

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Курганский государственный университет

Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Методические указания и контрольные задания  
для студентов заочной формы обучения  
специальности 080502

Курган 2010

Кафедра: «Начертательная геометрия и инженерная графика»

Дисциплина: «Инженерная графика»

Специальность 080502

Составили: ст. преподаватель Ф.В. Авдощенко  
ст. преподаватель Т.А. Миронова  
ст. преподаватель А.И. Битунов

Работа выполнена при равноценном участии авторов.

Утверждены на заседании кафедры « 13 » мая 2010 г.

Рекомендованы методическим советом университета

« 21 » июня 2010 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения курса «Инженерная графика» - твердое овладение студентами основных знаний и умений, навыков, необходимых для чтения и составления чертежей.

В результате изучения дисциплины «Инженерная графика» экономист должен:

- знать содержание и требования стандартов ЕСКД;
- изучать стадии и основы разработки конструкторской документации машиностроительного производства;
- читать конструкторскую документацию машиностроительного производства;
- создавать техническую документацию средствами машинной графики; владеть:
  - навыками, позволяющими излагать технические идеи с помощью чертежа и понимать по чертежу объекты машиностроения и принцип действия изображаемого изделия;
  - навыками работы с конструкторской документацией, позволяющими повышать как качество технической документации, так и неразрывно связанное с ним качество продукции в целом.

Программа предусматривает выполнение одной графической контрольной работы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. Гордон В.О. Курс начертательной геометрии: Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 2003.-272 с.
2. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей. ГОСТ 2.301-68 – 2.319-81. – М.: Издательство стандартов, 1988.
3. Чекмарев А.А. Инженерная графика: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк. 2000.- 365 с.

### Дополнительная

4. Попова Г.Н., Алексеева С.Ю. Справочник по машиностроительному черчению. – Л.: Машиностроение, 1986. – 447 с.

### Методические указания и учебные пособия

5. Силич А.А., Миронова Т.А., Авдощенко Ф.В. Краткий курс по начертательной геометрии для студентов заочной формы обучения (технические специальности): Учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского ун-та, 2002.

6. Миронова Т.А., Авдощенко Ф.В. Проекционное черчение: Методические указания для самостоятельной работы к выполнению домашнего задания студентов специальностей 150202, 151001, 190601, 190603, 190702 и др. – Курган: КГУ, 2006.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА.

Тема 1. «Пересечение поверхностей» ФА3.

Тема 2. «Виды, разрезы, сечения» ФА3.

«АксонOMETрическая проекция детали» ФА3.

«Резьбы, виды соединений» ФА3.

«Деталирование» ФА2.

**Примечание.** Задания по темам 1, 2 выбираются студентом из табл. 1, 2 по индивидуальному варианту, который соответствует сумме трех последних цифр его учебного шифра (номера зачетной книжки). Например, учебный шифр 381621, следовательно, студент выполняет 9 вариант ( $6+2+1=9$ ).

**Контрольные работы.** Контрольную работу в полном объеме студенты отсылают на рецензию в университет. Замечания рецензента могут быть представлены как на бланке рецензии, так и на самих чертежах, удалять эти пометки запрещается.

Сама работа остается на кафедре и выдается во время сессии на практических занятиях. На повторную рецензию в случае большого количества ошибок и необходимости их исправления нужно высылать всю работу полностью.

**Зачет по курсу.** В университете установлены следующие правила проведения зачета по инженерной графике:

- к зачету допускается студент, выполнивший все работы и прошедший защиту;
- зачет включает выполнение студентом зачетного задания, опрос по чертежам;
- после сдачи зачета графические работы студентов остаются на хранение на кафедре.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ТЕМЕ 1

### ОРТОГОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ ТОЧКИ

Прямоугольные проекции на две или три взаимно перпендикулярные плоскости принято называть ортогональными.

Зададим три взаимно перпендикулярные плоскости (рис. 1) и точку  $A$  в пространстве.

$V, H, W$  – плоскости проекций;

$V$  – фронтальная плоскость проекций;

$H$  – горизонтальная плоскость проекций;

$W$  – профильная плоскость проекций.

Линии пересечения плоскостей проекций

$X, Y, Z$  – оси проекций.

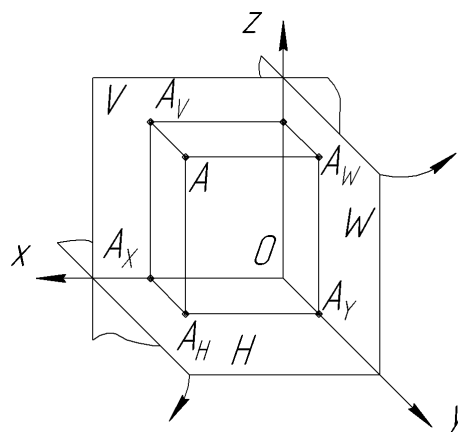


Рис. 1

Для того, чтобы получить три проекции точки  $A$ , следует из нее опустить перпендикуляры на плоскости проекций. Точки пересечения перпендикуляров с плоскостью  $V$  – фронтальная проекция точки ( $A_V$ ), с плоскостью  $H$  – горизонтальная проекция точки ( $A_H$ ), с плоскостью  $W$  – профильная проекция точки ( $A_W$ ).

Для перехода к плоскому чертежу (эпюру) нужно плоскость  $H$  повернуть вниз вокруг оси  $X$  до совмещения с плоскостью  $V$ , а плоскость  $W$  совместить с плоскостью  $V$ , поворачивая ее вокруг оси  $Z$  вправо.

Две прямоугольные проекции на взаимно перпендикулярные плоскости лежат на прямых перпендикулярных к соответствующей оси проекций и пересекают эту ось в одной и той же точке. Эти линии называются линиями связи.

Точка может быть задана ее координатами  $X, Y, Z$ , например,  $X=10, Y=20, Z=40$  –  $A(10, 20, 40)$ .

Чертеж, на котором точка или система точек изображается при совмещенном положении плоскостей проекции, называется эпюром или комплексным чертежом (рис. 2 а). Границы плоскостей проекций на эпюре обычно не показываются. Во многих случаях бывает достаточно двух плоскостей проекций, в этом случае проводится только одна ось проекции  $X$  (рис. 2 б).

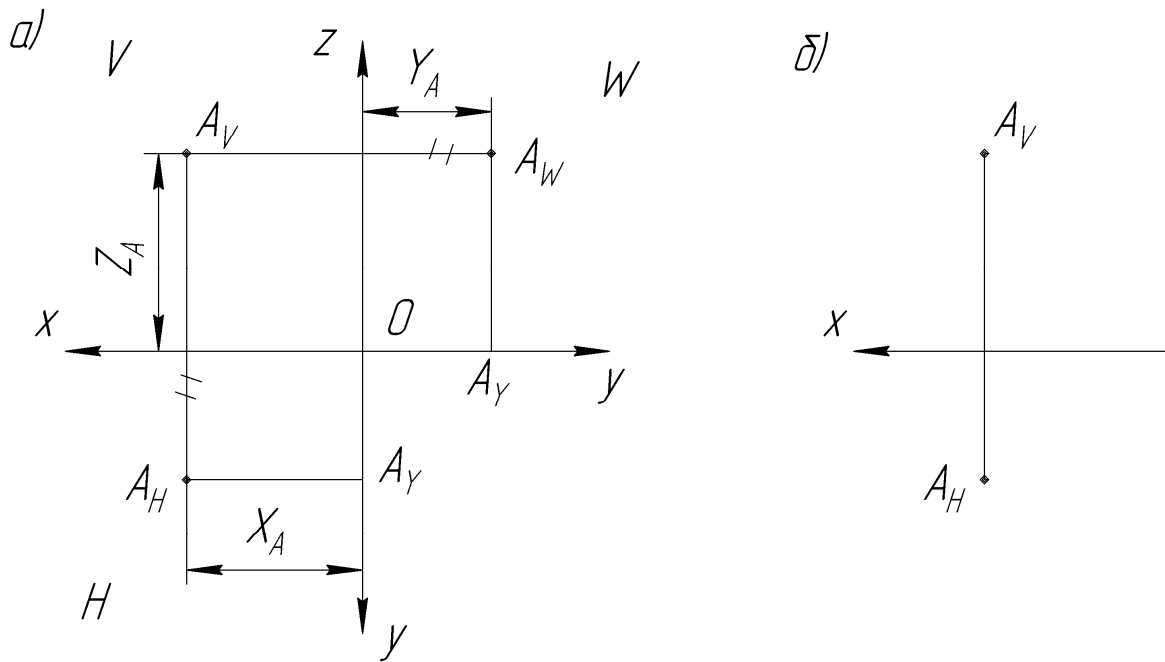


Рис. 2

## ОРТОГОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ ПРЯМОЙ

Чтобы построить проекции какой-либо прямой линии, нужно задать проекции двух ее точек и соответствующие проекции этих точек соединить (рис. 3).

Относительно плоскостей проекций прямые могут занимать частное или общее положение.

## ПРЯМЫЕ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

К прямым частного положения относятся линии уровня – прямые, параллельные одной из плоскостей проекций, и проецирующие линии – прямые, перпендикулярные к одной из плоскостей проекций (рис. 4).

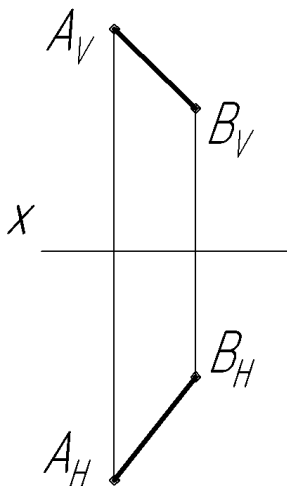


Рис.3

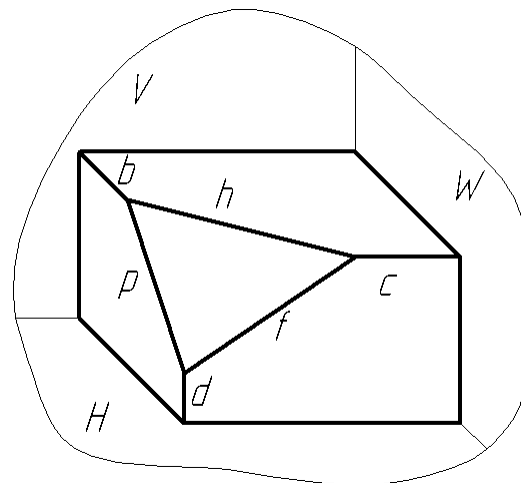


Рис.4

У куба с вырезом линии, расположенные в гранях куба, параллельны плоскостям проекций, они и будут линиями уровня.

Линия «h», параллельная горизонтальной плоскости проекций, называется горизонталью.

Линия «f», параллельная фронтальной плоскости проекций, называется фронталью.

Линия «р», параллельная профильной плоскости проекций, называется профильной прямой.

Ребра куба параллельны двум плоскостям проекций и перпендикулярны третьей. Их направление совпадает с направлениями проецирующих прямых при прямоугольном проецировании. В зависимости от перпендикулярности к той или иной плоскости проекций прямые называются:

- линия «d» - горизонтально-проецирующей ( $\perp$  к H);
- линия «b» - фронтально-проецирующей прямой ( $\perp$  к V);
- линия «с» - профильно-проецирующей прямой ( $\perp$  к W).

### ПРЯМАЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ

Прямая, непараллельная ни одной из плоскостей проекций, называется прямой общего положения – прямая АВ (рис. 3).

### ОРТОГОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ ПЛОСКОСТИ

Плоскость можно задать: тремя точками, не лежащими на одной прямой, точкой и прямой, двумя параллельными прямыми, двумя пересекающимися прямыми, плоской фигурой и следами (рис. 5 а, б, в, г, д, е).

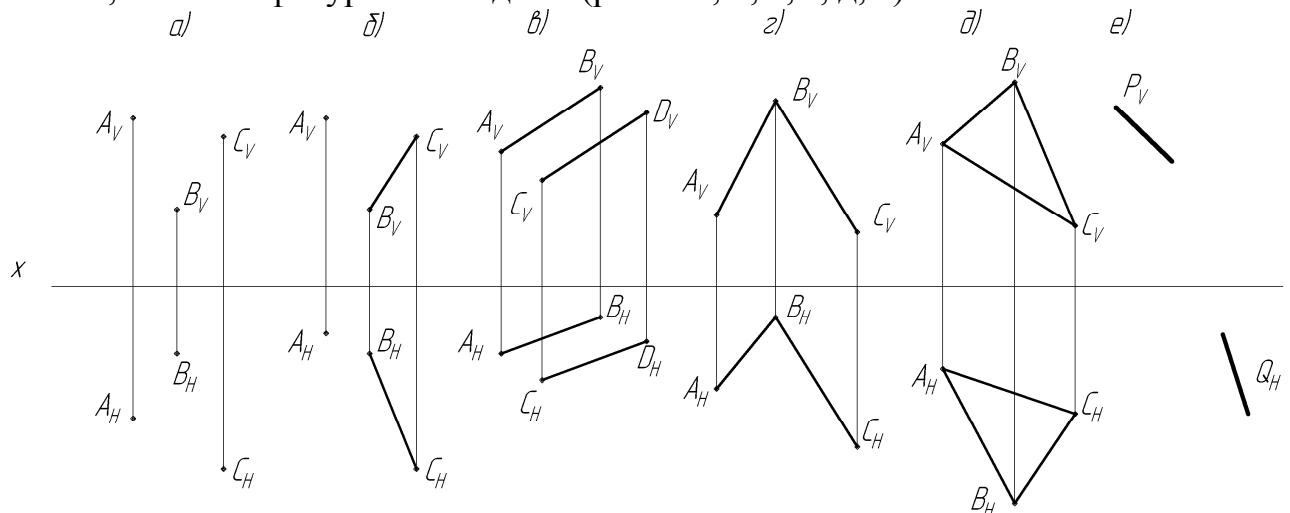


Рис. 5

Следы плоскости – это прямые, по которым данная плоскость пересекается с плоскостями проекций (рис. 6 а, б, в, г).

## Проецирующие плоскости

	Положение плоскости	Задание плоскости
a)	$\perp$ пл. H Горизонтально-проецирующая	
б)	$\perp$ пл. V Фронтально-проецирующая	

## Плоскости уровня

	Положение плоскости	Задание плоскости
в)	$\parallel$ пл. H Горизонтальная	
г)	$\parallel$ пл. V Фронтальная	

Рис. 6



## ПОВЕРХНОСТИ

Поверхность представляет собой множество последовательных положений линии, перемещающейся в пространстве. Эту линию называют образующей  $l$  поверхности. Она может быть прямой или кривой. Закон перемещения образующей может быть задан направляющими  $m$ .

Совокупность нескольких последовательных положений образующих и направляющих создает каркас поверхности (рис. 7).

Построение проекций поверхности сводится к построению проекций некоторых точек и линий этой поверхности.

