

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БРЕСТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ  
И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по выполнению контрольных графических работ по курсу

**«ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»**

**Часть 1**

*(для студентов заочной формы обучения  
механических специальностей)*

Брест 1999

УДК 621.81 (07)

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

**Методические указания по выполнению контрольных графических работ для студентов-заочников механических специальностей. ЧАСТЬ I.**

Методические указания предназначены для оказания помощи студентам в изучении теоретического материала курса и выполнению контрольных работ. В них приводится методика изучения теоретического материала, рекомендации по выполнению контрольных работ, приводятся справочные материалы.

### **Составители:**

Базенков Т.Н. – доцент, к.т.н.

Кокошко А.Ф. – доцент, к.т.н.

Хомич Н.В. - доцент

Винник Н.С. - ассистент

Курс «Инженерной графики» (Машиностроительное черчение) студенты-заочники изучают во II, III и IV семестрах.

Изучение курса основывается на теоретических положениях курса «Начертательная геометрия», нормативных документов и государственных стандартах ЕСКД.

Основные положения курса студент приобретает в процессе самостоятельного изучения учебной литературы.

Теоретические положения курса рекомендуется изучать в следующей последовательности:

1. Ознакомиться с темой по программе и методическим указаниям к выполнению контрольных работ;

2. Изучить стандарты, необходимые для выполнения графической работы по данной теме, а также теоретические положения, приведенные в методических указаниях;

3. Изучить рекомендуемую литературу по данной теме;

4. Ответить на вопросы для самопроверки к каждой теме программы и записать ответы в рабочей тетради;

5. Выполнить графическую работу в порядке, указанном в методических указаниях к теме.

Чертежи, помещенные в методических указаниях, не являются эталонами исполнения, а служат лишь примерами расположения материала на листе, характеризуют объем и содержание темы.

**КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ.** Основная форма работы студентов по «Инженерной графике» – выполнение графических работ по темам, указанным в программе. Количество контрольных работ и распределение тем приведено в заданиях.

Каждую контрольную работу студент высылает в институт для рецензирования в сроки, установленные графиком. Отсылать на рецензию контрольную работу по частям не допускается. Все чертежи складываются до формата А4.

Рецензирование проводится ведущим преподавателем в установленные сроки и является основной работой со студентами со стороны преподавателя. Прорецензированная контрольная работа с рецензией возвращается студенту. Замечания рецензента на чертежах нельзя удалять, они должны оставаться до предъявления чертежей на зачете.

Контрольная работа засчитывается только при правильном выполнении чертежей по всем темам, входящим в нее. На повторную рецензию после исправления контрольная работа высылается в полном объеме вместе с рецензией.

**ЗАЧЕТ ПО КУРСУ.** Зачеты по курсу студент сдает в конце II и IV семестров в установленные сроки.

К зачету допускаются студенты, полностью выполнившие все графические работы, установленные рабочей программой и защитившие контрольные работы. Защита включает в себя:

1. Просмотр преподавателем выполненных графических работ.

2. Ответы студента на вопросы преподавателя по темам контрольной работы, выявляющих знания студентов по стандартам ЕСКД и умение читать чертежи.

3. Выполнение небольших фрагментов работ по темам контрольной работы для установления графических навыков.

Защита контрольных работ производится во всех семестрах (в III-ем – для получения задания на IV семестр).

Зачет дифференцированный (с оценкой), принимается в письменном виде. Задание для зачета выдается по темам, выполненной контрольной работы.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

### ТЕМА 1: ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

Разработка чертежей (конструкторской документации) регламентируются стандартами. Стандарты – это документы, в которых перечисляются обязательные для предприятий и организаций характеристики выпускаемой продукции, чертежей.

На чертежи приняты и действуют государственные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), которые при оформлении чертежей регламентируют выбор формата чертежа, выполнение надписей определенным шрифтом, применение линий различного типа, условности при изображении изделий и др.

Стандарт обозначается следующим образом: ГОСТ 2.XXX-XX, где: наименование «ГОСТ» обозначает категорию нормативно-технического документа; цифра 2 определяет класс стандартов, к которому относится ЕСКД; первая цифра трехзначного числа устанавливает номер группы стандарта, а последующие две цифры – номер стандарта этой группы; последнее число (двузначное) указывает год утверждения стандарта. Пример обозначения государственного стандарта : ГОСТ 2.305-68.

ЕСКД имеет 9 групп стандартов. В курсе «Машиностроительное черчение» изучают первую группу стандартов «Основные положения», третью группу – «Общие правила выполнения чертежей» и ряд стандартов четвертой группы «Правила выполнения чертежей различных изделий».

Освоение курса «Машиностроительное черчение» в вузе начинается с изучения третьей группы стандартов «Общие правила выполнения чертежей». Без глубокого изучения этой темы студент в дальнейшем будет испытывать большие затруднения при выполнении любого чертежа.

Для сокращения времени на поиск стандартов ниже приводятся основные положения стандартов по оформлению чертежей. После изучения стандартов студент должен быть в состоянии ответить на все «Вопросы для самопроверки», приведенные в конце теоретического материала и только после этого может приступить к выполнению графической работы № 01 «Общие правила оформления чертежей».

## 1. ЦЕЛЕВОЕ НАЗНАЧЕНИЕ РАБОТЫ

Изучить правила оформления чертежей, изложенных в стандартах Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и относящиеся к форматам, шрифтам чертежным, масштабам, линиям чертежа, графическому обозначению материалов, нанесению размеров; получить навыки чертежной работы.

## 2. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

### 2.1. Форматы

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

Формат листа определяется размерами внешней рамки – линиями обреза формата (рис. 1).

Стандартные форматы применяют с целью унификации чертежных столов, машин и приспособлений, служащих для изготовления бумаги, хранения и размножения чертежей. Для лучшего использования листового и рулонной бумаги применяют форматы с одинаковым соотношением длинной и короткой сторон друг к другу. За основу взят формат А0 с размерами сторон 1189х841 мм, площадь которого равна  $1\text{ м}^2$ . Другие форматы получены путем последовательного деления формата А0 на две равные части вдоль длинной стороны формата.

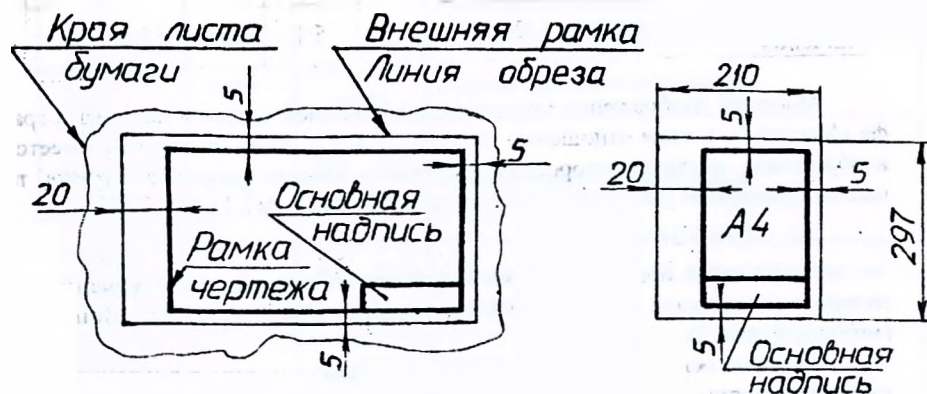


Рис. 1.

ГОСТ 2.301-68 предусмотрены следующие основные форматы:

Таблица 1

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата, мм	841x1189	594x841	420x594	297x420	210x297

Стандарт при необходимости допускает применение формата A5 с размерами сторон 148 x 210 мм (оформляется на формате A4 по два формата A5, без разрезания).

При необходимости допускаются дополнительные форматы, образующиеся увеличением коротких сторон основных форматов в целое число раз. Обозначение дополнительных форматов состоит из обозначения одного формата и его кратности, например: A4 x 2.

## 2.2. Масштабы

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения на чертеже к соответствующим действительным размерам изображаемого предмета.

Для построения изображений на чертеже соизмеримых и несоизмеримых с размерами чертежа ГОСТ 2.302-68 устанавливаются следующие масштабы:

Таблица 2

Масштабы уменьшения	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10	1:15	1:20
Натуральная величина	1:1						
Масштабы увеличения	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1	15:1	20:1

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








## 2.3. ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА

Типы линий при выполнении чертежей, их наименование, начертание, толщину и основное назначение устанавливает ГОСТ 2.303-68 «Линии» – (таблица 3, рис. 2).

Толщина основной сплошной линии S, длина штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях выбирается в зависимости от величины изображения и должны быть приблизительно одинаковыми на данном чертеже.

Таблица 3

## Линии чертежа и их назначение

Наименование	Начертание	Толщина, мм	Основное назначение
Сплошная основная		S (0.8)	4. Линии видимого контура, линии контура сечения, входящего в состав разреза; 2. Контуры элементов (каркасов, сеток, отдельных стержней) на схемах армирования; 3. Рамки чертежей, таблиц.
Сплошная тонкая		S/3... S/2 (0.4)	5. Опалубочные контуры железобетонных изделий, конструкций на схемах армирования и сечений к ним; 2. Контуры элементов, изображенных упрощенно на схемах или разрезах; 3. Подчеркивание различных надписей.
Сплошная тонкая		S/3... S/2 (0.3)	6. Линии размерные и выносные 2. Линии штриховые 7. Линии выноски 8. Полки линий-выносок 9. Маркировочные и ссылочные кружки 6. Линии видимых контуров, располагающихся за контуром сечения.
Штриховая		S/3... S/2 (0.4)	Линии невидимого контура
Штрихпунктирная тонкая		S/3... S/2 (0.3)	Линии осевые и центровые
То же утолщенная		S/2... 2/3S (0.6)	Обозначение связей, проецируемых на чертеже в линию
Разомкнутая		S... 1,5 S (0.8...1.2)	Линии сечений

При изображении отверстия диаметром менее 12 мм центровая линия выполняется сплошной тонкой. Центровые и осевые линии должны выходить за пределы контурных линий на 5-7 мм и не должны пересекать размерные

линии. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Линию-выноску, отводимую от изображения и пересекающую контур следует заканчивать точкой.

Примеры применения линии приведены на рис. 2.

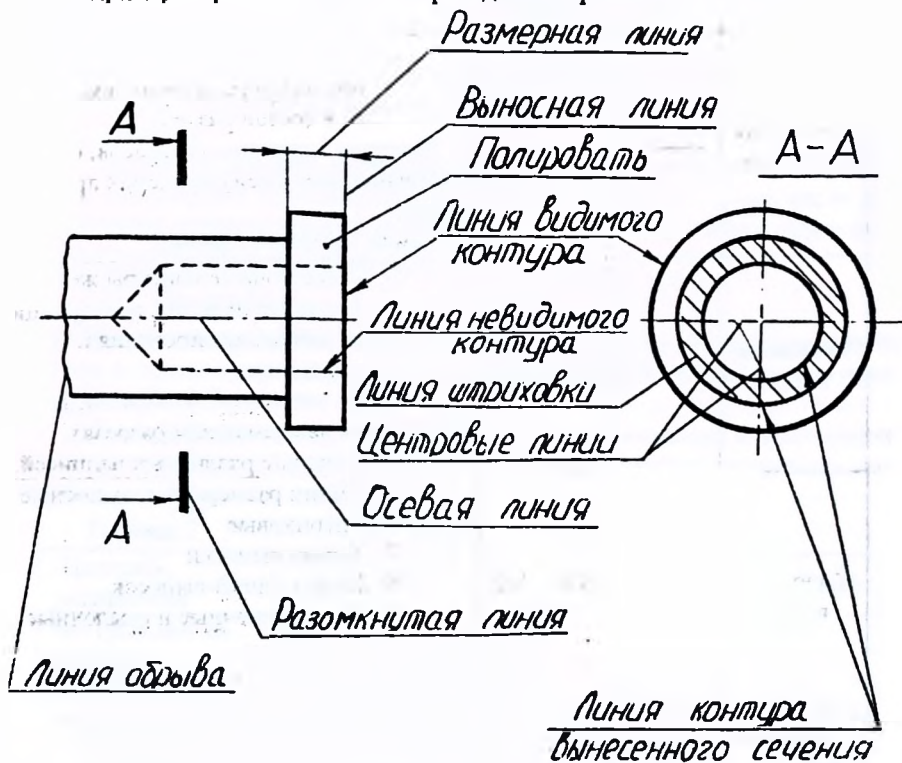


Рис. 2.

