



Министерство образования
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Инженерная графика строительного профиля»

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Методическое пособие

Минск 2005

Министерство образования Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Инженерная графика строительного профиля»

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Методическое пособие
по разделу дисциплины «Начертательная геометрия.
Инженерная и машинная графика»
для студентов строительных специальностей

Минск 2005

УДК ~~76:621~~ (075.8)

ББК 38.2я7

К 79

Составители:

Л.С. Кoryткo, М.В. Крaвчeнкo,

М.К. Прoтaсoвa

Рецензенты:

М.Н. Петрoвич, Ю.И. Сaдoвский

Оформление пособия:

Телеш Е.А., Гусейнова Т.А.

Кoryткo Л.С.

К 79 Проекционное черчение: Метод. пособие по разделу дисц. «Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика» для студ. строит. спец. / Л.С. Кoryткo, М.В. Крaвчeнкo, М.К. Прoтaсoвa. – Мн.: БНТУ, 2005.–54 с.
ISBN 985-479-204-8

Настоящее методическое пособие разработано для студентов первого и второго курса строительных специальностей, изучающих дисциплину «Инженерная графика». В пособии кратко изложены сведения по правилам выполнения и оформления чертежей в соответствии с ГОСТами ЕСКД, нанесение размеров, построения аксонометрических проекций.

УДК 76:621 (075.8)

ББК 38.2я7

ISBN 985-479-204-8

© Кoryткo Л.С.,
Крaвчeнкo М.В.,
Прoтaсoвa М.К.,
составление, 2005

© БНТУ, 2005

Введение

Проекционное черчение является одним из разделов курса «Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика.», изучаемого студентами высших технических учебных заведений.

При выполнении и оформлении технических чертежей и других конструкторских документов следует руководствоваться правилами, установленными государственными стандартами (ГОСТами). Стандарты систематически пересматривались, совершенствовались и дополнялись. В 1965-68г.г. действующие стандарты были пересмотрены и утверждены с целью создания единых правил выполнения конструкторской документации всех отраслей промышленности и строительства под названием «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД).

ЕСКД – это комплекс стандартов, устанавливающих для всех отраслей промышленности и строительства единые правила и положения по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации.

Стандарт обозначается следующим образом: ГОСТ 2XXX-XX, где: наименование ГОСТ обозначает категорию нормативно-технического документа; цифра 2 определяет класс стандартов, к которому относится ЕСКД; первая цифра трехзначного числа устанавливает номер группы стандарта, а последующие две цифры – номер стандарта этой группы; последнее число (двухзначное) указывает год утверждения стандарта. Пример обозначения государственного стандарта: ГОСТ 2.306-68.

ЕСКД имеет 9 групп стандартов. Освоение курса «Инженерная графика» в вузе начинается с изучения третьей группы стандартов «Общие правила выполнения чертежей».

В соответствии с требованиями стандартов ЕСКД в методических указаниях изложены основные правила построения изображений – видов, разрезов, сечений. Рассмотрены правила нанесения размеров на чертежах, построения стандартных аксонометрических проекций.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Каждый студент выполняет индивидуальную расчетно-графическую работу, содержащую ряд задач. Приступая к выполнению работы, следует изучить соответствующий материал по рекомендуемой литературе. Чертежи выполняют карандашом на листах чертежной бумаги формата А3. На каждом листе формата должны быть выполнены внешняя рамка и рамка чертежа, ГОСТ 2.301-68 (рис.1).



Рис. 1

В правом нижнем углу выполняется основная надпись по ГОСТ 21.101-93. Заполнение граф основной надписи учебных чертежей приведено на рис.2.

185											
10 10 10 10 15 10										120	
Имя, отч., Ф.							①	15			
Полн. и дата	Изм.	Кол.	Лист	Исполн.	Подпись	Дата	②	5	Стадия	Масштаб	
	Разработ.	Исполн.							у		1:1
Имя, отч., Ф.	Проверил	Петров					③	5	Лист	Листов	
							④	15			

Рис. 2

В графах основной надписи (номер графы показан на рис.2 в скобках) указывают:

в графе 1 - обозначение документа, установленное на кафедре для работ по инженерной графике. Например:



в графе 2 - наименование темы. Например: Разрезы.

в графе 3 – наименование изображения. Например: Модель.

в графе 4 – факультет, курс, группа. Например: СФ, группа 112122.

2. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

2.1 Форматы.

Размеры листов чертежей и другой конструкторской документации устанавливает ГОСТ 2.301-68 «Форматы».

Форматы листов определяются размерами внешней рамки – линиями обреза формата (рис.1).

Стандартные форматы применяют с целью унификации чертежных столов, машин и приспособлений, служащих для изготовления бумаги, хранения и размножения чертежей. Для лучшего использования листовой и рулонной бумаги применяют форматы с одинаковым соотношением длинной и короткой сторон друг к другу. За основу взят формат А0 с размерами сторон (1189×841) мм, площадь которого равна 1м². Другие форматы получены путем последовательного деления формата А0 на две равные части вдоль длинной стороны формата.

Обозначения и размеры сторон основных форматов должны соответствовать указанным в табл. 1 (ГОСТ 2.301-68).

Таблица 1

Обозначение формата	Размеры сторон Формата, мм
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

2.2. Масштабы

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета к его действительным размерам. Масштабы и их обозначение на чертежах установлены ГОСТ 2.302-68 и приведены в табл.2.

Таблица 2

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2.5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2.5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

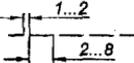
Масштаб изображения указывается в основной надписи чертежа в графе «Масштаб» в виде соотношения 1:1, 1:2, т.п. Если на чертеже имеется изображение, масштаб которого отличается от общего масштаба чертежа, то над изображением указывается его масштаб по типу: А (2:1).

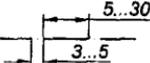
Отметим, что на чертежах, независимо от того в каком масштабе они выполнены, наносят только натуральные (действительные) размеры, и по ним судят о размерах изображения предмета.

2.3. Линии

При выполнении чертежей применяют линии различного начертания и толщины, предусмотренные ГОСТ 2.303-68.

Для линий видимого контура применяют  *сплошную толстую основную линию*, толщина (S) которой должна быть 0,5...1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также формата чертежа. Выбранная толщина линий должна быть одинаковой для всех изображений, вычерчиваемых в одинаковом масштабе на данном чертеже. Яркость (цвет) всех линий в пределах одного чертежа выдерживается одинаковой независимо от толщины линий.

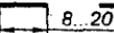
Линии невидимого контура – *штриховая*  S/3...S/2,

Осевые и центровые линии – *штрихпунктирная тонкая*  S/3...S/2,

Размерные, выносные, линии штриховки – *сплошная тонкая*  S/3...S/2,

Линии разграничения вида и разреза – *сплошная волнистая*  S/3...S/2,

сплошная тонкая с изломом  S/3...S/2,

Линии сечений – *разомкнутая*  S...1 1/2 S.

Основным линиям (линиям видимого контура) следует при обводке придавать толщину 0,8-1мм, линиям штриховым (линиям невидимого контура) – 0,4...0,5мм, остальным – 0,25...0,3мм.

Разомкнутой линии лучше придавать толщину, равную 1 1/2 S, а не S.

Вычерчивание предметов следует начинать с проведения осевых и центровых линий, которые являются основой чертежа. От этих линий удобно откладывать размеры, по которым вычерчиваются контуры предметов, а также

строить симметричные изображения. Штрихпунктирные и штриховые линии должны пересекаться между собой и с другими линиями своими штрихами, а не промежутками между ними. Следует обратить внимание, что при нанесении штрихпунктирной линии в промежутках между штрихами наносится не точка, а маленький штрих – длиной примерно 1мм.

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях выбирают в зависимости от величины изображения. Рекомендуемая длина штрихов штриховой линии ~ 4...6мм, а промежутки между ними ~ 1...1,5мм. Длину штрихов в штрихпунктирной линии, применяемой в качестве осевой или центровой, принимают равной ~ 15...20мм, а промежутки между ними ~ 3...5мм. Штрихи в линии должны быть приблизительно одинаковой длины, промежутки между штрихами должны быть также приблизительно равными. Центр окружности изображают пересечением штрихов, а не точкой. Для окружностей диаметром меньше 12мм в качестве центровых линий применяют сплошные тонкие линии, а не штрихпунктирные.

Осевые и центровые линии должны выходить за контур изображения на 3 ... 5 мм.

2.4. Шрифты чертежные

Все *надписи* на чертежах следует выполнять шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с соблюдением наклона и размеров букв, цифр и знаков. Для обеспечения одинаковой высоты букв и цифр желательно проводить вспомогательные тонкие линии. Основным параметром чертежного шрифта является его размер h – высота прописных букв в миллиметрах, измеренная по перпендикуляру к основанию строки. Ширина букв g определяется отношением к толщине d линии шрифта, например, $g=6d$.

Толщина линии шрифта d определяется в зависимости от типа и размера шрифта, например, $d = (1/10)h$ (рис.3).

В зависимости от отношения толщины линии шрифта d к размеру h установлены типы шрифта:

тип А -- при $d = (1/14)h$ (с наклоном и без наклона)

тип Б -- при $d = (1/10)h$ (с наклоном и без наклона)

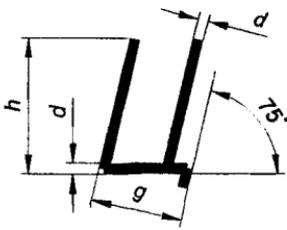


Рис. 3

Для шрифта с наклоном принимают наклон линий вправо под углом около 75° к строке. Шрифт типа Б приведен на рис.6.

Для изучения чертежного шрифта удобно использовать вспомогательную сетку, образованную вспомогательными линиями, в которую вписывают буквы, цифры и знаки. Шаг вспомогательных линий определяется в зависимости от толщины линий шрифта d (рис.4).

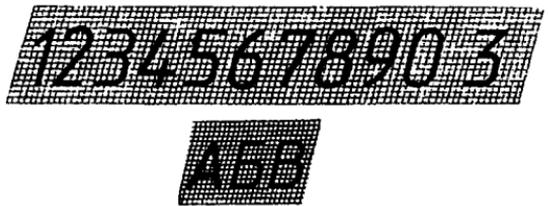
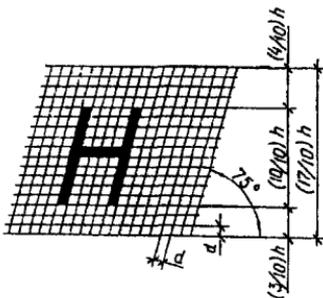


Рис.4

Форма и соотношение конструктивных элементов арабских цифр приведены на (Рис.5а), на котором цифры сгруппированы по общим конструктивным признакам. Высота цифр равна высоте прописных букв h .

