

# **И**НЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

**Методические указания  
по выполнению контрольных работ  
для студентов заочной формы обучения  
ЛХФ, ХТБ, ЛИФ, МТД, ЛМФ**



**Санкт-Петербург  
2008**

Рассмотрены и рекомендованы к изданию методической комиссией лесотехнического факультета Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии

Составители:  
старший преподаватель Н. Н. Вернер,  
старший преподаватель В. Н. Еремеев,  
ассистент В. В. Швецова

Отв. редактор  
кандидат технических наук, доцент Н. А. Белоногова

Темплан 2008 г. Изд. № 62.

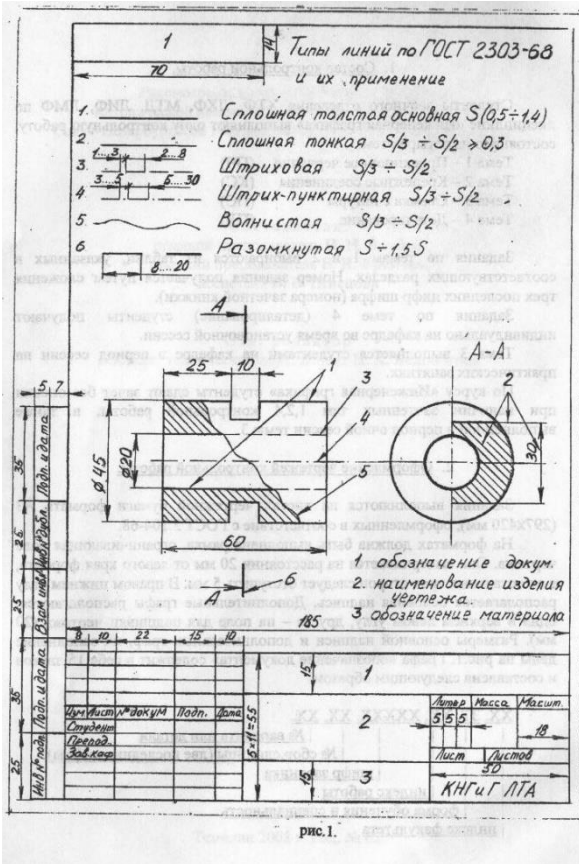


рис.1.

1. Состав контрольной работы.

Студенты заочного отделения ХТФ, ЛХФ, МТД, ЛИФ, ЛМФ по дисциплине «Инженерная графика» выполняют одну контрольную работу, состоящую из четырех тем:

- Тема 1 – Проекционное черчение (ПЧ)
- Тема 2 – Крепежные соединения (КС)
- Тема 3 – Съемка с натуры (ПС)
- Тема 4 – Деталирование (ПД)

Задания по темам 1 и 2 выбираются из таблиц, указанных в соответствующих разделах. Номер задания получается путем сложения трех последних цифр шифра (номера зачетной книжки).

Задания по теме 4 (деталирование) студенты получают индивидуально на кафедре во время установочной сессии.

Тема 3 выполняется студентами на кафедре в период сессии на практических занятиях.

По курсу «Инженерная графика» студенты сдают зачет без оценки при наличии зачетных тем 1,2,4 контрольной работы, а также выполненной в период очной сессии темы 3.

2. Оформление чертежей контрольной работы.

Задания выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297x420 мм), оформленных в соответствии с ГОСТ 2.104-68.

На форматах должна быть выполнена рамка, ограничивающая поле чертежа. Она вычерчивается на расстоянии 20 мм от левого края формата, а от остальных трех сторон следует отступить 5 мм. В правом нижнем углу располагается основная надпись. Дополнительные графы располагаются: одна в верхнем левом углу, другая – на поле для подшивки чертежа (20 мм). Размеры основной надписи и дополнительных граф, их заполнение даны на рис.1. Графа «обозначение документа» содержит в себе 15 знаков и составлена следующим образом:

XX ЗТ XX XXXXX XX XX  
 № варианта или детали  
 № сбор.единицы (две последние цифры)  
 шифр заочника  
 индекс работы  
 форма обучения и специальность  
 индекс факультета

Индексы факультетов:

- ХТ – химико-технологический;
- ЛХ – лесохозяйственный;
- ЛИ – лесотехнический;
- МТ – механической технологии древесины;
- ЛМ – лесомеханический.

Индексы работ указаны в скобках при перечислении тем, входящих в состав контрольной работы.

Заполняются основные надписи и дополнительные графы от руки стандартным шрифтом, согласно ГОСТ 2.304-81. Размеры шрифта определяются высотой его прописных букв в миллиметрах. Написаны букв, соотношение между высотой «h» и остальными размерами букв цифр для шрифта типа Б с наклоном 75° даны на рис.2. В таблице приведены числовые значения размеров букв для того же типа шрифта с 2,5 до 14 как наиболее употребляемых.

Таблица 1

Параметры шрифта	обозначение	Относительный размер	Размеры, мм
Размер шрифта:			
Высота прописных букв	$h$	$(10/10) h$	10d 2,5 3,5 5,0 7,0 10,0 14,0
Высота строчных букв	$c$	$(7/10) h$	7d 1,8 2,5 3,5 5,0 7,0 10,0
Расстояние между буквами	$a$	$(2/10) h$	2d 0,5 0,7 1,0 1,4 2,0 2,8
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	$b$	$(17/10) h$	17d 4,3 6,0 8,5 12,0 17,0 24,0
Минимальное расстояние между словами	$e$	$(6/10) h$	6d 1,5 2,1 3,0 4,2 6,0 8,4
Толщина линий шрифта	$d$	$(1/10) h$	d 0,25 0,35 0,5 0,7 1,0 1,4

Чертежи выполняются карандашом, стандартными линиями согласно ГОСТ 2.303-68. Часть наиболее употребляемых линий, и толщины, начертание и применение показаны на рис.1. Рекомендуемая толщина сплошной толстой основной линии, которая должна быть одинакова для всех изображений данного чертежа, 0,8 – 1 мм.

Необходимо помнить, что 70 – 75% поля чертежа должно быть занято изображением детали и ее размерами. Поэтому следуе

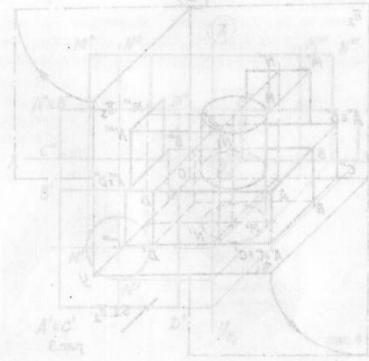


рис. 2

ознакомиться с ГОСТ 2.302-68, устанавливающим масштабы изображений (табл. 2) и их обозначением на чертежах.

Таблица 2

натуральная величина	1:1
масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;
масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1;



3. Выполнение чертежей.

3.1 Образование чертежа

В основе любого чертежа лежит изображение предметов, которое, в соответствии с положениями государственного стандарта, выполняют по методу прямоугольного (ортогонального) проецирования.

Проецированием называют процесс получения изображения предмета на плоскостях проекций. Полученные изображения на соответствующих плоскостях — есть проекции данного предмета. Проецирование производится на три взаимно перпендикулярные плоскости: фронтальную —  $\pi_2$ , горизонтальную —  $\pi_1$ , профильную —  $\pi_3$ . Предмет располагается между глазом наблюдателя и соответствующей плоскостью проекций. Рассмотрим это на примере модели, изображенной на рис.3.

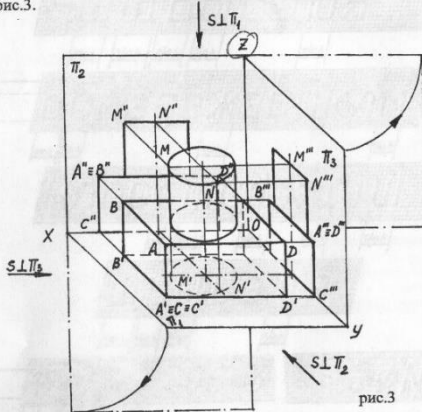


рис.3

Направление проецирующих лучей перпендикулярно к соответствующим плоскостям проекций. На чертеже оно обозначено «S». Мысленно разбиваем модель на простые геометрические тела. Основание

модели — это прямоугольная призма, а верхняя часть — прямой круговой цилиндр. Призма ограничена шестью плоскостями уровня, образованными пересекающимися проецирующими прямыми, т.е. прямыми, перпендикулярными плоскостям проекций. На модели обозначены только три из этих прямых и определены их проекции.

AB — фронтально-проецирующая прямая. На плоскости  $\pi_2$  она спроецируется в точку, т.е.  $A'' \equiv B''$ , а на плоскостях  $\pi_1$  и  $\pi_3$  — в натуральную величину ( $A'B' = A''B'' = AB$ ).

AC — горизонтально-проецирующая прямая. На плоскости  $\pi_1$  ее проекция есть точка, т.к.  $A' \equiv C'$ , а на плоскостях  $\pi_2$  и  $\pi_3$  будет натуральная величина этой прямой ( $A'C'' = A'C''' = AC$ ).

AD — профильно-проецирующая прямая. Проекция на  $\pi_3$  — точка, т.к.  $A''' \equiv D'''$ , а на плоскостях  $\pi_1$  и  $\pi_2$  — натуральная величина ( $A'D'' = A'D''' = AD$ ). Эти проецирующие прямые определяют плоскости уровня, пересекающие плоскости проекций по прямым линиям.

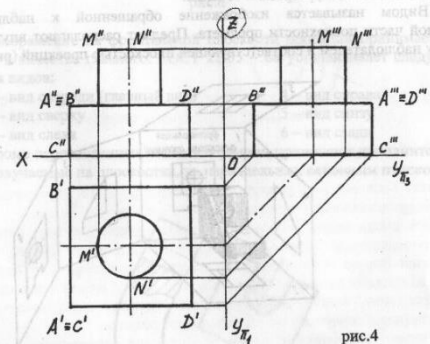


рис.4

Прямой круговой цилиндр имеет боковую поверхность и верхнее основание, представляющее собой горизонтальную плоскость. Оно спроецируется на плоскости  $\pi_2$  и  $\pi_3$  в виде отрезка прямой линии, равной диаметру основания. На плоскости  $\pi_1$  — в окружность того же диаметра.

Боковая поверхность на плоскости  $\pi_2$  и  $\pi_3$  спроецируется в виде прямоугольников, а на  $\pi_1$  — в виде окружности с диаметром, равным диаметру цилиндра. Для наглядности отметим на очерковых образующих пару точек M и N и покажем их проекции на соответствующих плоскостях ( $M'$  и  $N'$ ;  $M''$  и  $N''$ ;  $M'''$  и  $N'''$ ).