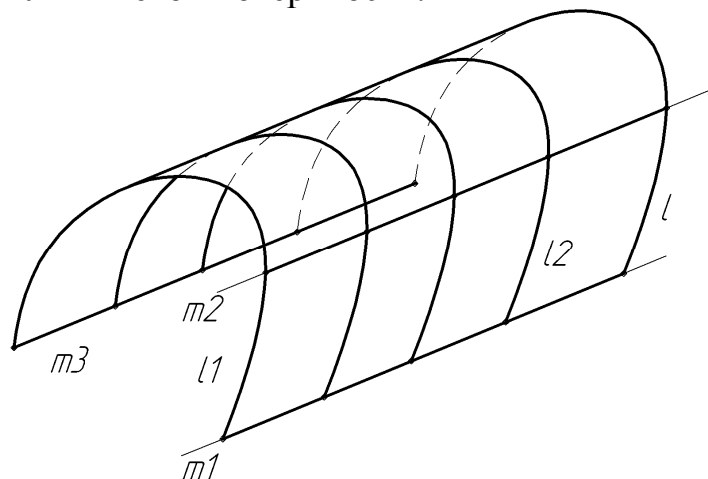


Рис. 7

## ГРАННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

Гранные поверхности образуются перемещением прямолинейной образующей  $l$  по ломаной направляющей  $m$ . При этом, если одна точка  $S$  образующей неподвижна, создается пирамидальная поверхность (рис.8 а). Если же образующая при перемещении параллельна заданному направлению  $S$ , то создается призматическая поверхность (рис.8 б).

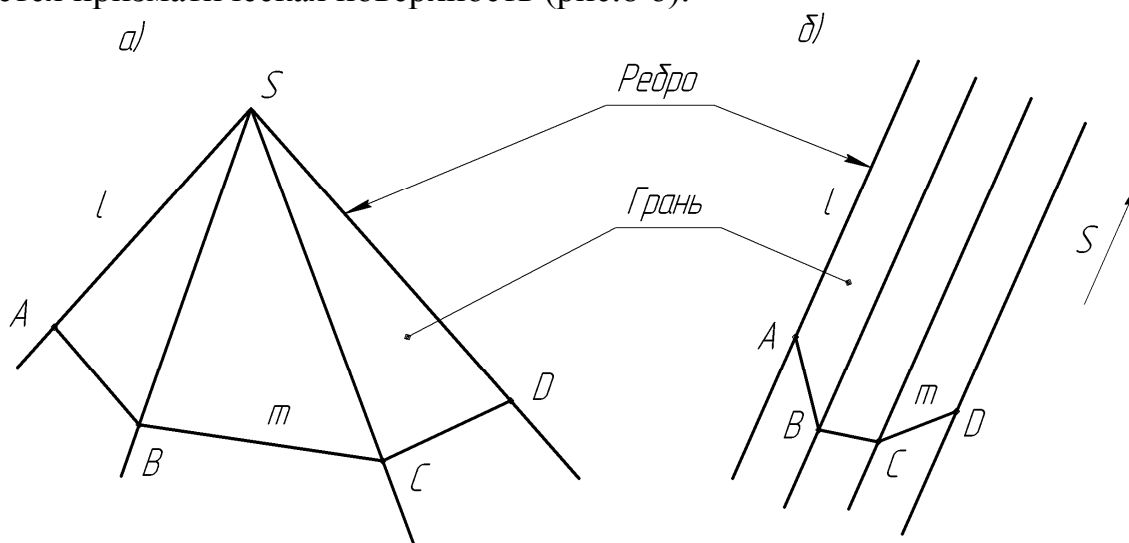


Рис. 8

Элементами гранных поверхностей являются вершина  $S$  (у призматической поверхности она находится в бесконечности), грань (часть плоскости, ограниченная направляющей  $m$  и образующей  $\ell$ ) и ребро (линия пересечения смежных граней).

Замкнутые гранные поверхности, образованные некоторым числом (не менее четырех) граней, называются многогранниками.

Пирамида – многогранник, в основании которого лежит произвольный многоугольник, а боковые грани – треугольники с общей вершиной  $S$ . На чертеже пирамида задается проекциями ее вершин и ребер (рис.9 а).

Призма – многогранник, у которого основания – два одинаковых и взаимно параллельных многоугольника, а боковые грани параллелограммы. Если ребра призмы перпендикулярны плоскости основания, такую призму называют прямой (Рис.9 б).

При работе с чертежом многогранника приходится строить на его поверхности линии. А так как линия есть совокупность точек, то необходимо уметь строить точки на поверхности. Любую точку на гранной поверхности можно построить с помощью образующей, проходящей через эту точку.

Если дана горизонтальная проекция точки  $M$  ( $M_H$ ), то для нахождения ее фронтальной проекции необходимо построить отрезок  $S_H I_H$ , проходящий через  $M_H$ , затем найти фронтальную проекцию точки  $I$  ( $I_V$ ), принадлежащей ребру  $AB$ , провести отрезок  $I_V S_V$ , а на нем найти искомую проекцию  $M_V$ .

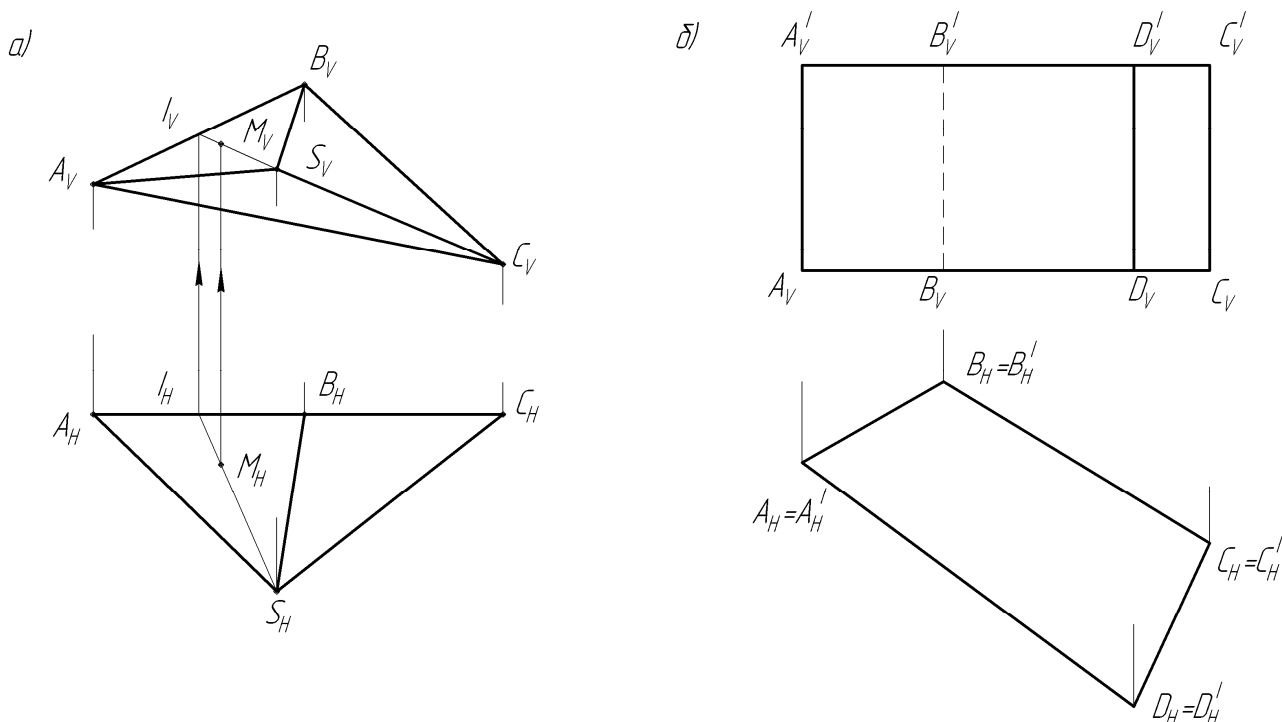


Рис. 9

## ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ

Поверхности вращения образуются вращением линии (образующей  $\ell$ ) вокруг прямой  $i$  (оси вращения). Они могут быть линейчатыми, например, конические или цилиндрические поверхности вращения, и нелинейчатыми, например, сфера. Каждая точка образующей при вращении описывает окружность, плоскость которой перпендикулярна оси вращения. Такие окружности называются параллелями ( $m$ ).

Коническая поверхность вращения образуется вращением прямой  $\ell$  вокруг пересекающейся с ней прямой – оси  $i$  (рис.10).

Цилиндрическая поверхность вращения образуется вращением прямой  $\ell$  вокруг параллельной ей оси  $i$  (рис.11).

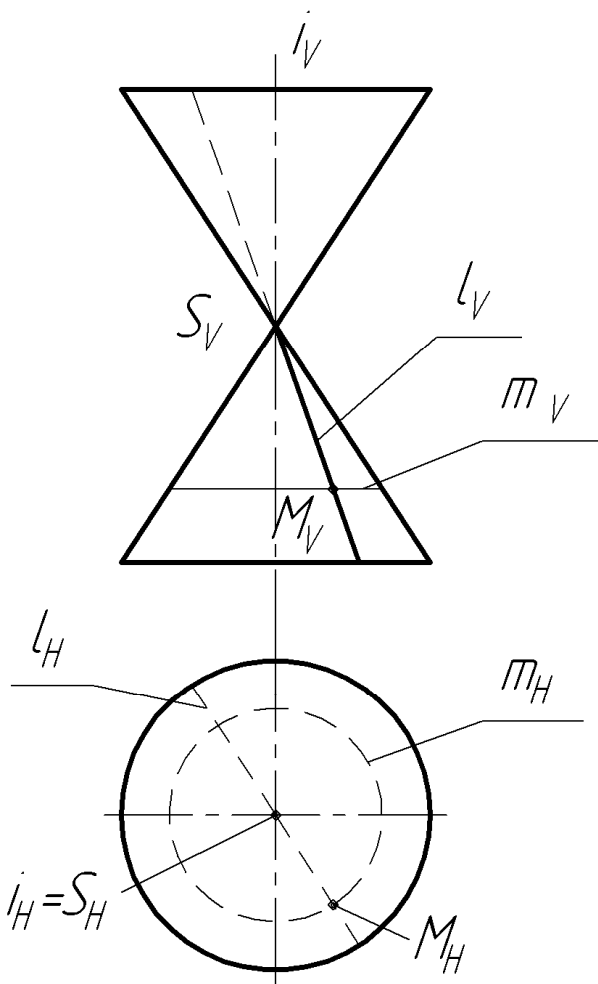


Рис. 10

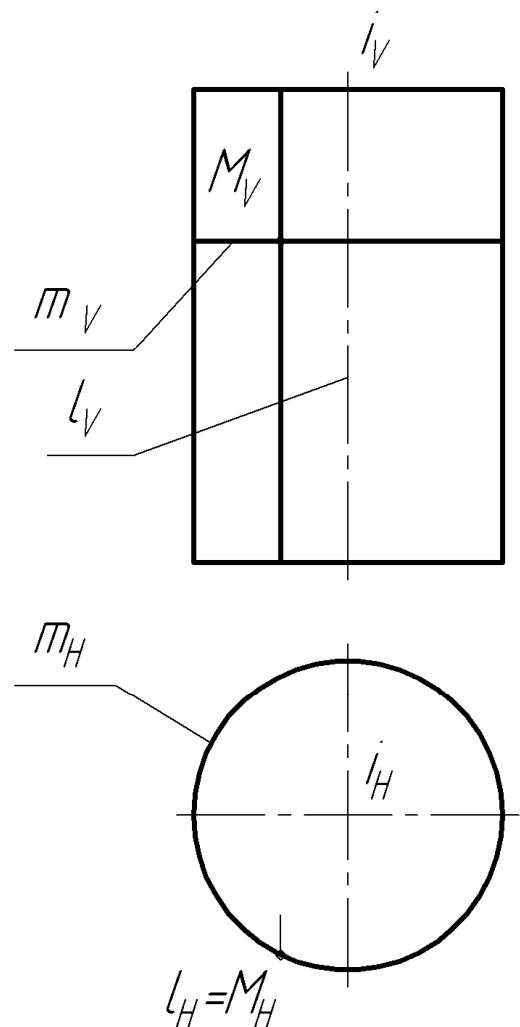


Рис. 11

Сфера образуется вращением окружности вокруг ее диаметра (рис.12).

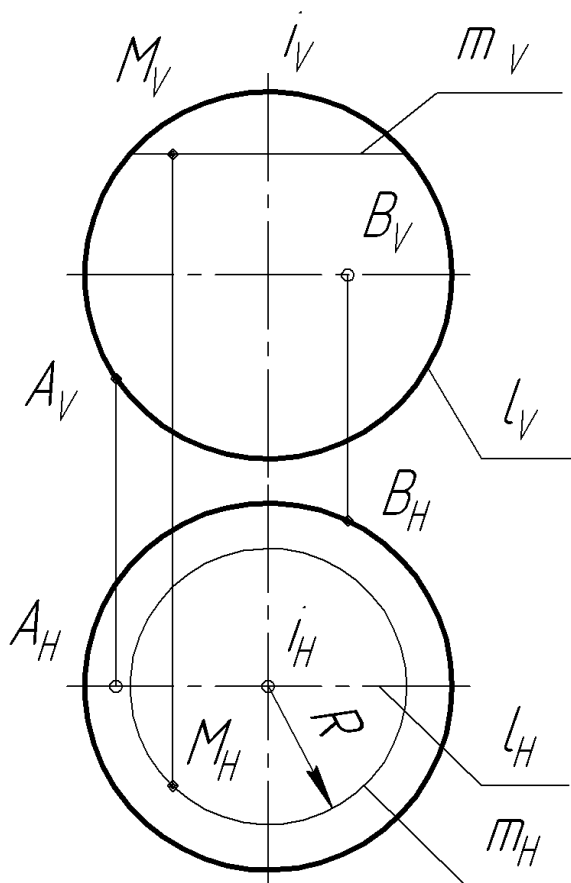


Рис. 12

Рассмотрим построение проекции точки  $M$  на сфере (шар) (рис.12). Имеем фронтальную проекцию видимой точки  $M$  ( $M_V$ ), ее горизонтальную проекцию можно определить с помощью параллелей ( $m_V$ ).

Данная плоскость в сечении со сферой дает окружность на горизонтальной плоскости проекции радиусом  $R$ , на которой находится горизонтальная проекция точки  $M$  ( $M_H$ ), она будет видима, так как находится в верхней части сферы (шара).

## ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПЛОСКОСТЬЮ

В сечении поверхности плоскостью получается плоская линия, которую строят по отдельным точкам. Сначала строят опорные точки, которые лежат на контурных линиях поверхности, а также точки на ребрах и линиях основания поверхности. Если проекции линии пересечения этими точками не определяются полностью, то строят дополнительные, промежуточные между опорными точки.

При пересечении гранной поверхности с плоскостью получается ломаная линия. Для ее построения достаточно определить точки пересечения ребер и сторон основания, если имеет место пересечение основания, и соединить построенные точки с учетом видимости (рис. 13).

В сечении цилиндрической поверхности вращения плоскостью могут быть получены следующие линии (рис. 14):

- окружность, если секущая плоскость  $P$  перпендикулярна оси вращения поверхности;
- эллипс, если секущая плоскость  $Q$  не перпендикулярна и не параллельна оси вращения;
- две образующие прямые, если секущая плоскость  $R$  параллельна оси вращения.