На (Рис.5б) показаны форма и размеры конструктивных элементов знаков, наиболее часто применяемых на чертежах. Знак \square помещают перед

размерным числом квадрата. Знак квадрата всегда нужно изображать квадратом, а не параллелограммом.

Рекомендуемая высота цифр размерных чисел – 3,5 мм, высота букв, применяемых для обозначения разрезов – 7 мм.

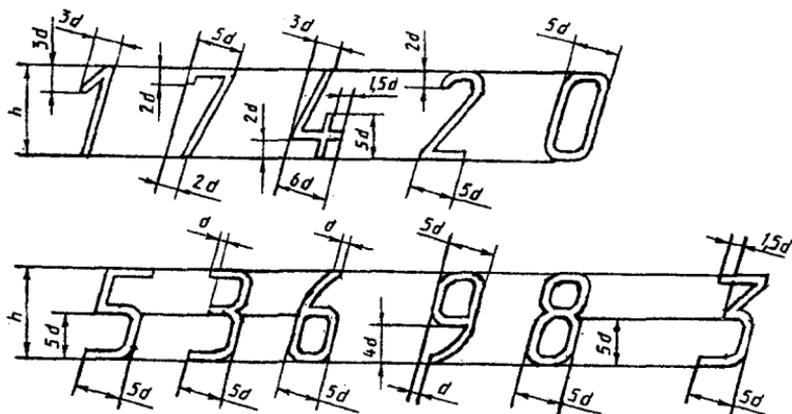


Рис.5(а)

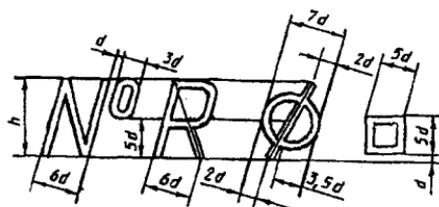


Рис.5(б)

3. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

3.1 Построение уклонов и конусности

Величину наклона одной прямой к другой можно выразить углом (в градусах).

В технике часто применяется еще один способ задания величины наклона, при котором указывается не угол, а отклонение (на определенном расстоянии) одной прямой от другой.

Отношение катетов прямоугольного треугольника ABC, т.е. отношение AC : AB называется *уклоном* прямой BC относительно прямой AC (рис.7а).

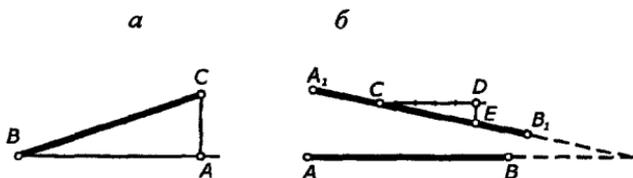


Рис.7

$$\frac{AC}{BC} = \operatorname{tg} \alpha = i, \quad \text{где } \alpha - \text{величина угла } ABC \text{ в градусах.}$$

Отношение катетов, определяющее уклон, может задаваться в виде простой дроби. Например: Дана прямая AB и точка C вне ее. Требуется провести через точку C прямую с уклоном 1:5 к горизонтальной прямой AB.

Через точку C проводим вспомогательную прямую параллельно заданной (рис.7б). Откладываем на вспомогательной прямой пять равных между собой (произвольной длины) отрезков. Из конца последнего отрезка (точка D) проводим перпендикулярную прямую, на которой откладываем отрезок, равный одной части. Через конец отложенного отрезка (точка E) и заданную точку C проводим прямую, которая будет иметь уклон 1:5. На чертежах уклон обозначают знаком \angle , который ставят перед размерным числом,

определяющим уклон, параллельно основному направлению. Вершина угла направлена в сторону уклона. Обозначение уклона наносят на конце линии-выноски или непосредственно над линией контура (рис.8).

На чертеже, изображающем предмет конической формы, указывают степень его конусности. *Конусностью* K называется отношение разности диаметров двух нормальных сечений конуса D, d к расстоянию l между ними (рис.9а). $K = (D - d)/l = 2 \operatorname{tg} \alpha$, следовательно, $K = 2l$. Перед размерным числом, определяющим конусность, ставят знак \triangleleft в виде равнобедренного треугольника, острый угол которого направлен в сторону вершины конуса (рис.9б).

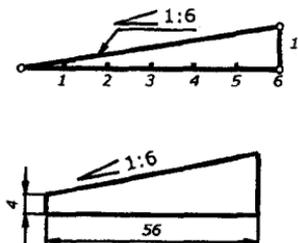


Рис.8. Построение и обозначение уклона

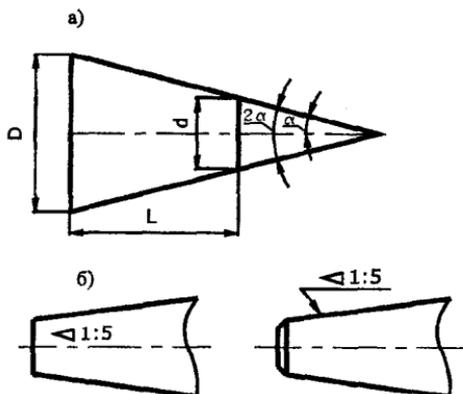


Рис.9. Построение конусности (а) и обозначение на чертеже (б)

3.2 Деление окружности на равные части и построение правильных многоугольников

Деление окружности на равные части и вписывание в нее правильного треугольника (рис.10а). Из точки A , как из центра, описываем дугу радиусом окружности. Пересечение этой дуги с окружностью дает точки C и D . Точки B ,

C и D делят окружность на три равные части. Соединив точки B , C и D прямыми, получим вписанный в окружность правильный треугольник BCD .

Деление окружности на четыре равные части и вписывание в нее квадрата (рис.10б). Точки A , B , C и D делят окружность на четыре равные части. Соединив эти точки по замкнутому контуру, получим вписанный в окружность квадрат $ABCD$.

Деление окружности на пять равных частей и вписывание в нее правильного пятиугольника (рис.10в). Делим радиус OB пополам, получаем точку E . Соединив точки E и C , получим прямую EC . Из точки E на диаметр AB откладываем отрезок $EK=EC$. Отрезок KC соответствует искомой длине стороны вписанного правильного пятиугольника.

Деление окружности на шесть равных частей и вписывание в нее правильного шестиугольника (рис.10г). Из точек A и B , как из центров, описываем радиусом окружности

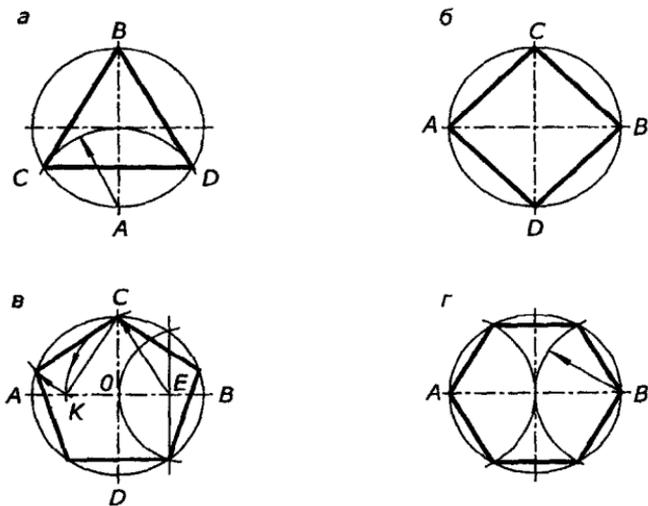


Рис.10

Необходимо различать сопрягаемые элементы, заданные чертежом, и сопрягающие. Построение сопрягающей дуги сводится в основном к нахождению центра радиуса сопряжения R . Радиусы, дугами которых сопрягают линии, называют *радиусами сопряжения R* .

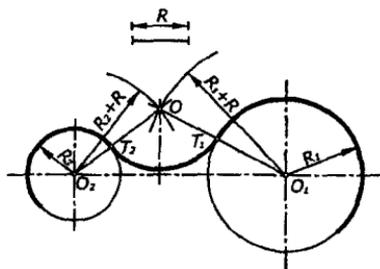


Рис.14

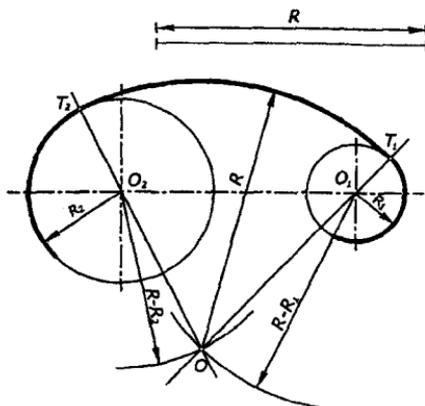


Рис.15

Точка сопряжения двух дуг всегда лежит на линии центров OO_1 и OO_2 (рис.14) или на ее продолжении (рис.15).

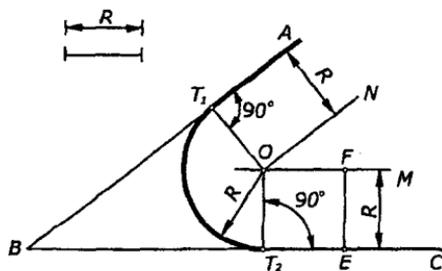
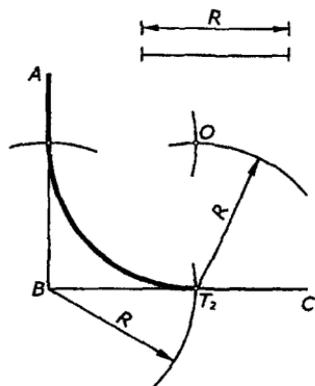


Рис. 16

Точка сопряжения двух прямых дугой заданного радиуса находится на пересечении перпендикуляров, опущенных на эти прямые из центра сопрягающей дуги, которые находятся в пересечении прямых, параллельных заданным, и отстоящих от них на расстоянии радиуса (рис.16).

Сопряжение дуг может быть внешним, внутренним и смешанным. При внешнем сопряжении (см. рис.14) (сопрягаемые дуги и дуга сопряжения находятся по разные стороны от общей касательной) – центр сопрягающей дуги O получен в пересечении двух вспомогательных дуг, проведенных из центров сопрягаемых дуг O_1 и O_2 радиусами $(R_1 + R)$ и $(R_2 + R)$. Точки сопряжения T_1 и T_2 лежат на линиях соединяющих центры окружностей (OO_1 и OO_2).