Плоский чертеж (или эпюр) получается в результате поворота плоскостей  $\pi_1$  и  $\pi_2$  на  $90^\circ$  вокруг осей «X» и «Z» соответственно (рис.3) до совмещения их с плоскостью  $\pi_3$ . На рис.4 показан чертеж этой модели. Все проекции точек находятся в проекционной связи, т.е. на линиях связи, перпендикулярных соответствующим осям. Это является основным правилом любого чертежа. Обычно чертежи выполняют без указания осей проекций и проведения линий связи.

3.2 Виды, разрезы, сечения.

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы и сечения.

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Предмет располагают внутри куба между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис.5).

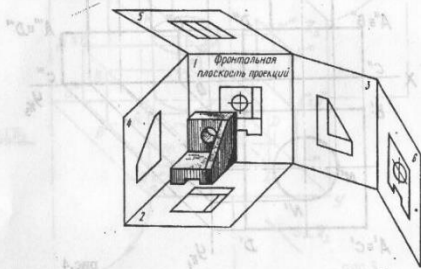


рис.5

Грани куба принимают за основные плоскости проекций. Они совмещаются с фронтальной плоскостью проекций и располагаются как показано на рис.6.

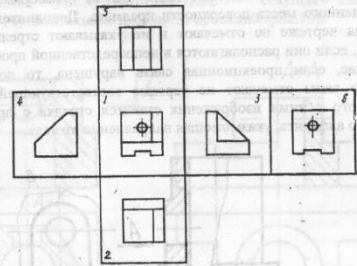


рис.6

Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. ГОСТ 2.305 – 68 устанавливает следующие названия видов:

- 1 – вид спереди (главный вид)
- 2 – вид сверху
- 3 – вид слева
- 4 – вид справа
- 5 – вид снизу
- 6 – вид сзади

Кроме перечисленных видов в черчении применяют дополнительные виды, получаемые на плоскостях, не параллельных основным плоскостям

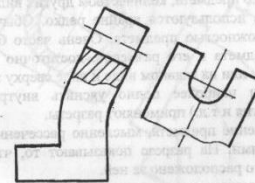


рис.7

проекций (рис.7), и местные виды (рис.8) - изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета. Дополнительные и местные виды на чертеже не отмечают и не указывают стрелкой направление взгляда, если они располагаются в непосредственной проекционной связи. В случае, если проекционная связь нарушена, то дополнительные и местные виды отмечают на чертеже соответствующей надписью, а у связанного с ними изображения ставят стрелку с прописной буквой русского алфавита, указывающая направление взгляда.

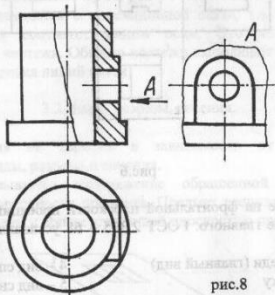


рис.8

Особое внимание обращают на выбор главного вида, который должен давать наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Главный вид дополняется наименьшим, но достаточным для полного представления о предмете, количеством других видов.

Все шесть видов используются крайне редко. Обычно количество видов определяется сложностью предмета. Очень часто бывает, что для понимания формы предмета и его размеров, достаточно его изобразить только на главном виде, или на главном виде и виде сверху или виде слева.

Для того, чтобы наиболее полно уяснить внутреннюю форму предмета (пазы, отверстия и т.д.) применяют разрезы.

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости и что расположено за ней.

Разрезы в зависимости от положения секущей плоскости проекций разделяются на: горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной

плоскости проекций (рис.9), вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (рис.10),

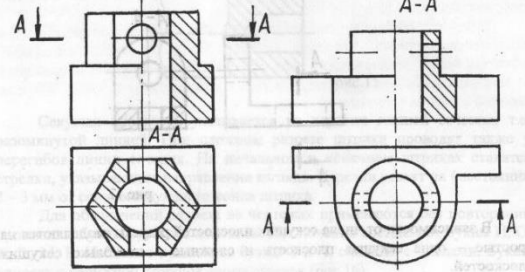


рис.9

рис.10

наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого (рис.11).

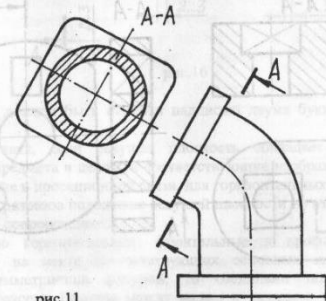


рис.11

Вертикальный разрез называют фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис.10) и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (рис.12).

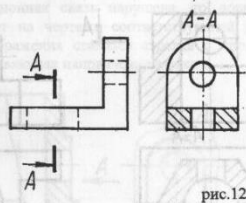


рис.12

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на простые – одна секущая плоскость и сложные – несколько секущих плоскостей.

Сложные разрезы бывают ступенчатыми, если секущие плоскости параллельны (рис.13) и ломаными, если секущие плоскости пересекаются (рис.14).

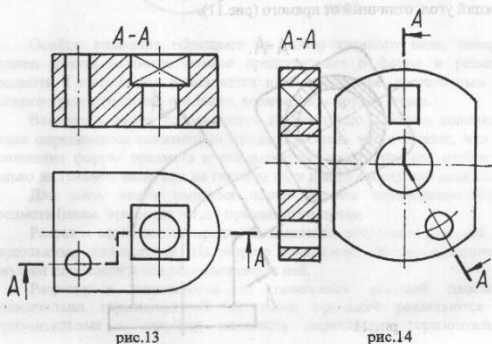


рис.13

рис.14

(штрихпунктирная линия) (рис.9, 10). При этом на виде не показывают штриховыми линиями внутренний контур.

Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией. Эта линия не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения (рис.15).

Следует обратить внимание на некоторые условия при выполнении разрезов. Согласно ГОСТ 2.305 – 68 спицы маховиков, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости (рис.17) показывают не заштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны элемента.

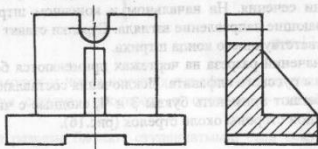


рис.17

Сечение – это изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. В сечения показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости. Сечения, не входящие в состав разреза разделяют на вынесенные (рис.18) и наложенные (рис.19).

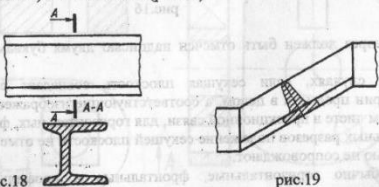


рис.18

рис.19

Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрезе между частями одного и того же вида (рис.20), или лобом свободном месте (рис.18). Контур вынесенного сечения

Разрез, служащий для выявления устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называют местным (рис.15).

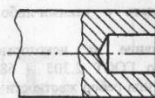


рис.15

Секущая плоскость указывается на чертеже линией сечения, т.е. разомкнутой линией. При сложном разрезе штрихи проводят также у перегибов линии сечения. На начальном и конечном штрихах ставятся стрелки, указывающие направление взгляда. Стрелки ставят на расстоянии 2 – 3 мм от соответствующего конца штриха.

Для обозначений разреза на чертежах применяются без повторений прописные буквы русского алфавита. Исключения составляют буквы Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь. Избегают применять буквы З и Ч, сходные с числами. Буквы наносят с наружной стороны около стрелок (рис.16).

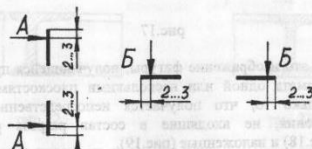


рис.16

Разрез должен быть отмечен надписью двумя буквами через тире (А – А).

В случаях, если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения находятся на одном листе в проекционной связи, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов положение секущей плоскости не отмечают и разрез надписью не сопровождают.

Обычно горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы располагают на месте соответствующих основных видов. Если вид является симметричной фигурой, то соединяют половину вида с половиной разреза. Граница между видом и разрезом – ось симметрии

изображают сплошными толстыми линиями, а контур наложенного – сплошными тонкими линиями.

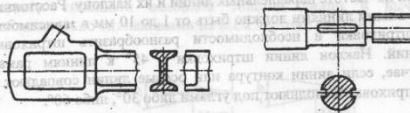


рис.20

рис.21

Вынесенные сечения обозначаются и подписываются также, как и разрезы (рис.16,18). Наложённые сечения и сечения вынесенные, но расположенные в разрыве (рис.20) или расположенные на линии сечения (рис.21), при симметричной фигуре сечения не обозначаются. Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (рис.22) или наложенных (рис.23) линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

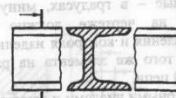


рис.22

рис.23

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывается полностью (рис.24). В тех случаях, когда сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, следует применять разрезы (рис.25).

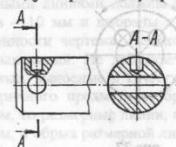


рис.24

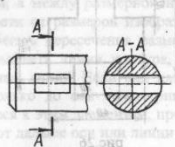


рис.25

Разрезы и сечения должны быть заштрихованы согласно ГОСТ 2.306-68, устанавливающего графические обозначения материалов и правила нанесения их на чертежах. Штриховка для всех видов должна быть одинаковой по частоте параллельных линий и их наклону. Расстояние между параллельными линиями должно быть от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений. Наклон линии штриховки -  $45^\circ$  к линиям рамки чертежа. В случае, если линии контура или осевые линии совпадают с углом  $45^\circ$ , то штриховку выполняют под углами либо  $30^\circ$ , либо  $60^\circ$ .

### 3.3. Нанесение размеров на чертежах.

Большое значение при выполнении контрольной работы имеет умение нанести на чертеж размеры. Размеры на чертеже наносятся согласно ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений» и изучаются в течение всего курса.

Основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Линейные размеры указывают в миллиметрах, угловые - в градусах, минутах и секундах. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, наносить их в виде замкнутой цепи.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями, проведенными параллельно прямолинейному отрезку, а выносные линии - перпендикулярно размерным (рис.26). При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии - радиально (рис.27). Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

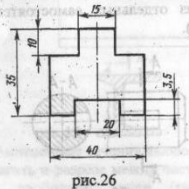


рис.26

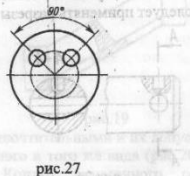


рис.27

20

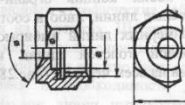


рис.32

Размерные числа наносятся над размерной линией возможно ближе к ее середине (выше ее приблизительно на 1 мм). При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий. Если проводятся несколько параллельных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга, то размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис.33). Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рис.34. При необходимости нанести размер в заштрихованной зоне, соответствующее число наносят на полке линии-выноски (рис.35).

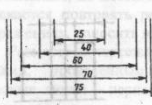


рис.33

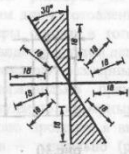


рис.34



рис.35

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R*. (рис.36). При указании размера диаметра (во всех случаях) перед размерным числом наносят знак  $\varnothing$  (рис.37).