#### 2.4. ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ

Согласно ГОСТ 2.304-81 надписи, наносимые на чертежи и другие технические документы всех отраслей промышленности, выполняются шрифтом с наклоном в  $75^\circ$  к основанию строки или без наклона, с толщиной линий шрифта  $(1:14)h$  (тип А) или  $(1:10)h$  (тип Б) размера (высоты) шрифта.

Для выполнения надписей на учебных чертежах принят шрифт тип Б с наклоном в  $75^\circ$ .

Размер шрифта определяет высота прописных букв в мм, измеренная перпендикулярно к основанию строки. Параметры шрифта типа Б ( $d = 1/10 h$ ) приведены в табл. 4.



Таблица 4.

Параметры	Относительный размер		Размеры, мм				
			3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Размер шрифта – высота прописных букв <b>h</b>	10/10	10d	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Высота строчных букв <b>c</b>	7/10	7d	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Расстояние между буквами <b>a</b>	2/10	2d	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8
Минимальное расстояние между основаниями строк <b>b</b>	17/10	17d	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0
Минимальное расстояние между словами <b>e</b>	6/10	6d	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
Толщина линий шрифта <b>d</b>	1/10	d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4

Примечания:

1. Основная ширина прописных букв и арабской цифры 4 равна  $6d$  букв Г, Е, З, С и арабских цифр –  $5d$ ; букв А, Д, М, Х, Ы, Ю –  $7d$ ; букв Ж, Ф, Ц, Щ, Ъ –  $8d$ ; цифры 1 –  $3d$ .

2. Основная ширина строчных букв равна половине высоты (размера) шрифта, т.е.  $5d$ ; букв м, ъ, ы, ю. –  $6d$ ; букв ж, т, ф, ш, щ –  $7d$ ; э, с –  $4d$ .

3. Нижние горизонтальные отростки у букв ц и ш (строчных и прописных) делают за счет промежутков между буквами, вертикальные – за счет промежутков между строками.

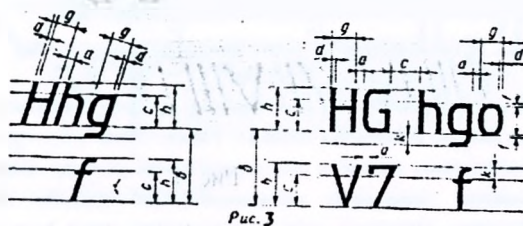


Рис. 3

Начертание букв кириллицы (русского алфавита) приведено на рис.4 – тип Б с наклоном в  $75^\circ$  и толщиной линий шрифта  $d = (1/10)h$ .

#### 2.4. ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В СЕЧЕНИЯХ

Графические обозначения материалов в сечениях, а также правила нанесения их на чертежах установлены ГОСТ 2.306-68.

Общее графическое обозначение материалов в сечении независимо от вида материала должно соответствовать рис. 5.

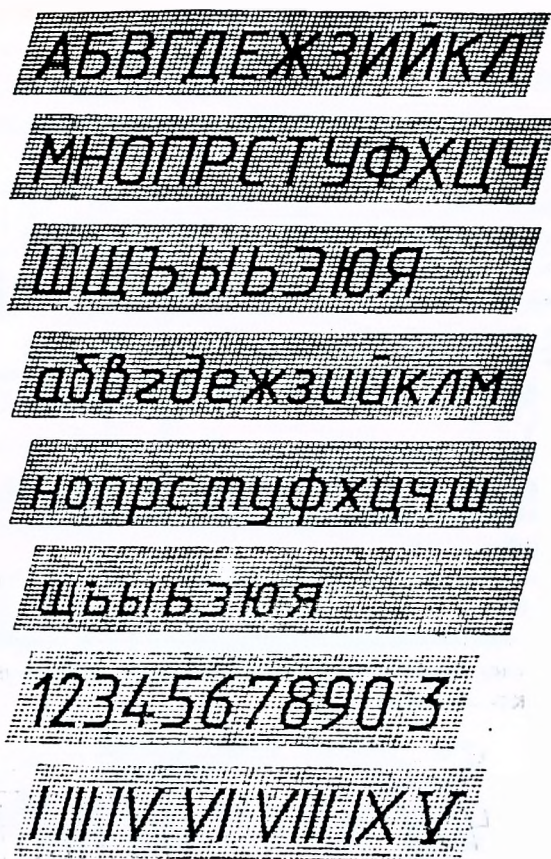


Рис. 4.

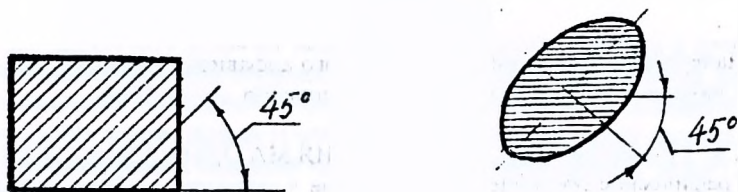
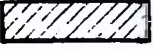





Рис. 5.

Графические обозначения материалов в сечениях в зависимости да материала даны в табл. 5.

Таблица 5.

Обозначения	Материал	Обозначение	Материал
	Металлы и твердые сплавы		Древесина
	Неметаллические материалы		Стекло и др. свето-прозрачн. материалы

Графическое обозначение дает общее представление о материалах. Более конкретно данные должны быть приведены в основной надписи.

Металлы и их сплавы, а также неметаллические материалы штрихуют в разрезах и сечениях сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303-68.

Наклонные параллельные линии штриховки проводятся под углом  $45^\circ$  к линии контура изображения (рис. 5а) или к его оси (рис. 5б), или к линиям рамки чертежа. Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом  $45^\circ$ , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла  $45^\circ$  следует брать углы  $30^\circ$  или  $60^\circ$  (рис. 6а и 6б).

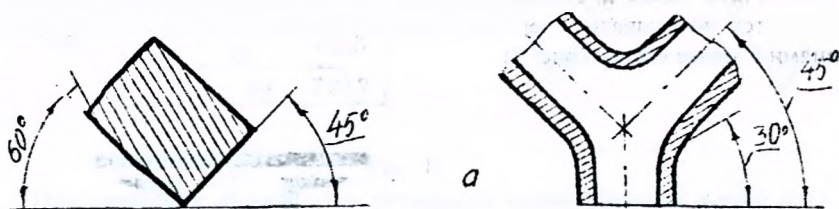


Рис. 6.

Линии штриховки можно наносить с наклоном влево или вправо, но, как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях одной и той же детали, независимо от числа листов, на которые эти сечения расположены.

Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки должно быть для всех выполняемых в одном масштабе сечений данной детали одинаковым. Это расстояние выбирают в зависимости от площади штриховки и колеблется в пределах от 1 до 10 мм (на учебных чертежах рекомендуется расстояние от 2 до 5 мм).

В смежных сечениях со штриховкой одинакового наклона и направления следует изменять расстояние между линиями штриховки или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому, не изменяя угла наклона (рис. 7).

Узкие и длинные площади сечений, ширина которых на чертеже от 2 до 4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах и у контуров отверстия, а остальную площадь сечения — небольшими участками в нескольких местах (рис. 8а и 8б).

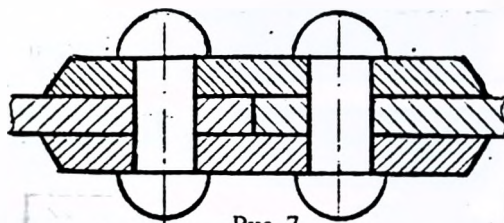


Рис. 7.

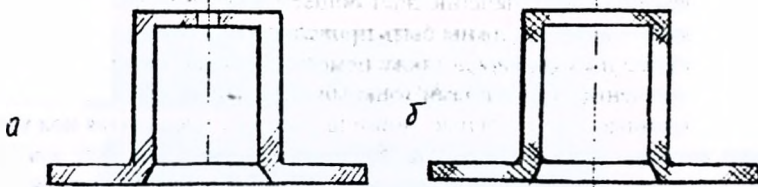


Рис. 8.

Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже меньше 2 мм допускается показывать зачерненными с просветами между смежными сечениями и менее 0,8 мм (рис. 9).

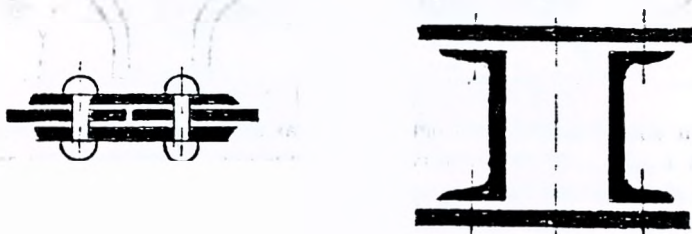


Рис. 9.

## 2.6. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

Правила нанесения размеров и их предельных отклонений установлены ГОСТ 2.307-68. Эти правила регламентируют соответствующие записи и условности при нанесении размеров, определяют способы нанесения выносных и размерных линий, простановку размерных чисел и методику распределения размеров на чертеже.

Простановка размеров – одна из наиболее ответственных стадий при изготовлении чертежа. Поэтому ГОСТ 2.307-68 является одним из основных стандартов. С его положениями студент будет встречаться на всем протяжении изучения курса черчения. Так как в данной работе студент встречается с

проставкой размеров впервые, то здесь будут приведены первоначальные сведения по проставке размеров.

При проставке размеров необходимо различать понятия: задание размеров – какие размеры и с какой точностью необходимо задавать на чертеже, чтобы изображенное на нем изделие можно было изготовить, и нанести размеры – как следует расположить их на чертеже.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями, используя, если необходимо выносные линии. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные – перпендикулярно размерным (рис. 10).

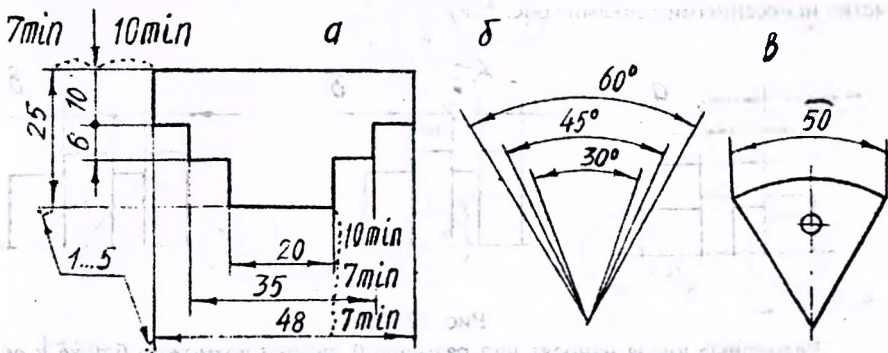


Рис. 10

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально (рис. 10б).

Размерную линию при нанесении дуги окружности проводят concentрично дуге, выносные линии – параллельно биссектрисе угла, а над размерным числом наносят знак « $\circ$ » (рис. 10в).

Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в соответствующие линии. Исключение составляет размерная линия радиуса, ограниченная одной стрелкой со стороны определяемой дуги.

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями 7 мм, а между размерной линией и контуром – 10 мм (рис. 10а). Следует избегать пересечения размерных и выносных линий. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые, выносные линии в качестве размерных.

Выносные линии проводят от линий видимого контура, за исключением некоторых случаев. Размеры элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и выдерживают приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение размеров ее элементов показаны на рис. 11.

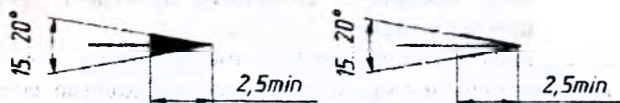


Рис. 11

При длине размерной линии, не достаточной для размещения на ней стрелок, размерную линию продолжают за выносные линии и стрелки наносят, как показано на рис. 12а. Если недостает места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, то стрелки допускается заменить засечками, наклоненными под углом  $45^\circ$  к размерным линиям (рис. 12б), или четко нанесенными точками (рис. 12в).