При внутреннем сопряжении (см. рис.15) (сопрягаемые дуги и дуга сопряжения находятся по одну сторону от общей касательной) – центр O сопрягающей дуги определен пересечением дуг вспомогательных окружностей, радиусы которых равны разностям $(R - R_1)$ и $(R - R_2)$.

Смешанное сопряжение – сочетание внешнего и внутреннего сопряжений окружностей (см. рис.17).

Центр O сопрягающей дуги определен в точке пересечения дуг вспомогательных окружностей, проведенных для внешнего сопряжения радиусом $(R + R_1)$, а для внутреннего – радиусом $(R - R_1)$.

На рис.18 показана последовательность выполнения чертежа контура детали (особое внимание обращено на построение различных видов сопряжений, входящих в состав контура):

- 1) проведение осевых и центровых линий, а затем проведение прямых линий и окружностей;
- 2) проведение сопрягаемых дуг;
- 3) проведение дуг сопряжения; для общей ясности каждый вид сопряжения, примененный при выполнении данного контура, вынесен отдельно с подробным указанием построения;

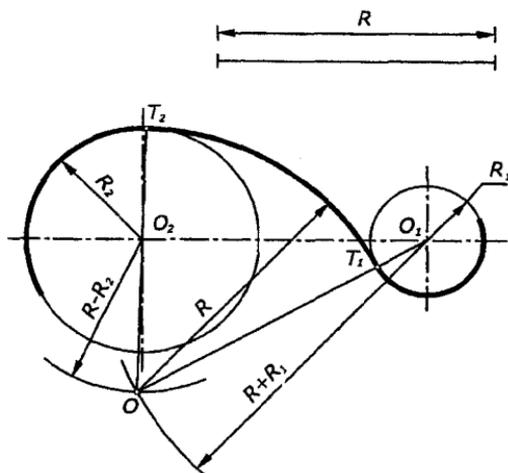


Рис. 17

4) последовательность обводки контура. Заметим, что при обводке сопряжения прямой линии с дугой окружности, рекомендуется сначала проводить дугу окружности, а затем прямую.

5) проведение выносных и размерных линий, нанесение размеров.

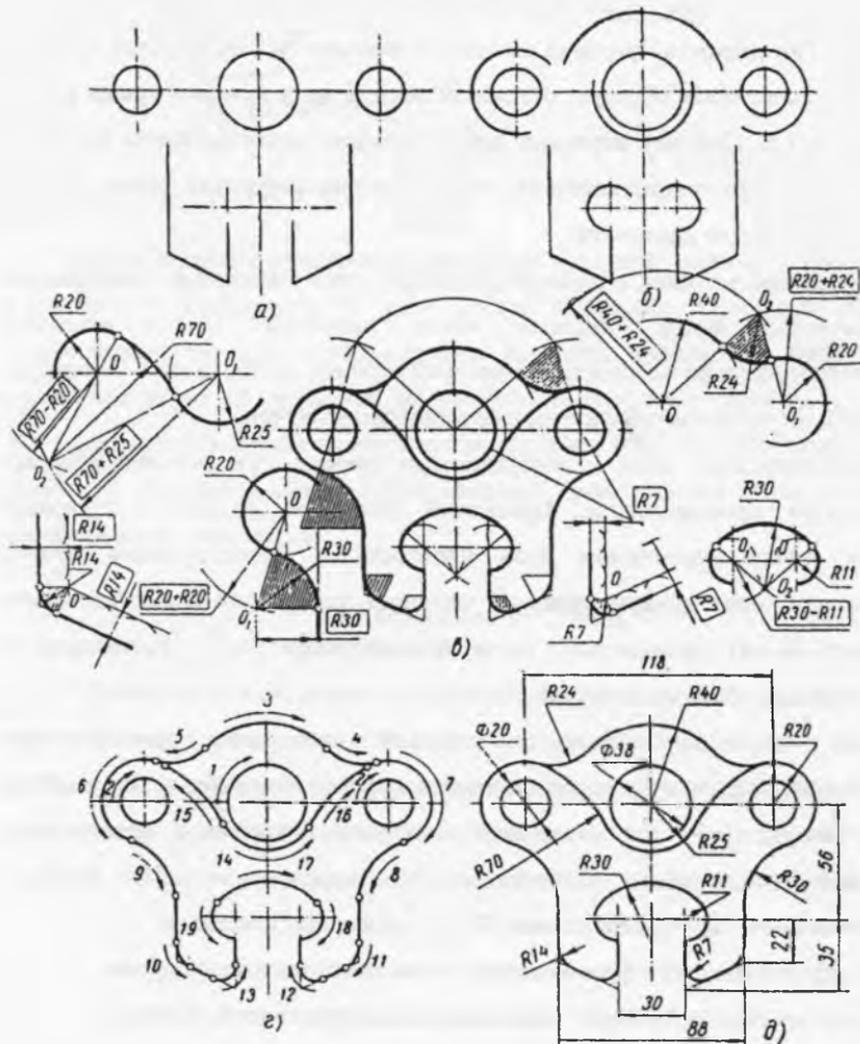
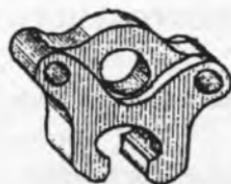


Рис.18

4. ОСНОВЫ МЕТОДА ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ

4.1. Основные положения и определения

Проецирование – это процесс построения изображения предмета на плоскости. Объектами проецирования в черчении являются различные предметы. Поверхность предмета можно рассматривать как множество точек, совокупность которых образует отдельные элементы предмета – грани, ребра, вершины и т.д. Поэтому изучение прямоугольного проецирования предмета начинают с построения простейших геометрических фигур, как точка, отрезок прямой линии, отсек плоскости.

Основным методом, с помощью которого строятся плоские изображения геометрических фигур, является метод проекций. Метод проекций предполагает наличие плоскости, на которой строится изображение (плоскость проекций), геометрической фигуры и проецирующих лучей.

Проецирующие лучи – воображаемые прямые, при помощи которых производится проецирование. Проекцией точки на плоскости проекций является, точка пересечения этой плоскости с проецирующим лучом, проведенным через данную точку. В черчении пользуются прямоугольными (ортогональными) проекциями, когда проецирующие лучи составляют с плоскостью проекций прямой угол.

Для получения обратимых чертежей используют прямоугольное проецирование на две и более взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Плоскостям проекций в соответствии с их расположением в пространстве присвоены следующие обозначения и наименования: Π_1 (пи) – *горизонтальная*, Π_2 – *фронтальная*, Π_3 – *профильная* (рис.19)..

Изображение на фронтальной плоскости называют *фронтальной* проекцией, на горизонтальной – *горизонтальной* проекцией, на профильной – *профильной* проекцией.

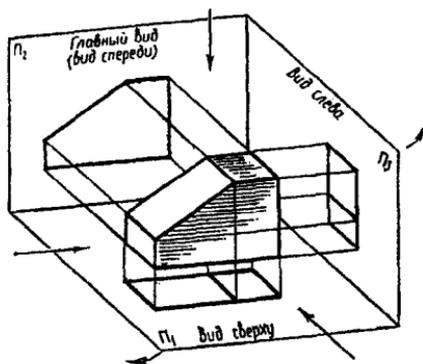


Рис. 19

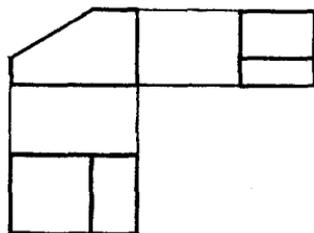


Рис. 20

Для получения плоского изображения предмета плоскость проекций Π_2 оставляют неподвижной, а две другие плоскости проекций вместе с полученными на них изображениями предмета вращают в направлениях указанных на рис. 19 стрелками, до совмещения их с плоскостью Π_2 .

Полученное плоское изображение предмета (рис. 20), состоящее из трех проекций, связанных между собой линиями проекционной связи, называется **комплексным чертежом**.

4.2 Проекция предмета

Приступая к построению профильной проекции любого предмета следует внимательно «прочитать» его заданные проекции, т.е. по заданным изображениям представить его пространственную форму. Для этого следует прежде всего сопоставить между собой заданные проекции изображенного на чертеже предмета и установить проекционную связь между отдельными линиями и точками чертежа. А так как составными частями общей формы предмета являются геометрические тела (призма, цилиндр, пирамида, конус и др.), то очень важно выделить признаки, определяющие то или иное геометрическое тело.

Профильную проекцию геометрических тел целесообразнее строить, выделив проекции простейших геометрических фигур: ребер – отрезков прямых, граней – отсеков плоскостей.

При этом надо помнить, что грани и ребра предмета на плоскостях проекций, которым они параллельны, изображаются в натуральную величину, а грани и ребра, перпендикулярные к плоскостям проекций, изображаются на них в виде отрезков прямой линии или точек, т.е. вырождаются в отрезки прямых линий или точки. Вырожденной проекцией боковой поверхности прямого кругового цилиндра является окружность. Вырожденная проекция проецирующей фигуры обладает так называемым собирательным свойством. Это значит, что на этой проекции собираются одноименные с ней проекции всех точек и линий, принадлежащих данной фигуре.

Каждая проекция предмета является проекцией всех его элементов (рис. 21а). Так, например, фронтальная проекция предмета – это проекция не только передней и задней его граней, изображенных на ней без искажения. Эта проекция содержит проекции всех остальных граней и ребер предмета, только эти грани и ребра изображаются на ней в виде отрезков прямых линий и точек. Плоское изображение предмета (рис. 21а) состоит из трех проекций связанных вертикальными и горизонтальными линиями проекционной связи. Оси проекций на чертежах обычно не показывают, так как в черчении, как правило, пользуются бесосной системой, когда плоскости проекций не фиксируются относительно предмета. Это позволяет оси проекции и линии проекционной связи не проводить на чертеже. На бесосных чертежах профильную проекцию предмета при наличии двух заданных проекций строят с помощью приема внутренней координации предмета, когда определенные грани или плоскости симметрии предмета принимают за плоскости, от которых ведут отсчет интересующих измерений предмета. Такие плоскости называют *базовыми плоскостями*.

У данного предмета (рис. 21а) за базовую плоскость для отсчета измерений в направлении оси Y выбрана фронтальная плоскость, совпадающая с фронтальной плоскостью предмета. Горизонтальная проекция этой плоскости совпадает с осью симметрии горизонтальной проекции предмета, профильная – с осью симметрии профильной проекции.

Положение каждого элемента предмета в профильной проекции намечают, отложив от плоскости симметрии предмета (на чертеже от оси симметрии профильной проекции) соответствующий размер $y/2$, предварительно измеренный в горизонтальной проекции (см. рис.21а).