рис.36

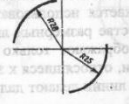


рис.37

Размерная линия с обоих концов ограничивается стрелками, упирающимися либо в выносные линии, либо в соответствующие другие линии. Размеры стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины сплошной основной толстой линии и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже (рис.28).

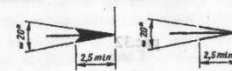


рис.28

Если длина размерной линии недостаточна для размещения стрелок, то ее продолжают за выносные линии и стрелки наносят, как показано на рис.29. При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных пелочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом  $45^\circ$  к размерным линиям (рис.30); или четко наносимыми точками (рис.31).

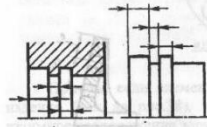


рис.29

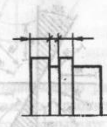


рис.30

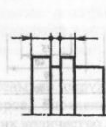


рис.31

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура - 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые, выносные в качестве размерных линий. Если вид или разрез симметричного предмета изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва. (рис.32).

21

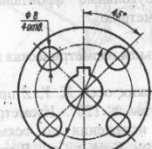


рис.37



рис.38

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (рис.38).



Причем, если элементы равномерно расположены по окружности изделия (как на рис.38), то вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество.

Размеры конических фасок, выполненных под углом  $45^\circ$  наносят, как показано на рис.39. Фаски, выполненные под другим углом, указывают по общим правилам - линейным и угловым размерам (рис.40) или двумя линейными размерами (рис.41).

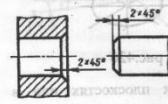


рис.39

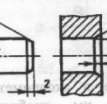


рис.40



рис.41

## 3.4. Аксинометрические проекции.

Для построения наглядных изображений предметов применяют аксинометрические проекции. Аксинометрической проекцией (или, сокращенно, аксинометрией) называют изображение, получаемое в результате параллельного проецирования на некоторую плоскость самого предмета и осей прямоугольной системы координат, к которой отнесен этот предмет. Эту плоскость называют аксинометрической или картинной плоскостью. Если проецирующие лучи направлены под прямым углом к аксинометрической плоскости, то аксинометрическое изображение называют прямоугольным, а под углом, отличным от прямого — косоугольным.

ГОСТ 2.317-71 «Аксинометрические проекции» рекомендует применять следующие виды аксинометрических проекций: прямоугольные изометрию и диметрию, косоугольные фронтальные изометрию и диметрию и горизонтальную изометрию.

## 3.4.1. Прямоугольная изометрическая проекция.

Положение аксинометрических осей  $X, Y, Z$  приведено на рис.42а. Оси образуют между собой углы в  $120^\circ$ . Изометрическую проекцию рекомендуют выполнять без искажения по осям  $X, Y, Z$ , приняв коэффициенты искажения равными.  $K_x=K_y=K_z=1$ . В этом случае получают увеличенное в 1,22 раза изображение.

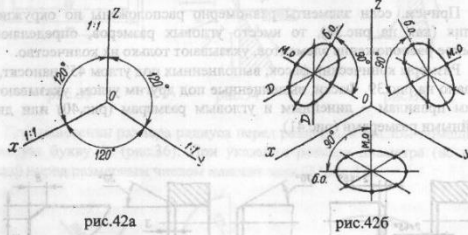


рис.42а

рис.42б

Окружности, лежащие в аксинометрических плоскостях или в плоскостях, параллельных им, изображаются в виде эллипсов, соответственно расположенных относительно координатных осей (рис.42б).

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, изображаются в виде эллипсов, расположенных, как показано на рис. 44б.

Большая ось эллипсов во всех плоскостях составляет  $1,06D$ , малая ось эллипса в плоскости  $XOZ$  —  $0,95D$ , а для эллипсов в плоскостях  $XOY$  и  $ZOY$  —  $0,35D$ , (где  $D$  диаметр окружности). Для вычерчивания эллипсов, кроме четырех точек на концах большой и малой осей, можно получить еще четыре точки на концах двух сопряженных диаметров, проведенных параллельно координатным осям.

Пример прямоугольной диметрической проекции детали приведен на рис.45.

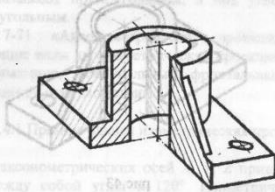


рис.45

## 3.4.3. Косоугольная фронтальная изометрическая проекция.

Положение аксинометрических осей приведено на рис. 46а.

Допускается применять фронтальные изометрические проекции с углом наклона оси  $OY$   $30^\circ$  и  $60^\circ$  к горизонту. Фронтальную изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям  $X, Y, Z$  ( $K_x=K_y=K_z=1$ ).

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, проецируются на аксинометрическую плоскость в окружности того же диаметра, что и изображаемая окружность.

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной и профильной плоскостям проекций, — в эллипсы (рис.46б).

Большие оси эллипсов, лежащих в плоскостях  $XOY$  и  $ZOY$  составляют углы  $22^\circ30'$  к соответствующим координатным осям и равны  $1,3D$ . Малые оси —  $0,54D$  (где  $D$  — диаметр окружности).

Полученные значения дали четыре точки эллипса. Еще четыре точки дают сопряженные диаметры, параллельные аксинометрическим осям.

При коэффициенте искажения 1 большая ось эллипса равна  $1,22D$ , малая —  $0,71D$  (где  $D$  — диаметр окружности). Отложив их размер, получаем четыре точки на концах большой и малой осей. Через точку пересечения осей эллипса проводим два сопряженных диаметра параллельно соответствующим координатным осям, на их концах получаем еще четыре точки. Построенные восемь точек соединяем плавной линией.

Пример прямоугольной изометрической проекции детали приведен на рис.43.

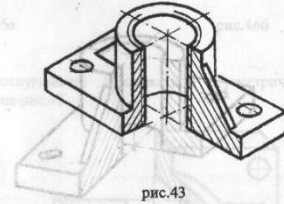


рис.43

## 3.4.2. Прямоугольная диметрическая проекция.

Положение аксинометрических осей приведено на рис.44а. Диметрическую проекцию выполняют без искажения по осям  $X$  и  $Z$  ( $K_x=K_z=1$ ) и с коэффициентом искажения 0,5 по оси  $Y$  ( $K_y=0,5$ ).

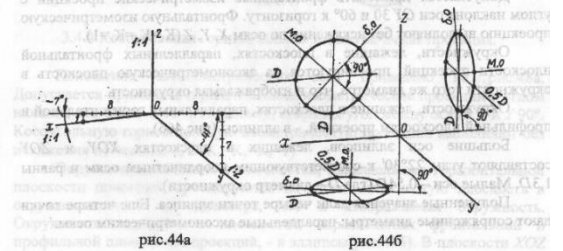


рис.44а

рис.44б

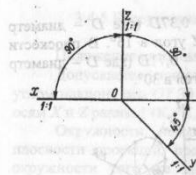


рис.46а

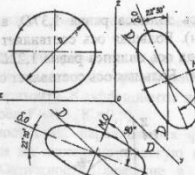


рис.46б

Пример косоугольной фронтальной изометрической проекции детали приведен на рис.47.

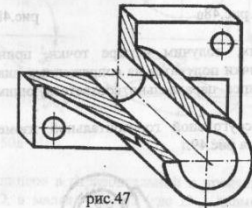


рис.47

## 3.4.4. Косоугольная горизонтальная изометрическая проекция.

Положение аксинометрических осей приведено на рис.48а. Допускается применять горизонтальные изометрические проекции с углом наклона оси  $OY$   $45^\circ$  и  $60^\circ$  к горизонту, сохраняя угол между осями  $X$  и  $Y$   $90^\circ$ .

Косоугольную горизонтальную изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям  $X, Y, Z$  ( $K_x=K_y=K_z=1$ ).

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной плоскости проекций, проецируются на аксинометрическую плоскость в окружность того же диаметра, что и изображаемая окружность. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной и профильной плоскостям проекций, — в эллипсы (рис.48б). В плоскости  $XOZ$

большая ось эллипса равна  $1,37D$ , а малая –  $0,37D$  (где  $D$  – диаметр окружности). Большая ось составляет с осью  $Z$  угол в  $15^\circ$ . В плоскости  $ZOY$  большая ось эллипса равна  $1,22D$ , а малая –  $0,71D$  (где  $D$  – диаметр окружности). Большая ось составляет с осью  $Z$  угол в  $30^\circ$ .

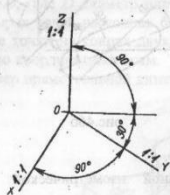


рис.48а

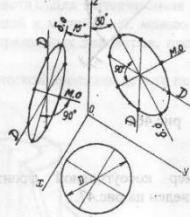


рис.48б

Отложив их, получим четыре точки, принадлежащие эллипсу. Четыре другие точки получаются на сопряженных диаметрах, проведенных через центр эллипса параллельно соответствующим аксонометрическим осям.

Пример косоугольной горизонтальной изометрической проекции детали приведен на рис.49.

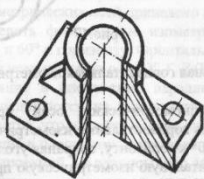


рис.49

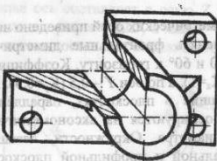


рис.51

Вид аксонометрической проекции выбирается в зависимости от формы изображаемого предмета, причем изображение должно быть наглядным и наименее трудоемким в построении.

При построении всех видов аксонометрических проекций необходимо соблюдать следующее:

1. Любому чертежу в аксонометрии должен предшествовать чертеж, выполненный в ортогональных проекциях;
2.  $OZ$  всегда выполняется вертикально;
3. все измерения (построения) в аксонометрии делаются только параллельно осям;
4. все прямые линии, параллельные между собой или параллельные осям, остаются параллельными и в аксонометрии;
5. для выяснения внутреннего содержания геометрического тела (если деталь симметрична) необходимо выполнить вырез  $\frac{1}{4}$  тела плоскостями, параллельными плоскостям проекций.

Желательно аксонометрическую проекцию предмета выполнять в том же масштабе, что и ортогональный чертеж этого предмета.

### 3.4.5 Косоугольная фронтальная диметрическая проекция.

Положение аксонометрических осей приведено на рис.50а.

Допускается применять фронтальные диметрические проекции с углом наклона оси  $OY$   $30^\circ$  и  $60^\circ$  к горизонту. Коэффициенты искажения по осям  $X$  и  $Z$  равны 1 ( $K_x=K_z=1$ ), а по оси  $Y$  –  $0,5$  ( $K_y=0,5$ ).

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, процируются на аксонометрическую плоскость в окружности того же диаметра. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной и профильной плоскостям проекций, – в эллипсы, рис.50б.