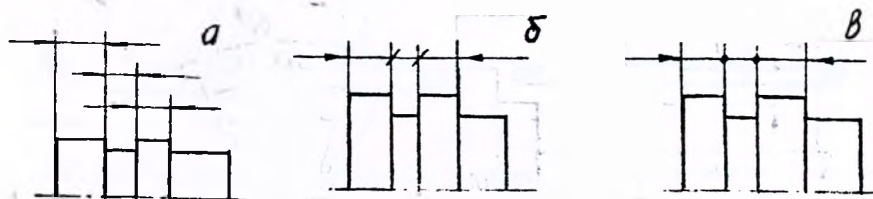


Рис. 12

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

Если выносят несколько параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга, размерные числа над ними следует располагать в шахматном порядке (см. рис. 10).

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рис. 13. При нанесении размеров в заштрихованной зоне соответствующее размерное число наносят на полке линии-выноски (рис. 13).

Для написания размерного числа при недостатке места над размерной линией рекомендуют размеры наносить так, как показано на рис. 14, если недостаточно места для нанесения стрелок, то их наносят, как показано на рис. 15. Во всех случаях способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже определяется наибольшим удобством чтения чертежа. Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии штриховки прерывают.

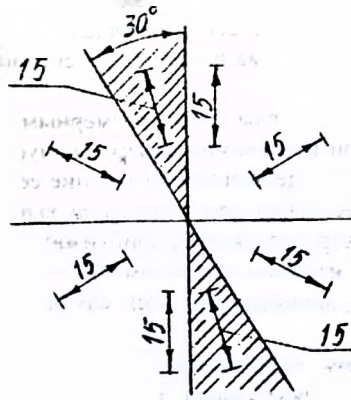


Рис. 13

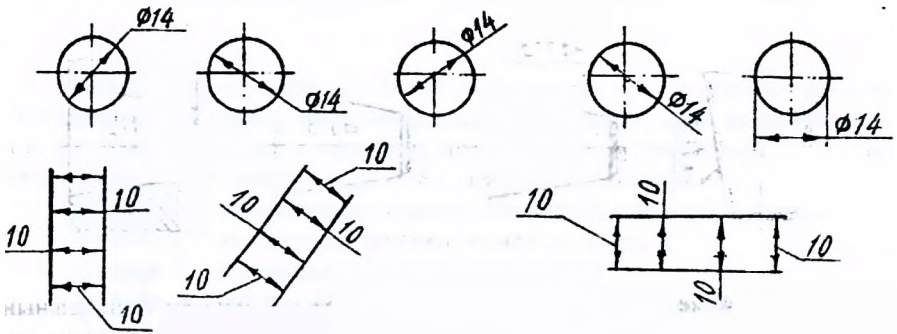


Рис. 14

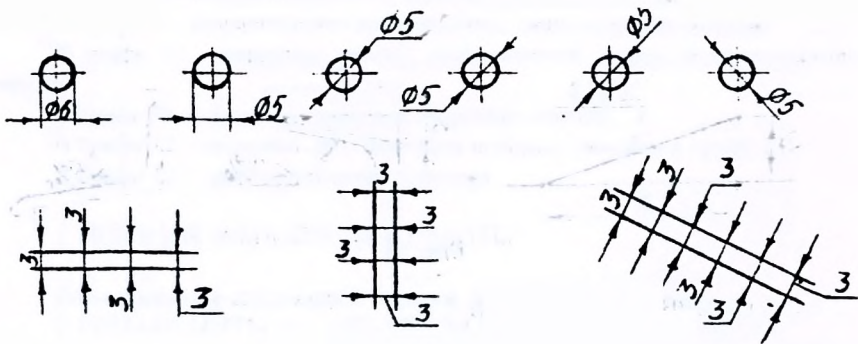


Рис. 15

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента наиболее полно показана.

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву R. Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то последний изображают в виде пересечения центровых или выносных линий. При большом размере радиуса центр допускается приближать к дуге, а размерную линию радиуса показывают с изломом под углом  $90^\circ$ .

При указании размера диаметра (во всех случаях) перед размерным числом наносят знак  $\varnothing$ .

Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак конусности – равнобедренный треугольник, вершина которого должна быть направлена в сторону вершины конуса (рис. 16). Знак конуса и конусность следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски.

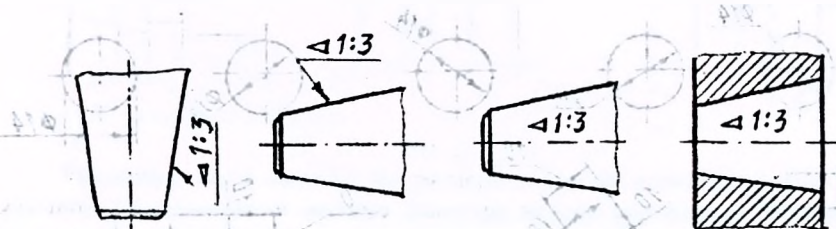


Рис. 16

Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят специальный знак – острый угол, вершина которого должна быть направлена в сторону уклона. Уклон следует указывать непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения, в процентах или в промилях (рис. 17).

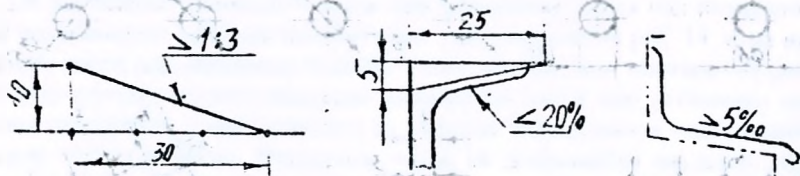


Рис. 17

## 2.7. ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ

Форму, размеры и порядок заполнения основной надписи чертежа и других конструкторских документов определяет ГОСТ 2,104-68 «Основные



надписи». Основные надписи выполняют сплошными толстыми (основными) и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303-68.

Форма и размеры основной надписи по форме 1 для первого листа чертежа или схемы представлена на рис. 18.

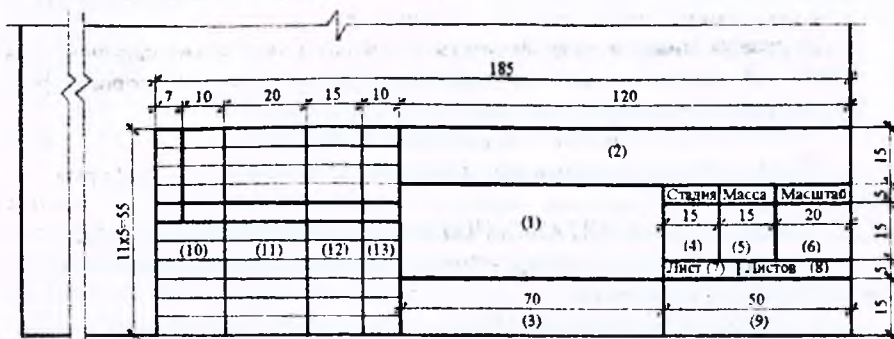


Рис. 18

Графы этой надписи заполняют в соответствии с их наименованием. Дополнительные графы, предусмотренные стандартом, здесь не приводятся, т.к. в учебных чертежах студенты их не заполняют. В графах основной надписи (номер графы показан на рис. 18 в скобках) указывают:

В графе 1 – наименование изделия (сборочной единицы, детали),

В графе 2 – обозначение чертежа (номер чертежа),

В графе 3 – обозначение материала детали,

В графе 4 – литеру, присвоенную данному документу, чертежу,

В графе 5 – массу изделия, детали в кг,

В графе 6 – масштаб изображения,

В графе 7 – порядковый номер листа документа, чертежа,

В графе 8 – общее количество листов документа, чертежа,

В графе 9 – наименование предприятия, выпустившего чертеж,

В графе 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывавшим чертеж,

В графе 11 – фамилии лиц, подписавших чертеж,

В графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11,

В графе 13 – дату подписания чертежа.

### 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Рекомендуется следующий порядок выполнения работы:

#### 1. ОЗНАКОМИТЬСЯ С ОБРАЗЦОМ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Образец одновременно является и заданием для выполнения работы (см. черт. 01.32.98 НГ).

#### 2. ВЫБРАТЬ ФОРМАТ БУМАГИ

Работа выполняется на стандартном формате А3, устанавливаемом ГОСТ 2.301-68 «Форматы».

### 3. НАНЕСТИ ВНУТРЕННИЮ РАМКУ ФОРМАТА

На выбранный формат бумаги А3 внутреннюю рамку наносят сплошной основной линией S на расстоянии 20 мм от левой стороны внешней рамки и на расстоянии 5 мм от остальных сторон (рис. 1).

В правом нижнем углу формата размещают основную надпись. Для формата А4 основную надпись располагают вдоль короткой стороны формата, на других – как вдоль короткой, так и вдоль длинной.

### 4. ВЫЧЕРТИТЬ ФОРМУ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ

Форма основной надписи вычерчивается по ГОСТ 2.104-68 (форма 1) – см. рис. 18.

### 5. ВЫБРАТЬ МАСШТАБ ВЫЧЕРЧИВАЕМЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Все вычерчиваемые изображения на чертеже наносят в масштабе 1:1, т.е. в натуральную величину.

### 6. СКОМПОНОВАТЬ ЧЕРТЕЖ

Рекомендуемые изображения располагаются равномерно по полю чертежа. Порядок расположения допускается произвольный. Чертеж хорошо читается, если изображения занимают примерно 75% поля чертежа.

### 7. ВЫПОЛНИТЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ ТОНКИМИ ЛИНИЯМИ

Выполнению подлежат «Типы линий», «Обозначения материалов» (пока без штриховки), «Простановка размеров», «Дополнительный вид» и «Разрез». Изображения выполняются твердым карандашом с помощью чертежных инструментов (линейки, треугольников, циркуля).

### 8. ВЫПОЛНИТЬ ШРИФТ

Для выполнения принят шрифт типа Б с наклоном в 75° согласно ГОСТ 2.304-81.

Для облегчения обучения написанию букв их условно разделили на группы:

1. Буквы Г, П, Т, Н, Е, Щ, Ш, Ц – в основе их написания лежат вертикальные и горизонтальные прямые линии. Написанные буквы Е наиболее сложно, она и принимается для выполнения.

2. Буквы И, К, А, Ж, М, Х – их написание состоит из вертикальных и наклонных линий. Из этой группы принимается наиболее сложная буква Ж.

3. Буквы Л, У, Д, Ч – в их написание включаются небольшие скругления. Наиболее сложное написание буквы Д.

4. Буквы О, С, Ф, Э, Ю – в основе их написания лежит буква О.

5. Буквы Ъ, Ь, Б, З, В, Р, Ы, Я – в основе их начертания лежит скругление до половины буквы.

При выполнении букв необходимо помнить, что при кажущемся увеличении промежутков между смежными буквами (например, между буквами Т и А, а также между К и Л, Г и Д, А, Р и А и т.д.) расстояние между буквами надо уменьшить.

Приобретение навыков написания букв способствует определенная последовательность их обводки, которой следует придерживаться в практической работе.

Строчные буквы также разбиты на группы. Буквы о, а, с, б, в, д, е, э, ю, р, ф относятся к первой группе. В основе написания этих букв лежит буква о.

Буквы й, щ, ш, т, ц, п, г, з относятся ко второй группе. В основе написания большинства этих букв лежит буква и.

Буквы ч, ъ, ы, я, қ, л, ж, х, м, н относятся к третьей группе. По написанию эти буквы не отличаются от прописных.

На первых порах для облегчения написания букв и цифр наносится вспомогательная сетка сплошными тонкими линиями. Для этого проводим две горизонтальные линии на расстоянии друг от друга равном высоте шрифта; вначале строки проводим наклонную линию под углом  $75^\circ$  (см. рис.20); из начальной точки 1 проводим вверх под любым углом вспомогательную линию (луч), на которой откладываем произвольной длины отрезки в количестве 10 для шрифта Б; конечную точку 10 соединяем с точкой 11 и из точек 9, 8 и т.д. проводим линии параллельно линии 10-11 до пересечения с 1-11; из полученных точек проводим горизонтальные прямые, а проградуировав основание строки – проводим наклонные (вертикальные) прямые.