4.3. Проекция плоской фигуры

Рассмотрим пример (рис. 21б) построения профильной проекции плоской фигуры, грани предмета, представляющей фронтально проецирующую плоскость – плоскость, перпендикулярную фронтальной плоскости проекций. Так как построение профильной проекции плоской фигуры сводится к построению профильной проекций отдельных ее точек, обозначим вершины плоской фигуры арабскими цифрами. При построении профильной проекции фигуры используем прием внутренней координации. За базовую плоскость измерений в направлении оси y возьмем фронтальную плоскость (плоскость параллельную фронтальной плоскости проекций), проходящую через ось симметрии фигуры. На чертеже горизонтальная проекция этой плоскости совпадает с осью симметрии горизонтальной проекции фигуры, профильная проекция – с осью симметрии профильной проекции фигуры, которая проводится на произвольном расстоянии от фронтальной проекции исходя из рациональной компоновки чертежа. Профильные проекции точек строим, используя измерения U_3 и U_4 (см. рис. 21б, построение точек 3 и 4). Найденные профильные проекции точек соединяем в последовательности, определяемой расположением этих точек в горизонтальной проекции. Как видим, проецирующая плоскость на ту плоскость проекций, которой она

перпендикулярна проецируется в отрезок прямой линии непараллельный ни одной координатной оси (оси проекций) и обладающий собирательным свойством, а на две другие плоскости проекций – проецируется с искажением размеров, но с сохранением геометрической формы.

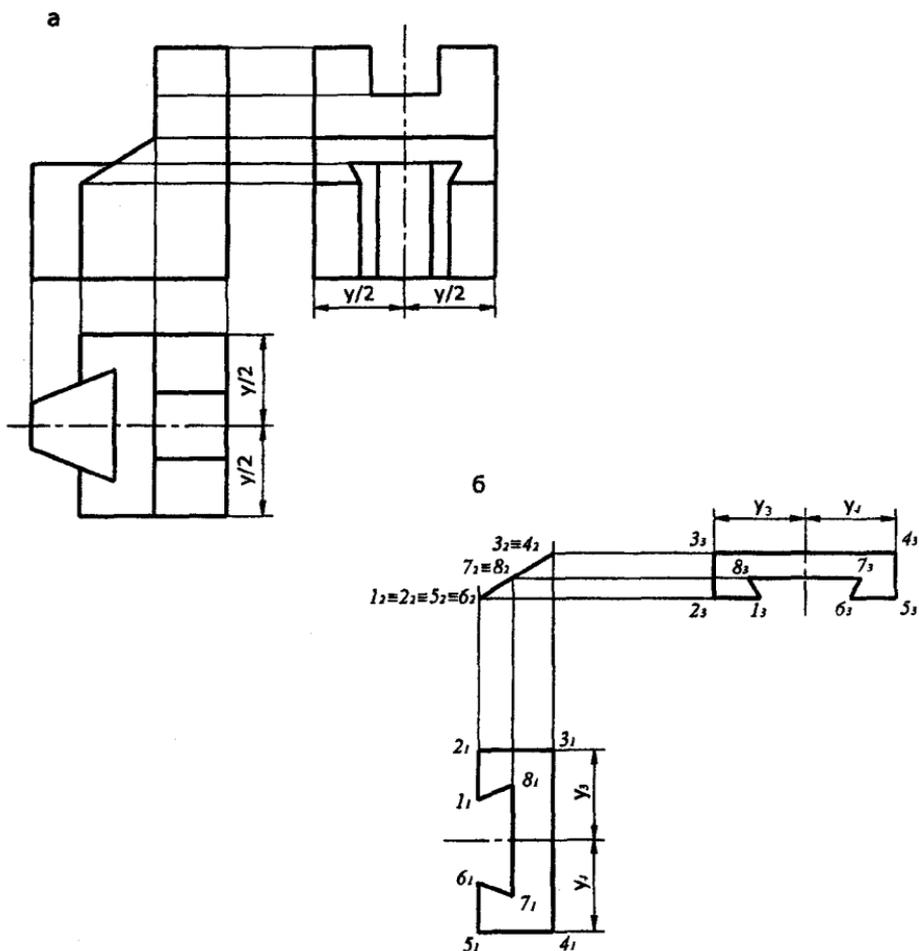


Рис. 21

Умение на проекциях предмета выделить проекции отдельных элементов (граней, ребер, точек) помогает в создании пространственного образа по чертежу («читать» чертеж).

5. ИЗОБРАЖЕНИЯ

Изображения предметов на чертежах выполняются по методу прямоугольного (ортогонального) проецирования, при этом предмет предполагается располагать между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Правила изображения предметов на чертежах устанавливает ГОСТ 2.305-68.

Изображения на чертежах в зависимости от их содержания делятся на виды, разрезы и сечения.

5.1. Виды

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Допускается на видах показывать *необходимые* невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий. Следовательно, вид является проекцией предмета на соответствующей плоскости проекций (например, главный вид – фронтальная проекция и т.д.). Основными видами называют виды, получаемые проецированием на шесть основных плоскостей проекций.

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба (рис. 22).

Название видов, совмещение граней с плоскостью показано на рис.23.

СХЕМА РАЗВЕРТКИ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ

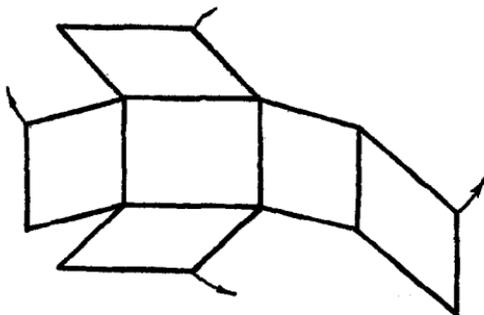


Рис.22

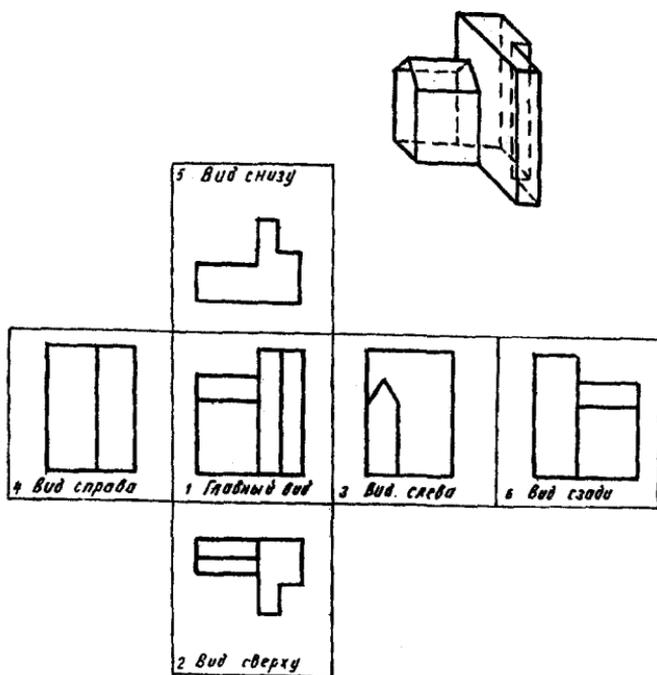


Рис. 23.

При расположении видов в проекционной связи (см. рис. 24) не следует надписывать их название.

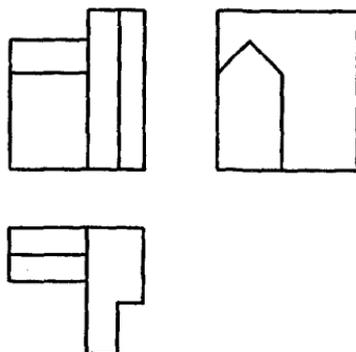


Рис. 24

5.2. Разрезы

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (рис. 25, 26).

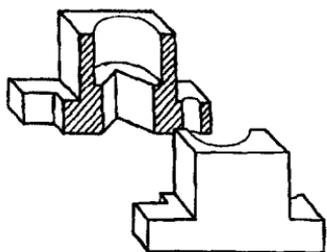


Рис. 25

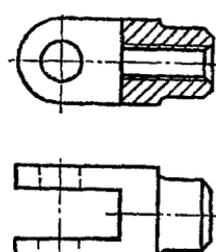
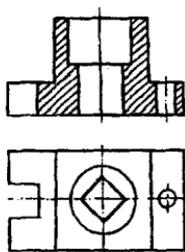


Рис. 26

Допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета (рис. 27).

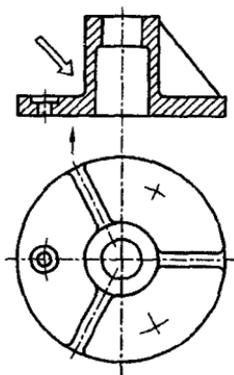


Рис. 27

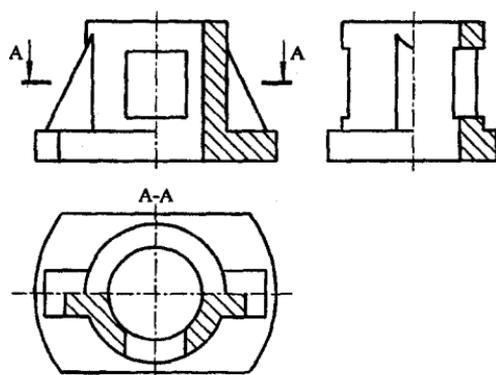


Рис. 28

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяются на:

горизонтальные – секущая плоскость параллельная горизонтальной плоскости проекций (например, разрез А-А на рис. 28);

вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекции. Вертикальный разрез называют также **фронтальным**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис.25, 26, 27), и **профильным**, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (например, разрез Б-Б, рис.58, 61). Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (рис. 28);

наклонные – секущая плоскость расположена наклонно к горизонтальной плоскости проекций (рис.29).

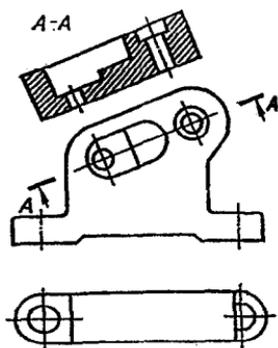


Рис. 29

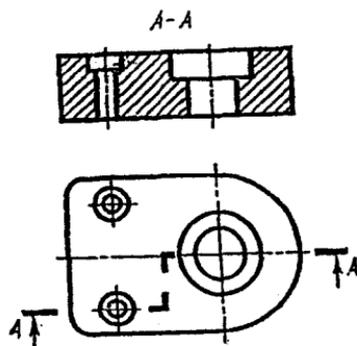


Рис. 30

Разрез, выполненный одной секущей плоскостью, называется **простым** (рис.25), двумя и более секущими плоскостями - **сложными**.