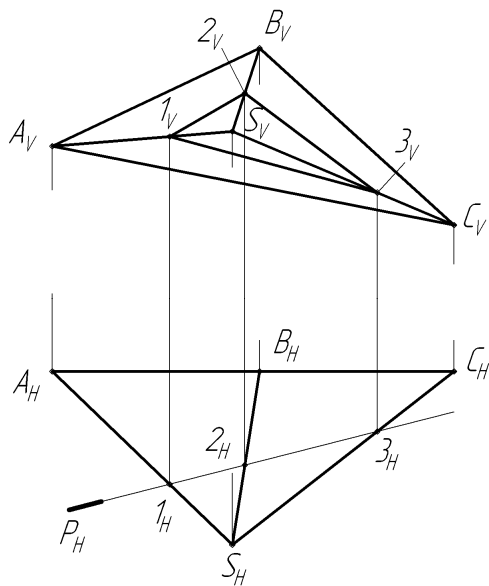


Рис. 13

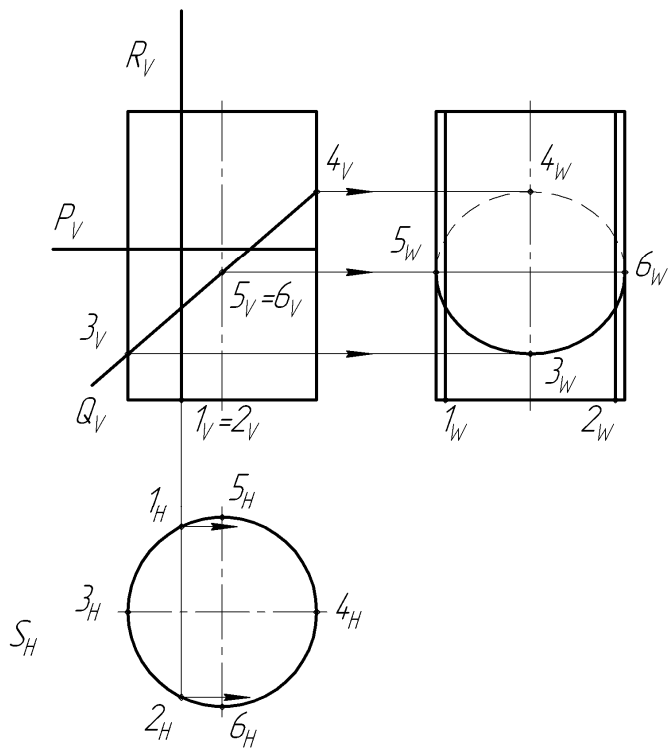


Рис. 14

В сечении конической поверхности вращения плоскостью могут быть получены линии (рис. 15 а-д):

- окружность, если секущая плоскость  $P$  перпендикулярна оси вращения (рис. 15 а);
- эллипс, если секущая плоскость  $Q$  пересекает все образующие поверхности (рис. 15 б);
- парабола, если секущая плоскость  $R$  параллельна одной образующей ( $S-I$ ) поверхности (рис. 15 в);
- две образующие (прямые), если секущая плоскость  $N$  проходит через вершину  $S$  поверхности (рис. 15 г);
- гипербола, если секущая  $T$  параллельна двум образующим ( $S5$  и  $S6$ ) поверхности (рис. 15 д).

При пересечении сферы плоскостью  $P_V$ , перпендикулярной оси вращения, получается окружность, радиус которой равен расстоянию от оси вращения до образующей сферы (рис. 16 а).

Если секущая плоскость  $P_V$  не параллельна плоскости проекций, то проекцией ее является эллипс. Этот эллипс строят по точкам, одновременно определяя видимость точек сечения (рис. 16 б).

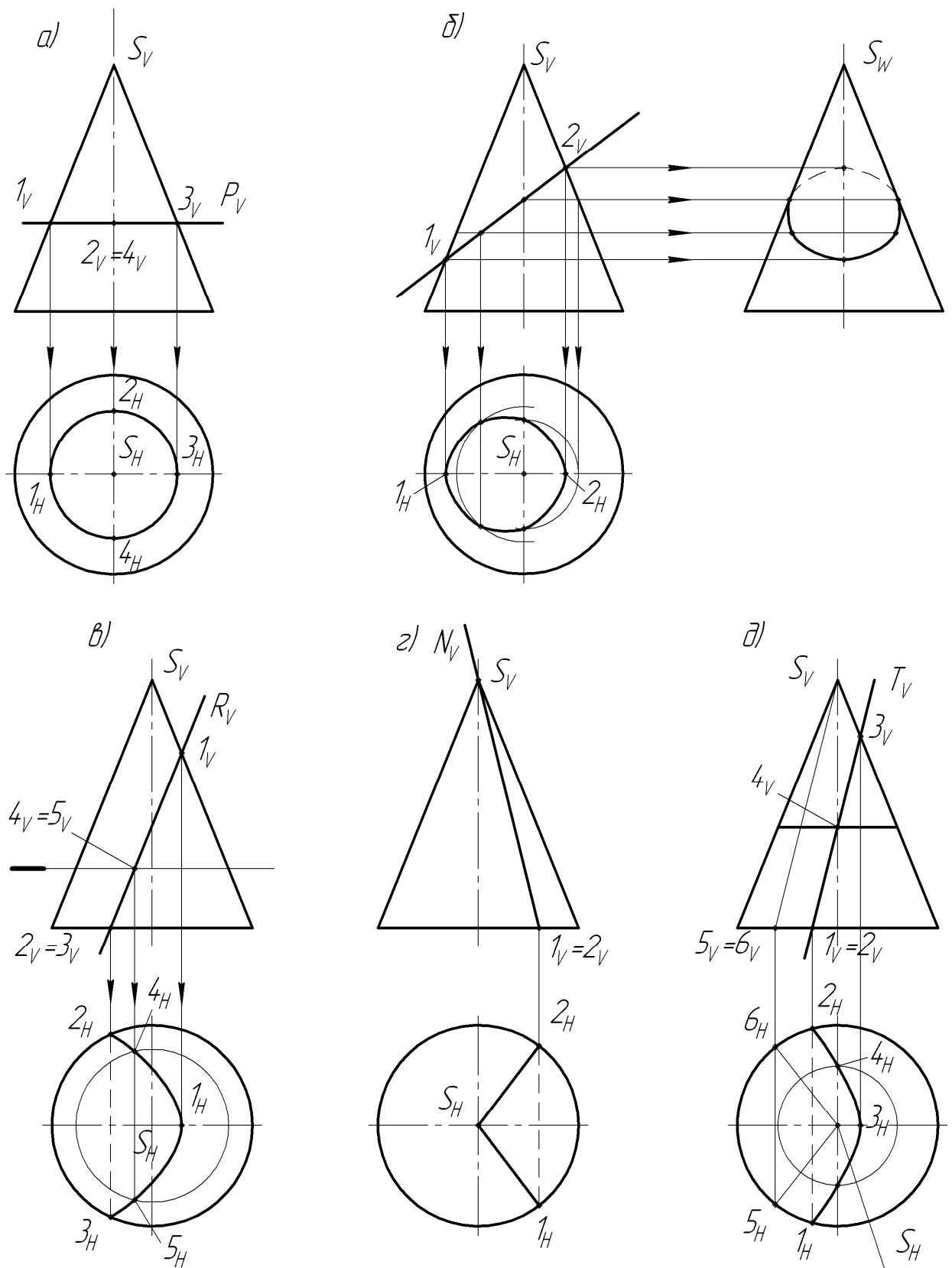


Рис. 15

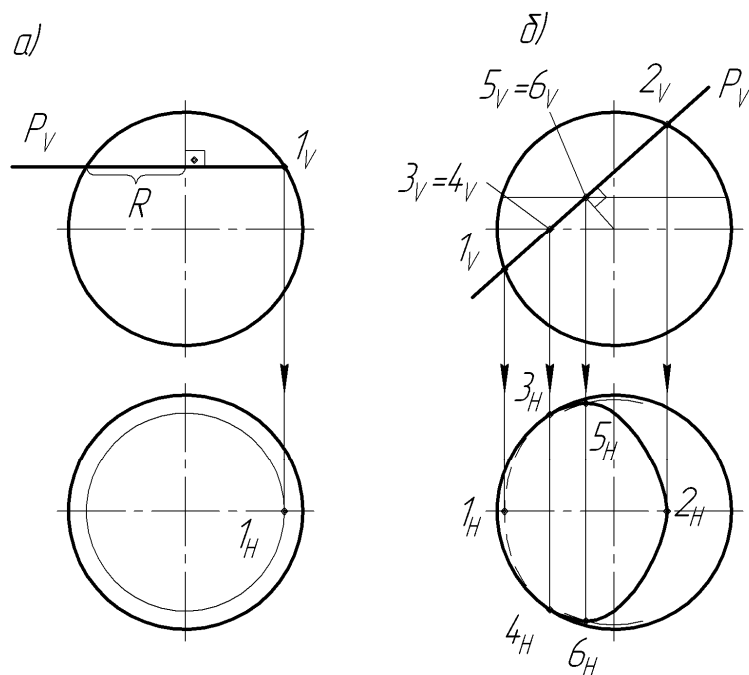


Рис. 16

## ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Линию пересечения двух поверхностей строят по отдельным точкам. Сначала определяют особые точки в пересечении контурных линий каждой поверхности с другой поверхностью. Особые точки позволяют видеть, в каких пределах расположены проекции линии пересечения и где между ними имеет смысл определить промежуточные точки. Общим способом построения точек линии пересечения является способ вспомогательных поверхностей. Вспомогательная поверхность пересекает данные поверхности по линиям (желательно графически простым). В пересечении этих линий получают точки, принадлежащие обеим поверхностям. В качестве вспомогательных поверхностей используют плоскости. Отсюда и способ построения линий пересечения поверхностей – способ вспомогательных секущих плоскостей (рис. 17, 18).

## СПОСОБ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СЕКУЩИХ ПЛОСКОСТЕЙ

Пример 1. Построить линии пересечения конуса с треугольной призмой (рис. 17).

Решение. Проводим вспомогательные секущие горизонтальные плоскости уровня (P, Q и S), пересекающие конус по окружностям, а призму по прямым. Следует найти точки пересечения этих прямых с соответствующими окружностями. Определить видимость геометрических фигур.