Построив сетку и взяв необходимые размеры из ГОСТ 2.304-81, а также учитывая разную ширину букв и расстояние между ними, выполнить заданные буквы шрифта.

Усвоив выполнение шрифта с использованием вспомогательной сетки, можно в дальнейшем перейти к более простому способу написания. Этот способ приемлем для написания шрифта более мелких размеров. В этом случае проводятся две параллельные прямые на расстоянии равном высоте букв, от начала надписи разместить ширину всех букв и расстояния между ними, а также промежутки между словами. Через полученные точки разбивки провести параллельные прямые под углом  $75^\circ$ . В полученный четырехугольник вписать соответствующие буквы и цифры с учетом требуемой толщины линий (рис. 19).

Разбивка вспомогательной сетки производится твердым карандашом (Т, 2Т), а нанесение букв и надписей – мягким (ТМ, М, 2М).

## 9. СОГЛАСОВАТЬ ЧЕРТЕЖ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ

## 10. ОБВЕСТИ ЧЕРТЕЖ

Обводка производится мягким карандашом (ТМ, М), приняв при этом толщину основной линии  $S = 0,6 \dots 0,8$  мм. Остальные линии наносятся в зависимости от  $S$  согласно ГОСТ 2.303-68.

## 11. НАНЕСТИ НЕОБХОДИМЫЕ НАДПИСИ

На чертеже необходимо нанести надписи, определяющие название выполненного изображения, например: «Типы линий» и др. (см. рис. 19). Надписи выполняются шрифтом типа Б с наклоном в  $75^\circ$  и размером - № 7.



Рис. 19

## 12. НАНЕСТИ РАЗМЕРНЫЕ ЧИСЛА

Размерные числа наносятся шрифтом № 5, тип Б с наклоном в  $75^\circ$  с предварительным нанесением упрощенной сетки и с учетом требований ГОСТ 2.304-81.

## 13. ЗАПОЛНИТЬ ГРАФЫ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ

Надписи в графах 1, 2, 4 и 9 выполняются шрифтом №7, в остальных - №3, 5 (тип Б с наклоном в  $75^\circ$ ). Пример заполнения граф основной надписи см. на рис.19.

14. ЧЕРТЕЖ ПОДПИСЫВАЕТСЯ СТУДЕНТОМ И ПОДАЕТСЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ НА ПРОВЕРКУ

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2.301-68 «Форматы»
2. ГОСТ 2.302-68 «Масштабы»
3. ГОСТ 2.303-68 «Линии»
4. ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные»
5. ГОСТ 2.306-68 «Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах»
6. ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений»
7. В.С. Левицкий. Машиностроительное черчение. М.: Высш. шк. 1988., (раздел 2).
8. Э.Д. Мерзон и др. Машиностроительное черчение. М.: Высш. шк., 1987 (главы 1 и 2).
9. Справочное руководство по черчению (В.Н. Богданов и др.). М.: Машиностроение, 1989 (глава 1)
10. З.И. Александрович и др. Черчение. Минск : Высш. шк., 1988.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

### ФОРМАТЫ

1. Как определяются размеры форматов листов оригиналов, подлинников, дубликатов, копий?
2. Какой формат (его размеры и площадь) принимается за основной?
3. Какие дополнительные форматы допускается применять?
4. Назовите основные форматы, их размеры.
5. Из чего составляется обозначение дополнительного формата?
6. Что характеризует числа при обозначении дополнительных форматов, например А4 х 2?

### МАСШТАБЫ

1. На какие чертежи не распространяются градации масштабов, предусмотренных стандартом?
2. Какие масштабы уменьшения и увеличения установлены стандартом?
3. Какие масштабы увеличения допускается применять, и как они обозначаются?
4. Как обозначается масштаб в графе основной надписи и на поле чертежа?

### ЛИНИИ

1. В каких пределах выбирается толщина сплошной основной линии?
2. Какие основные типы линий используются при выполнении чертежа?
3. Каково соотношение толщин линий одного и того же типа на одном чертеже?
4. В зависимости от чего выбирается толщина линий и наименьшее расстояние между ними?
5. В зависимости от чего выбирается длина штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях?
6. Какой длины должны быть штрихи в линии?
7. Какой длины должны быть промежутки между штрихами в штрихпунктирной линии?
8. Как должны пересекаться и заканчиваться штрихпунктирные линии?
9. Какими линиями и когда можно заменять штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых?

### ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ

1. Что такое размер шрифта?
2. Как определяется высота строчных букв?
3. Что определяет ширину букв и какова она по отношению к размеру шрифта?
4. В зависимости от чего определяется толщина линий шрифта?
5. Как образуется сетка, в которую вписываются буквы, и чем определяется шаг вспомогательной сетки?

6. Какие типы шрифтов устанавливают ГОСТ и как они обозначаются?

7. Какие размеры шрифта установлены ГОСТ?

8. Какие правила написания дробей, показателей, индексов?

### ГРАФИЧЕСКОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В СЕЧЕНИЯХ

1. Как обозначаются в сечении материал вообще, металлические и неметаллические материалы?

2. Под каким углом наносится штриховка металлов и их сплавов?

3. Каково расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки и от чего оно зависит?

4. Как выполняется штриховка в смежных сечениях?

5. Как выполняется штриховка узких и длинных площадей сечений?

### НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

1. Какой ГОСТ устанавливает правила нанесения размеров на чертежах?

2. Каково различие между понятиями: задать размер и нанести размер?

3. Как указываются размеры на чертежах?

4. Как наносятся размеры углов?

5. Чем ограничивается размерная линия?

6. Как наносятся выносные и размерные линии?

7. Какие размеры имеет стрелка и от чего они зависят?

8. Как наносятся размерные числа?

9. Как наносится размер радиуса, диаметра, квадрата?

10. Как обозначается конусность и уклон?

## ТЕМА 2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

### 1. ЦЕЛЕВОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ЗАДАНИЯ

При изучении темы «Геометрические построения» ставятся следующие основные цели:

1. Закрепление и расширение сведений об основных способах геометрических построений, известных студенту из средней школы;

2. Увязка теоретических правил с практическим применением их при выполнении чертежа;

3. Изучение способов сопряжений, находящих широкое применение в очертаниях различных технических деталей;

4. Развитие навыков работы чертежными инструментами.

Работа по выполнению геометрических построений требует от студента высокой точности и аккуратности, поэтому необходимо обратить серьезное внимание на выработку правильных приемов работы с инструментами.

Работа по выполнению геометрических построений требует от студента высокой точности и аккуратности, поэтому необходимо обратить серьез-

ное внимание на выработку правильных приемов работы с инструментами. От этого зависит качество выполнения всех последующих графических заданий.

При рассмотрении теоретических вопросов приведены общие способы построения сопряжений прямого, острого и тупого углов. При построении сопряжений основное внимание уделяется нахождению центра сопряжений, что является обязательным условием построения всякого сопряжения. И только после этого находят точки сопряжения, как результат обобщения приемов построения сопряжений.

При изучении материала студент должен ответить на вопрос: какие элементы повторяются в построении каждого вида сопряжений? И прийти к выводу, что центр сопряжений, радиус и точки сопряжений – необходимые элементы при построении. Определив, какие виды сопряжений можно использовать в данном случае, студент выполняет необходимые построения.

## 2.МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

При выполнении задания рекомендуется придерживаться следующей последовательности:

1. Изучить теоретический материал по геометрическим построениям, приведенный в [ 1 ], глава 2 (с. 65-133) или другим учебникам. Основные сведения по данной теме приводятся и в методических указаниях (см. раздел 3).

2. Ответить на вопросы для самопроверки, приведенные на с.17 методических указаний (в письменном виде).

3. Согласно своему варианту выбрать исходные данные для выполнения задания из приложений 1 – 4.

4. Изучить задание, наметить пути выполнения, выделить основные вопросы, произвести необходимые построения на черновике.

5. На формате бумаги А3 нанести внутреннюю рамку и рамку штампа основной надписи (ГОСТ 2.104-68, форма 1). Основные сведения по этому вопросу приведены в методических указаниях «Общие правила выполнения чертежей» (БПИ, 1991).

6. Произвести компоновку листа, т.е. на формате произвести размещение вычерчиваемых изображений в виде габаритных прямоугольников. Размещение может быть произвольным, но поле чертежа должно быть использовано рационально. При этом необходимо предусмотреть места для нанесения необходимых надписей и размеров.

7. В нанесенных прямоугольниках в тонких линиях вычерчиваются изображения профильного проката, пробки, лекальной кривой и контур детали с сопряжениями в масштабе 1:1 (допускается и другой масштаб).

8. После согласования с преподавателем чертеж обводится с учетом требований ГОСТ 2.303-68 «Линии» (толщина основной линии -  $S = 0,6 \dots 0,8$  мм).

9. Наносятся размерные линии и в необходимых местах проставляют размеры и знаки шрифтом № 5 (ГОСТ 2.304-81). Названия изображений наносятся шрифтом №7.

10. Заполняется основная надпись: в графе 1 – название чертежа по типу «Геометрические построения» – прифт №7, в графе 2 – обозначение чертежа – 02.11.91 МЧ (02 – номер работы, 11 – вариант задания).

10. Выполненный чертеж сверяется с приведенным в методических указаниях (приложение 5) образцом выполнения задания и представляется преподавателю для подписи.

### 3. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЯХ

#### 3.1. Построение уклона и его обозначение на чертежах

Уклон характеризует наклон одной линии по отношению к другой. Уклон выражается отношением типа 1:3 или в % (последнее в топографии и строительстве).

Уклон  $i$  отрезка [BC] относительно отрезка [BA] определяется отношением катетов прямоугольников  $\Delta ABC$  (рис. 21).

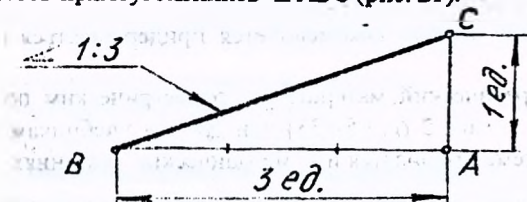


Рис. 21

**ПОСТРОЕНИЕ УКЛОНА.** Задан уклон отношением, например: 1:3. От точки А влево (см. рис. 21) отложить отрезок АВ, равный трем единицам длины в вверх – отрезок АС, равный одной единице длины. Точки В и С соединяют прямой, которая дает направление заданного уклона.

При выражении в %, например, 20%, линия уклона строится так же, т.е. как гипотенуза прямоугольного треугольника. Длину одного из катетов [АВ] принимают за 100%, а другого – за 20%.

По ГОСТ 2.307-68 (пункт 2.41) перед размерным числом, определяющим уклон, наносят условный знак  $\angle$ , острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (см. рис. 21).

#### 3.2. Построение и обозначение конусности

Конусностью называется отношение диаметра окружности основания конуса к его высоте  $K = D/R$  (рис. 22) или отношение разности диаметров двух поперечных сечений прямого кругового конуса ( $D$  и  $d$ ) к расстоянию между ними ( $L$ ) –  $K = (D - d)/L$  (рис. 23).

Для построения заданной конусности, например,  $> 1:5$ , на прямой линии откладывают отрезок [АВ], равный пяти единицам длины (см. рис. 23). Через точку В проводят перпендикуляр к АВ, на котором откладываем по обе стороны от точки В по 0,5 единицы длины. Соединив концы перпендикуляра с точкой А, получим изображение конуса с конусностью 1:5.