Сложные разрезы, выполненные параллельными секущими плоскостями, называют **ступенчатыми** (рис.30), выполненные пересекающимися плоскостями (их линия сечения является ломаной линией) - **ломаными** (рис.31).

При построении ступенчатого разреза секущие плоскости совмещают в одну плоскость, параллельную плоскости изображения. На рис.30 приведен пример выполнения фронтального ступенчатого разреза. Разрез осуществлен

двумя секущими фронтальными плоскостями. Положение секущих плоскостей указывается штрихами линии сечения со стрелками, отмеченными одной и той же буквой. Эти штрихи принимаются за начальный и конечный штрихи линии сечения. Помимо них линия сечения имеет перегибы, показывающие места перехода от одной секущей плоскости к другой. Перегибы линии выполняются штрихами разомкнутой линии. Наличие перегибов в линии сечения не отражается на графическом оформлении сложного разреза: он оформляется как простой разрез.

Над разрезом наносится надпись, указывающая обозначение плоскостей. При сложном разрезе прописная буква русского алфавита ставится у перегибов линии сечения со стороны внешнего угла (при необходимости).

В случае ломаных разрезов секущие плоскости способом вращения вокруг проецирующих прямых (линии пересечения секущих плоскостей) совмещаются в одну плоскость, параллельную плоскости изображения. Если совмещенные секущие плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, ломаный разрез помещают на месте соответствующего вида.

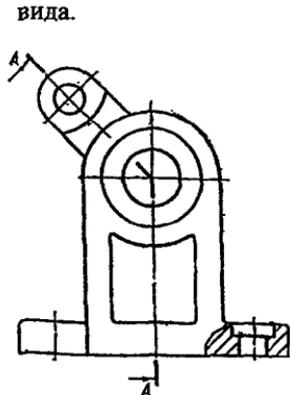


Рис. 31

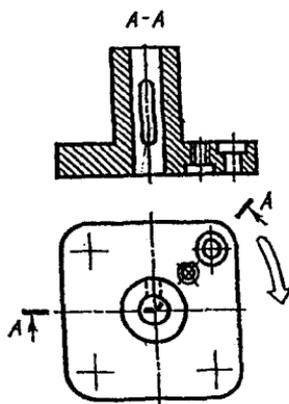


Рис.32

На рис.31 изображен ломаный разрез, образованный двумя пересекающимися фронтально-проецирующими плоскостями, одна из которых

профильная. Для построения разреза верхнюю секущую плоскость (фронтально-проецирующую) вместе с расположенным в ней сечением поворачивают вокруг линии их пересечения (фронтально-проецирующей прямой) до совмещения с профильной плоскостью. Направление взгляда может и не совпадать с направлением поворота секущих плоскостей до совмещения их в одну плоскость, как это выполнено на рис.32.

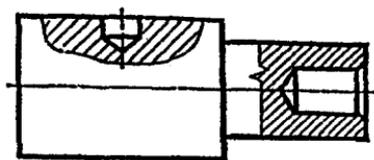


Рис. 33

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном ограниченном месте, называется *местным*. Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией или сплошной

тонкой линией с изломом (линиями обрыва) (рис.33). Эти линии не должны совпадать с какими-либо линиями изображения (линиями контура) и служить их продолжением.

На изображениях, расположенных на местах основных видов, целесообразно, для уменьшения количества изображений, соединять часть вида и часть соответствующего разреза, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 34) или сплошной тонкой линией с изломом. Если при этом соединяется половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис. 28) за исключением случаев, когда на ось симметрии проецируется линия контура (рис.35, 36).

При этом, как правило, разрезы располагают *справа* от *вертикальной* или *снизу* от *горизонтальной* оси симметрии. В случае, когда на ось симметрии изображения проецируется линия видимого контура, то разделяющей линией должна быть сплошная волнистая или сплошная тонкая с изломом. На рис.36, разделяющая линия вида и разреза проведена справа от оси, чтобы видимым было ребро четырехгранной призмы, а на рис. 31 – слева

от оси, чтобы видимым было ребро четырехгранного призматического отверстия.

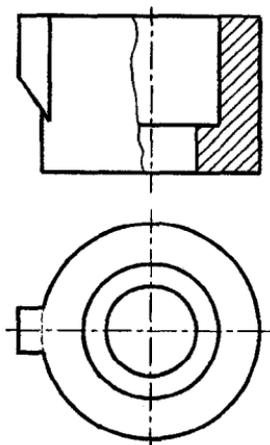


Рис. 34

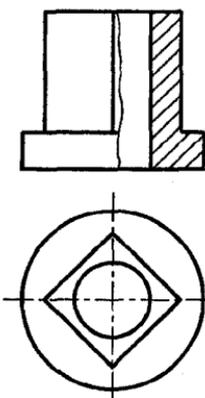


Рис. 35

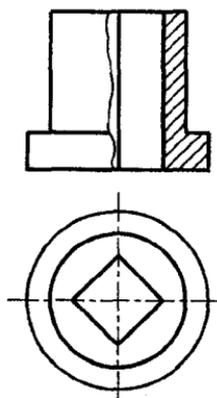


Рис. 36

На половине вида не следует оставлять штриховых линий-проекций внутренних очертаний предмета (они изображены на разрезе), а на половине разреза не следует повторять штриховыми линиями изображения наружных очертаний предмета, так как они показаны на половине вида.

Обозначение разреза содержит указание положения секущей плоскости *линией сечения* (штрихами разомкнутой линии), указание направления взгляда (стрелками на начальном и конечном штрихах) и обозначение секущей плоскости и разреза одной и той же прописной буквой русского алфавита, начиная с А, без пропусков и повторений. Начальный и конечные штрихи не должны пересекать контур изображения. Стрелки, указывающие направление взгляда должны наноситься на расстоянии 2...3 мм от конца штриха. Величина L – по обстановке (рис. 37).

Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, должно соответствовать приведенным на рис.38. Около одной стрелки, со

стороны выступающего на них на 2...3 мм внешнего конца штриха линии сечения, наносится одна и та же прописная

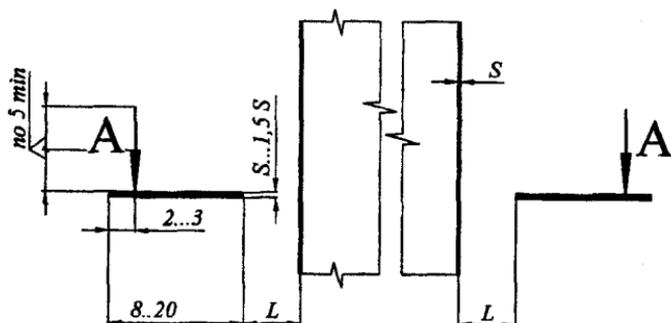


Рис. 37

буква. Разрез должен быть отмечен надписью по типу «А – А» (всегда двумя буквами через тире), которая при этом не подчеркивается. Размер шрифта – в 1,5...2 раза больший, чем принятый для цифр размерных чисел (рис.28). Рекомендуемая высота букв – 7 мм.

Для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не указывают положение секущей плоскости, направление проецирования и не наносят буквенные обозначения, если секущая плоскость *совпадает с плоскостью симметрии* предмета в целом, а разрез расположен в непосредственной проекционной связи с видом и они не разделены какими либо другими изображениями (рис. 28). При выполнении разрезов такие элементы, как тонкие стенки, ребра жесткости и т.п. показывают разрезанными, но не заштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента (рис. 27, 28, 39). Эти элементы отделяются от остальной части разреза сплошной основной линией. Если подобные

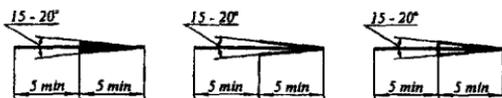


Рис. 38

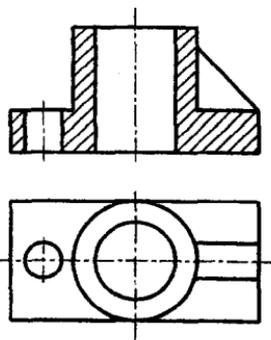


Рис. 39

элементы пересекаются секущей плоскостью поперек длинной стороны, то обязательно заштриховываются (рис. 28, разрез А-А).

5.3. Графическое обозначение материалов в сечениях

Общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида материалов согласно ГОСТ 2.306-68 ЕСКД (показано на рис.40). Графическое обозначение материалов в сечении, выполняемых прямыми линиями, называют *штриховкой*, а сами линии – линиями штриховки. Для нанесения линий штриховки применяют *сплошные тонкие* линии.

Наклонные параллельные линии штриховки наносят *под углом 45°* к линиям рамки чертежа; их наклон может выполняться влево или вправо, но *всегда в одну и ту же сторону* на всех сечениях, относящихся к одной и той

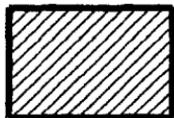


Рис. 40

же детали. Расстояние между параллельными линиями штриховки (частота) тоже должно быть одинаковым и выбирается от 1 до 10 мм, в зависимости от площади сечения (для учебных чертежей рекомендуется – 3...4 мм).

Графические обозначения материалов в сечениях в зависимости от вида материалов приведены на рис. 41.

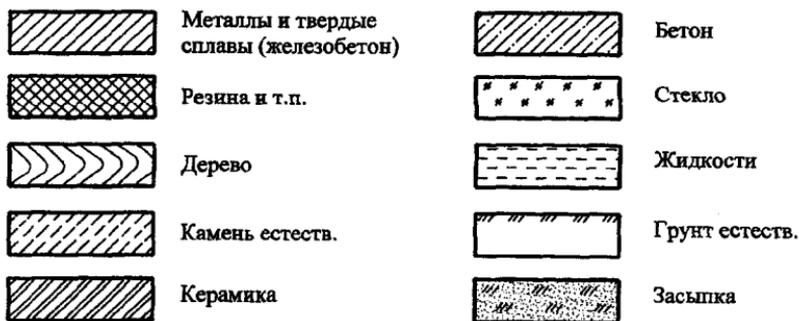


Рис. 41

6. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

О величине изображаемого на чертеже предмета и его элементов независимо от масштаба изображения судят по размерным числам, нанесенным на чертеже. Правила нанесения размеров на чертежах установлены ГОСТ 2.307-68.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Для нанесения на чертеже размеров проводят выносные и размерные линии и указывают размерные числа. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные — перпендикулярно размерным. (рис.43).

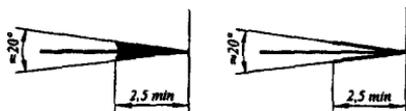


Рис. 42

Размерные линии с обоих концов ограничивают стрелками. Величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 42.