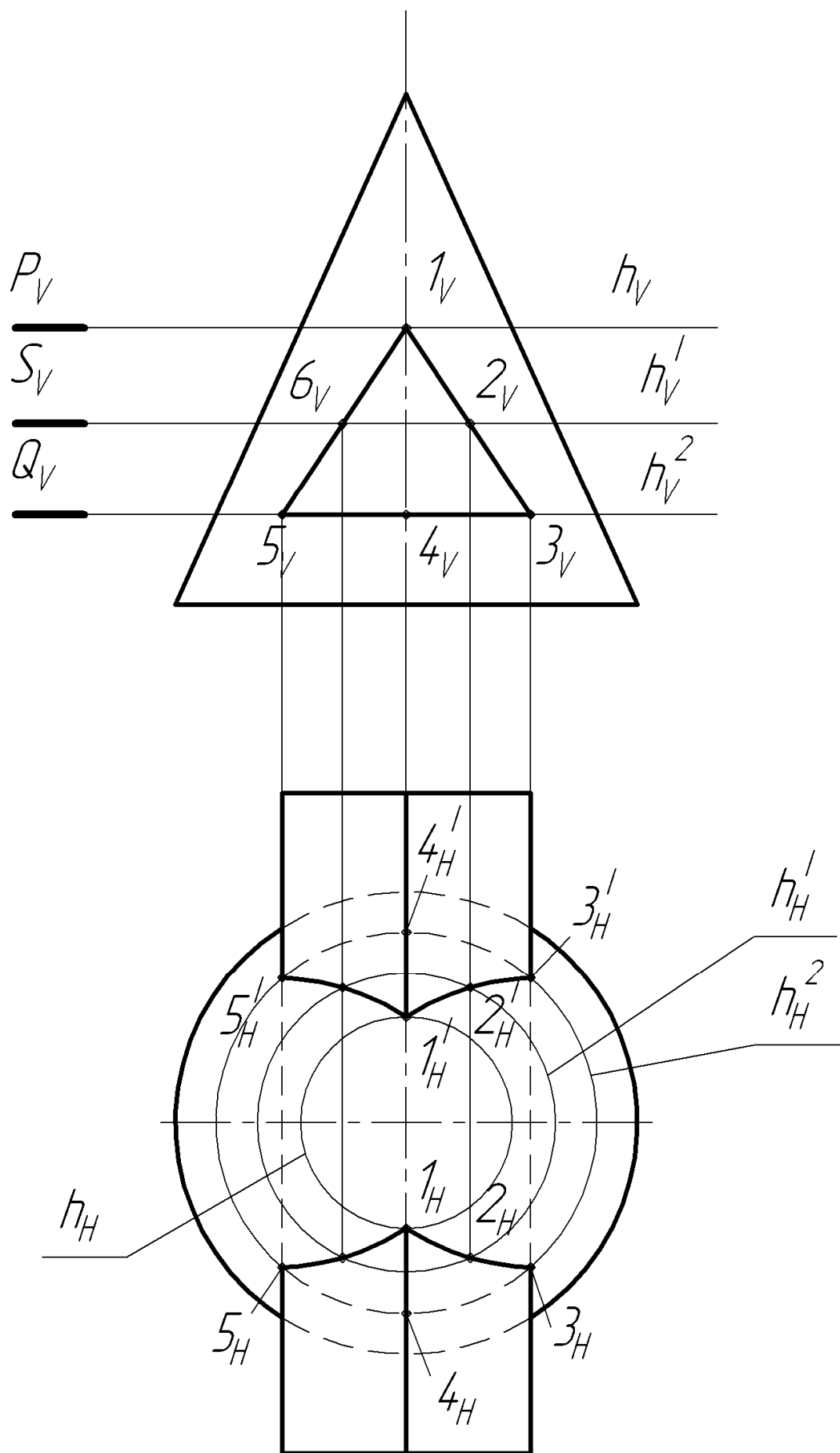


Рис. 17



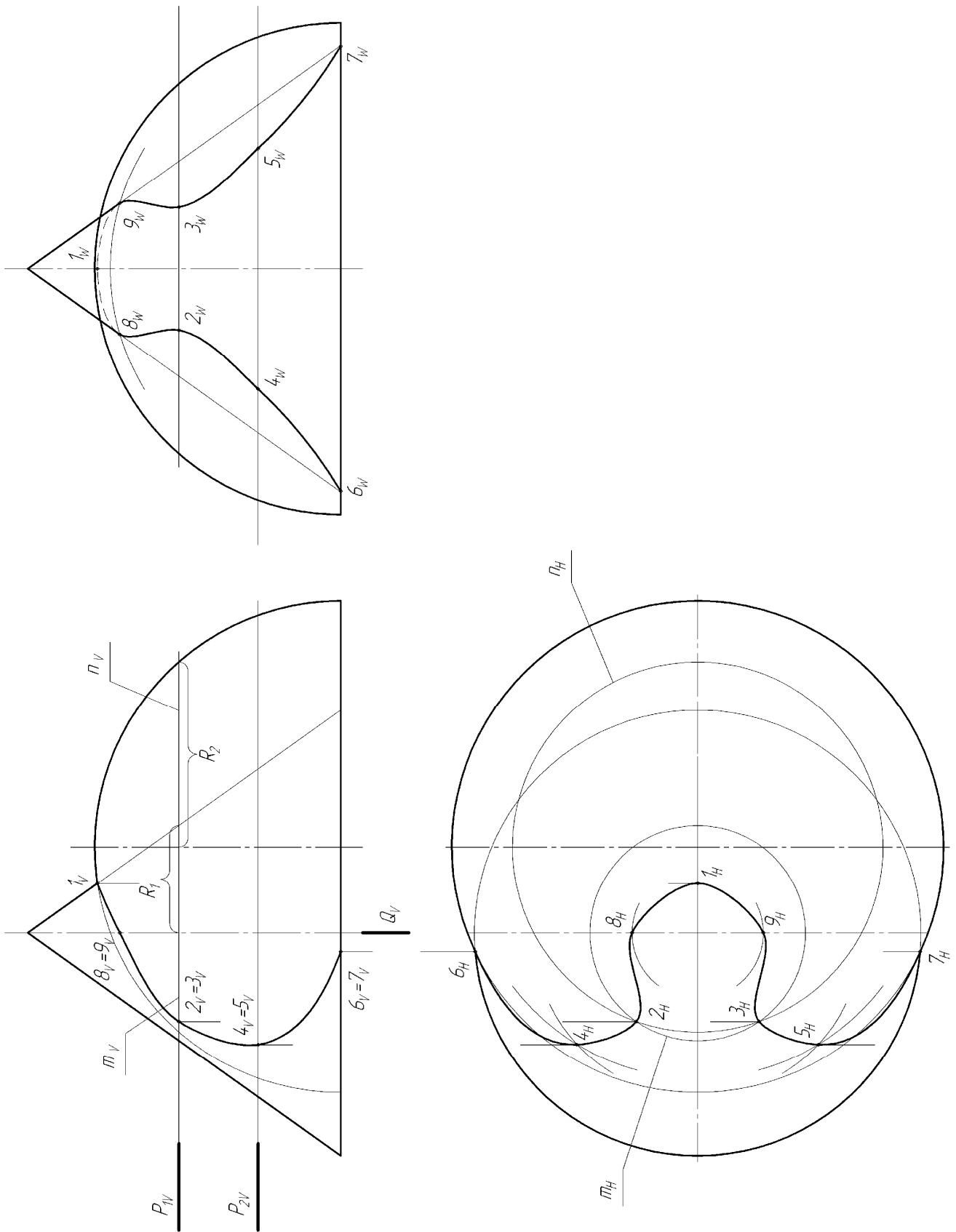


Рис. 18

Пример 2. Рассмотрим пересечения конуса вращения со сферой. Отмечают особые точки 1, 6, 7. Они являются наивысшей (1) и самой низкой (6=7) точками линии пересечения. Промежуточные точки могут быть получены от пересечения данных поверхностей горизонтальными плоскостями  $P_{1V}$ ,  $P_{2V}$  и т.д., т.к. дают графически простые линии (окружности - параллели). Плоскость  $P_{1V}$  пересекает конус по параллели  $m$ , сферу по параллели  $n$ . В пересечении этих параллелей находятся точки 2 и 3. Аналогично построение точек 4 и 5. Соединяем одноименные проекции построенных точек с учетом их видимости плавными кривыми и получаем проекции искомой линии пересечения. При построении профильной проекции линии пересечения необходимо определить особые точки 8 и 9, лежащие на крайних образующих конуса, при помощи вспомогательной плоскости  $Q_V$  (рис. 18).

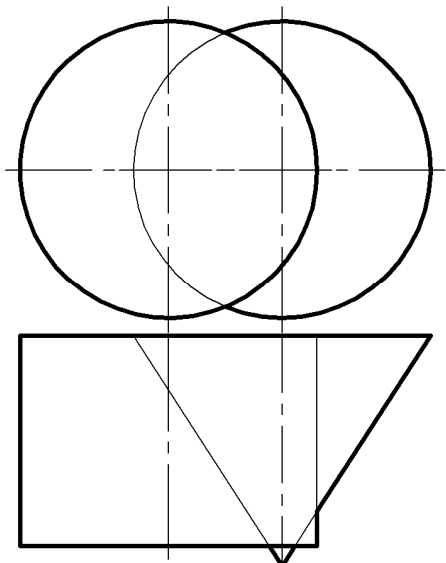
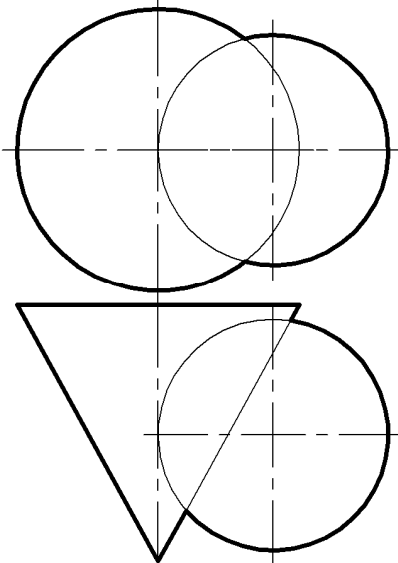
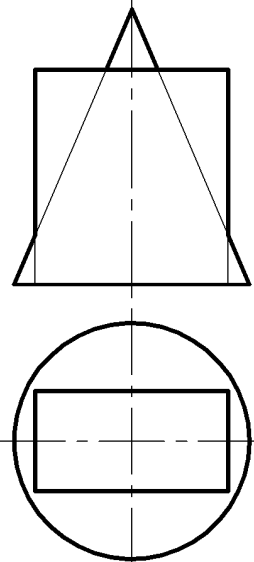
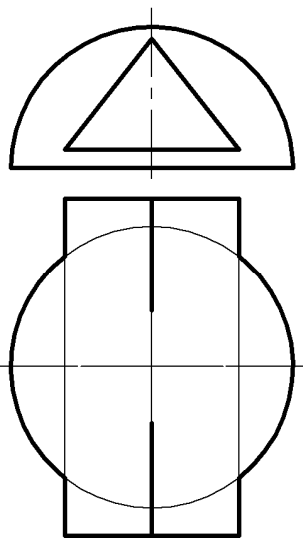
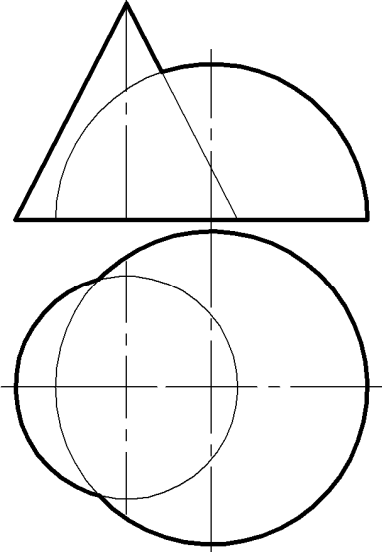
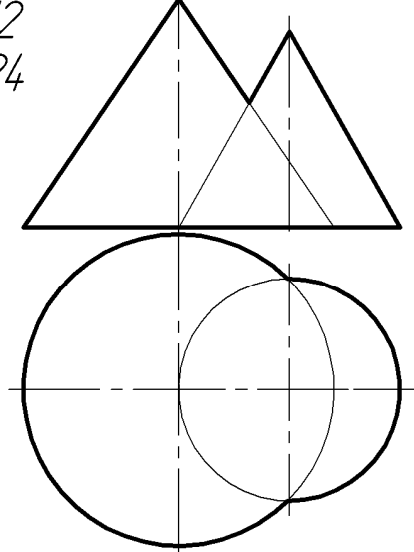
## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Тема 1. Пересечение поверхностей

На формате А3 выполнить решение задачи – построить три проекции линии пересечения двух поверхностей способом введения вспомогательных секущих плоскостей. Для выполнения поставленной задачи следует изучить представленный выше материал.

Варианты заданий выбираются из табл. 1.

<p>1 13</p>	<p>2 14</p>
<p>3 15</p>	<p>4 16</p>
<p>5 17</p>	<p>6 18</p>

<p>7 19</p> 	<p>8 20</p> 
<p>9 21</p> 	<p>10 22</p> 
<p>11 23</p> 	<p>12 24</p> 

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ТЕМЕ 2

### ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ

Правила изображения предметов на чертежах установлены ГОСТ 2.305-68.

Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет располагается между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций.

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба, внутри которого располагается изображаемый предмет (рис. 19 а). Грани куба с полученными на них изображениями совмещаются с плоскостью чертежа (рис. 19 б).

Грани 1, 2 и 3 соответствуют фронтальной, горизонтальной и профильной плоскостям проекций. Изображение на фронтальной плоскости (на грани 1) считается главным. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

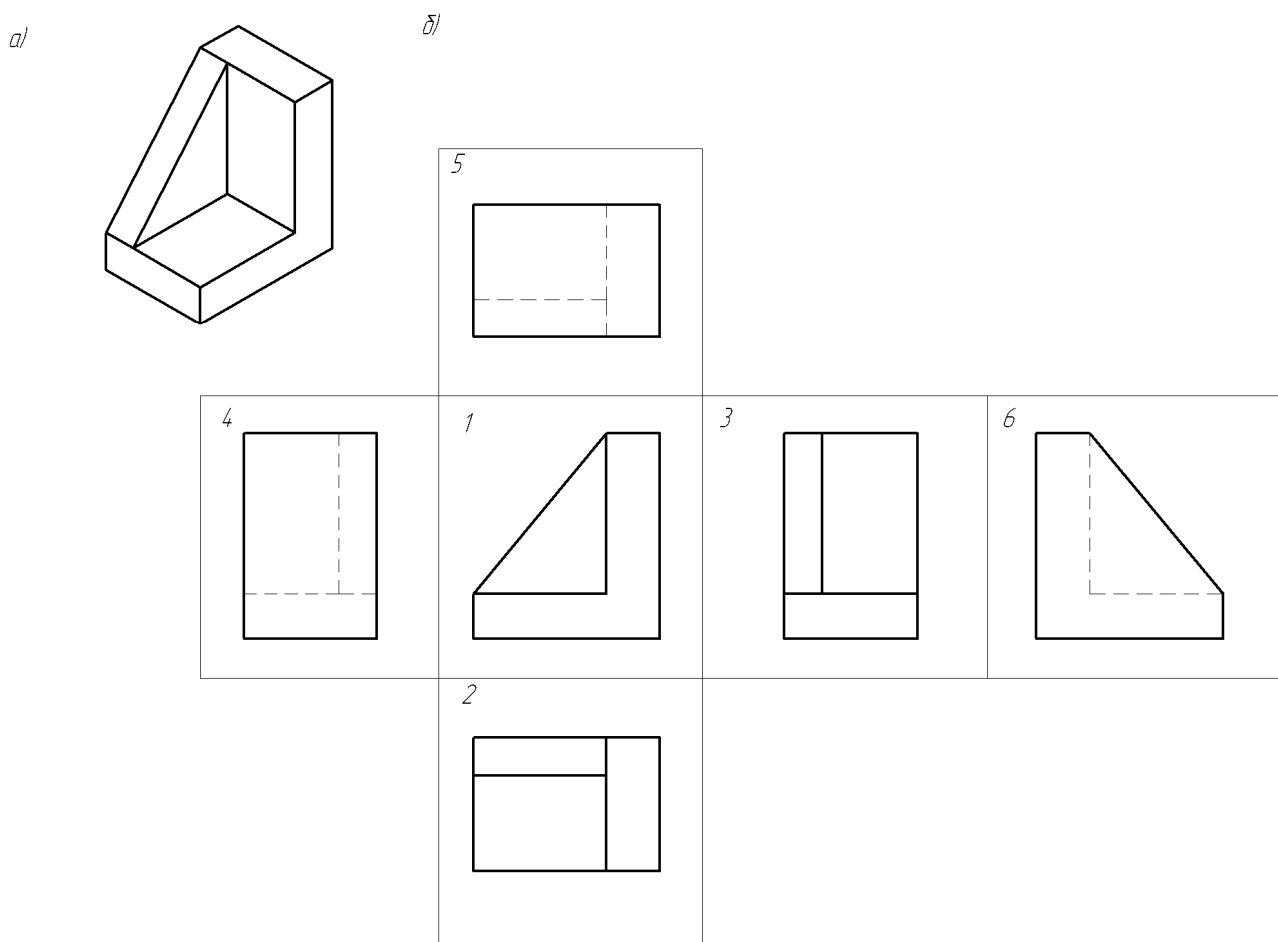


Рис. 19

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

## ВИДЫ

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

По содержанию и характеру выполнения виды разделяются на основные, дополнительные и местные.

ГОСТ 2.305-68 устанавливает следующие названия основных видов, полученных на основных плоскостях проекций (рис. 19): 1 – вид спереди (главный вид); 2 - вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади.

Основные виды обычно располагаются в проекционной связи между собой. В этом случае названия видов на чертеже надписывать не нужно.

Если какой либо вид смещен относительно главного изображения, проекционная связь его с главным видом нарушена, то над этим видом выполняют надпись по типу А (рис. 20).

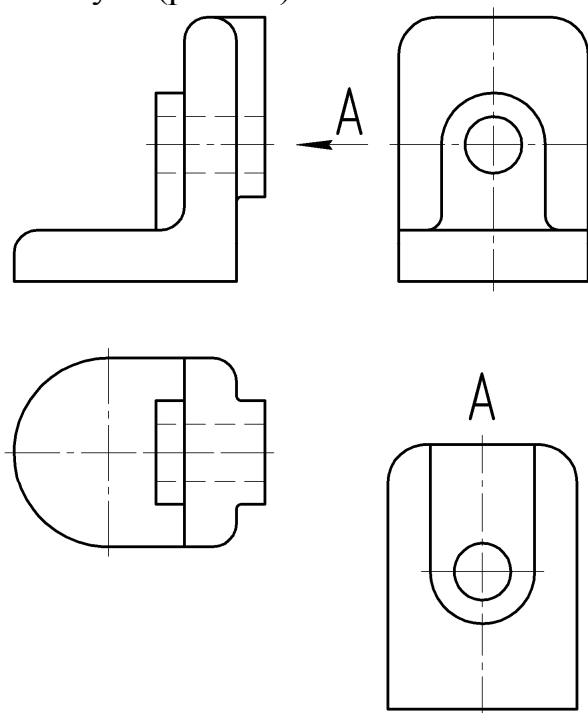


Рис. 20

Направление взгляда должно быть указано стрелкой, обозначенной той же прописной буквой русского алфавита, что и в надписи.

## РАЗРЕЗЫ

Для того, чтобы при помощи чертежа дать полное представление о форме предмета, имеющего внутренние очертания (отверстия, выемки, ребра и т.д.), прибегают к выполнению разрезов и сечений, позволяющих легко разобраться как в линиях видимого, так и невидимого контура.

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, причем часть предмета, находящаяся между глазом наблюдателя и секущей плоскостью, удалена, и изображается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (рис. 21).

