях, когда требуется сохранить неискаженными фигуры, расположенные во фронтальных плоскостях что упрощает построение аксонометрического изображения.

Фронтальная изометрическая проекция. Во фронтальной изометрии положение осей (рис. 7а) аналогично положению осей во фронтальной диметрии. По всем осям размеры откладывают без сокращений, в истинную величину. На рис. 7б построена фронтальная изометрия куба. Искажение общей формы изображенного предмета и неестественная вытянутость куба вдоль оси OY в этой проекции больше, чем во фронтальной диметрии. Эллипсы рекомендуется строить по восьми точкам. Направление осей эллипсов совпадает с диагоналями граней куба.

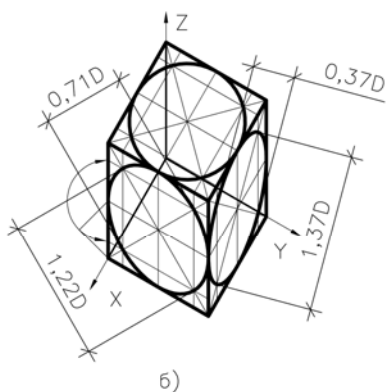
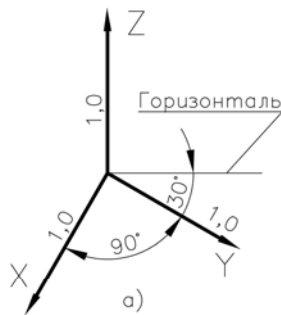
Рис. 6

Расположение осей во фронтальной изометрии, как и в других аксонометрических проекциях, дает вид предмета сверху.



Фронтальная изометрия.
а — расположение аксонометрических осей, б — аксонометрическая проекция куба.

Рис. 7



Горизонтальная изометрия
а — расположение аксонометрических осей, б — аксонометрическая проекция куба.

Рис. 8

НЫМ ЗАМЫСЛОМ.

Горизонтальная изометрическая проекция. Аксонометрические оси горизонтальной изометрии располагают следующим образом (рис. 8а): ось OZ — вертикальная, угол между осями OX и OY равен 90° , ось OY составляет с горизонталью угол 30° . ГОСТ 2.317—69* допускает применять и другие углы между горизонталью и осью OY — 45 и 60° , при этом угол 90° между осями OX и OY сохраняется. По всем осям размеры откладывают без искажений, в истинную величину. Искажение формы и вытянутость куба направлены вдоль оси OZ . (Рис. 8б).

Размеры осей эллипса, расположенного в грани, параллельной координатной плоскости YOZ , равны осям эллипсов прямоугольной изометрии. Вместо этого эллипса можно построить овал. Второй эллипс строят по восьми точкам. Оси эллипса совпадают с направлением диагоналей граней куба.

В горизонтальной изометрии плоские фигуры, расположенные на плане и в горизонтальных плоскостях, не искажаются. Это свойство проекции используют при изображении в аксонометрии строительных объектов, когда надо сохранить неискаженными конфигурацию и размерные соотношения плана.

ОРТОГОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ²

Прямоугольное проецирование на две и три плоскости проекций.

Аксонометрические и перспективные изображения обладают хорошей наглядностью, но по ним трудно определить истинные размеры изображенных предметов, а также воспроизвести их в натуре. Поэтому в основу получения изображений на чертежах положен метод прямоугольного (ортогонального) проецирования на две или три взаимно перпендикулярные плоскости проекций. (Рис. 9). Прямоугольные проекции (чертежи) предмета обладают следующим преимуществом: при наличии масштаба и размеров по чертежам можно воспроизвести изображенные предметы в точном соответствии с проек-

² Ю.И.Королев Черчение для строителей: Учеб. для проф. учеб. заведений. — 7-е изд., стереотип. — М.: Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2001. — 256 с.: ил.

Две проекции определяют положение, форму и размеры изображенного на чертеже предмета; третья проекция определяется пересечением соответствующих линий связи.