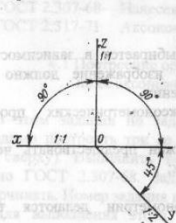


рис.50а

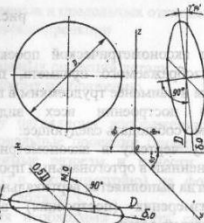


рис.50б

Большая ось эллипсов в горизонтальной и профильной плоскостях проекций равна  $1,07D$ , а малая –  $0,33D$  (где  $D$  – диаметр окружности). Большая ось эллипса в плоскости  $XOY$  составляет с осью  $X$  угол в  $7^\circ 14'$ ; большая ось эллипса в плоскости  $ZOY$  составляет с осью  $Z$  тот же самый угол.

Отложив соответствующие значения большой и малой осей, получаем четыре точки эллипса. Еще четыре точки дают сопряженные диаметры, проведенные параллельно соответствующим аксонометрическим осям. Все полученные точки должны быть соединены плавной кривой линией.

Пример косоугольной фронтальной диметрической проекции детали приведен на рис.51.

### 4. Методические указания по выполнению темы «Проекционное черчение»

Целью работы является приобретение знаний и развитие навыков построения изображений в ортогональных и аксонометрических проекциях, их закрепление при выполнении и оформлении чертежей.

Тема «Проекционное черчение» состоит из трех заданий. Прежде чем приступить к их выполнению, студенты должны ознакомиться со следующими стандартами:

- ГОСТ 2.305-68 Изображения – виды, разрезы, сечения
- ГОСТ 2.306-68 Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах
- ГОСТ 2.307-68 Нанесение размеров и предельных отклонений
- ГОСТ 2.317-71 Аксонометрические проекции

#### 4.1 Построение ортогональных проекций детали по ее аксонометрическому изображению

В этом задании по заданному наглядному изображению детали необходимо построить три ее ортогональные проекции (виды: главный, слева, сверху). Выполнить необходимые разрезы и нанести размеры согласно ГОСТ 2.307-68. Задание, (т.е. аксонометрию) на формат не перечерчивать. Номер задания взять из таблицы 3.

Для выполнения этого задания необходимо решить следующие задачи:

1. Выбор главного вида
2. Выбор масштаба изображения
3. Размещение проекций на формате (компоновка чертежа)
4. Выполнение чертежа (построение изображений – видов, разрезов)
5. Нанесение размеров

Рассмотрим все эти вопросы на примере детали, изображенной на рис.52.

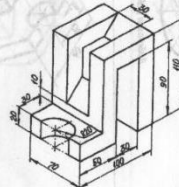
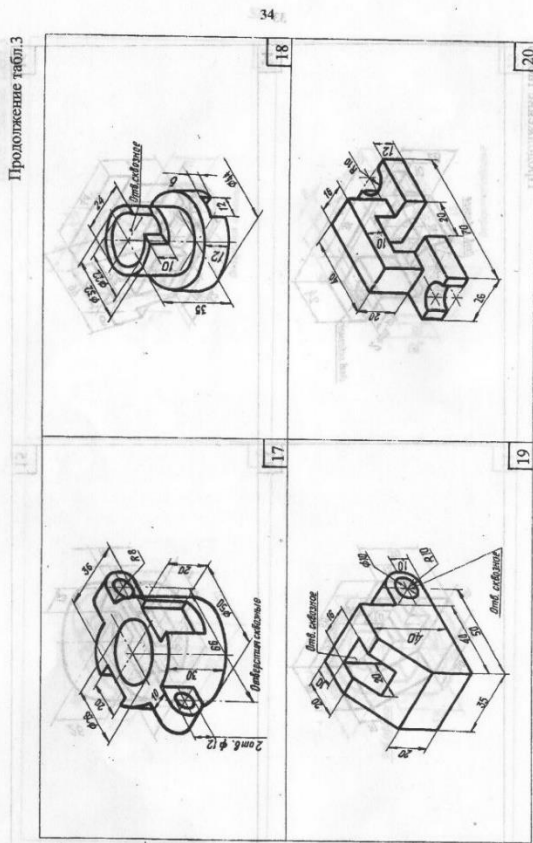


рис.52









34

18

20

17

19

36

4.2 Построение по двум проекциям детали третьей проекции и ее аксонометрической проекции

В этом задании по заданным видам спереди и слева нужно построить вид сверху, сделать необходимые разрезы и нанести размеры согласно ГОСТ 2.307-68. После выполнения этой части работы, на этом же формате вычертить наглядное изображение детали в прямоугольной изометрической проекции. Номер задания берется из таблицы 4.

На рис.55 показано построение вида сверху детали. Для выполнения построений воспользуемся методом ортогонального (прямоугольного) проецирования. Выделим на детали характерные точки. Проекция этих точек обозначим:

- 1'', 2'' и т.д. – фронтальные проекции (на виде спереди)
- 1''', 2''' и т.д. – профильные проекции (на виде слева)
- 1', 2' и т.д. – горизонтальные проекции (на виде сверху)

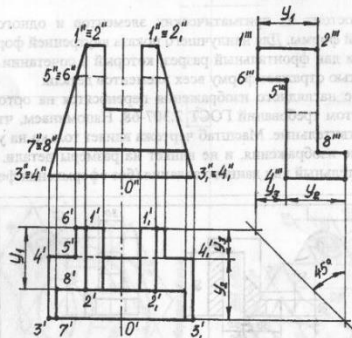


рис.55

В удобном для размещения горизонтальной проекции (вида сверху) детали месте выбираем в проекционной связи положение 1' и строим постоянную линию чертежа. С ее помощью находим все горизонтальные проекции отмеченных точек, а затем последовательно соединяем их между собой.

35

Выбираем главный вид детали, т.е. основной вид, который дает наиболее полное представление о ее форме и размерах. Этот вид называется также видом спереди и изображается на фронтальной плоскости проекций. После его выполнения следует переходить к построению двух других видов (рис.53).

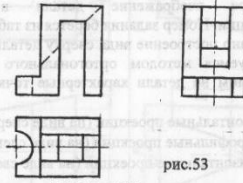


рис.53

Деталь состоит из призматических элементов и одного элемента цилиндрической формы. Для наилучшего показа внутренней формы детали на виде спереди дан фронтальный разрез, который в сочетании с другими видами полностью отражает форму всех элементов детали.

Размеры с наглядного изображения переносятся на ортогональные проекции с учетом требований ГОСТ 2.307-68. Напоминаем, что размеры наносятся действительные. Масштаб чертежа влияет только на увеличение или уменьшение изображения, и не влияет на размеры детали. На рис.54 показан окончательный вид данного задания (без оформления формата).

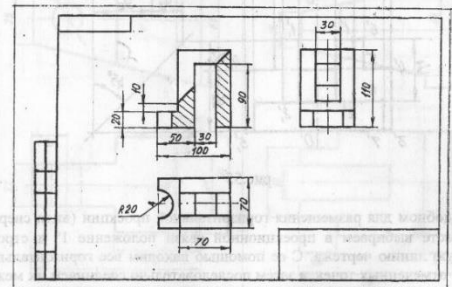
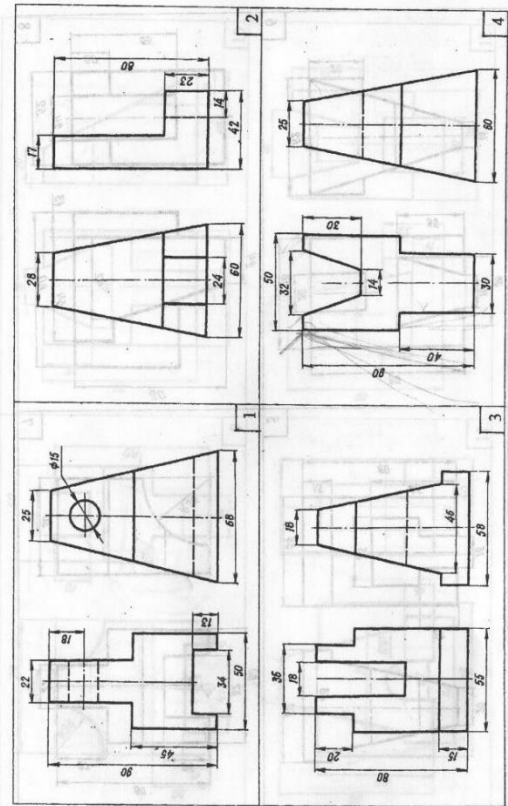
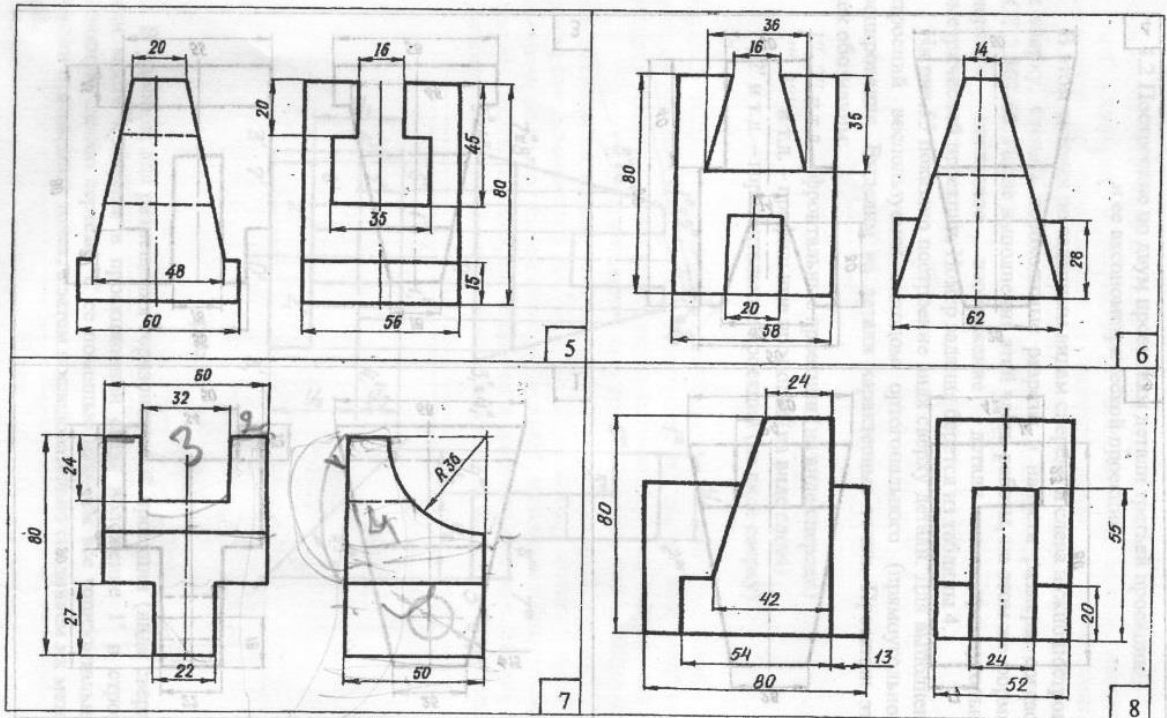