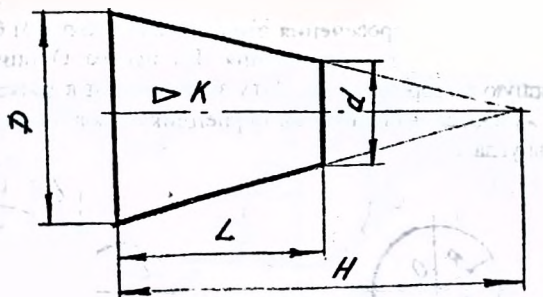


Рис. 22

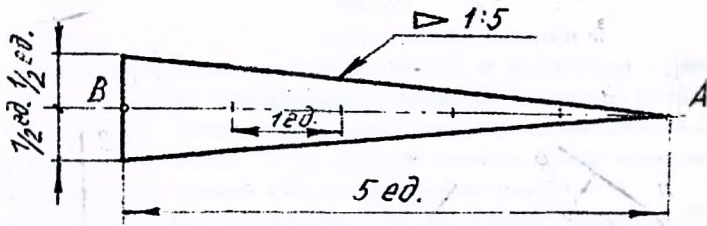


Рис. 23

При вычерчивании конусности усеченного конуса должны быть заданы один из диаметров сечения и расстояния между ними.

По ГОСТ 2.307-68 (пункт 2.40) перед размерным числом, характеризующим конусность, необходимо наносить условный знак конусности  $\triangleright$ , который имеет вид равнобедренного треугольника с вершиной, направленной в сторону вершины конуса 9 (см. рис.23). Числовое значение конусности записывают на полке линии-выноски или на оси конуса (см. рис. 22, 23).

### 3.3. Сопряжения линий

Сопряжением называется переход одной линии в другую. Общая для этих линий точка называется точкой сопряжения или точкой перехода.

Построение сопряжений основано на двух основных положениях:

1. Для сопряжения прямой линии и дуги необходимо, чтобы центр окружности, которой принадлежит дуга, лежал на перпендикуляре к прямой, восстановленном из точки сопряжения (точка В на рис. 24а).

2. Для сопряжения двух дуг необходимо, чтобы центры окружностей, которым принадлежат дуги, лежат на прямой, проходящей через точку сопряжения (точка А на рис. 24б).

Для построения дуги сопряжения необходимо на чертеже выявить ее центр, радиус и точки сопряжения, в которых дуга сопряжения переходит в сопрягаемые линии.

#### 3.3.1. Сопряжение сторон угла дугой окружности

Сопряжение двух сторон острого или тупого угла дугой заданного радиуса  $R$  выполняют следующим образом (рис. 25а и б). Параллельно сторонам угла на расстоянии, равном радиусу дуги  $R$ , проводят две вспомога-

ные прямые линии. Точка пересечения этих прямых (точка  $O$ ) будет центром дуги радиуса  $R$ , т.е. центром сопряжения. Из центра  $O$  описывают дугу, плавно переходящую в стороны угла. Дугу заканчивают в точках сопряжения  $n$  и  $n_1$ , которые являются основаниями перпендикуляров, опущенных из центра  $O$  на стороны угла.

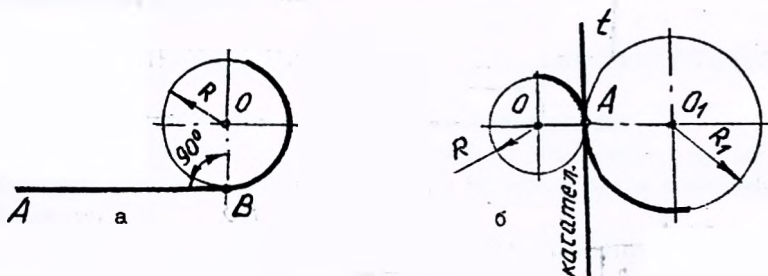


Рис. 24

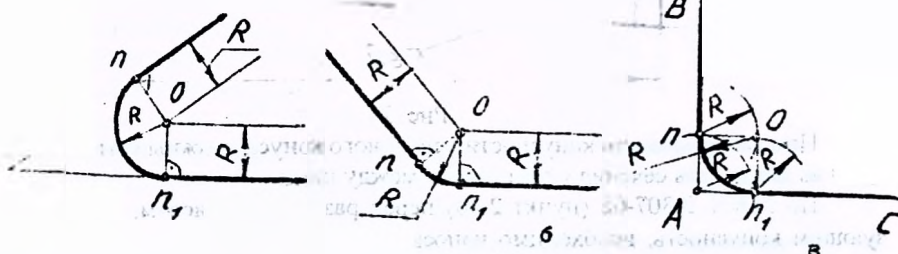


Рис. 25

При построении сопряжения сторон прямого угла центр дуги сопряжения проще находить с помощью циркуля. Из вершины угла  $A$  (см. рис. 25а) проводят дугу радиусом  $R$ , равным радиусу сопряжения. На сторонах угла получают точки сопряжения  $n$  и  $n_1$ . Из этих точек как из центров, проводят дуги радиусом  $R$  до взаимного пересечения в точке  $O$ , являющейся центром сопряжения. Из центра  $O$  описывают дугу сопряжения.

### 3.3.2. Сопряжение прямой с дугой окружности

Сопряжение прямой с дугой окружности может быть выполнено с помощью дуги с внутренним касанием (рис. 26а) и дуги с внешним касанием (рис. 26б).

Касание называется внешним, если центры  $O$  и  $O_1$  лежат по разным сторонам от касательной  $t$  и внутренним, если центры находятся по одну сторону от общей касательной. При внешнем касании расстояние между центрами окружностей равно сумме их радиусов, а при внутреннем — разности их радиусов.

Построение сопряжения дуги окружности радиусом  $R$  и прямой линии  $AB$  дугой окружности радиуса  $r$  с внутренним касанием:

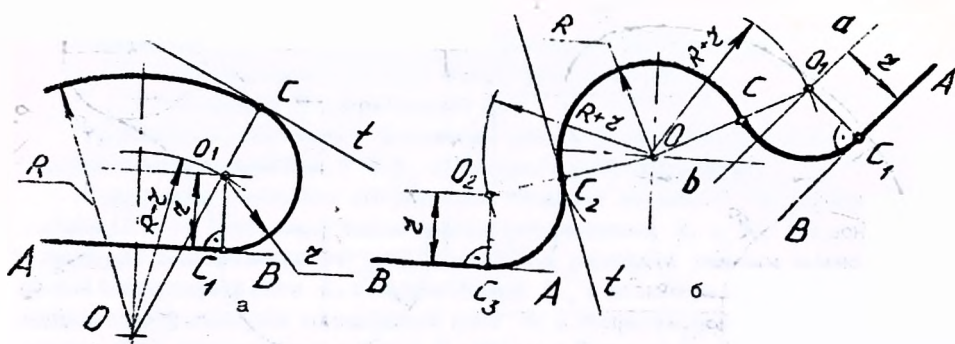


Рис. 26

Центр дуги сопряжения  $O_1$  находится на пересечении вспомогательной прямой, проведенной параллельно данной прямой на расстоянии  $r$  (рис. 26а), с другой вспомогательной окружностью, описанной из центра  $O$  радиусом, равным разности  $R - r$ . Точка сопряжения  $C$  является основанием перпендикуляра, опущенного из точки  $O_1$  на данную прямую. Точку сопряжения  $C$  находят на пересечении прямой  $OO_1$  с сопрягаемой дугой.

На рис. 26б показано сопряжение дуги окружности радиусом  $R$  и прямой линии  $AB$  дугой окружности радиуса  $r$  с внешним касанием. Для построения такого сопряжения проводят окружность радиусом  $R$  и прямую  $AB$ . Параллельно заданной прямой на расстоянии, равном радиусу  $r$  (радиус сопрягаемой дуги) проводят прямую  $ab$ . Из центра  $O$  проводят дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов  $R$  и  $r$ , до пересечения ее с прямой  $ab$  в точке  $O_1$ . Точка  $O_1$  является центром дуги сопряжения. Точку сопряжения  $C$  находят на пересечении прямой  $OO_1$  с другой окружностью радиусом  $R$ . Точка сопряжения  $C_1$  является основанием перпендикуляра, опущенного из центра  $O_1$  на данную прямую. При помощи аналогичных построений могут быть найдены точки  $O_2, C_2$  и  $C_3$ .

### 3.3.3. Сопряжение дуги с дугой

Сопряжение двух дуг окружностей может быть внутренним, внешним и смешанным.

При внутреннем сопряжении центры  $O$  и  $O_1$  сопрягаемых дуг находятся внутри сопрягающей дуги радиуса  $R$  (рис. 27а).

При внешнем сопряжении центры  $O$  и  $O$  сопрягаемых дуг радиусов  $R_1$  и  $R_2$  находятся вне сопрягающей дуги радиуса  $R$  (рис. 27б).

При смешанном сопряжении центр  $O_1$  одной из сопрягаемых дуг лежит внутри сопрягающей дуги радиуса  $R$ , а центр  $O$  другой сопрягаемой дуги – вне ее (рис. 28).

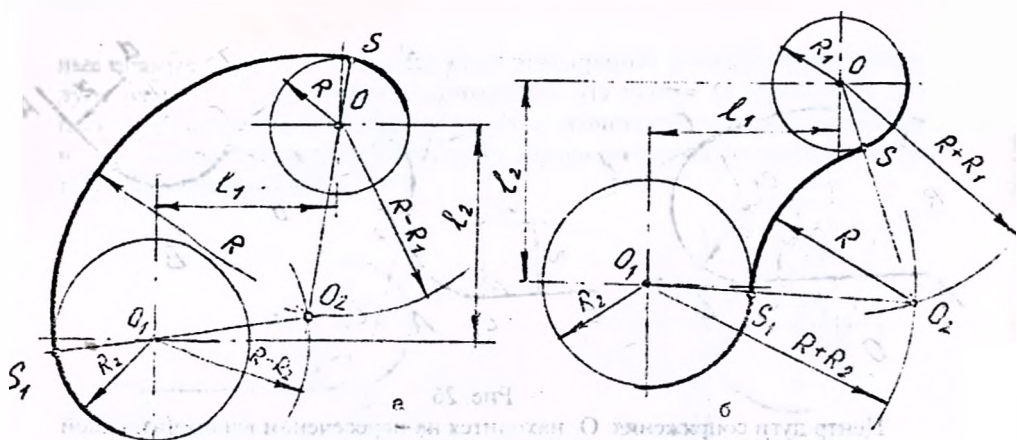


Рис. 27

Построение внутреннего сопряжения.

Задано: а) радиусы сопрягаемых окружностей  $R_1$  и  $R_2$ ,

б) расстояние  $l_1$  и  $l_2$  между центрами этих дуг,

в) радиус сопрягающей дуги  $R$ .

Требуется: а) определить положение центра  $O_2$  сопрягающей дуги, б) найти точки сопряжения  $S$  и  $S_1$ , в) провести дугу сопряжения.

Построение показано на рис. 27а. Из данных центров  $O$  и  $O_1$  описывают сопрягаемые дуги радиусов  $R_1$  и  $R_2$ . Из центра  $O_1$  проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равном разности радиусов сопрягающей дуги  $R$  и сопрягаемой дуги  $R_2$ , а из центра  $O$  — радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги  $R$  и сопрягаемой  $R_1$ . Вспомогательные дуги пересекутся в точке  $O_2$ , которая и будет искомым центром сопрягающей дуги. Для нахождения точек сопряжения точку  $O_2$  соединяют с точками  $O$  и  $O_1$  прямыми линиями. Точки пересечения продолжения прямых  $O_2O$  и  $O_2O_1$  с сопрягаемыми дугами являются искомыми точками сопряжения ( $S_1$  и  $S_2$ ). Радиусом  $R$  из центра  $O_2$  проводят сопрягающую дугу между точками сопряжения  $S_1$  и  $S_2$ .

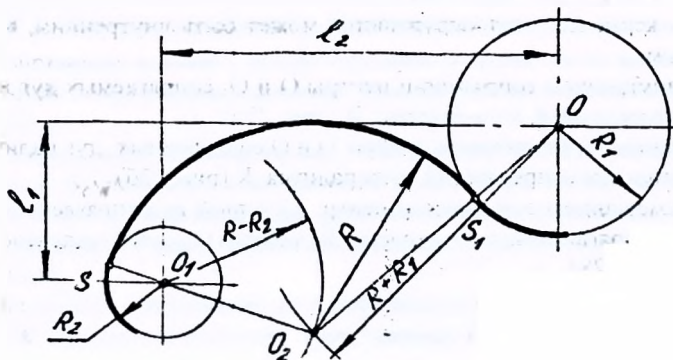


Рис. 28

Построение внешнего сопряжения

Задано: а) радиусы  $R_1$  и  $R_2$  сопрягаемых дуг окружностей,  
б) расстояния  $L_1$  и  $L_2$  между центрами этих дуг,  
в) радиус  $R$  сопрягающей дуги.