Чертеж предмета должен давать полное представление о форме изображаемого предмета, его устройстве, размерах, материале, из которого изготовлен предмет, а также содержать сведения о способах его изготовления. Вместе с тем чертеж предмета должен быть лаконичным и содержать минимальное количество изображений и текста, достаточных для свободного чтения чертежа, изготовления по нему детали и ее контроля.

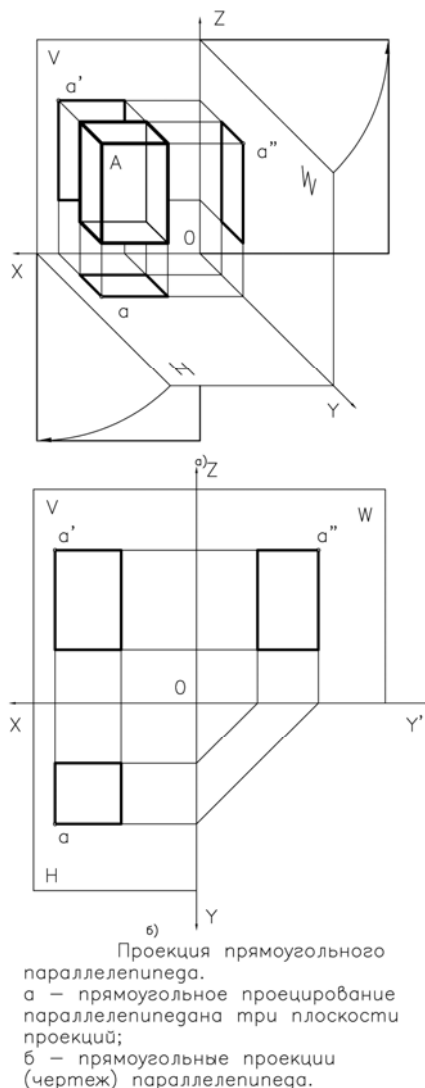


Рис. 9

На каждой плоскости проекций получается изображение обращенной к наблюдателю видимой части предмета; такое изображение называется видом. В зависимости от направления проецирования установлены следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций 1 — вид спереди (главный вид); 2 — вид сверху; 3 — вид слева; 4 — вид справа; 5 — вид снизу; 6 — вид сзади.

Названия видов на чертежах, выполненных в проекционной связи, не указывают. Чтобы уменьшить количество видов, допускается на них показывать невидимые части поверхностей предметов штриховыми линиями. Виды предмета должны быть увязаны между собой, вид сверху располагается под видом спереди, а виды слева и справа — на одном уровне с видом спереди

Для лучшего понимания и чтения чертежи должны составляться по общим правилам. Все требования к оформлению чертежей, а также условные обозначения, содержащиеся на чертежах, должны быть единообразными. Поэтому при составлении чертежей необходимо руководствоваться основными положениями и правилами ГОСТов «Единой системы конструкторской документации». Все изображения на чертежах в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения.

Изображения предметов на чертежах образуются с помощью прямоугольного проецирования предмета на плоскости проекций. При этом предполагается, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций.

Предмет должен располагаться относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней наиболее полно отображало форму и размеры предмета при наилучшем использовании поля чертежа.

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба. Предмет мысленно помещают внутри этого куба (заднюю его грань принимают за фронтальную плоскость проекций) и строят проекции предмета на каждой грани. Если после этого развернуть грани куба до совмещения с фронтальной плоскостью, то получим изображения предмета на шести плоскостях проекций.

(справа от него при взгляде на предмет слева и слева от него при взгляде на предмет справа). (Рис. 10).

Для того чтобы правильно разместить изображения предмета и его частей на рабочем поле чертежа, необходимо:

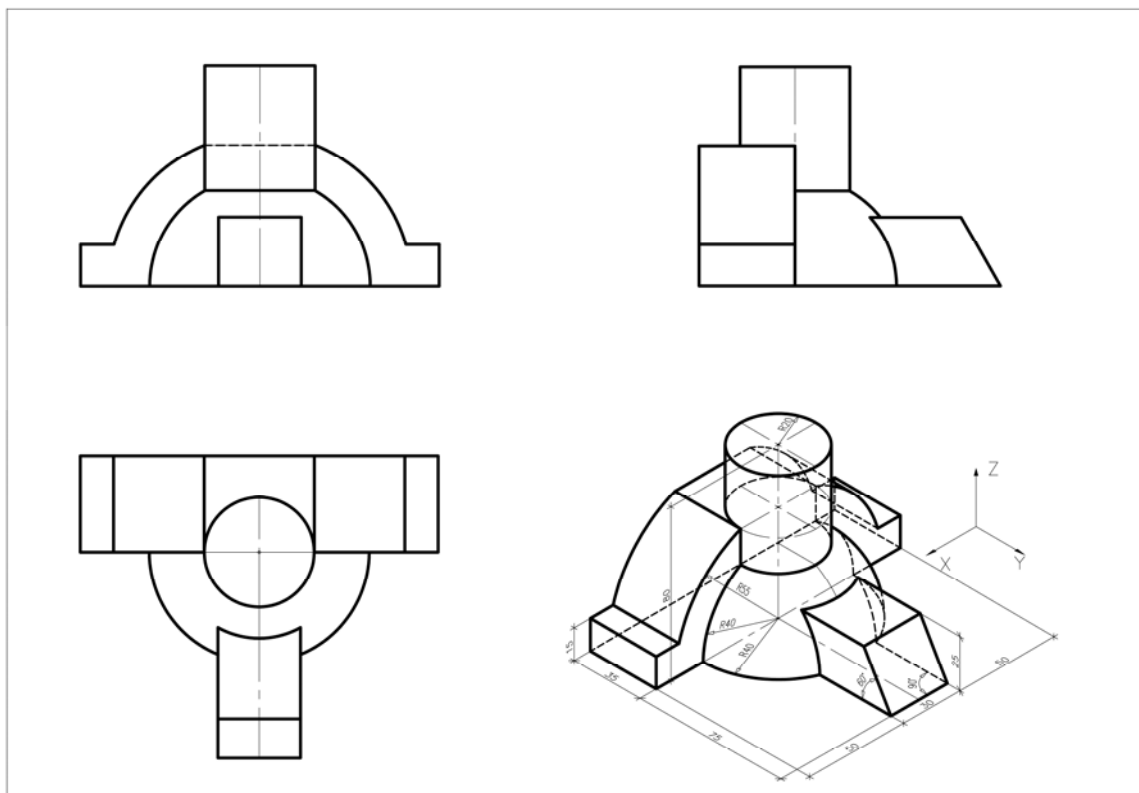


Рис. 10

выбрав масштаб чертежа, определить для каждого вида его основные габаритные размеры: для вида сверху – наибольшую длину и ширину предмета, для вида спереди – наибольшие длину и высоту и т. д.;

полученные размеры перевести на выбранный масштаб чертежа;

каждое изображение выразить в виде прямоугольника по установленным в масштабе габаритным размерам;

для определения формата чертежа полученные размеры прямоугольников расположить с возможной равномерной плотностью и с учетом необходимых мест для выносных и размерных линий и поясняющих надписей;

после схематической компоновки чертежа приступают к детальному изображению видов предмета внутри этих прямоугольников.

СЕЧЕНИЯ И РАЗРЕЗЫ

Для выявления формы отдельных элементов и внутреннего устройства изображаемого на чертеже предмета строят сечения и разрезы.

Изображение плоской фигуры, которая получается при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями, называется **сечением**. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости. Для обозначения линии сечения применяют разомкнутую линию в виде отдельных утолщенных штрихов с указанием стрелками направления взгляда. Линию сечения обозначают одинаковыми прописными буквами русского алфавита, а само сечение сопровождается надписью по типу А – А. В строительных чертежах для обозначения линии сечения допускается применять цифры. Размер шрифта буквенных и цифровых обозначений принимают в

2 раза больше, чем размер шрифта, используемый для цифр размерных чисел. Длину стрелки выбирают в пределах 10 – 25 мм. Длина головки стрелки не менее 5 мм. Стрелку наносят на расстоянии 2 – 3 мм от конца утолщенного штриха. Начальный и конечный утолщенные штрихи не должны пересекать контур изображения.