рис.54

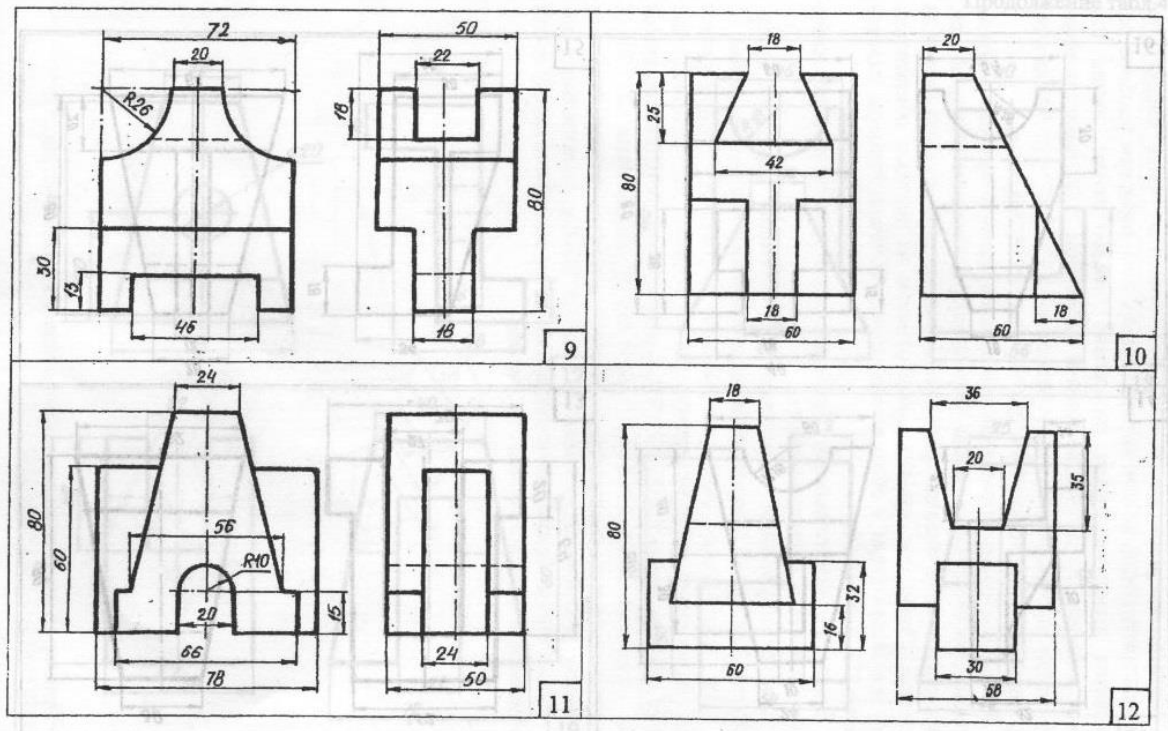
37

Таблица 4

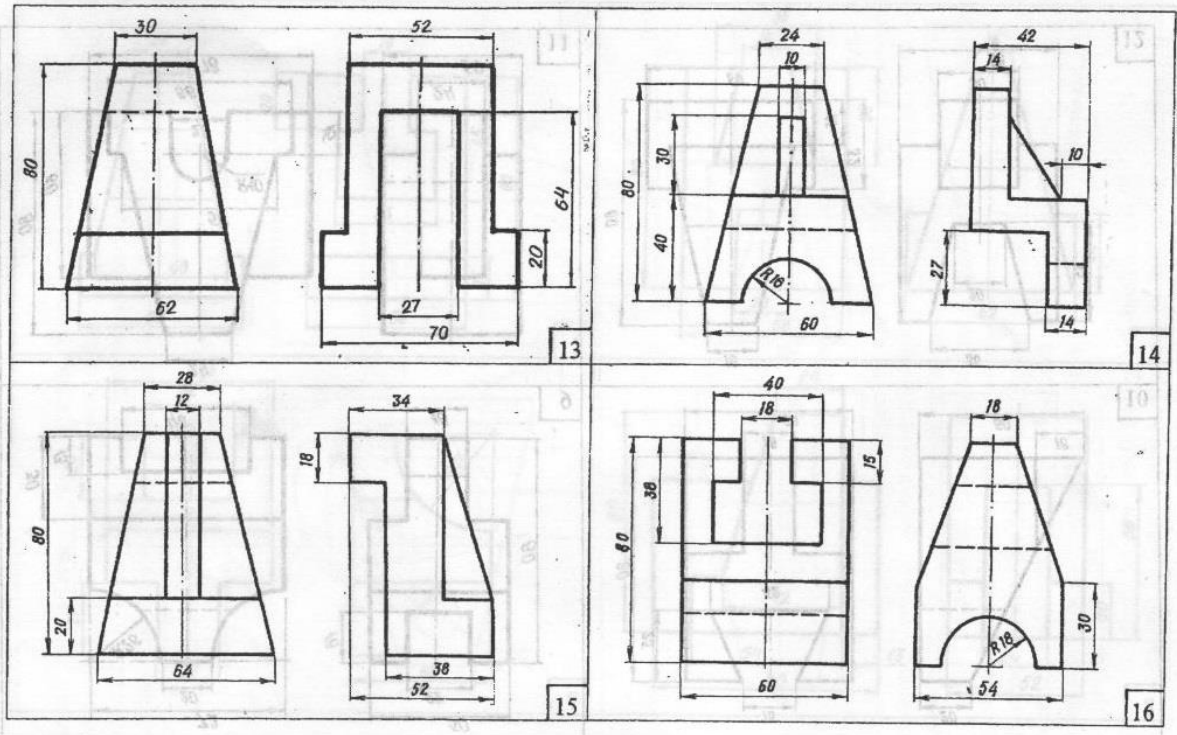




38

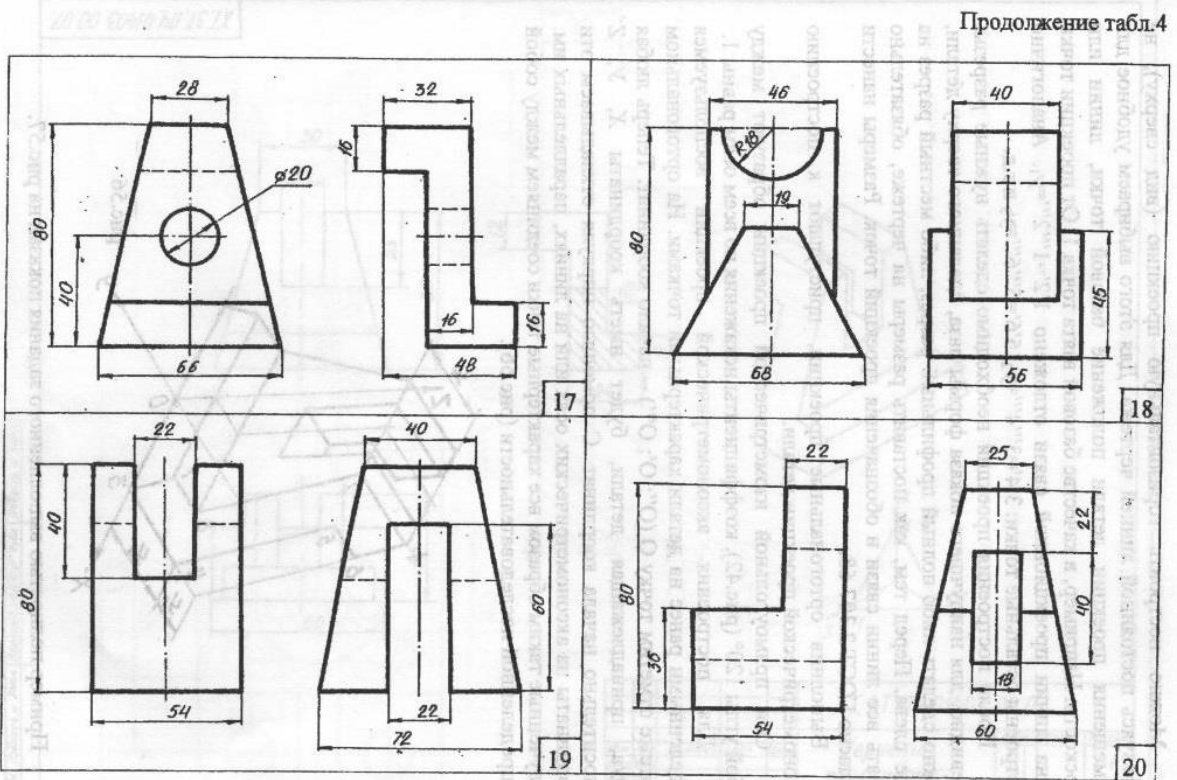


39



40

Продолжение табл.4



41

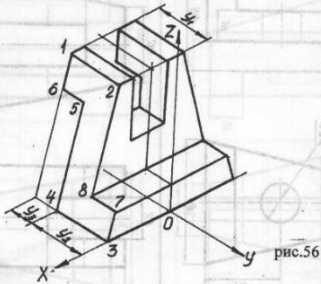
Можно построить горизонтальную проекцию (вид сверху), не пользуясь постоянной линией чертежа. Для этого выбираем удобное для размещения проекции детали положение базовой точки, линии или плоскости. Например, в качестве базовой взята точка 1. От проекции точки 1' на линии проекционной связи отложено  $1'2'=1''2''=y_1$ . Аналогично построены остальные точки:  $3'4'=3''4''=y_2$ ;  $5'6'=5''6''=y_3$  и т.д.

После построения проекций необходимо сделать нужные разрезы. Очевидно, для наилучшего показа формы паза, сделанного сверху детали, можно сделать либо полный профильный разрез, либо местный разрез на виде слева. Перед тем, как поставить размеры на чертеже, обязательно убрать все линии связи и обозначения проекций точек. Размеры нанести согласно ГОСТ 2.307-68.

Выполнив ортогональные проекции, приступают к построению аксонометрической проекции детали.

Оси прямоугольной изометрической проекции образуют между собой углы  $120^\circ$  (рис.42), коэффициенты искажения по всем осям равны 1.

Для построения аксонометрической проекции воспользуемся выделенными ранее на детали характерными точками. На ортогональном чертеже отметим точку  $O(O''; O'; O''')$  – начало координат. Теперь любая точка, принадлежащая детали, будет иметь координаты  $X, Y, Z$  относительно начала координат. С помощью циркуля откладываем эти координаты на аксонометрических осях или на линиях, параллельных им. Полученные таким образом все характерные точки соединяем между собой в определенной последовательности (рис.56).



Пример полностью выполненного задания показан на рис.57.