допускается проводить с обрывом, причем обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рис.45).

Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине, а при нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно размерных линий.

Если для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят как показано на рис.46; если недостаточно места для нанесения стрелок, то их наносят как показано на рис.47.

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или четко наносимыми точками (рис.48).

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями – 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

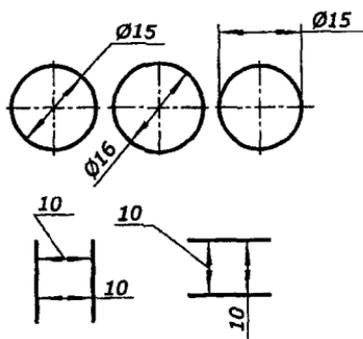


Рис. 46

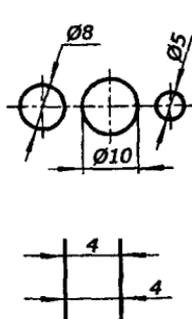


Рис. 47

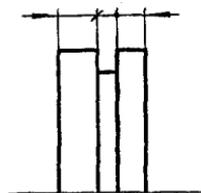


Рис. 48

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию), рекомендуется группировать в одном месте,

располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 43).

Чертеж детали должен содержать следующие размеры:

- а) габаритные размеры;
- б) размеры формы всех элементов детали;
- в) размеры положения всех элементов детали.

К габаритным размерам относятся: длина, ширина, высота изделия. На чертеже, представленном на рис.43, к элементам изделия относятся паз и два отверстия. К размерам формы паза относятся его ширина и глубина (размеры 16, 10), а отверстия – его диаметр. Размером положения паза является расстояние от левого торца изделия (размер 12), а размером положения отверстия – расстояние от торцов изделия в двух координатных направлениях (размеры 8, 12 и 42).

При выполнении чертежей изделий необходимо руководствоваться следующими правилами:

- 1) не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях;
- 2) размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный;
- 3) не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных осевых или центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают;
- 4) не допускается наносить размеры от линий невидимого контура, за исключением случаев, когда отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения;
- 5) размеры внутренних и наружных элементов по возможности следует располагать по разные стороны изображения;

б) размеры диаметров цилиндрических и конических поверхностей следует наносить на том виде, на каком образующая этих поверхностей проецируется в линию (в натуральную величину);

7) перед указанием размера диаметра (во всех случаях) перед размерным числом наносят знак «Ø». Высота знаков «диаметр» и «квадрат» равна *высоте цифр* размерных чисел на чертеже (Рис. 44, 45);

8) перед размерным числом радиуса помещают прописную букву R. Высота буквы R и размерного числа, а также их наклон, должны быть одинаковыми (Рис. 43).

Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать положение ее центра, его изображают в виде пересечения центровых или выносных линий, причем при большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге и размерную линию показывать с изломом под углом 90° (рис.49а).

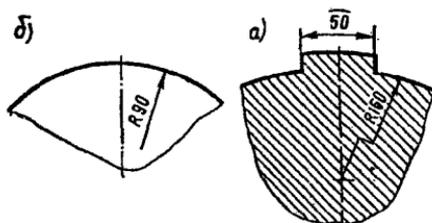


Рис. 49

Размерную линию не доводят до центра, если не указаны размеры, определяющие положение центра дуги окружности (рис.49б).

7. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

АксонOMETРИЧЕСКОЙ проекцией называют наглядное изображение, получаемое в результате параллельного проецирования предмета вместе с осями прямоугольных координат, к которым он отнесен в пространстве, на одну плоскость, называемую аксонOMETРИЧЕСКОЙ, а проекции координатных осей – аксонOMETРИЧЕСКИМИ осями координат.

При аксонометрическом проецировании наглядность изображения достигается за счет того, что направление проецирования выбирают таким образом, чтобы на аксонометрической плоскости проекций были получены три измерения предмета. Очевидно, что проекции прямых, параллельных натуральным прямоугольным осям координат, *параллельны* соответствующим аксонометрическим.

Для аксонометрических изображений предметов ГОСТ 2.317-69 рекомендует такие аксонометрические проекции, которые меньше искажают натуральный вид предмета и наиболее удобны для построений:

1) *прямоугольные* (направление проецирования и проецирующие лучи перпендикулярны аксонометрической плоскости): изометрическая и диметрическая;

2) *косоугольные* (проецирующие лучи не перпендикулярны к плоскости аксонометрических проекций): фронтальная изометрическая, горизонтальная изометрическая и фронтальная диметрическая.

7.1. Прямоугольные проекции

7.1.1 Изометрическая проекция

Аксонометрические оси OX , OY , OZ расположены под углом 120° друг к другу, ось OZ – вертикальная (рис. 50).

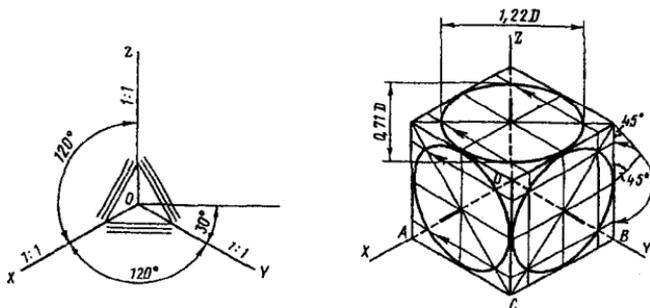


Рис. 50

Коэффициенты искажения по осям x , y , z равны 0.82. Чтобы упростить построения прямоугольной изометрии, применяют приведенный коэффициент искажения, равный единице (0.82×1.22), поэтому при построении изометрической проекции размеры проецируемого предмета откладывают по осям x , y , z и параллельно им в масштабе 1:1, т.е. действительные. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы, которые заменяют четырехцентровыми овалами. Следует иметь в виду, если окружность лежит в плоскости XOY – направление большой оси эллипса перпендикулярно к оси Z , в плоскости ZOX – перпендикулярно к оси Y , в плоскости ZOY – перпендикулярно оси X , т.е. большие оси эллипсов перпендикулярны к той оси, которая отсутствует в плоскости изображаемой окружности.

Аксонометрические оси OX и OY удобно строить, откладывая от горизонтальной линии углы 30° с помощью треугольника. Можно строить и с помощью циркуля. Из точки O , принятой за начало осей, проводят окружность произвольного радиуса R . Из точки C (см. рис.51), как из центра, радиусом R делают засечки на этой окружности, и полученные точки A и B соединяют с началом аксонометрических осей – точкой O .

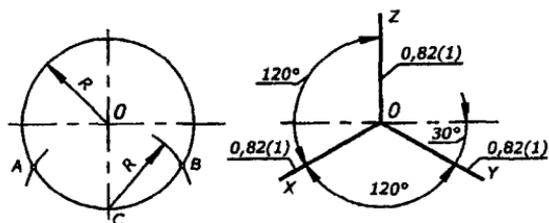


Рис. 51

Изометрическую проекцию следует применять в тех случаях, когда при изображении предмета необходимо строить окружности, расположенные в двух.

(рис.58) или трех плоскостях (рис.52), параллельных координатным плоскостям.

Рассмотрим один из самых простых способов построения изометрических овалов, не требующий определения значений большой и малой оси эллипса. Установим направление большой и малой осей эллипса в зависимости от того, какой координатной плоскости принадлежит данная окружность. Овал строим по четырем точкам – концам сопряженных диаметров эллипса, расположенных на аксонометрических осях (рис.53, т. А, В, С, D).

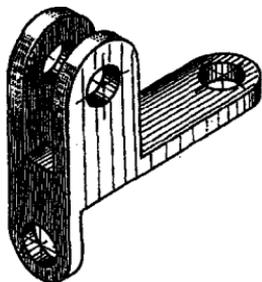


Рис. 52

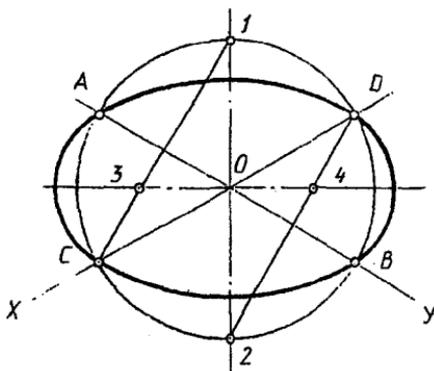


Рис. 53

Через точку O пересечения сопряженных диаметров эллипса проведем горизонтальную и вертикальную прямые и опишем из точки O окружность радиусом равным радиусу изображаемой окружности. Эта окружность пересечет вертикальную линию в точках 1 и 2 (центры двух дуг). Из точек 1 и 2 радиусом 1-С или 1-В, 2-Д или 2-А опишем дуги окружностей. Соединив точку 1 с точками С и В или точку 2 с точками А и Д (точками сопряжения) в пересечении с горизонтальной линией получим еще два центра дуг 3 и 4. Из точек 3 и 4, как из центров, описываем дуги радиусом 3-А или 3-С и 4-Д или 4-В.

7.1.2. Диметрическая проекция

АксонOMETрические оси расположены следующим образом: ось OZ – вертикальная, а оси OX и OY составляют с горизонтальной линией, проведенной через начало координат (точку O), углы соответственно $7^\circ 10'$ и $41^\circ 25'$ (рис.54, 59).

Положение осей можно определить также, отложив от начала координат в обе стороны по восемь произвольных единиц. Через полученные восьмые точки 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 OY равны 0,94, а по оси OZ – 0,47. Для упрощения рекомендуется прямоугольную диметрию строить в приведенных коэффициентах искажений; по осям OX и OY без сокращений равными 1, а по оси OZ – с сокращением в два раза.

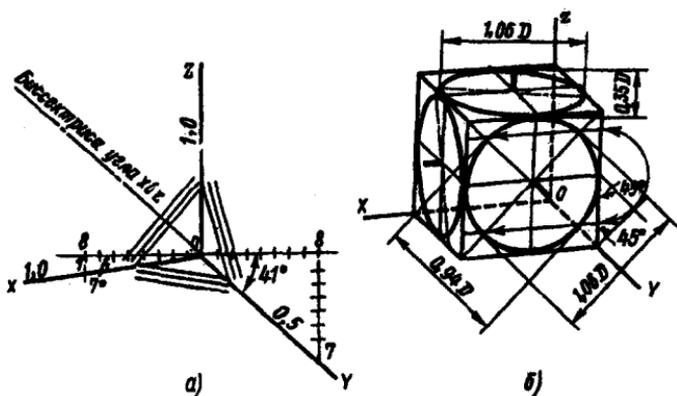


Рис. 54

7.2. Косоугольные проекции

На практике бывает полезной такая аксонOMETрическая проекция, у которой хотя бы одна из координатных плоскостей проецировалась бы без

искажения. Очевидно, для выполнения этого условия плоскость аксонометрических проекций должна быть параллельна одной из координатных плоскостей. В этом случае угол между двумя аксонометрическими осями будет 90° , а третьей аксонометрической оси можно придать любое направление.