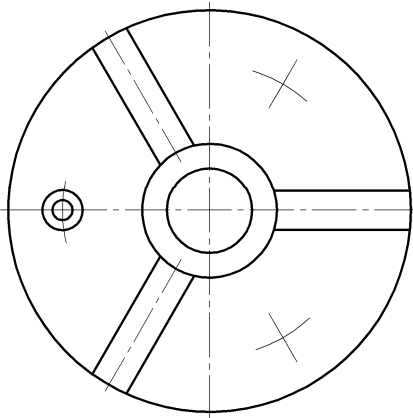
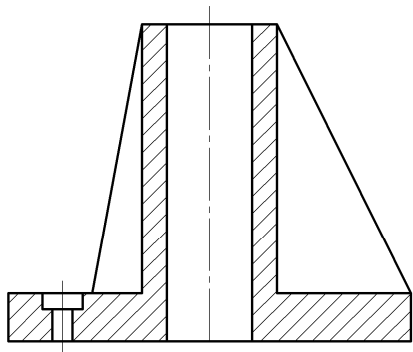


Рис. 21

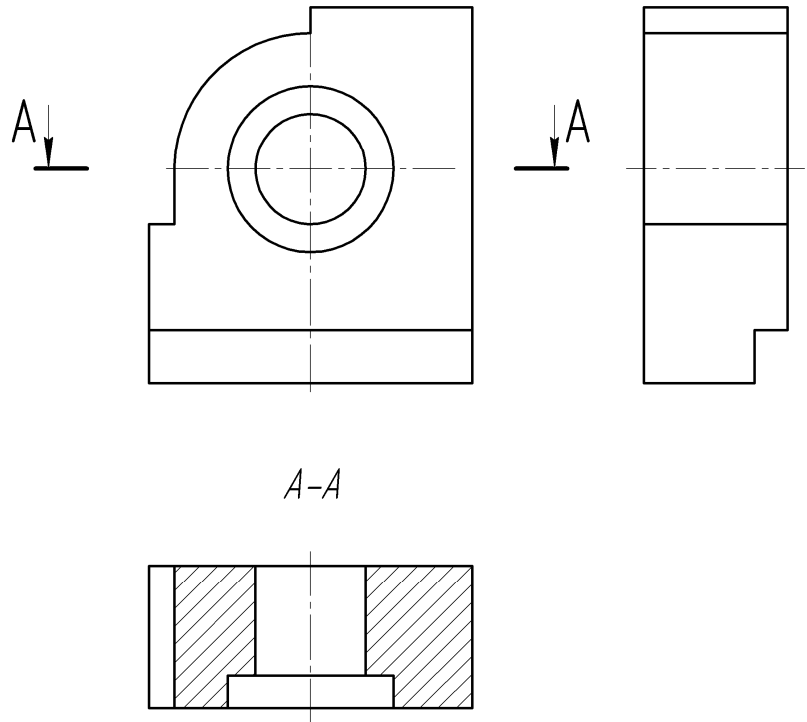


Рис. 22

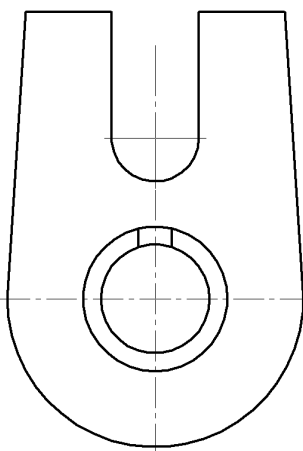


Рис. 23

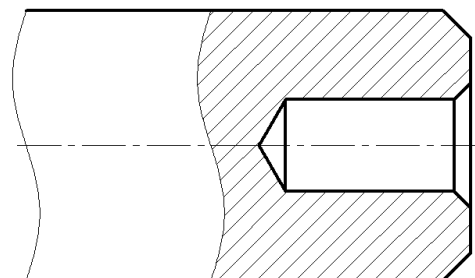
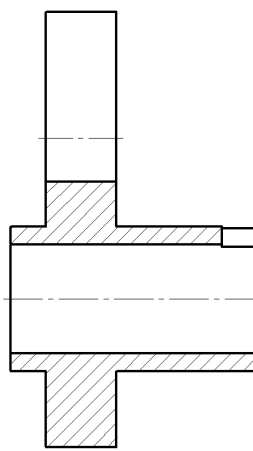


Рис. 24

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы делятся на простые – при одной секущей плоскости; сложные – при нескольких секущих плоскостях.

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы подразделяются на горизонтальные, вертикальные и профильные.

Горизонтальный разрез – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (рис. 22).

Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 21).

Вертикальный разрез называется профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (рис. 23).

Местные разрезы служат для выявления внутреннего устройства предмета в отдельном ограниченном месте. Местный разрез выделяется в виде сплошной волнистой линии (рис. 24).

Положение секущей плоскости указывается разомкнутой линией сечения. Начальный и конечный штрихи линии сечения не должны пересекать контур соответствующего изображения. На начальном и конечном штрихах нужно ставить стрелки, указывающие направление взгляда (рис. 25). Стрелки должны наноситься на расстоянии 2...3 мм от внешнего конца штриха. Около стрелок, указывающих направление взгляда, с внешней стороны угла, образованного стрелкой и штрихом линии сечения, на горизонтальной строке наносятся прописные буквы русского алфавита (рис. 22). Буквенные обозначения присваиваются в алфавитном порядке без повторения и пропусков. Сам разрез должен быть отмечен надписью по типу А-А (всегда двумя буквами, через тире).

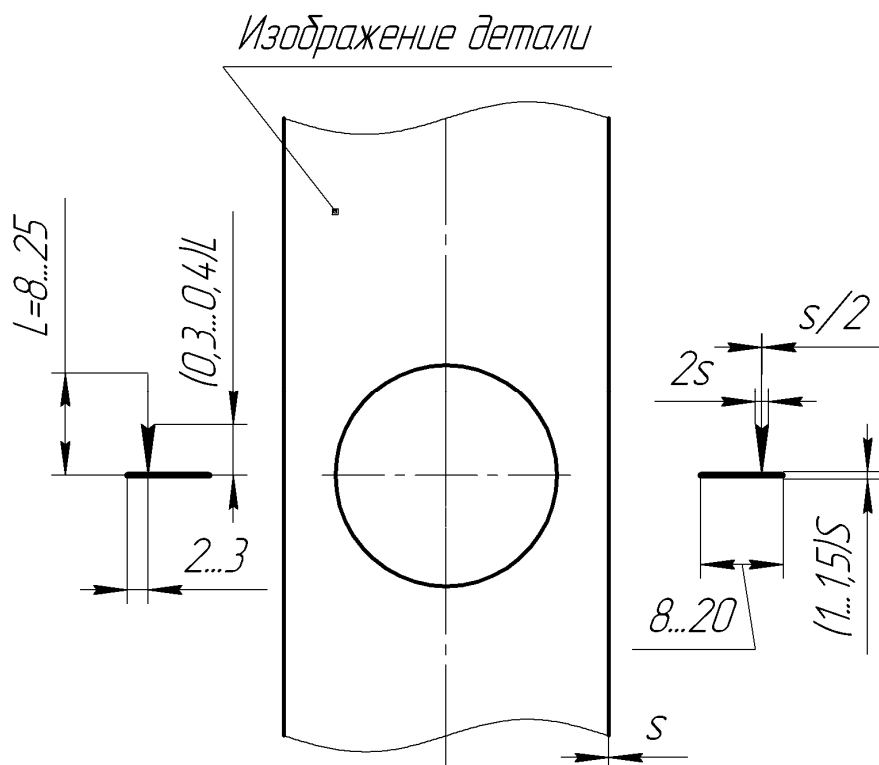


Рис. 25



Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета, а разрез выполнен на месте соответствующего вида в проекционной связи, то для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов отмечать положение секущих плоскостей не нужно и разрез надписью не сопровождается (рис. 21, 23).

Плоская фигура, лежащая в секущей плоскости, – фигура сечения – заштриховывается. Штриховка фигуры сечения, входящей в разрез, должна выполняться согласно ГОСТ 2.306-68. Если соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис. 26).

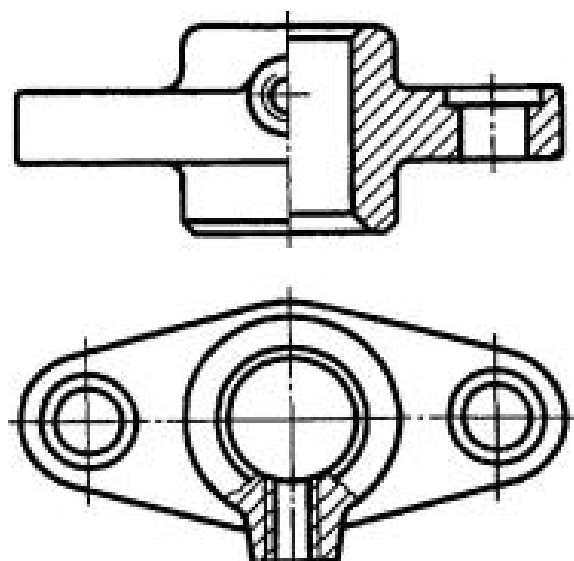


Рис. 26

Такие детали, как винты, болты, заклепки, шпонки, непустотелые валы и т.п. при продольном разрезе показываются нерассеченными (не заштриховываются).

Такие элементы, как спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости (рис. 21) и т.п. показываются незаштрихованными.

## СЕЧЕНИЯ

Сечением называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (рис. 27, 28, 29).

Сечения разделяются на вынесенные (рис. 27, 28) и наложенные (рис. 29).

Контур вынесенного сечения вычерчивается сплошными основными толстыми линиями, а наложенного – сплошными тонкими.

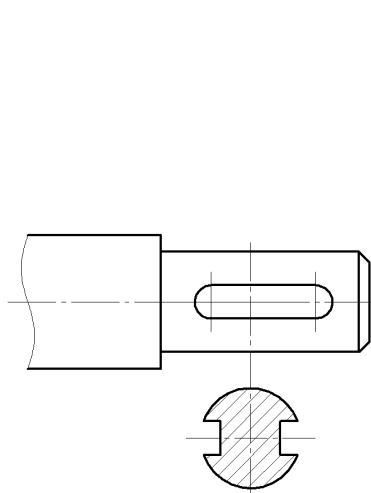


Рис. 27

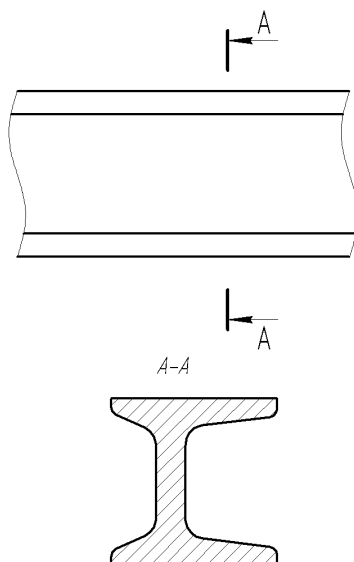


Рис. 28

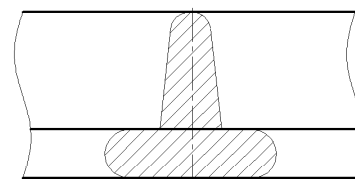


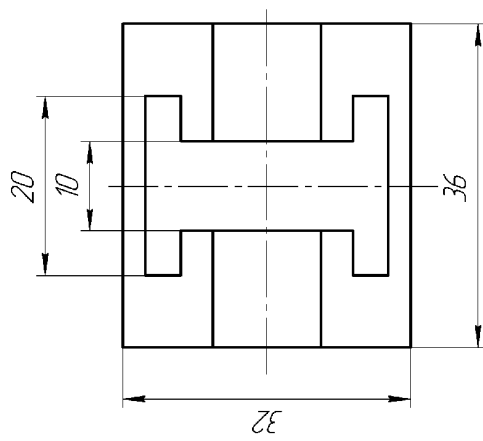
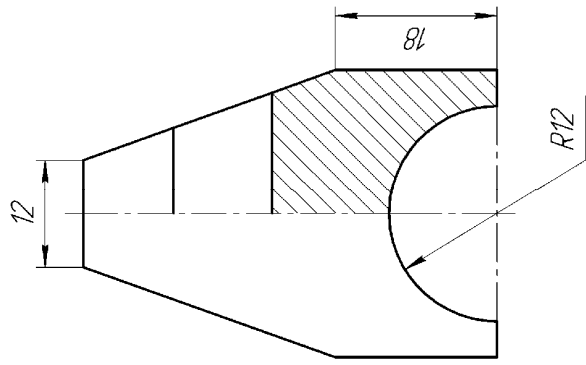
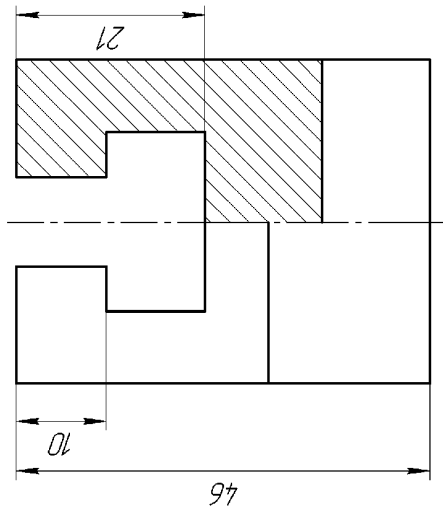
Рис. 29

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЧЕРТЕЖА

На формате А3 в масштабе 2:1 по заданным видам построить третий вид. Нанести размеры, распределяя их на все три изображения. Пример выполнения задания приведен на рис. 30 а, б.

- по данному чертежу детали изучить ее форму путем расчленения на простые геометрические тела.
- на формате, оформленном внешней рамкой, основной надписью и дополнительной графой, нанести тонкими линиями габаритные прямоугольники, в которых разместятся виды спереди (главный вид), слева, сверху. Между ними следует оставить место для размерных линий и размерных чисел.
- в габаритных прямоугольниках нанести ориентировочные контуры будущих изображений, которые получают в результате проецирования. Проекция, представляющие собой симметричные фигуры, начинают с проведения осей симметрии. Если деталь имеет вырезы, проекции которых трудно представить, то их строят по точкам.
- выполнить в тонких линиях указанные на схеме простые разрезы и заштриховать. В соответствии с ГОСТ 2.306-68 линия штриховки должна проводиться под углом  $45^\circ$  к линии контура изображения, как правило, в одну и ту же сторону на всех трех проекциях. После выполнения разрезов на чертеже не должно быть линии невидимого контура.
- нанести размеры, зная при этом, что каждый размер наносится на изображениях детали только один раз. Размеры наносятся по возможности равномерно на все изображения детали. Минимальное расстояние между размерной и линией контура – 10 мм. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Варианты заданий выбираются из табл. 2.