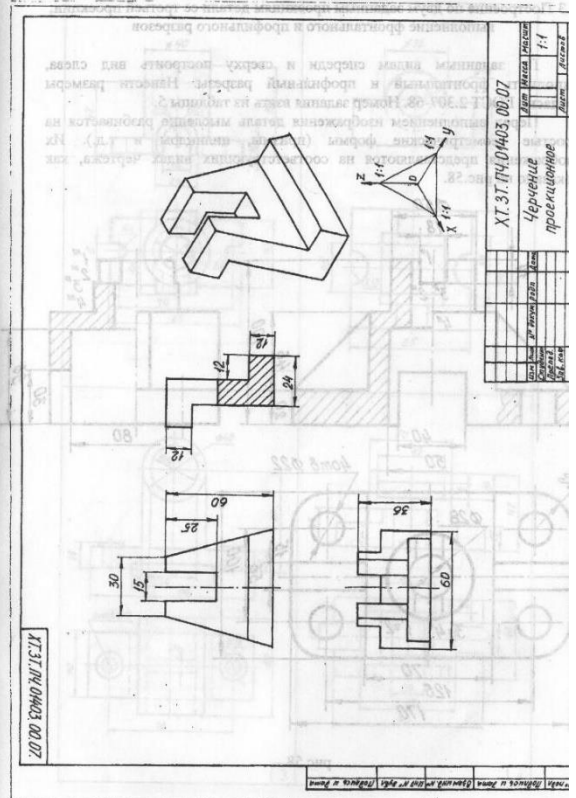


рис. 57

4.3 Построение по двум заданным проекциям детали ее третьей проекции:  
 Выполнение фронтального и профильного разрезов

По заданным видам спереди и сверху построить вид слева, выполнить фронтальный и профильный разрезы. Нанести размеры согласно ГОСТ 2.307-68. Номер задания взять из таблицы 5.

Перед выполнением изображения детали мысленно разбивается на простые геометрические формы (призмы, цилиндры и т.д.). Их изображения представляются на соответствующих видах чертежа, как показано на рис.58.

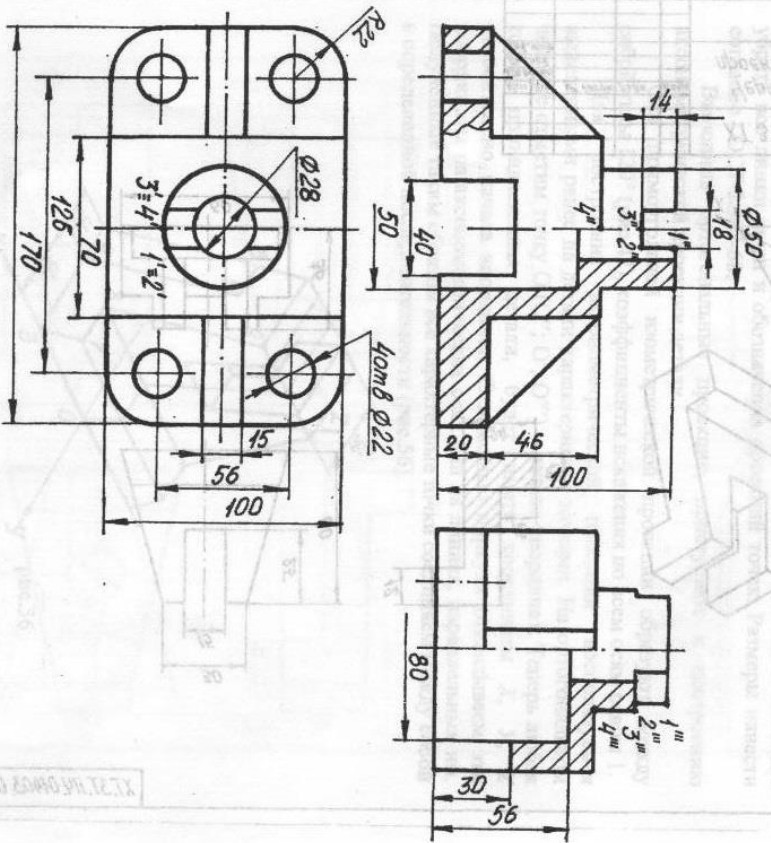
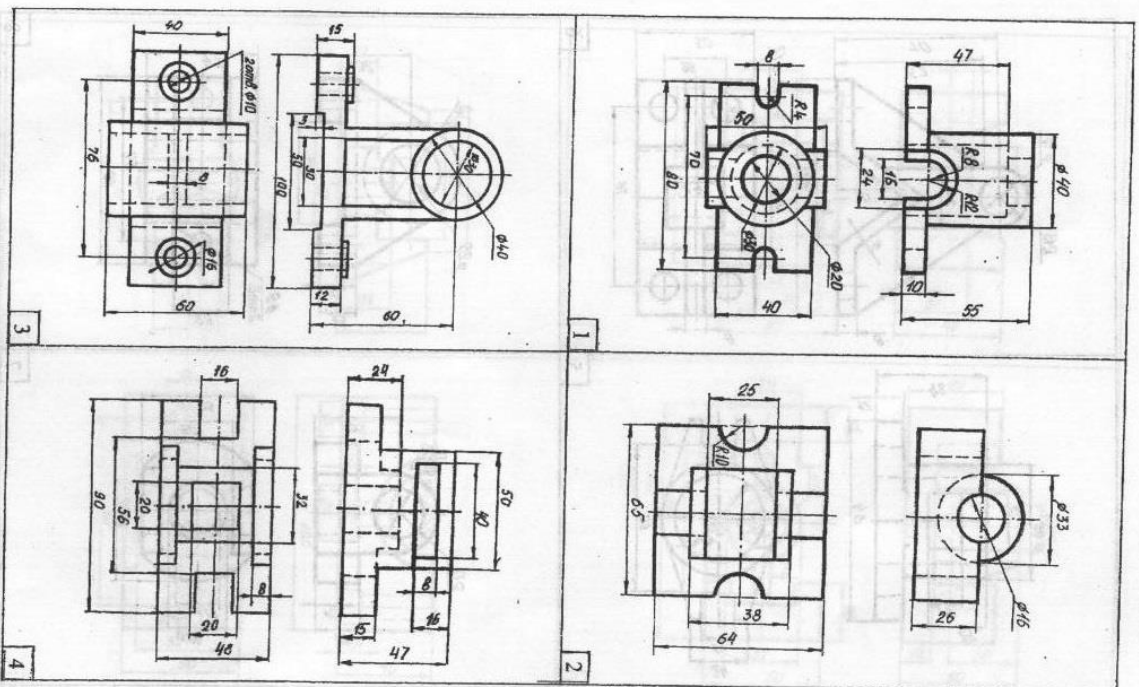
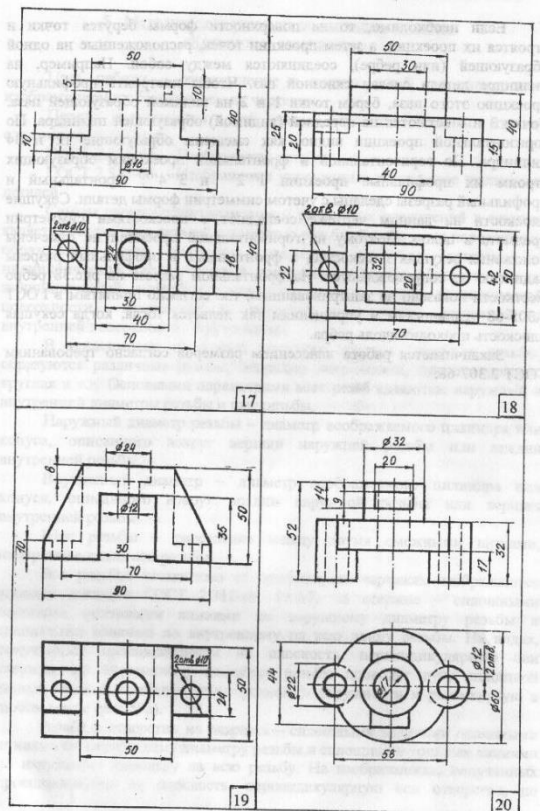
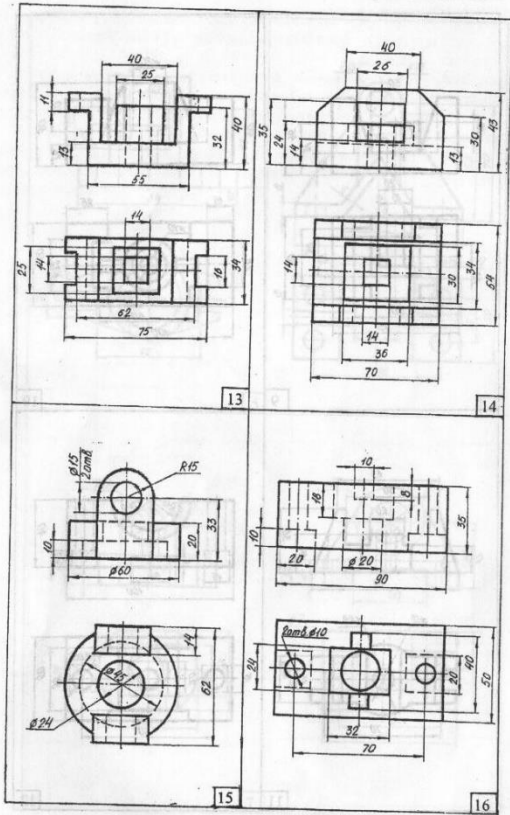
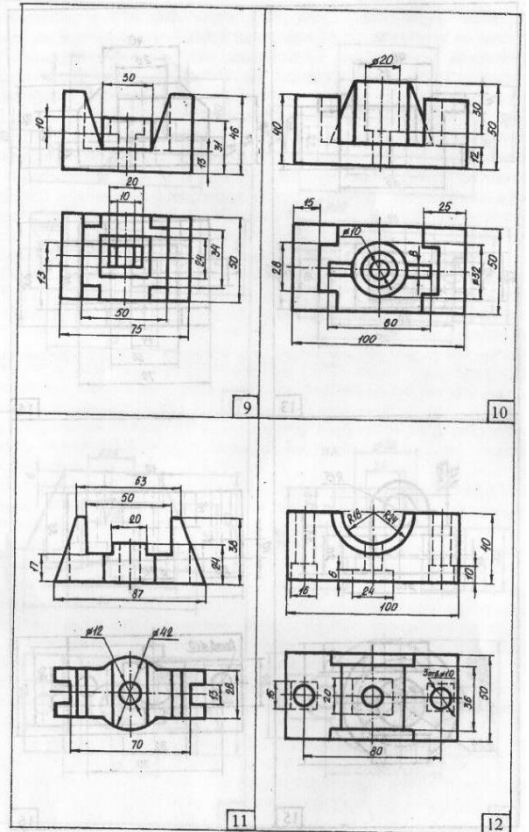
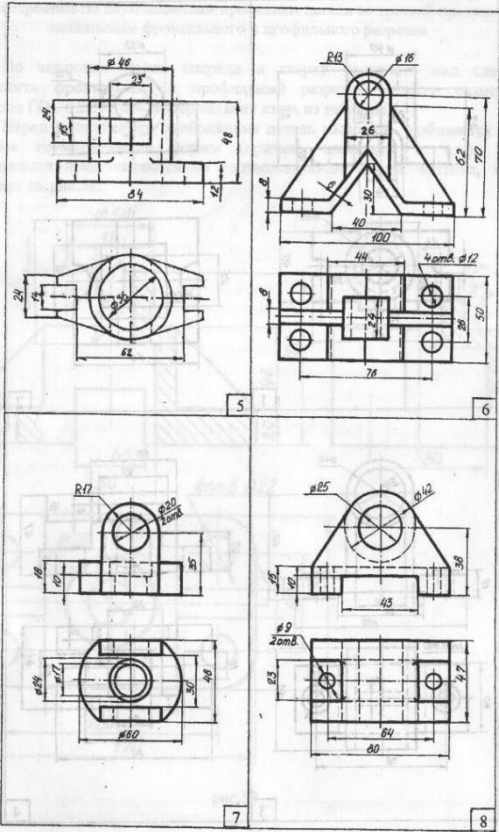