Требуется: а) определить положение центра  $O_2$  сопрягающей дуги,  
б) найти точки сопряжения  $S$  и  $S_1$ , в) провести дугу сопряжения.

Построение внешнего сопряжения показано на рис.27. Из заданных центров  $O$  и  $O_1$  описывают сопрягаемые дуги радиусом  $R_1$  и  $R_2$ . Из центра  $O$  проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги  $R_1$  и сопрягающей  $R$ , а из центра  $O_1$  – радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги  $R_2$  и сопрягающей  $R$ . Вспомогательные дуги пересекутся в точке  $O_2$ , которая будет искомым центром сопрягающей дуги.

Для нахождения точек сопряжения центры дуг соединяют линиями  $OO_2$  и  $O_1O_2$ . Эти две прямые пересекают сопрягаемые дуги в точках сопряжения  $S_1$  и  $S$ . Из центра  $O_2$  радиусом  $R$  проводят сопрягающую дугу, ограничивая ее точками сопряжения  $S$  и  $S_1$ .

Построение смешанного сопряжения (см. рис. 28).

Задано: а) радиусы  $R_1$  и  $R_2$  сопрягаемых дуг окружностей,  
б) расстояния  $L_1$  и  $L_2$  между центрами этих дуг,  
в) радиус  $R$  сопрягающей дуги.

Требуется: а) определить положение центра  $O_2$  сопрягающей дуги,  
б) найти точки сопряжения  $S$  и  $S_1$ , в) провести дугу сопряжения.

Из заданных центров  $O$  и  $O_1$  описывают сопрягаемые дуги радиусов  $R_1$  и  $R_2$ . Из центра  $O$  проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги  $R_1$  и сопрягающей  $R$ , а из центра  $O_1$  – радиусом, равным разности радиусов  $R$  и  $R_2$ .

Вспомогательные дуги пересекутся в точке  $O_2$ , которая будет искомым центром сопрягающей дуги. Соединяя точки  $O$  и  $O_2$  прямой, получают точку сопряжения  $S_1$ , соединив точки  $O_1$  и  $O_2$ , находим точку сопряжения  $S$ . Из центра  $O_2$  проводят дугу сопряжения от  $S$  до  $S_1$ .

#### 3.4. Лекальные прямые

Лекальные кривые применяются при построении очертаний многих технических деталей: профилей зубьев, кулачков, кронштейнов, крышек.

Лекальные кривые нельзя провести с помощью циркуля. Для их построения необходимо определить ряд точек, которые затем соединяют при помощи лекала. Рассмотрим порядок построения некоторых кривых, наиболее часто встречающихся в технике.

##### 3.4.1. Построение эллипса

Эллипс – замкнутая кривая, сумма расстояний каждой точки которой до двух данных точек (фокусов), лежащих на большой оси, есть величина постоянная и равна длине большой оси.

Рассмотрим способ построения эллипса по большой  $AB$  и малой  $CD$  осям (рис. 29). Проводим две взаимно перпендикулярные осевые линии. Из

центра  $O$  проводят две вспомогательные концентрические окружности, диаметры которых равны осям эллипса. Делят большую окружность, например, на 12 частей. Через точку  $O$  и точки деления 1, 2, 3, ... 12 проводят пучок прямых. Из точек деления большой окружности проводят прямые, параллельные малой оси эллипса, а из точек деления малой окружности – прямые, параллельные большой оси эллипса. Полученные в пересечении точки I, II, III, ... XII являются искомыми точками эллипса.

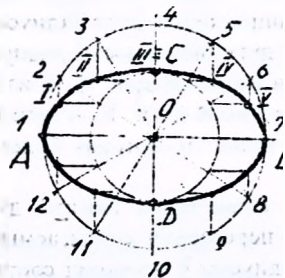


Рис. 29

### 3.4.2. Построение параболы

Параболой называется кривая, являющаяся геометрическим местом точек I, II, ... VIII плоскости, равноудаленных от данной точки, называемой фокусом и данной прямой той же плоскости (директрисы, параболы).

Рассмотрим способ построения параболы по заданной плоскости, равноудаленных от данной точки, называемой фокусом и данной прямой той же плоскости (директрисы, параболы).

Рассмотрим способ построения параболы по заданной оси BC и расстоянию C от директрисы до фокуса (рис. 30а). Данное расстояние от директрисы MN до фокуса F делят пополам (точка A). На оси BC намечают несколько произвольных точек 0, 1, 2, 3 и т.д., и через них проводят перпендикуляры к оси параболы. Из центра радиусом  $R_0 = CO$  прочерчивают дугу окружности, которая пересечет перпендикуляр, проведенный через точку O в точке  $O_0$ . Из этого же центра F радиусом  $R_1$ , равным CI, проводят дугу окружности, которая пересечет перпендикуляр, проведенный через точку I, в точке I и т.д. Полученные точки  $O_0, I, II, III$  и т.д. соединяют по лекалу.

Рассмотрим способ построения параболы по направлению оси, вершине и одной из точек на ее очерке (рис. 30б).

Стороны AS и SC делим на одинаковое число равных отрезков. Пересечение луча A-7 с прямой, параллельной оси AB' и проведенной через точку 7, находящуюся на прямой AS, определяют точку VII, принадлежащую очерку параболы. Аналогично находят положение точек VI, V и т.д.

### 3.4.3. Построение гиперболы

Гиперболой называется геометрическое место точек плоскости, разность расстояния от которых до двух заданных точек – фокусов – есть величина постоянная, равная расстоянию между вершинами параболы (рис. 31).

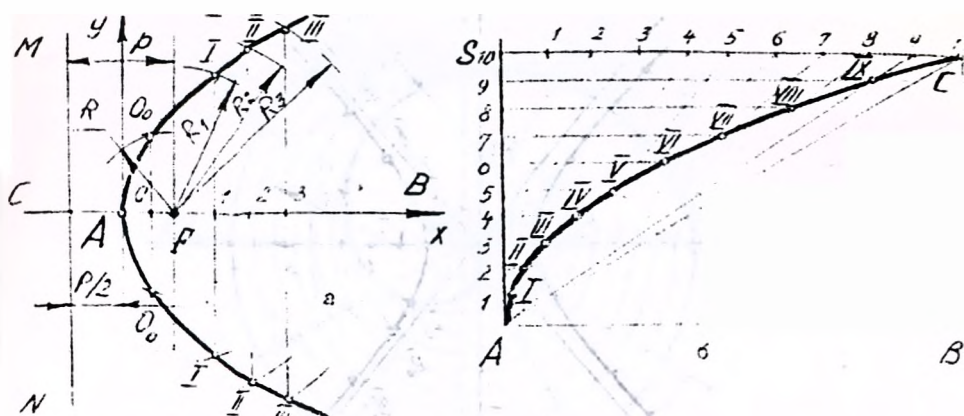


Рис. 30

Гипербола имеет две незамкнутые ветви, две оси – действительные  $F_1F_2$  и мнимую  $CD$ , две асимптоты  $AO$  и  $BO$ , центр в точке  $O$  и вершины в точках  $A_1$  и  $A_2$ . Для любой точки  $\Pi$  гиперболы справедливо равенство  $\Pi F_2 - \Pi F_1 = A_1A_2$ .

Отрезки  $F_2\Pi$  и  $F_1\Pi$  – соединяющие какую-либо точку кривой с фокусом, называется радиусами – векторами гиперболы. Для построения гиперболы по заданным фокусным расстояниям и расстоянию между вершинами достаточно на действительной оси наметить ряд произвольно расположенных точек 1, 2, 3 и т.д. и тогда радиусами-векторами соответственно будут  $r_1 = A_11$ , и  $R_2 = A_22$  и  $r_2 = A_12$  и т.д. На рис 31 показано построение двух симметричных точек  $\Pi$  и  $\Pi_0$ . Аналогично могут быть найдены и другие точки кривой, соединив которые получаем изображение гиперболы.

#### 3.4.4. Построение эвольвенты

Эвольвентой называется траектория, описываемая каждой точкой прямой линии, перекатываемой по окружности без скольжения (рис. 32).

Для построения эвольвенты окружность предварительно делят на произвольное число  $n$  равных частей. В точках деления проводят касательные к окружности, направленные в одну сторону. На касательной, проведенной через последнюю точку деления (точка 8) откладывает отрезок, равный длине окружности  $2\pi R$  и делят его на тоже число равных частей. Откладывая на первой касательной одно деление, равное  $2\pi R/n$ , на втором – два, на третьем – три и т.д., получают ряд точек I, II, III ... VIII, которые соединяют по лекалу.

#### 3.4.5. Построение спирали Архимеда

Спиралью Архимеда называется плоская кривая, описываемая точкой, равномерно движущейся по радиусу-вектору, который в то время равномерно вращается в плоскости вокруг неподвижной точки  $O$ .

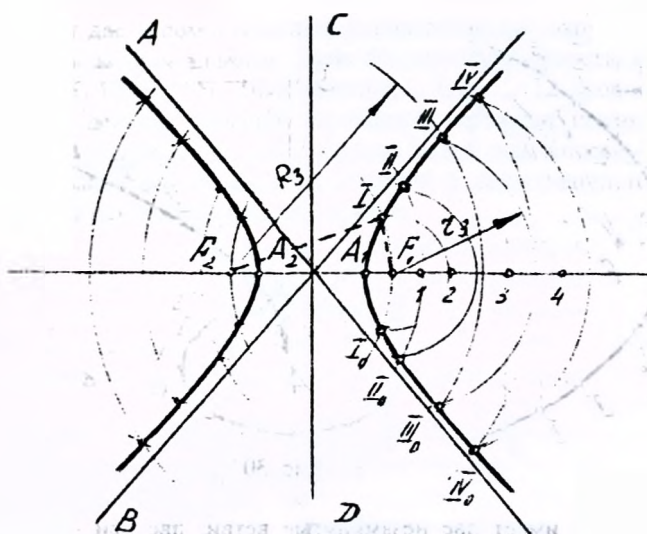


Рис. 31

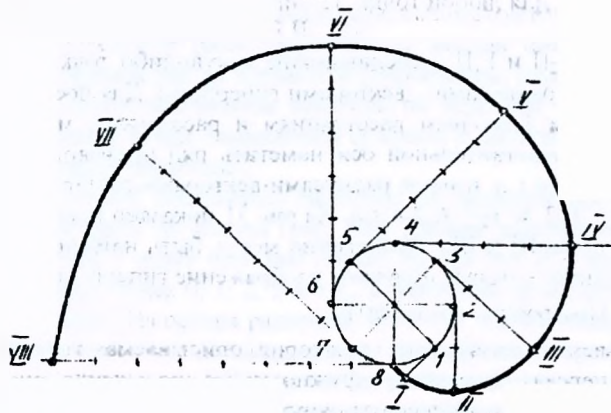


Рис. 32

Рассмотрим построение спирали Архимеда по заданному центру и шагу (рис. 33).

Радиусом  $OA$  проводят окружность. Отрезок  $0-12$  и окружность делят на равное число частей, например на 32. Через точки деления окружности  $I, II, III \dots XII$  и центр  $O$  проводят лучи, на которых от центра откладывают отрезки, соответственно равные  $1/12, 2/12$  и т.д. шага спирали. Лекальная кривая, соединяющая полученные на лучах точки, и будет искомой спиралью.