КИГ 01.24.001



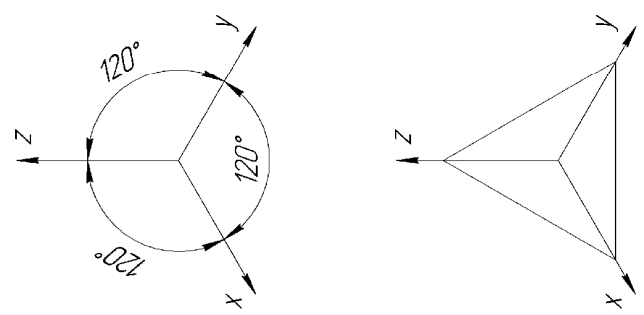
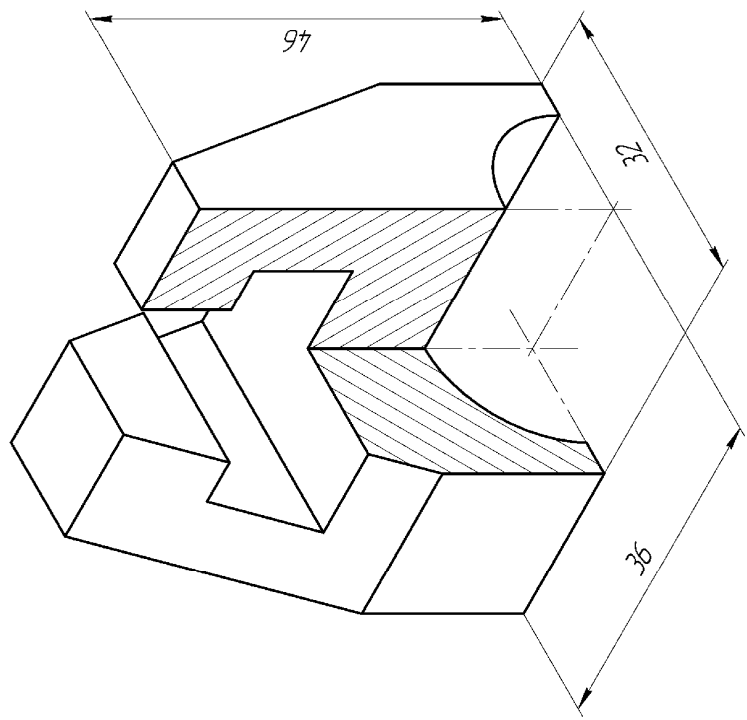
Изм/лист	№ докум.	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Защита ИВ	4		2:1
Проб.	Абдулхожа ФБ	Лист 1	Листов	5
Г.контр.				
Исполн.				
Умб.				
КИГ 01.24.001				
<b>Призма</b>				
КГУ, зр. 33-3716				

Формат А3

Копирован

Рис. 30 а  
27

КИГ 01.24.002



Инд. № подл. / Идн. u dama / Взм. инд. № / Инд. № дудл. / Идн. u dama / Лист № подл. / Лист 2 / Листов 5

Имя/Ист		№ докум		Лист		Масса		Масштаб	
Разраб		Защита ИБ		4				2:1	
Проб		Аббревиатура ФБ		Лист 2		Листов		5	
Г.контр				КИГ 01.24.002		КГЧ, зр. 33-3716			
Исполн									
Умб									

Призма

КИГ 01.24.002

Копирован А3 Формат

Рис. 30 б  
28

## АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

АксонOMETРИЧЕСКИЙ метод проецирования состоит в том, что заданные объекты (предметы, детали) параллельно проецируются на одну плоскость вместе с осями координат, что дает возможность судить о всех трех измерениях предмета. Плоскость, на которую проецируют, называется плоскостью аксонOMETРИЧЕСКИХ проекций, или картинной.

АксонOMETРИЧЕСКИЕ проекции имеют трехосную систему координат. В зависимости от степени поворота и наклона трех взаимно-перпендикулярных осей, проекции аксонOMETРИЧЕСКИХ осей могут быть расположены под различными углами между собой.

В зависимости от направления проецирования аксонOMETРИЧЕСКИЕ проекции делятся на прямоугольные и косоугольные (рис. 31).

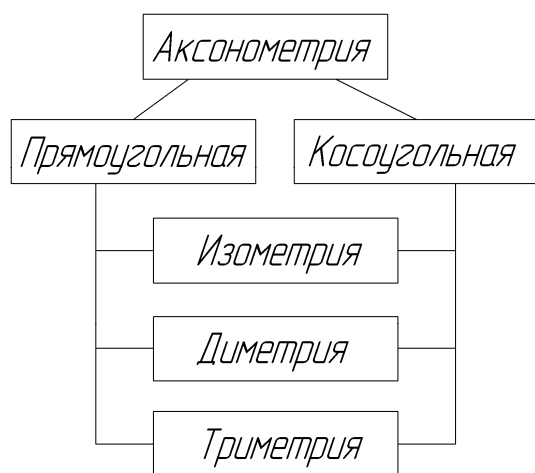


Рис. 31

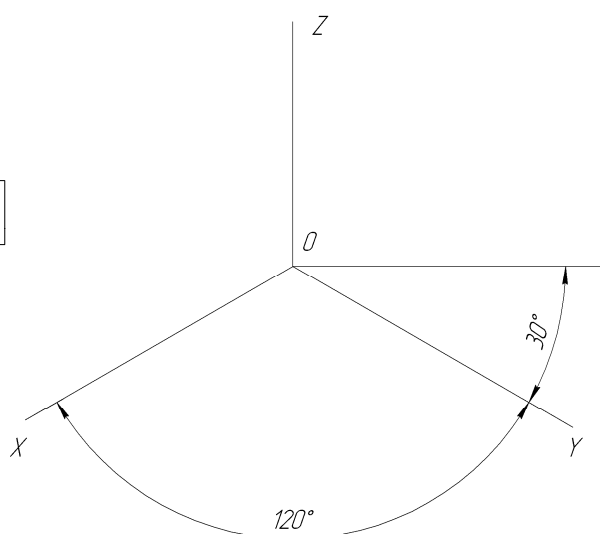


Рис. 32

В зависимости от коэффициентов искажения по осям аксонOMETРИЧЕСКИЕ проекции делятся на изометрию (коэффициенты искажения по всем трем осям одинаковы), диметрию (коэффициенты искажения равны по двум осям) и триметрию (коэффициенты искажения по всем трем осям различны).

Коэффициентом искажения по осям является число, которое выражает отношение длины аксонOMETРИЧЕСКОЙ проекции отрезка и его истинной длины.

В данных методических указаниях рассматривается один вид аксонOMETРИЧЕСКИХ проекций из предусмотренных ГОСТ 2.317-68 – прямоугольная изометрия.

### ИЗОМЕТРИЯ

Положение аксонOMETРИЧЕСКИХ осей в изометрии приведено на рис. 32. Коэффициенты искажения по осям XYZ равны 0,82.

Изометрическую проекцию для упрощения выполняют, как правило, без искажения по осям, т.е. принимают коэффициент искажения равным 1. В этом случае все изображение увеличивается в 1,22 раза.

### ПОСТРОЕНИЕ В ИЗОМЕТРИИ ПЛОСКИХ ФИГУР

Заданную плоскую фигуру можно построить в трех основных положениях: в плоскости  $XOZ$ , соответствующей фронтальной плоскости проекций; в плоскости  $XOY$ , соответствующей горизонтальной плоскости проекций; в плоскости  $ZOY$ , соответствующей профильной плоскости проекций.

На рис. 33 а построен в изометрии прямоугольник, имеющий размеры 23x40 мм, расположенный в плоскости  $XOY$ . Он же построен в плоскости  $XOY$  (рис. 33 б).

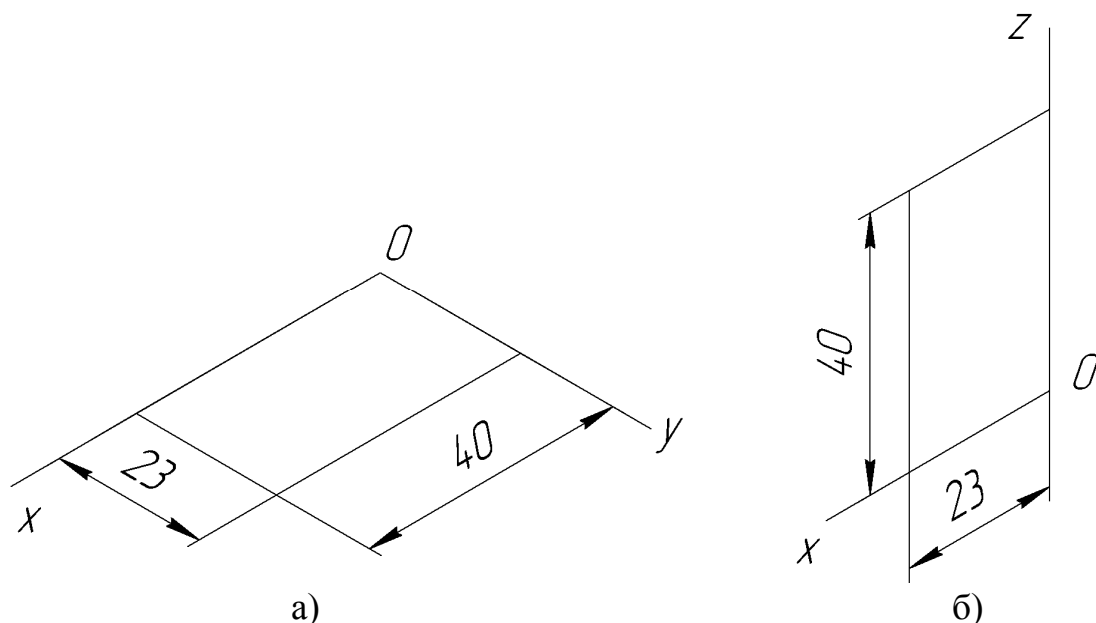


Рис. 33

Построения шестиугольника в плоскостях  $XOY$  и  $XOZ$  даны на рис. 34 б, в.

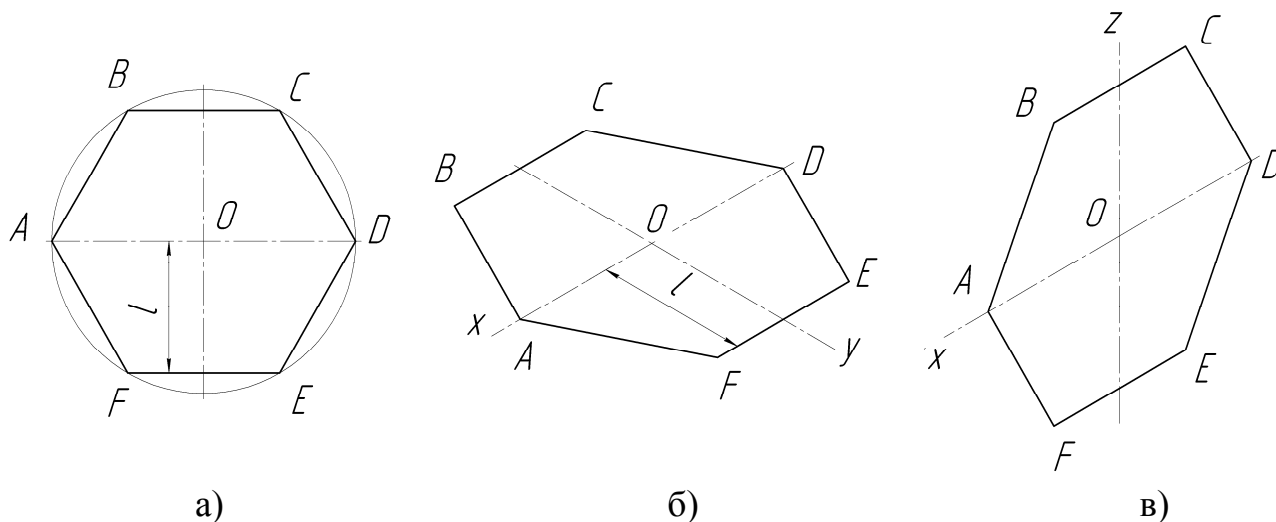


Рис. 34

## ПОСТРОЕНИЕ В ИЗОМЕТРИИ ОКРУЖНОСТЕЙ

Аксонометрией окружности в общем случае будет эллипс.

Для построения прямоугольной аксонометрии окружностей, лежащих в плоскостях проекций или им параллельных плоскостях, руководствуются правилом: большая ось эллипса перпендикулярна той аксонометрической оси, которая отсутствует в плоскости окружности.

В прямоугольной изометрии равные окружности, расположенные в плоскостях проекций, проецируются в равные эллипсы (рис. 35).

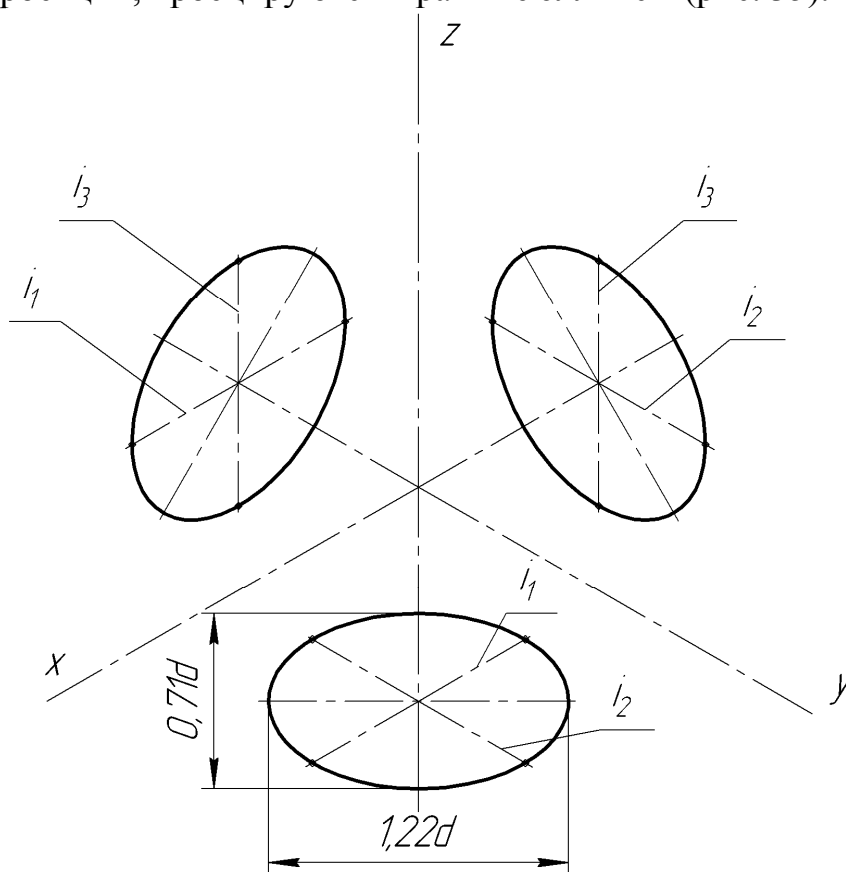


Рис. 35

Размеры осей эллипсов равны: большая ось –  $1,22d$ ; малая ось –  $0,71d$ , где  $d$  – диаметр изображаемой окружности.

Диаметры окружности, параллельные осям проекций, проецируются отрезками, параллельными аксонометрическим осям, изображаются равными диаметру окружности:  $l^1=l^2=l^3=d$ , при этом  $l^1 \parallel x$ ;  $l^2 \parallel y$ ;  $l^3 \parallel z$ .

При построении чертежей эллипсы заменяются четырехцентровыми овалами.

Построение овала, изображающего окружность в осях  $XOY$ , видно на рис. 36 а, б.