рис.58

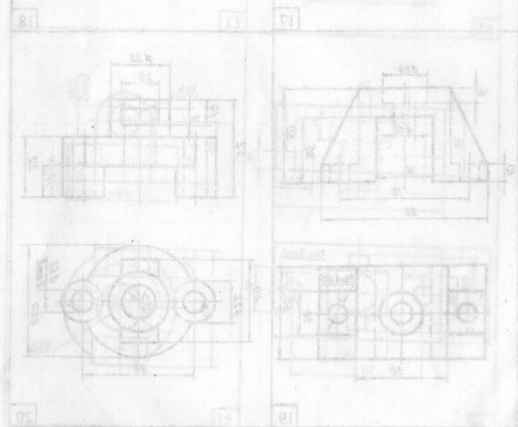






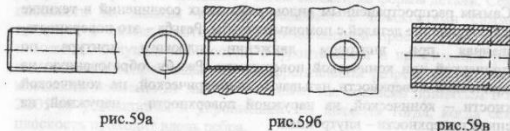
Если необходимо, то на поверхности формы берутся точки и строятся их проекции, а затем проекции точек, расположенные на одной образующей (или ребре), соединяются между собой. Например, на цилиндре детали сделан сквозной паз. Чтобы построить профильную проекцию этого паза, берем точки 1 и 2 на видимой образующей паза. Точки 3 и 4 остаются на передней (видимой) образующей цилиндра. По горизонтальной проекции видно, как смещены образующие 12 и 34 цилиндра. По горизонтальной и фронтальной проекциям образующих строим их профильные проекции 1''2'' и 3''4''. Фронтальный и профильный разрезы сделаны с учетом симметрии формы детали. Секущие плоскости на данном чертеже совпадают с плоскостями симметрии предмета в целом. Поэтому на горизонтальной проекции не отмечены положения секущих плоскостей, а фронтальный и профильный разрезы надписью не сопровождаются. На фронтальном разрезе на рис.58 ребро жесткости показано не заштрихованным, т.к. согласно принятым в ГОСТ 2.305-68 условностям и упрощениям так делается тогда, когда секущая плоскость проходит вдоль ребра.

Заканчивается работа нанесением размеров согласно требованиям ГОСТ 2.307-68.

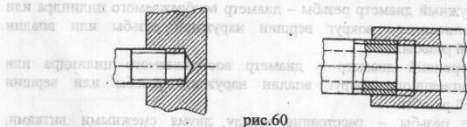


наружному диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией приблизительно равной  $\frac{1}{4}$  окружности и разомкнутую в любом месте (рис.59б).

Расстояние между линиями, изображающими наружный и внутренний диаметры резьбы, согласно ГОСТ 2.311-68 не должно быть менее 0,8 мм и не больше шага резьбы. Граница резьбы на стержнях и в отверстиях показывается сплошной толстой основной линией или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая. Границу проводят от линий наружного диаметра (рис.59 а, б, в).



Следует твердо запомнить правило: в резьбовых соединениях, изображенных на разрезе, резьба стержня закрывает резьбу отверстия (рис.60), а штриховка доводится до сплошных толстых основных линий.



В нашу задачу не входит изучение всех видов резьб, применяемых в технике. Поэтому остановимся на самой распространенной резьбе – метрической, как основной крепежной резьбе для соединения деталей.

Профиль метрической резьбы представляет собой равносторонний треугольник. Обозначение метрической резьбы относят к наружному диаметру стержня или отверстия, и размер его сопровождают буквой «М» (вместо знака Ø), как показано на рис.61. Место простановки размера указано знаком «\*»

Метрическая резьба может быть с крупным и мелким шагами. В обозначении крупный шаг не записывается (М20), а мелкий указывается обязательно (М20х2; М20х1,5)

## 5. Методические указания по выполнению темы «Крепежные соединения».

Цель работы – ознакомление с видами резьб, их элементами изображением и обозначением на чертежах.

Перед выполнением этой темы студенты должны изучить следующие стандарты:

ГОСТ 2.311-68 Изображение резьбы

ГОСТ 2.315-68 Изображения упрощенные и условные крепежные деталей

Самым распространенным видом резьбых соединений в технике является соединение деталей с помощью резьбы. Резьба – это поверхность образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. Резьбу, образованную на цилиндрической поверхности называют цилиндрической, на конической поверхности – конической, на наружной поверхности – наружной, и внутренней поверхности – внутренней.

В зависимости от формы плоского контура (профиля резьбы) образуются различные резьбы, например метрическая, трапециевидная, круглая и т.д. Основными параметрами всех резьб являются: наружный и внутренний диаметры резьбы и шаг резьбы.

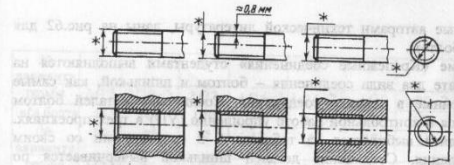
Наружный диаметр резьбы – диаметр воображаемого цилиндра или конуса, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы.

Внутренний диаметр – диаметр воображаемого цилиндра или конуса, описанного вокруг впадин наружной резьбы или вершин внутренней резьбы.

Шаг резьбы – расстояние между двумя смежными витками измеренное вдоль оси резьбы.

Все резьбы, независимо от профиля, на чертежах изображаются условно согласно ГОСТ 2.311-68. Резьба на стержне – сплошными толстыми основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему на всю длину резьбы. На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, приблизительно равной  $\frac{1}{4}$  окружности и разомкнутую в любом месте (рис.59а).

Резьба в отверстиях на разрезах – сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру на всю резьбу. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси отверстия, по



К крепежным деталям относятся болты, шпильки, винты, гайки и т.д. Все они служат для резьбых соединений между собой различных деталей. Болт представляет собой стержень, на одной стороне которого нарезана резьба, а с другой стороны выполнена головка. Болтом обычно соединяются детали, имеющие гладкие отверстия. Другой соединительной деталью является шпилька, представляющая цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Один конец шпильки вворачивается в деталь с резьбовым отверстием, а на другой конец одевается деталь с гладким отверстием. Детали в таких соединениях стягиваются гайками, в отверстиях которых нарезана резьба. Для передачи и распределения усилий от стягивания служат шайбы, закладываемые под гайку.

Все крепежные детали стандартизованы и различаются между собой конструктивными особенностями. Так, например, болты могут быть с нормальной или уменьшенной шестигранной головкой, иметь подголовник или без него и т.д. Вычерчивание таких крепежных деталей по их действительным размерам значительно утяжеляет работу. Поэтому чертежи соединений деталей болтом, шпилькой, винтом принято изображать по относительным размерам (ОР). Все элементы этих соединений рассчитываются по соответствующим формулам в зависимости от диаметра резьбы  $d$ .

Форма фасок гаек, представляющих в действительности на видах гиперболы, заменяются радиусами. Резьба в сверленном отверстии под шпильку показывается нарезанной на полную глубину.

Вычерчивание крепежных соединений на сборочных чертежах выполняется согласно требованиям ГОСТ 2.315-68 упрощенно или условно. Условное изображение в данной работе не рассматривается. При упрощенном изображении (УП) на чертеже не показываются зазоры, фаски. Резьба показывается нарезанной на всей длине стержня. На виде сверху линия резьбы не показывается. Все размеры принимаются в зависимости от диаметра резьбы –  $d$ . Примерные соотношения размеров,

рекомендуемые авторами технической литературы, даны на рис.62 для соединения болтом.

По теме «Крепежные соединения» студентами выполняются на одном формате два вида соединения – болтом и шпилькой, как самые распространенные в технике соединения. Соединение деталей болтом вычерчивается в контрольной работе упрощенно (VII) в трех проекциях. Номер варианта выбирается из таблицы 6 в соответствии со своим номером задания. Соединение деталей шпилькой вычерчивается по относительным размерам (OP) в двух проекциях. Задание берется из таблицы 7. На рис.63 приведены формулы для вычисления элементов соединения. Особое внимание надо обратить на размер  $\ell_1$  посадочного конца, предназначенного для ввинчивания в отверстие с резьбой. В зависимости от материала, в который ввинчивается шпилька, ГОСТ на шпильку устанавливает следующие длины посадочных концов:

ГОСТ 2.2032-76  $\ell_1=d$  – для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях.

ГОСТ 2.2034-76  $\ell_1=1,25d$  – для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна.

ГОСТ 2.2038-76  $\ell_1=2d$  – для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов.

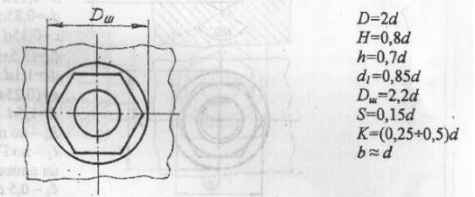
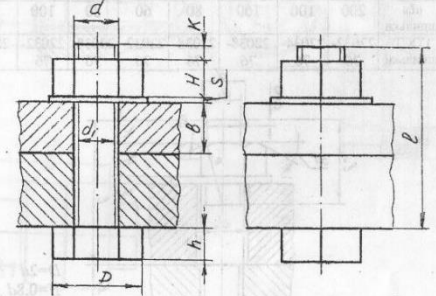
При вычерчивании соединений болтом и шпилькой необходимо обратить внимание на выбор масштаба изображения в зависимости от размеров заданной резьбы и длины болта или шпильки. Допускается изображать длину их с разрывом при недостатке места для полного их вычерчивания.

На чертежах соединений ставятся только два размера – размер резьбы и длина болта или шпильки. Образец выполнения задания дан на рис.64.