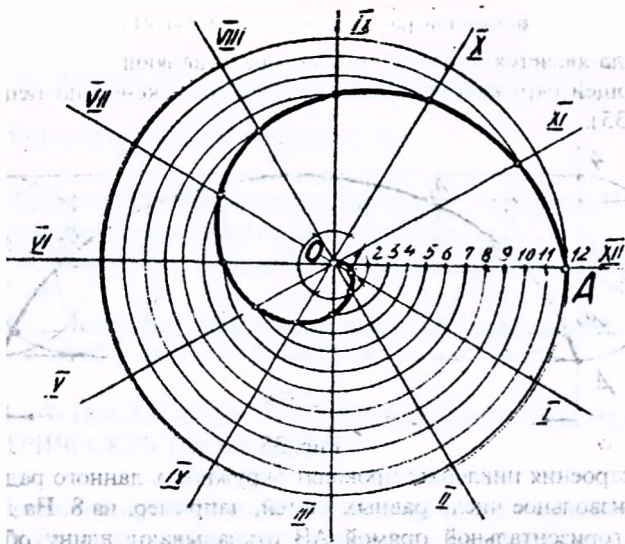


Рис. 33

### 3.4.6. Построение синусоиды

Синусоида представляет собой траекторию точки, которая совершает одновременно два движения: первое – равномерно-поступательное и второе – возвратно-поступательное в направлении, перпендикулярном первому движению (рис. 34).

Для построения синусоиды окружность заданного радиуса делят на равные части, например, на 32, и на продолжении осевой линии от условного начала (точка А) проводят отрезок АВ, равный  $2\pi R$ , который затем делят, как и окружность, на 12 частей.

Из точек окружности 1, 2 ... 12 проводят прямые линии параллельно прямой АВ до пересечения с соответствующими перпендикулярами, восстановленными или опущенными из точек деления этой прямой. Полученные точки пересечения 1, 2, 3 ... 12 и будут точками синусоиды.

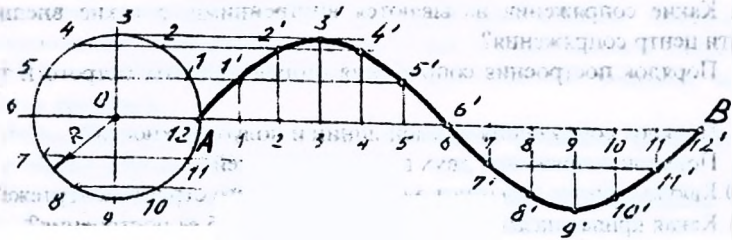


Рис. 34

### 3.4.7. Построение циклоиды

Циклоида является плоской кривой, представляющей траекторию точки  $A$  образующей окружности, катящейся без скольжения по неподвижной прямой (рис. 35).

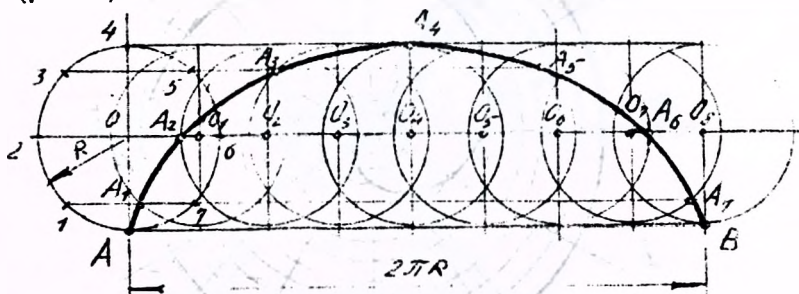


Рис. 35

Для построения циклоиды проводят окружность данного радиуса и делят ее на произвольное число равных частей, например, на 8. На данной направляющей горизонтальной прямой  $AB$  откладывают длину образующей окружности, равной  $2\pi R$ , и делим ее на такое же число равных частей.

Из точек деления  $1, 2, 3 \dots 8$  восстанавливают перпендикуляры до пересечения их с прямой, проходящей через центр  $O$  параллельно  $AB$ , в точках  $O_1, O_2 \dots O_8$ . Из этих точек, как из центров, делают засечки на соответствующих линиях, проведенных параллельно горизонтальной оси, через точки деления перекатывающейся окружности. В результате получают точки  $A_1, A_2 \dots A_8$ , принадлежащих циклоиде.

#### 4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что такое уклон линии, как он строится и обозначается на чертеже?
  2. Что такое конусность, построение и обозначение?
  3. Что такое сопряжение, на каких двух положениях геометрии основано построение сопряжений?
  4. Перечислите элементы сопряжений.
  5. Какие сопряжения наиболее часто встречаются?
  6. Какие сопряжения называются внутренними, а какие внешними?
- Как найти центр сопряжения?
7. Порядок построения сопряжения сторон прямого, острого и тупого углов?
  8. Порядок сопряжения прямой линии и полуокружности?
  9. Порядок сопряжения двух полуокружностей?
  10. Какую кривую называют эллипсом и как его строят на чертеже?
  11. Какая кривая называется параболой и способ ее построения?
  12. Что собой представляет гипербола и ее построение?
  13. Способ построения циклоиды?
  14. Какая кривая называется синусоидой и способ ее построения?

15. Что собой представляет спираль Архимеда и ее построение на чертеже?

16. Образование и построение эвольвенты окружности?

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Справочное руководство по черчению. Авторы: В.Н. Богданов, и др. М.: Машиностроение, 1989 (глава 2, с. 65-133).

2. С.К. Боголюбов. Черчение. М.: Машиностроение, 1989 (гл. 7, 9 и 10, с. 35-37, 41-48)

3. В.С. Левицкий. Машиностроительное черчение. М.: Высш. шк., 1988 (гл. 3, с. 48-82)

## ТЕМА 3: ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХ ВИДОВ, ПРОСТЫХ РАЗРЕЗОВ, АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

Изображение предметов выполняется по методу прямоугольного проецирования. Различают две его разновидности – метод Е и метод А.

**МЕТОД Е** (метод первого угла), когда изображаемый предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 36а), является основным и принят в большинстве стран Европы.

**МЕТОД А** (метод третьего угла) - плоскость проекций располагается между наблюдателем и изображаемым предметом (рис. 37).

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба, совмещаемые с плоскостью чертежа (рис. 36б).

Согласно ГОСТ 2.305-68 изображение на фронтальной плоскости проекций принимают на чертеже в качестве главного. Предмет располагают так, чтобы главный вид изображения давал наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

В зависимости от содержания изображения разделяют на виды, разрезы, сечения.

Радиусом  $OA$  проводят окружность. Отрезок  $0-12$  и окружность делят на равное число частей, например на 32. Через точки деления окружности I, II, III ... XII и центр  $O$  проводят лучи, на которых от центра откладывают отрезки, соответственно равные  $1/12$ ,  $2/12$  и т.д. шага спирали. Лекальная кривая, соединяющая полученные на лучах точки, и будет искомой спиралью.

**ВИД** – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Виды, получаемые на основных плоскостях проекций, являются основными и имеют следующие названия:

1 – вид спереди (главный вид); 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади (рис. 36б).

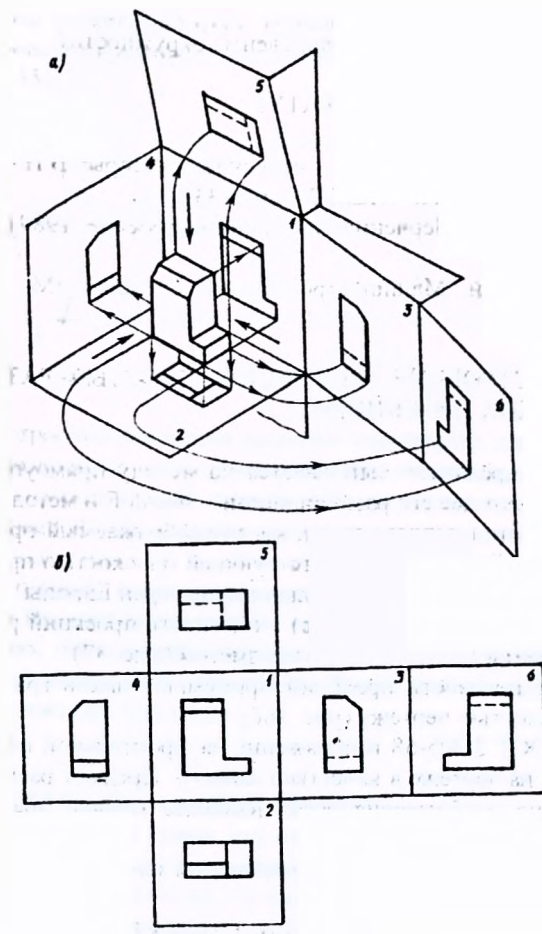


Рис. 36

Если какой-либо вид расположен вне проекционной связи с главным изображением, указывают стрелкой направление проецирования, обозначают прописной буквой кириллицы, а над видом наносят надпись типа «А» (рис.38).

Если какая-либо часть предмета не может быть показана ни на одном из основных видов без искажения формы и размеров, то применяют дополнительный вид, получаемый на плоскости, не параллельной основным плоскостям проекций. Дополнительный вид также отмечают стрелкой и надписью (рис. 39).

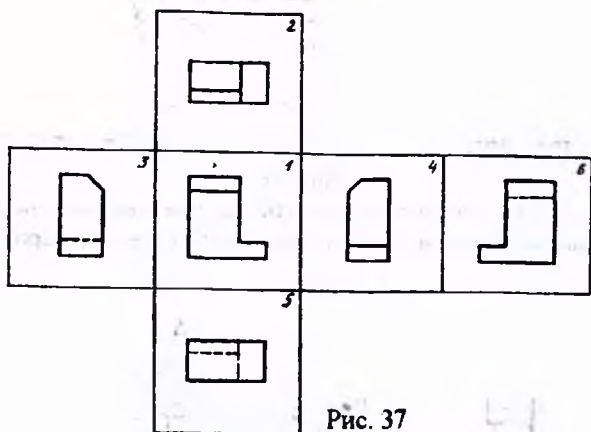


Рис. 37

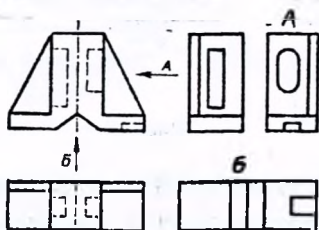


Рис. 38

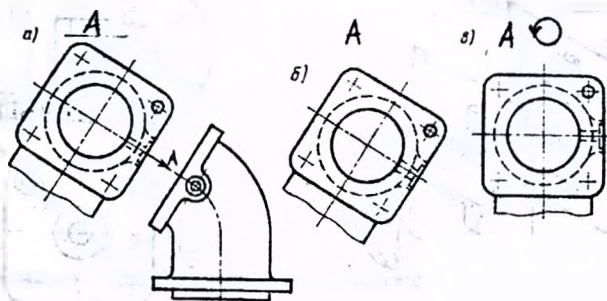


Рис. 39

Допускается повертывать дополнительный вид, при этом к надписи добавляется знак или  $135^\circ$  (рис. 406).

Изображения ограниченного места поверхности предмета называют местным (частичным) видом. Он может быть ограничен линией обрыва А, (рис. 41) или не ограничен. Местный вид на чертеже отмечается подобно дополнительному виду.

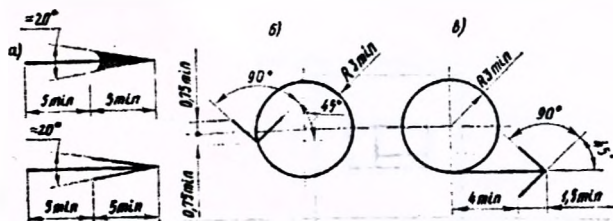


Рис. 40

На рис. 40 а,б приведены размеры стрелки, указывающей направление проецирования (два варианта) и знака, заменяющего слово «повернуто».