Название фронтальная или горизонтальная определяет положение плоскости аксонометрических проекций относительно фронтальной или горизонтальной плоскости проекций.

7.2.1. Фронтальная диметрическая проекция

Аксонометрические оси фронтальной диметрии располагают следующим образом (рис.55). Ось OZ – вертикальная, ось OX – горизонтальная, ось OY делит ZOX пополам и направлена вправо вниз. По осям OX и OZ размеры изображения проецируются в истинную величину, а по оси OY сокращаются вдвое. Ось OY можно построить, отложив от горизонтали угол 45° . Допускается применять фронтальные диметрические проекции с углом наклона оси Y 30° и 60° .

По осям OX и OZ размеры изображения откладываются в истинную величину, а по оси OY сокращаются вдвое, т.е. коэффициент искажения по осям X и Z равен 1, а по оси Y – 0.5.

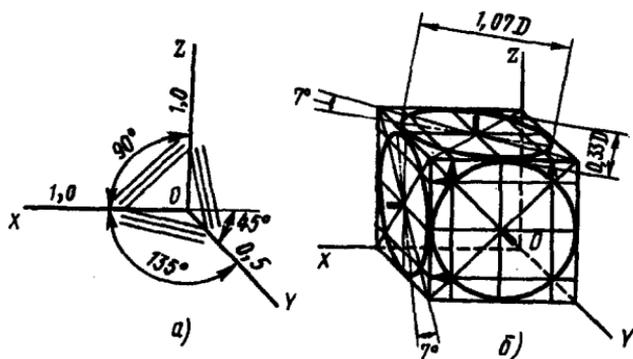


Рис. 55

7.2.2. Фронтальная изометрическая проекция

Положение изометрических осей во фронтальной изометрической проекции приведено на рис. 56.

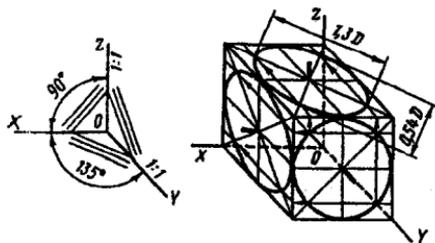


Рис. 56

Угол наклона оси OY к горизонтальной линии равен 45° . Допускается применять фронтальные изометрические проекции с углом наклона оси OY 30° и 60° . Коэффициент искажения по осям OX , OY и OZ равен 1, следовательно

размеры по всем осям откладывают без сокращения, в истинную величину.

Фронтальную изометрическую проекцию целесообразно применять в тех случаях, когда криволинейные элементы предмета – окружности и дуги расположены только в плоскостях параллельных фронтальной плоскости проекции XOZ и изображаются без искажения, что значительно упрощает построение аксонометрической проекции предмета (см. рис. 60).

7.2.3 Горизонтальная изометрическая проекция

В горизонтальной изометрической проекции положение аксонометрических осей приведены на рис. 57. Угол наклона оси OY к горизонтальной линии равен 30° . Допускается применять горизонтальные изометрические проекции с углом наклона оси Y 45° и 60° , сохраняя угол между осями OX и OY 90° (рис. 62.). Коэффициент искажения по осям OX , OY , OZ равен 1, следовательно, по всем осям размеры откладывают без искажения, в истинную величину. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в окружности, а окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной и профильной плоскостям проекций – в эллипсы.

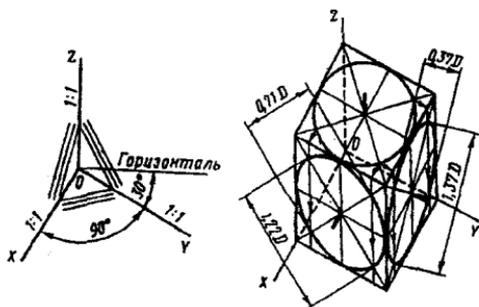


Рис. 57

Следовательно, горизонтальную изометрическую проекцию целесообразно применять в тех случаях, когда криволинейные элементы предмета – окружности и дуги – расположены только в плоскостях, параллельных горизонтальной плоскости проекции, и естественно изображаются без искажений (рис.61, 62).

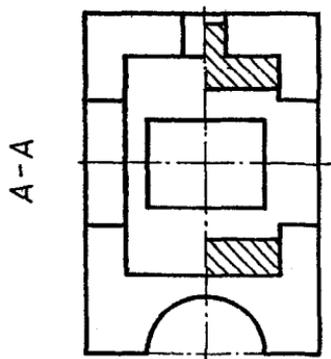
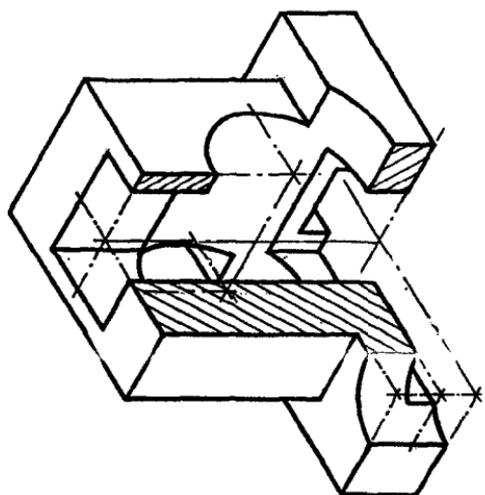
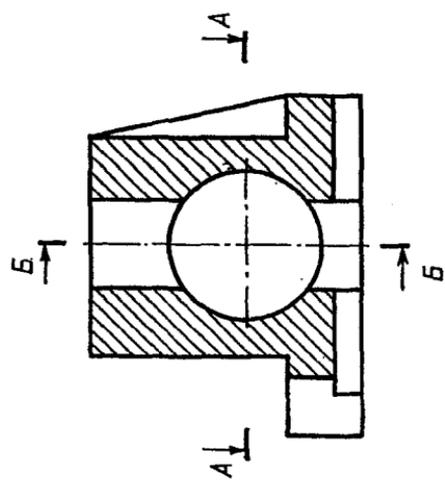
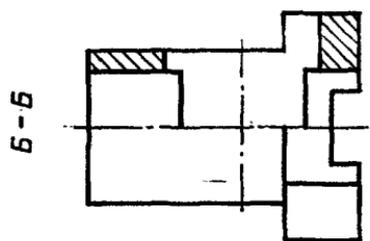


Рис. 58

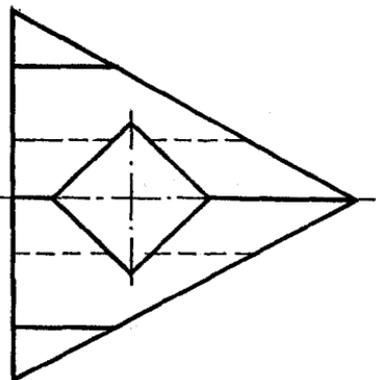
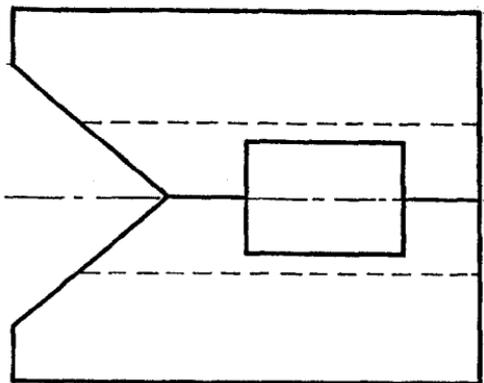
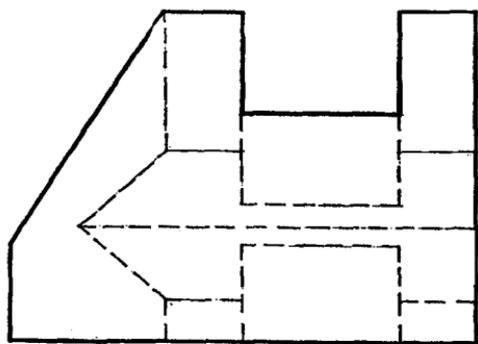
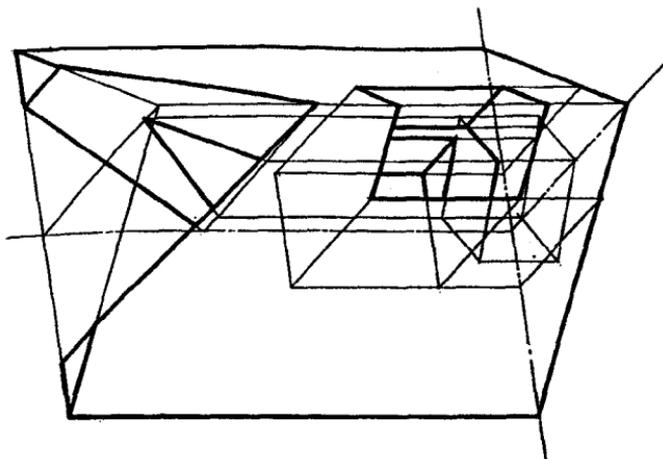


Рис. 59

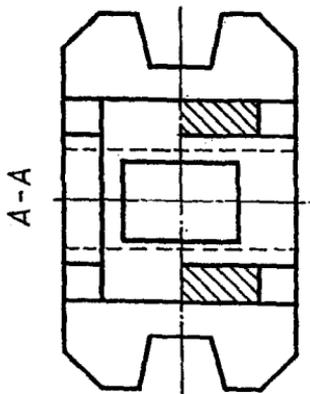
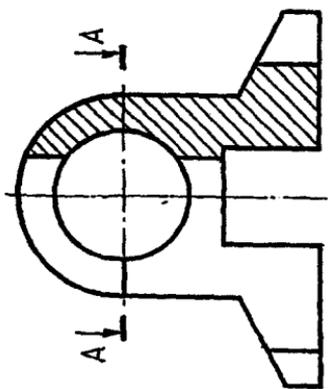
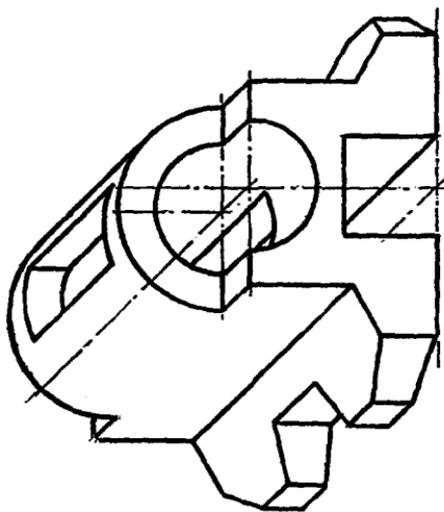
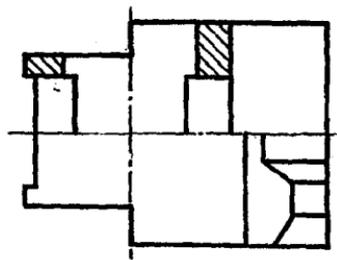