В задачу входит вычерчивание соединения болтом и шпилькой в зависимости от заданных параметров. Необходимо использовать формулы для вычисления элементов соединения. Особое внимание надо обратить на размер  $\ell_1$  посадочного конца, предназначенного для ввинчивания в отверстие с резьбой. В зависимости от материала, в который ввинчивается шпилька, ГОСТ на шпильку устанавливает следующие длины посадочных концов:

Таблица 6

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
резьба	M12	M20×2	M22	M14×1	M24×2	M10	M22×2	M22	M20
«ℓ» болта	45	100	120	55	120	50	100	110	120
№ варианта	10	11	12	13	14	15	16	17	18
резьба	M42	M20×2	M36	M18	M14	M20	M18	M24	M42
«ℓ» болта	220	110	180	120	65	130	110	130	200



$$D=2d$$

$$H=0,8d$$

$$h=0,7d$$

$$d_1=0,85d$$

$$D_w=2,2d$$

$$S=0,15d$$

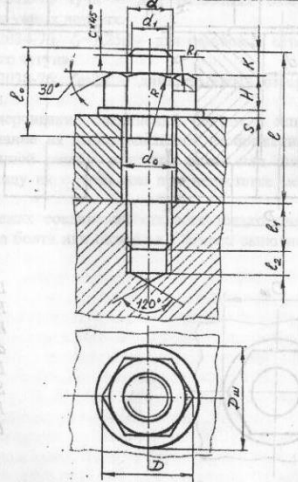
$$K=(0,25+0,5)d$$

$$b \approx d$$

рис.62

Таблица 7

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
резьба	M14	M22	M20×2	M12	M20	M12×1	M18	M22×2	M18
«ℓ» шпильки	50	80	100	40	90	45	100	80	90
ГОСТ шпильки	22032-76	22038-76	22032-76	22034-76	22034-76	2203-76	22034-76	22032-76	22034-76
№ варианта	10	11	12	13	14	15	16	17	18
резьба	M36×3	M24	M42	M18×2	M10	M20×2	M22	M22	M42×3
«ℓ» шпильки	200	100	160	80	60	80	100	90	170
ГОСТ шпильки	22032-76	22034-76	22038-76	22038-76	22032-76	22038-76	22032-76	22034-76	22032-76



$$D=2d$$

$$H=0,8d$$

$$D_w=2,2d$$

$$S=0,15d$$

$$d_1=0,85d$$

$$c=0,15d$$

$$\ell_1=(1,5+2)d$$

$$d_0=1,1d$$

$$R=(0,25+0,5)d$$

$$R_1=1,5d$$

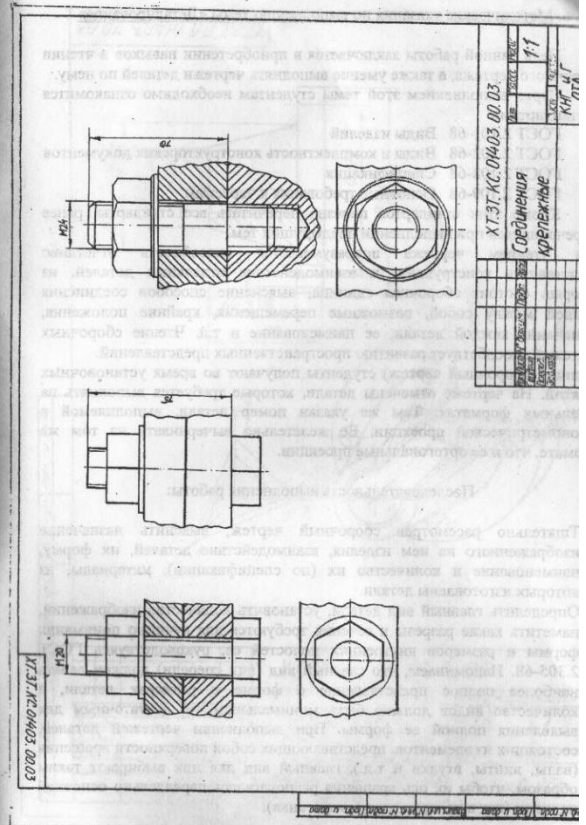
$R_1$  – по ГОСТ

$\ell_1$  – по ГОСТ

на шпильку

$$\ell_2=0,5d$$

рис.63



№ варианта	11
№ задания	11
№ группы	11
№ семестра	11
№ курса	11
№ факультета	11
№ кафедры	11
№ преподавателя	11
№ студента	11
№ группы	11
№ семестра	11
№ курса	11
№ факультета	11
№ кафедры	11
№ преподавателя	11
№ студента	11

ХТ.ЭТ.КС.04.03.00.03

Соединения

Крепежные

рис.64

### 6. Методические указания по выполнению темы «Деталирование»

Цель данной работы заключается в приобретении навыков в чтении сборочного чертежа, а также умение выполнять чертежи деталей по нему.

Перед выполнением этой темы студентам необходимо ознакомиться со стандартами:

- ГОСТ 2.101-68 Виды изделий
- ГОСТ 2.102-68 Виды и комплектность конструкторских документов
- ГОСТ 2.108-68 Спецификация
- ГОСТ 2.109-68 Основные требования к чертежам

Кроме этих стандартов полезно перечитать все стандарты, ранее встречающиеся при выполнении предыдущих тем.

Под чтением чертежа подразумевается способность отчетливо представлять конструкцию и взаимодействие отдельных деталей, из которых состоит сборочная единица, выяснение способов соединений деталей между собой, возможные перемещения, крайние положения, назначение каждой детали, ее наименование и т.д. Чтение сборочных чертежей способствует развитию пространственных представлений.

Задание (сборочный чертеж) студенты получают во время установочных занятий. На чертеже отмечены детали, которые требуется выполнять на отдельных форматах. Там же указан номер детали, выполняемой в аксонометрической проекции. Ее желательно вычерчивать на том же формате, что и ее ортогональные проекции.

Последовательность выполнения работы:

1. Тщательно рассмотрев сборочный чертеж, выяснить назначение изображенного на нем изделия, взаимодействие деталей, их форму, наименование и количество их (по спецификации), материалы, из которых изготовлены детали.
2. Определить главный вид детали, установить количество изображений, наметить какие разрезы и сечения требуются для лучшего понимания формы и размеров внутренних полостей ее, руководствуясь ГОСТ 2.305-68. Напоминаем, что главный вид (вид спереди) должен давать наиболее полное представление о форме и размерах детали, а количество видов должно быть минимальным, но достаточным для выявления полной ее формы. При выполнении чертежей деталей, состоящих из элементов, представляющих собой поверхности вращения (валы, винты, втулки и т.д.), главный вид для них выбирают таким образом, чтобы их ось вращения располагалась параллельно основной надписи (как в центрах токарного станка).

Исходя из этих требований главный вид и количество на чертеже могут не совпадать с главным видом и количеством изображений на сборочном чертеже.

3. Выбрать масштаб и размер формата листа для чертежей деталей, указанных в задании, и вычертить их в соответствии с ГОСТ 2.305-68.
4. Нанести необходимые размеры согласно ГОСТ 2.307-68, измеряя их на сборочном чертеже, с учетом его масштаба.
5. Выполнять указанную деталь в любой аксонометрической проекции, руководствуясь ГОСТ 2.317-71. Выбор аксонометрии зависит от формы заданной детали, ее элементов, их взаимного расположения. Обязательно сделать в ней вырез плоскостями, параллельными двум или трем плоскостям проекций. Дать схему аксонометрических осей со схемой штриховки. Заштриховать вырез согласно схеме.
6. Заполнить основную надпись, указав в ней наименование детали и материал, из которого данная деталь выполнена и ГОСТ на этот материал (по спецификации).

Пример выполнения рабочего чертежа показан на рис.65.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТы ЕСКД 2.101-68, 2.102-68, 2.108-68, 2.109-73, 2.104-68, 2.301-68...2.303-68, 2.304-68, 2.305-68...2.307-68, 2.311-68, 2.315-68, 2.317-71.
2. Инженерная графика: Методические указания и контрольные задания по геометрическому черчению и оформлению чертежей по ЕСКД. Л.:ЛТА, 1986
3. Инженерная графика: Методические указания и контрольные задания по проекционному черчению. Л.:ЛТА, 1991.
4. Инженерная графика: Методические указания по выполнению аксонометрических проекций. СПб.:ЛТА, 1992.
5. Инженерная графика: Методические указания по выполнению проекционного черчения ЛХФ, ХТФ, ЛИФ, МТД, ЛМФ. СПб.: ЛТА, 2004.
6. Инженерная графика: Методические указания и контрольные задания по крепежным соединениям. Л.:ЛТА, 1978.
7. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. Л.: Машиностроение, 1987.

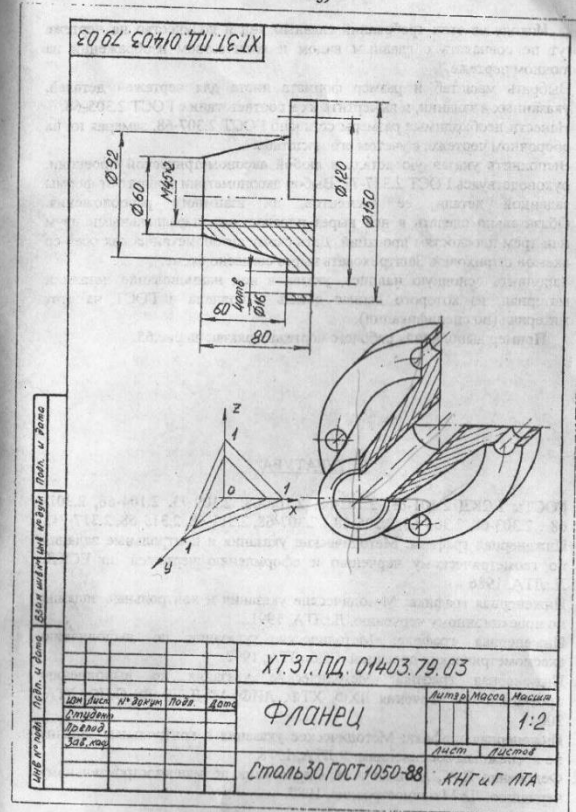


рис.65

Надежда Николаевна Вернер  
Владимир Николаевич Еремеев  
Виктория Викторовна Швецова

### ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические указания  
по выполнению контрольных работ  
для студентов заочной формы обучения  
ЛХФ, ХТФ, ЛИФ, МТД, ЛМФ

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в авторской редакции

Подписано в печать с оригинал-макета 07.10.08.  
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.  
Уч.-изд. л. 3,75. Печ. л. 3,75. Тираж 500 экз. Заказ № 240. С 62.  
Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия  
Издательско-полиграфический отдел СПбГЛТА  
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5