Вычерчивают ромб, в который должен вписаться овал, изображающий данную окружность в изометрии. Для этого на осях  $X$  и  $Y$  откладывают от точки  $O$  в четырех направлениях отрезки, равный радиусу изображаемой окружности (рис. 36 а). Через полученные точки 1, 2, 3 и 4 проводят прямые,

образующие ромб. Его стороны равны диаметру изображаемой окружности. Из вершин  $A$  и  $B$  описывают между точками 1 и 2, а также 3 и 4 дуги радиусом  $R$ , равным длине прямых  $B1$  или  $B2$ .

Точки  $C$  и  $D$ , лежащие на пересечении диагонали ромба с прямыми  $B1$  и  $B2$ , являются центрами малых дуг, сопрягающих большие (рис. 36 б). Малые дуги описывают радиусом  $R$ , равным отрезку  $C1$ .

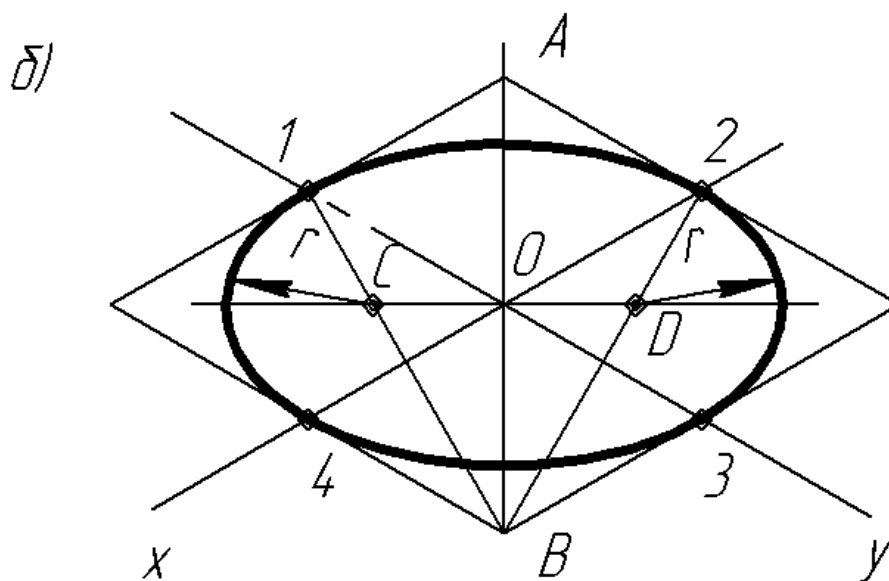
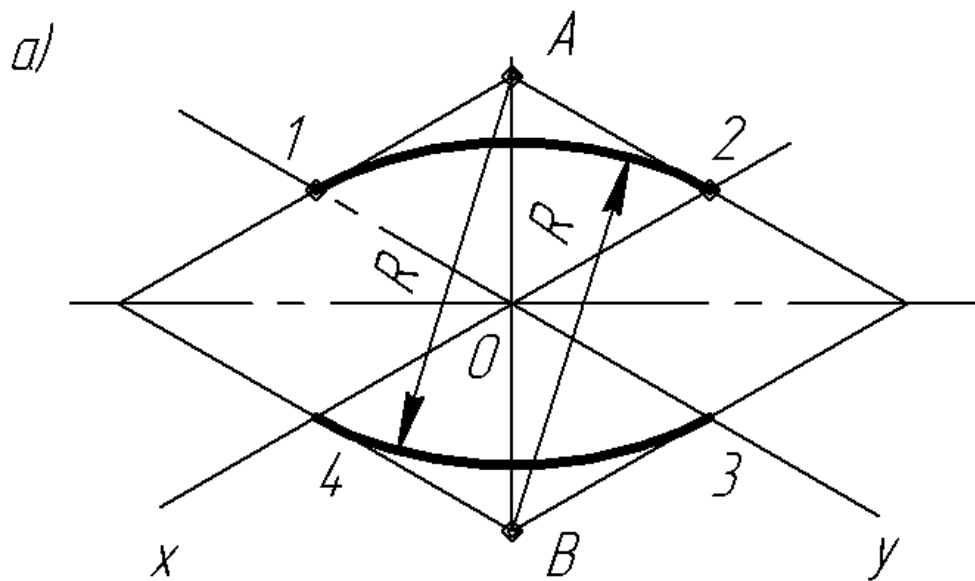


Рис. 36



# ПОСТРОЕНИЕ В ИЗОМЕТРИИ ДЕТАЛИ

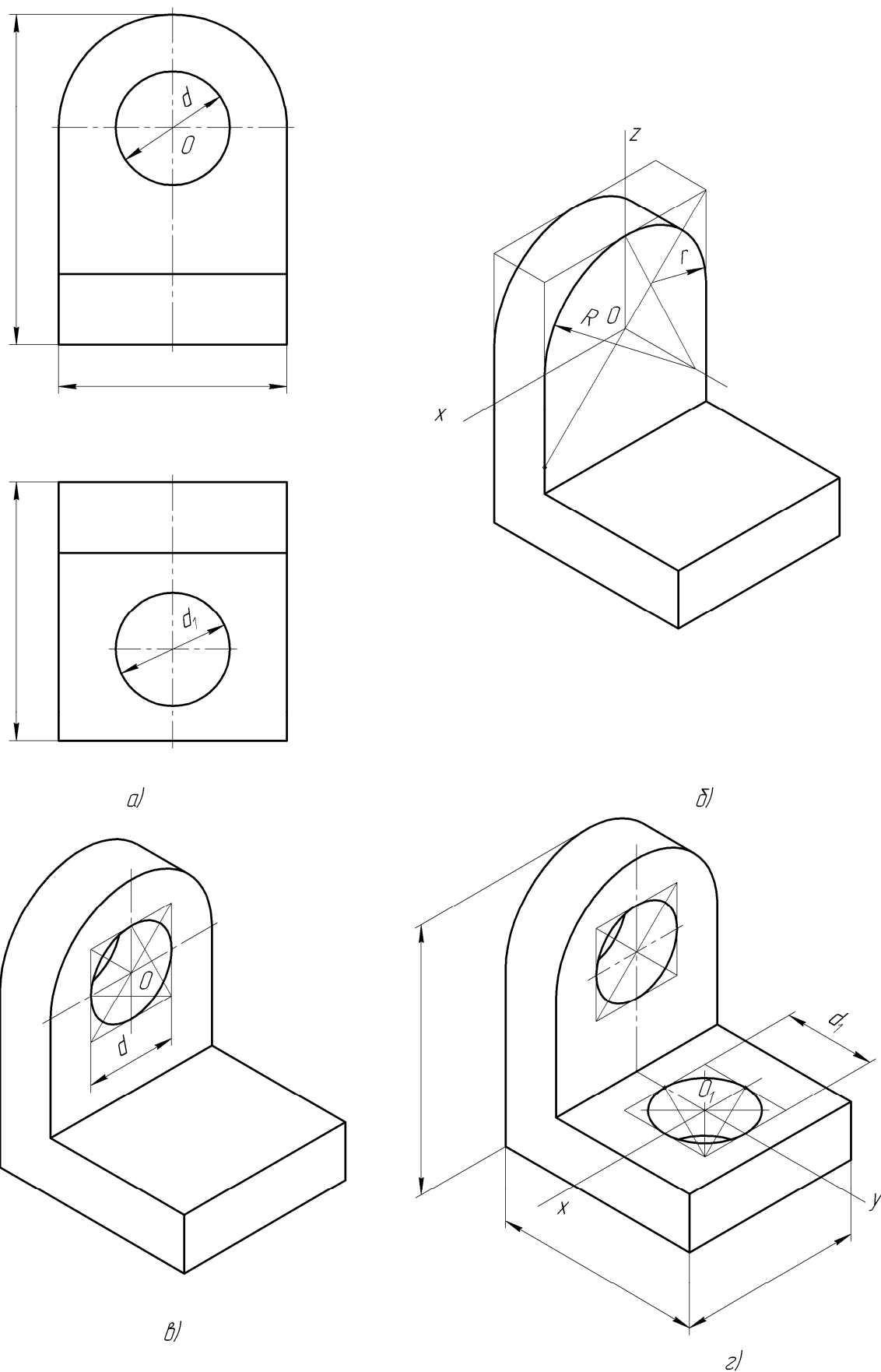


Рис. 37  
33

Таблица 2

№ вар	Задание	№ вар	Задание
1, 30		2, 29	
3, 28		4, 27	
5		6	
7		8	
9		10	

№ вар	Задание	№ вар	Задание

№ вар	Задание	№ вар	Задание

Построить в изометрии деталь, два вида которой изображены на рис. 37 а, б, в, г.

Построение ведется в следующем порядке. Сначала вычерчивают исходную форму детали (рис. 37 б). Затем строят овалы, изображающие полукруг и окружности. Для этого на вертикально расположенной плоскости находят точку  $O$  – центр окружности и полукруга. Через точку  $O$  проводят изометрические оси  $X$  и  $Z$ . На этих осях строится ромб со стороной, равной двум радиусам скругления верхней части детали. В этот ромб вписывают половину овала (рис. 37 б). Овалы на параллельно расположенных плоскостях строят перенесением центров дуг на отрезок, равный расстоянию между данными плоскостями. На рис. 37 б показаны центры этих дуг.

На этих же осях  $X$  и  $Z$  строят ромб со стороной, равной диаметру окружности  $d$  на вертикально расположенной грани. В ромб вписывают овал (рис. 37 в). Находят центр окружности  $O_1$  на горизонтально расположенной грани, проводят изометрические оси  $X$  и  $Y$ , строят ромб, в который вписывают овал.

## ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ

При изготовлении машин, приборов, аппаратов детали, входящие в них, тем или иным способом соединяются между собой. Соединения деталей делятся на разъемные и неразъемные.

К разъемным относятся такие соединения, которые можно неоднократно разбирать и вновь собирать без разрушения соединительных элементов.

Это резьбовые (болтовые, шпилечные, винтовые и т.п.), шпоночные и зубчатые (шлицевые), штифтовые и другие соединения.

К неразъемным относятся соединения, разборка которых невозможна без нарушения соединительных элементов. Это заклепочные, сварные, паяные и клеевые соединения.

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ

Резьбовые соединения широко распространены в машиностроении. Они обеспечивают надежность соединения, удобство его сборки и разборки.

Резьбовое соединение – соединение деталей с помощью резьбы, обеспечивающее их относительную неподвижность или заданное перемещение одной детали относительно другой.

Основным элементом всех резьбовых соединений является резьба. Резьбой называется поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

Резьбы классифицируются по форме поверхности, на которой она нарезана (цилиндрические, конические), по положению резьбы на поверхности стержня или отверстия (наружные, внутренние), по форме профиля (треугольные, прямоугольные, трапециевидные, круглые), назначению (крепежные, крепежно-уплотнительные, ходовые, специальные и др.),

направлению винтовой поверхности (правые и левые) и по числу заходов (однозаходные, многозаходные).

Резьбу характеризуют три параметра (рис. 38): наружный  $d$  ( $D$ ), внутренний  $d_1$  ( $D_1$ ) и средний  $d_2$  ( $D_2$ ) диаметры.

Наружный диаметр резьбы  $d$  ( $D$ ) для большинства резьб является определяющим и входит в условное обозначение резьбы.

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ее ось (рис. 38).

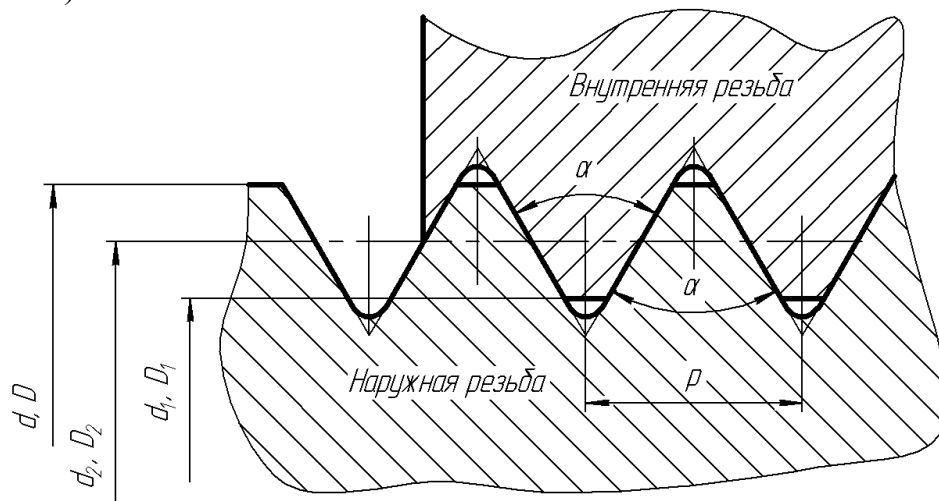


Рис. 38

Шаг резьбы  $P$  – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (рис. 38).

### ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ

На чертеже резьба изображается упрощенно в соответствии с ГОСТ 2.311-68.

На стержне резьбу изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру  $d$  и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру  $D_1$ . На изображениях, полученных проецированием резьбовой поверхности на плоскость, перпендикулярную ее оси, сплошную тонкую линию проводят дугой на  $\frac{3}{4}$  длины окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 39 а).

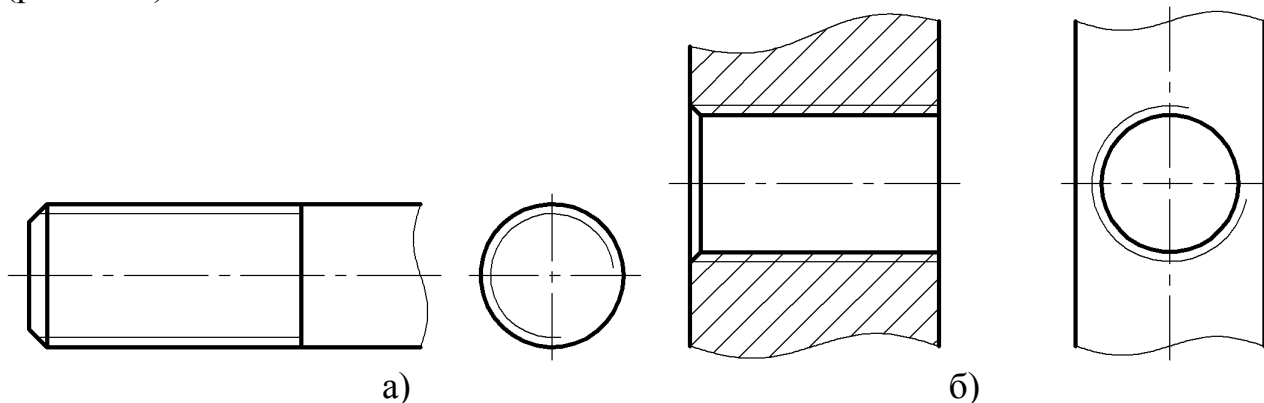


Рис. 39

В отверстии резьбу изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру  $D_1$  и сплошными тонкими – по наружному диаметру  $D$  (рис. 39 б).

В резьбовых соединениях, изображенных в разрезах, резьба стержня закрывает резьбу отверстия (рис. 40). Следует обратить особое внимание на то, что в разрезах штриховка доводится до сплошных основных толстых линий.