Чертеж предмета, имеющего внутренние полости, которые показаны линиями невидимого контура, плохо читается. Чтобы выявить внутреннее устройство предмета, применяют изображение, называемое **разрезом**. Если предмет условно рассечь плоскостью, мысленно отбросить отсеченную часть, расположенную перед секущей плоскостью, и спроецировать на плоскость проекций оставшуюся часть со стороны секущей плоскости, то такая проекция называется разрезом. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости (сечении) и что расположено за ней. Положение секущей плоскости разреза указывают на чертеже точно также как и у сечения. (Рис. 11).

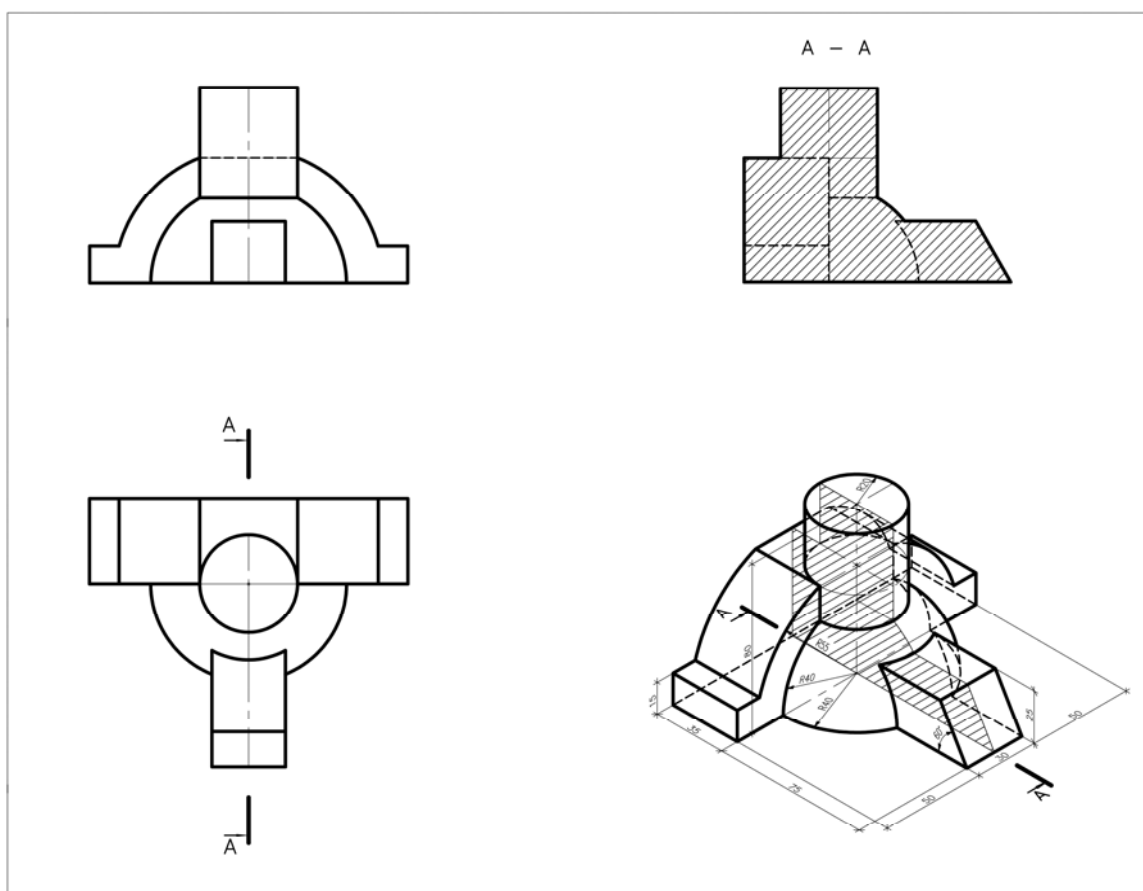


Рис. 11

В зависимости от положения секущей плоскости относительно плоскостей проекций разрез может быть *фронтальным*, когда секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций; *профильным*, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций; *горизонтальным*, когда секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций. В строительных чертежах горизонтальные разрезы, как правило, называют планом.