Рис. 60

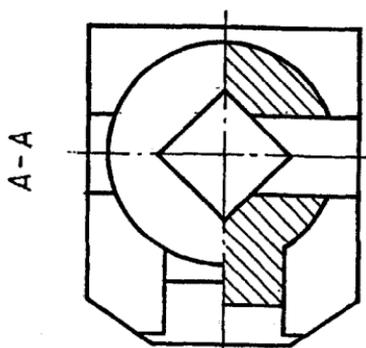
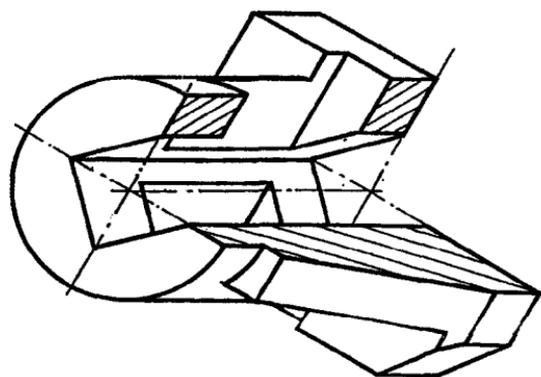
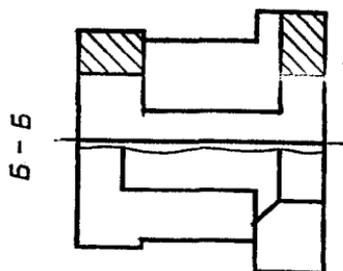
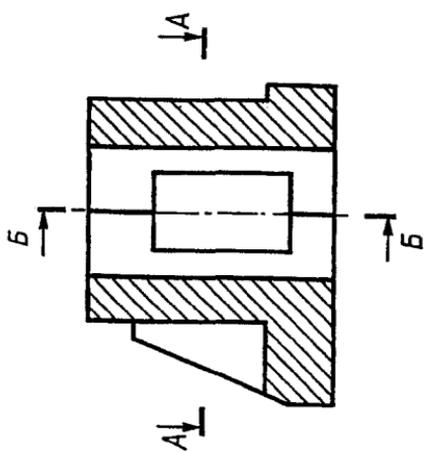


Рис. 61

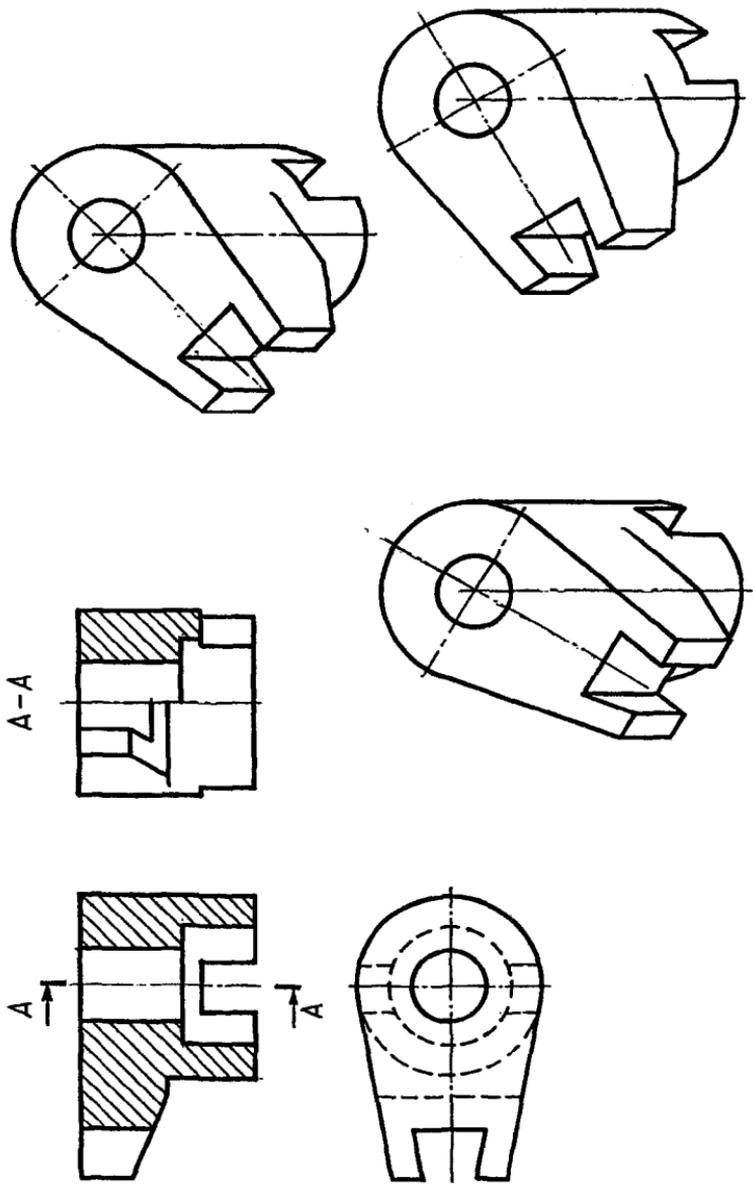


Рис. 62

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Каждый студент выполняет тот вариант индивидуального задания, который соответствует порядковому номеру в журнале группы.

Задание выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 с размерами сторон 297 x 420 мм (внешняя рамка).

Рабочее поле чертежа определяется внутренней рамкой, которая вычерчивается так: от левой стороны формата отступают внутрь на 20 мм, а от остальных трех сторон - на 5 мм. Вслед за вычерчиванием рамки необходимо разместить в правом нижнем углу основную надпись, которую заполнить *чертежным* шрифтом.

Только после этого можно приступить к компоновке чертежа, т.е. к размещению на его рабочем поле изображений размеров и надписей, добиваясь равномерного заполнения рабочего поля.

Построение симметричных изображений начинают с прочерчивания осей симметрии. В остальных случаях необходимо выбрать два взаимно перпендикулярных направления на изображении для базирования размеров.

Нанесение размеров на чертежах и оформление задания должно соответствовать требованиям ГОСТа. Чертежи выполняются по размерам в масштабе 1:1.

Для выполнения графических работ по курсу инженерной графики необходимо иметь следующие чертежные инструменты:

линейку с делениями деревянную, два угольника с углами 30°, 45°, 60°. Все размеры на чертежах откладывают только по одной масштабной линейке. Пользоваться одной масштабной линейкой нужно потому, что на разных линейках и угольниках величины делений могут заметно отличаться;

циркуль, измеритель (циркуль разметочный, на концах которого закреплены две иглы);

карандаши для работы необходимо иметь разной твердости, чтобы подобрать наиболее подходящий карандаш для данного сорта бумаги;

ластики обычные для карандашей;

Вначале чертеж выполняют тонкими линиями ($S/2 \dots S/3$) карандашом М. При обводке рекомендуется использовать карандаши Т, 2Т.

Л и т е р а т у р а

1. ГОСТ 2.301-68. Форматы.- М.:Изд-во стандартов, 1991.
2. ГОСТ 2.302-68. Масштабы.- М.:Изд-во стандартов, 1991.
3. ГОСТ 2.303-68. Линии.- М.:Изд-во стандартов, 1991.
4. ГОСТ 2.304-81. Шрифты чертежные.- М.:Изд-во стандартов, 1991.
5. ГОСТ 2.305-68. Изображения – виды, разрезы, сечения.- М.:Изд-во стандартов, 1991.
6. ГОСТ 2.306-68. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах.- М.:Изд-во стандартов, 1991.
7. ГОСТ 2.307-68. Нанесение размеров и предельных отклонений.- М.:Изд-во стандартов, 1991.
8. ГОСТ 2.307-69. Аксонометрические проекции.- М.:Изд-во стандартов, 1991.
9. Короев Ю.И. Черчение для строителей. - М.: Изд-во «Высшая школа», 1987, 256 с.
10. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. - М.: Изд-во «Высшая школа», 1988, 350 с.
11. Хаскин А.М. Черчение. – 3-е издание, переработанное и дополненное - Киев.: «Вища школа», 1979, 440с.

Содержание

Введение.....	3
1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ.....	4
2. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	5
2.1. Форматы.....	5
2.2. Масштабы.....	6
2.3. Линии.....	7
2.4. Шрифты чертежные.....	8
3. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ.....	12
3.1. Построение уклонов.....	12
3.2. Деление окружности на равные части и построение правильных многоугольников.....	13
3.3. Сопряжения.....	15
4. ОСНОВЫ МЕТОДА ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПРОЕКЦИРОВАНИЯ.....	20
4.1. Основные положения и определения.....	20
4.2. Проекция предмета.....	21
4.3. Проекция плоской фигуры.....	23
5. ИЗОБРАЖЕНИЯ.....	25
5.1. Виды.....	25
5.2. Разрезы.....	27
5.3. Графическое обозначение материалов в сечениях.....	33
6. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ.....	34
7. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	38
7.1. Прямоугольные проекции.....	39
7.1.1. Изометрическая проекция.....	39
7.1.2. Диметрическая проекция.....	42
7.2. Косоугольные проекции.....	42
7.2.1. Фронтальная диметрическая проекция.....	43
7.2.2. Фронтальная изометрическая проекция.....	43
7.2.3. Горизонтальная изометрическая проекция.....	44
ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ.....	51
Литература.....	52

Учебное издание

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Методическое пособие
по разделу дисциплины «Начертательная геометрия.
Инженерная и машинная графика»
для студентов строительных специальностей

Составители:

КОРЫТКО Людмила Семеновна
КРАВЧЕНКО Маргарита Вацлавовна
ПРОТАСОВА Майя Корнеевна

Технический редактор **М.И. Гриневич.**

Подписано в печать 09.03.2005.
Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 3,1. Уч.-изд. л. 2,4. Тираж 1000. Заказ 5.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.
ЛИ № 02330/0056957 от 01.04.2004.
220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.