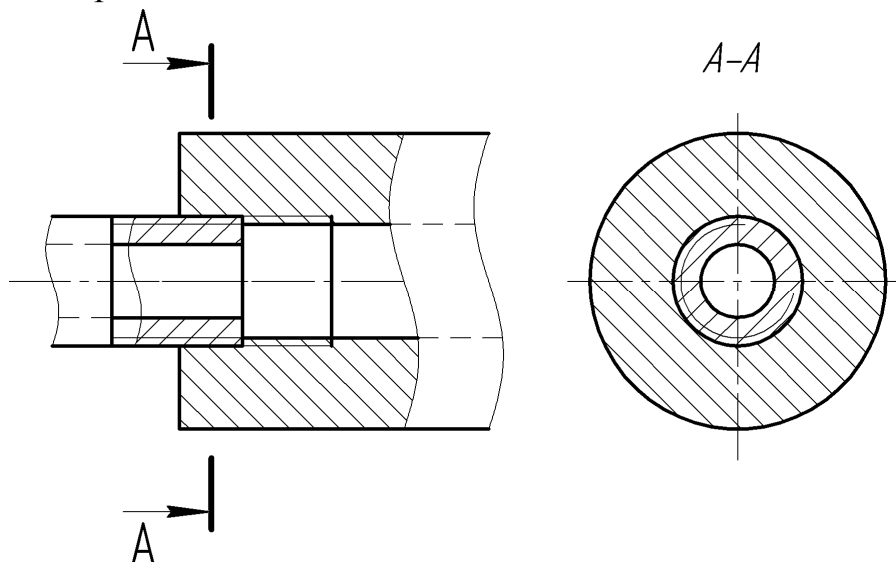


Рис. 40

## ТИПЫ РЕЗЬБ

### КРЕПЕЖНЫЕ РЕЗЬБЫ

Метрическая резьба является основной крепежной резьбой. Все размеры ее элементов задаются в миллиметрах и существуют с крупным и мелким шагом. Профилем метрической резьбы служит равносторонний треугольник. Выступы и впадины притуплены (табл. 3, п. 1).

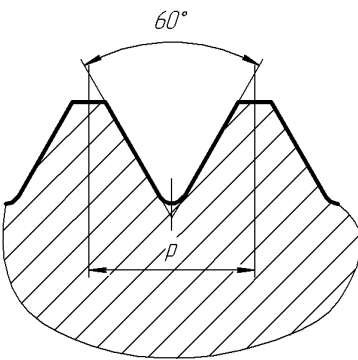
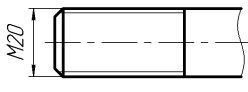
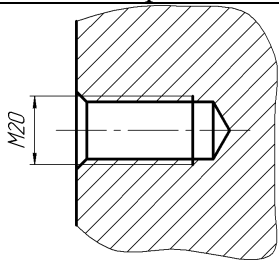
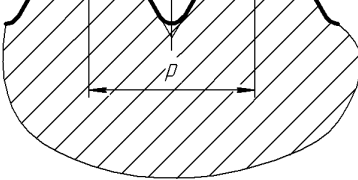
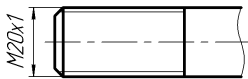
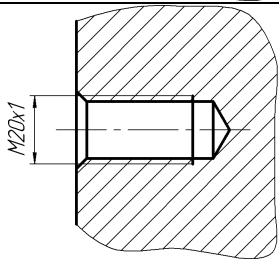
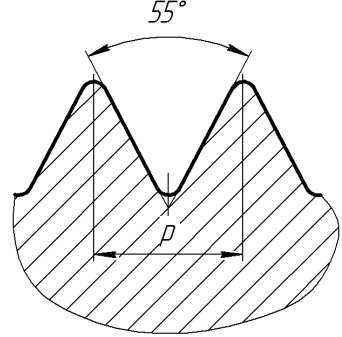
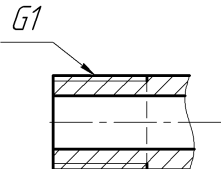
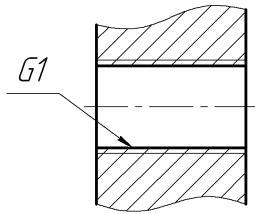
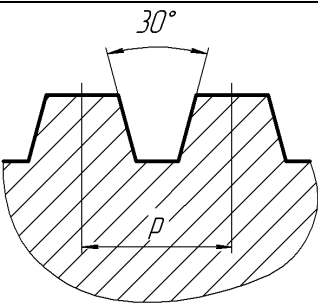
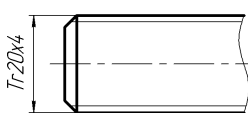
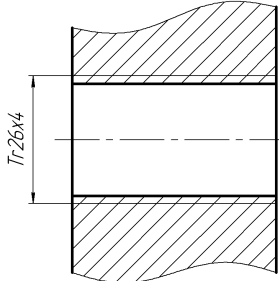
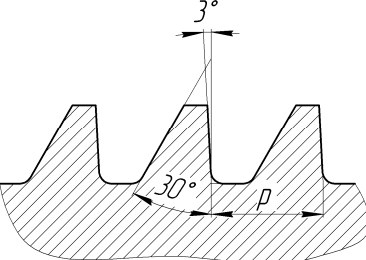
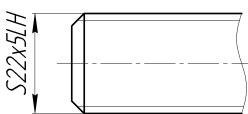
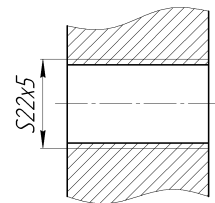
Резьба трубная цилиндрическая представлена в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине  $55^\circ$  (табл. 3, п. 2), вершины и впадины скруглены. Эту резьбу применяют в трубопроводах и трубных соединениях.

### ХОДОВЫЕ РЕЗЬБЫ

Резьба трапецеидальная служит для передачи движения и усилий. Профиль трапецеидальной резьбы – равнобокая трапеция с углом между боковыми сторонами  $30^\circ$  (табл. 3, п. 3). Трапецеидальная резьба может быть однозаходной и многозаходной, правой и левой (обозначается LH).

Резьба упорная имеет профиль неравнобокой трапеции (табл. 3, п. 4), впадины профиля закруглены. Служит для передачи движения с большими осевыми нагрузками. Может быть однозаходной и многозаходной, правой и левой.

Таблица 3

№ п/п	Тип резьбы	Профиль резьбы	Примеры обозначения резьб	
			На стержне	В отверстии
1	Метрическая резьба а) с крупным шагом			
	б) с мелким шагом			
2	Трубная цилиндрическая			
3	Трапецеидальная			
4	Упорная			

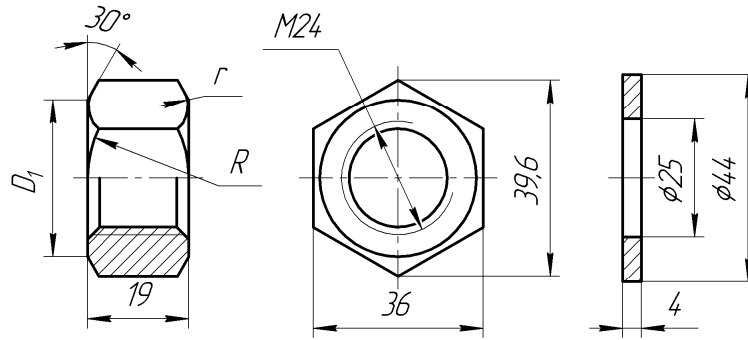
## БОЛТОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

На формате А3 в соответствии со своим вариантом выполнить чертежи: гайки, шайбы, болта с нанесением стандартных размеров и условным обозначением, сборочный чертеж болтового соединения в двух проекциях (рис. 41). Исходные данные взять в табл. 4.



Гайка М24 ГОСТ 5915-70

Шайба 24 ГОСТ 11371-78



$D_1 = (0,9 \dots 0,95)S$   $R = 1,5d$   $r$ -по построению

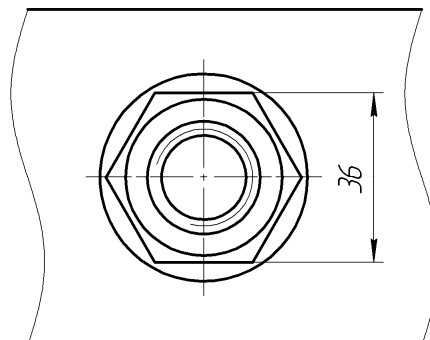
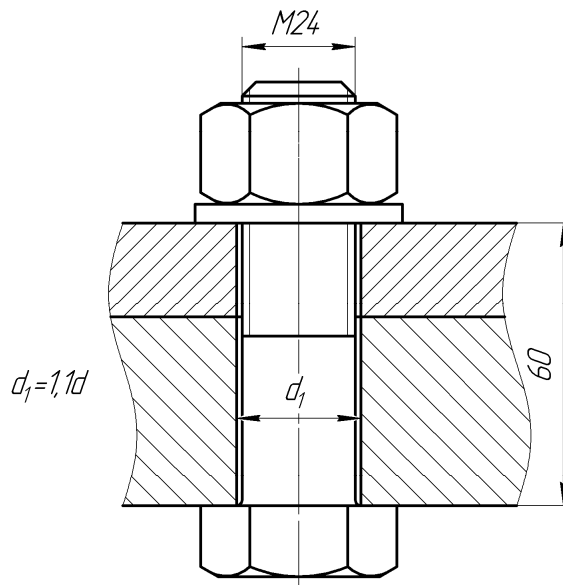
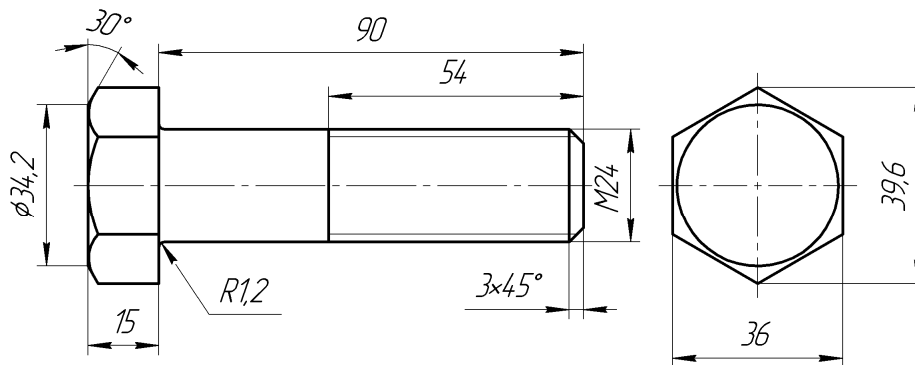


Рис.41

Рассчитать длину болта  $\ell$  по формуле  $\ell = B + S + H + K$ , где:

$B$  – толщина соединяемых деталей;

$S$  – толщина шайбы;

$H$  – высота гайки;

$K$  – длина конца болта, выступающего за торцевую поверхность гайки (берется в пределах от 0,25 до 0,5 диаметра резьбы). Полученная длина болта округляется до числа, оканчивающегося на 0 или 5.

Таблица 4

№ варианта	Болт (исполнение 1)			Толщина соединяемых деталей (В), мм	Гайка	Шайба
	Резьба		ГОСТ			
	Диаметр, М	Шаг, Р			ГОСТ	
1,16	16	1,5	7805-70	40	5915-70 Исполнение 1	11371-78 Исполнение 1
2,17	20	2,5	7805-70	35		
3,18	22	1,5	7798-70	55		
4,19	24	3	7798-70	55		
5,20	18	1,5	7805-70	45		
6,21	16	2	7798-70	35		
7,22	20	1,5	7798-70	45		
8,23	24	2	7805-70	50		
9,24	18	2,5	7798-70	50		
10,25	22	1,5	7805-70	45		
11,26	27	2	7805-70	55		
12,27	20	2,5	7805-70	50		
13,28	16	1,5	7798-70	50		
14,29	22	2,5	7805-70	40		
15,30	27	2	7798-70	60		

Пример выполнения чертежа дан на рис. 41.

## ДЕТАЛИРОВАНИЕ

### Содержание задания

Прочсть полученный чертеж общего вида изделия и выполнить рабочие чертежи двух деталей указанных преподавателем.

Чертеж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Чертеж общего вида содержит необходимое число изображений (видов, разрезов, сечений), текстовую часть и надписи, чтобы полностью показать устройство изображаемого изделия, при необходимости наносятся некоторые размеры, посадки, предельные отклонения и т.п.

Целесообразная последовательность действий следующая:

- прочсть имеющееся описание работы конструкции или (и) принципиальную схему ее работы;
- по основной надписи выяснить масштаб изображения;
- определить, какие виды, разрезы, сечения выполнены на чертеже и назначение каждого из них;

- ознакомиться с техническими требованиями;
- по спецификации определить наименование каждой детали, найти ее изображение на чертеже;
- установить способы соединения деталей между собой, пределы их возможного перемещения;
- последовательно для каждой детали выяснить ее геометрическую форму, размеры, материал;
- мысленно представить внешние и внутренние формы изделия в целом и разобраться в его работе;
- определить порядок сборки и разборки изделия, т.е. выяснить возможности ремонта механизма или машины при демонтаже отдельных деталей.

Именно по чертежу общего вида выполняется процесс детализации, т.е. разработка чертежей оригинальных деталей. Процесс детализации целесообразно выполнять в следующей последовательности:

- по номеру позиции на чертеже с помощью спецификации определяется наименование детали и все имеющиеся ее изображения, выявив все особенности внутренней и наружной поверхности детали;
- мысленно представить данную деталь в пространстве. Если это сразу трудно сделать, можно эскизно выполнить наглядное изображение детали, затем сравнить с ортогональными проекциями детали на чертеже общего вида;
- выбрать главное изображение детали в соответствии с ГОСТ 2.305-68. Главное изображение должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали. На сборочном чертеже изображены сразу все детали в соединении и, конечно, положение всех деталей на главном виде не может удовлетворять этим требованиям. Содержание главного изображения (вид, разрез, сочетание части вида и части разреза) определяется для каждой детали индивидуально в зависимости от ее конфигурации. Следует иметь в виду, что детали, обрабатываемые на токарных станках (валы, оси, втулки и пр.), располагают на главном виде так, чтобы ось детали была параллельна основной надписи чертежа;
- определить необходимое и достаточное количество изображений детали;
- выбрать масштаб изображений детали на чертеже, ГОСТ 2.302-68. При этом нужно иметь в виду, что масштаб уменьшения не следует применять для деталей сложной конфигурации, так как в таком случае могут возникнуть затруднения как с выполнением изображений, так и с нанесением размеров. Для мелких деталей следует применять масштабы увеличения;
- определить формат, необходимый для выполнения рабочего чертежа данной детали, ГОСТ 2.301-68;
- размеры для вычерчивания изображений детали получают путем замера на сборочном чертеже с учетом масштаба сборочного чертежа.

Авдощенко Фаина Васильевна

Миронова Татьяна Алексеевна

Битунов Александр Ильич

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Методические указания и контрольные задания  
для студентов заочной формы обучения  
специальности 080502

Редактор Н.М. Устюгова

---

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип.№1
Печать трафаретная	Усл.печ.л.	Уч.-изд. л.
Заказ	Тираж	Цена свободная

---

Редакционно-издательский центр КГУ.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.