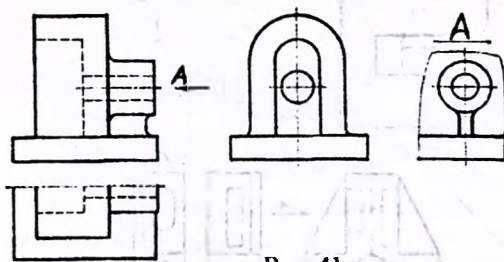


Рис. 41

### ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОСТЫХ РАЗРЕЗОВ

**РАЗРЕЗ** – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (рис. 42).

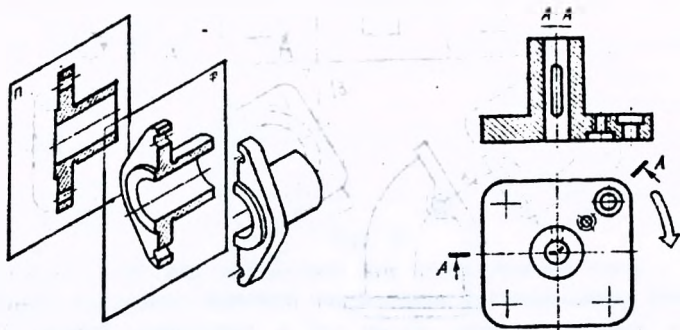


Рис. 42

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

Разрезы могут быть:

Горизонтальные – секущая плоскость горизонтальная (рис. 43),

Вертикальные – секущая плоскость вертикальная.

Вертикальные разрезы называют фронтальными (рис. 44), если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильны-

ми, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (рис. 45).

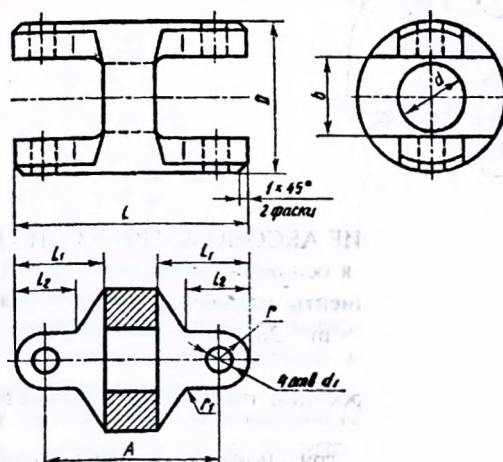


Рис. 43

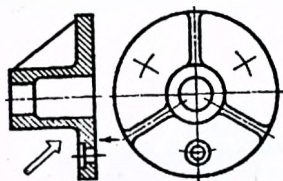


Рис. 44

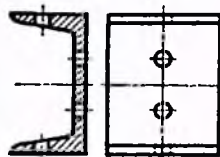


Рис. 45

Наклонные – секущая плоскость наклонена к горизонтальной плоскости проекций (рис. 46а). Наклонный разрез допускается показывать с поворотом. В этом случае к его обозначению добавляют тот же знак, что у повернутого вида (рис. 46 б).

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяют на простые – при одной секущей плоскости, и сложные – при двух и более секущих плоскостях.

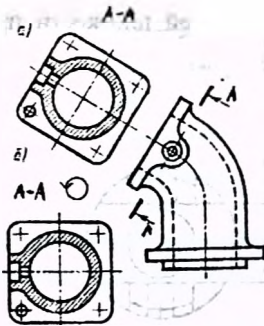


Рис. 46

### ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

В машиностроении в основном применяют ортогональные проекции: изометрическую (коэффициенты искажения  $k = m = n \cong 0,82$  и диметрическую – при соотношении  $k = m = 2n$  или  $k = m \cong 0,94$  и  $n \cong 0,47$  (ГОСТ 2.3170-69).

При построении проекций пользуются приведенными показателями искажений:

В изометрии все три показателя увеличиваются в 1,22 раза ( $1 : 0,82 = 1,22$ ), получая  $k = m = n = 1$ ;

В диметрии – в 1,06 раза ( $1 : 0,94 = 1,06$ ), получая  $k = m = n = 1, n = 0,5$ .

На рис. 47 приведено положение аксонометрических осей для изометрии, а на рис. 48 – для диметрии.

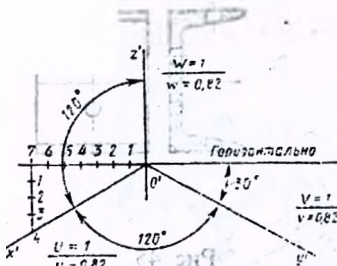


Рис. 47



Рис. 48

Построение изображения точки  $A$  в аксонометрии производится по координатам  $X_A, Y_A, Z_A$ .

В аксонометрических проекциях окружность изображается в виде эллипса. У всех эллипсов большие оси перпендикулярны соответствующим аксонометрическим осям, а малые – параллельны.

На плоскости  $\Pi_1$  – большая ось перпендикулярна оси  $Z$ ;



На плоскости  $\Pi_2$  – оси  $Y$ ;

На плоскости  $\Pi_3$  – оси  $X$ .

Построение эллипсов изометрии приведено на рис. 49, а в диметрии – рис. 50.

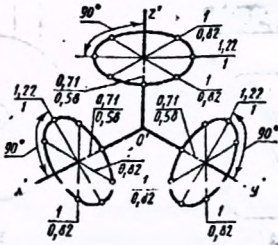


Рис. 49

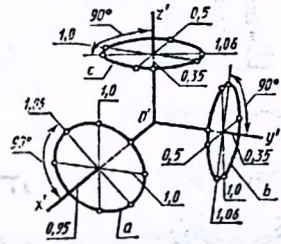


Рис. 50

Построение аксонометрии детали с вырезом – координатными плоскостями начинают с нанесения осей координат, к которым отнесена изображаемая деталь (непрерывное условие).

Указание на чертеже вида аксонометрии (с помощью осей) и масштаба придает чертежу обратимость, т.е. по чертежу при необходимости можно определить натуральные размеры детали.

#### ТЕМА 4. ВЫПОЛНЕНИЕ СЛОЖНЫХ РАЗРЕЗОВ И СЕЧЕНИЙ

Сложный разрез называют ступенчатым, если секущие плоскости параллельны (рис. 51) и ломанным, если секущие плоскости пересекаются под углом, большим  $90^\circ$  (рис. 52).

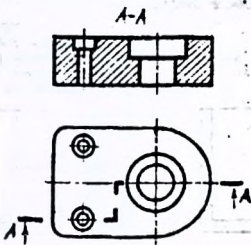


Рис. 51

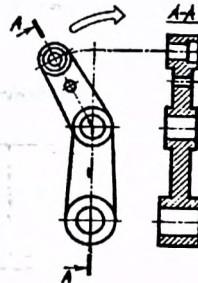


Рис. 52

Допускается применять сложные разрезы, подобно разрезу  $A-A$  на рис. 53 и ломанным – на рис. 54, когда направление проецирования не соответствует направлению поворота.

При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают, как они проецируются на соответствующую плоскость, до которой производится совмещение (рис. 55).

Разрез, служащий для выяснения устройства детали лишь в отдельном ограниченном месте, называют местным (частичным). Его ограничивают на

виде волнистой линией или линией с изломом (рис. 56). Эти линии не должны совпадать с другими линиями изображения.

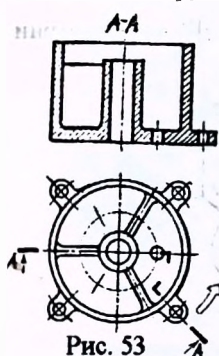


Рис. 53

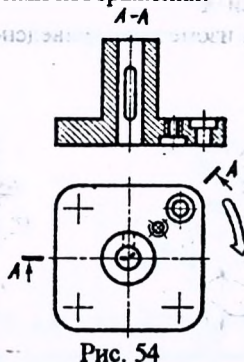


Рис. 54

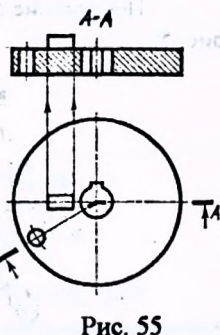


Рис. 55

Допускается соединять часть вида и часть соответствующего разреза (рис. 57), разделяя их волнистой линией. Если соединяют половину вида и половину разреза, каждый из которых – симметричная фигура, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис. 58). При этом разрезы располагают справа от вертикальной и вниз от горизонтальной оси симметрии.

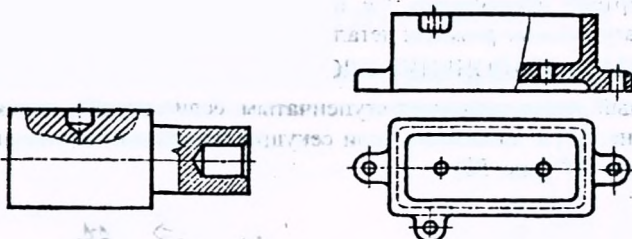


Рис. 56

Рис. 57

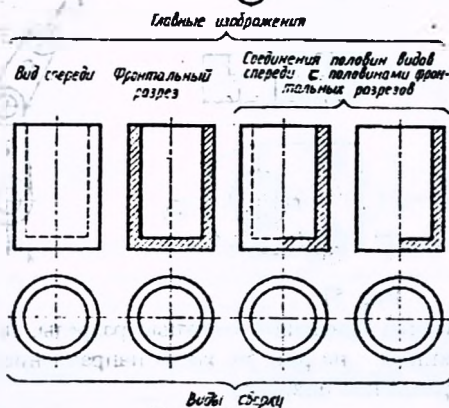


Рис. 58

**СЕЧЕНИЕ** – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (рис. 59).

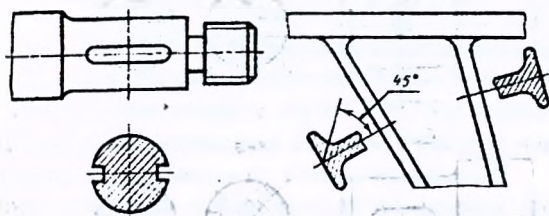


Рис. 59

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на вынесенные (рис. 59, 61) и наложенные (рис. 60).

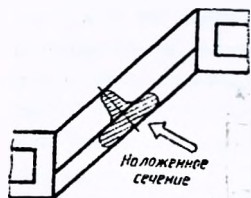


Рис. 60

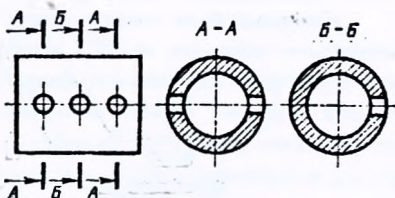


Рис. 61

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями. Контур наложенного сплошными – тонкими, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

Ось симметрии наложенного или вынесенного сечения указывают штрихпунктирной линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят.

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве или наложенных, линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают (рис. 62).

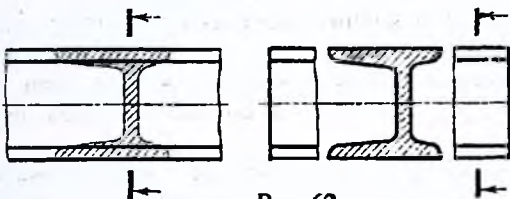


Рис. 62

В общем случае положение секущей плоскости и надпись над сечением на чертежах указывают так же, как и для разрезов (рис. 63).

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (сопоставьте сечение А-А с Б-Б (рис. 63). Если сечение получается состоящим из отдельных частей, то следует применить разрез рис. 64.

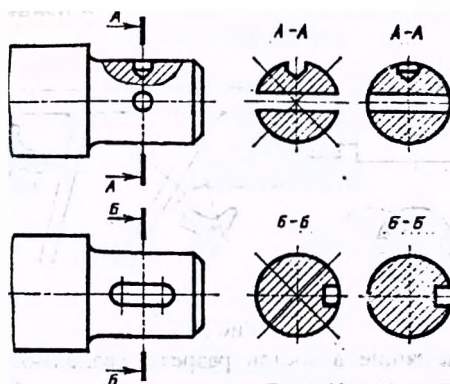


Рис. 63

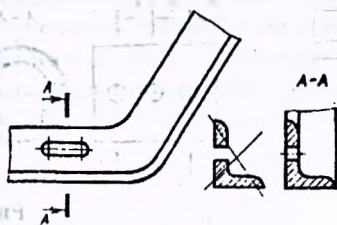


Рис. 64

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2.305-68 «Изображения – виды, разрезы, сечения»
2. Э.Д. Мерзон и др. «Машиностроительное черчение». М., 1987.
3. В.С. Левицкий «Машиностроительное черчение». М., 1988.
4. В.Н. Богданов. Справочное руководство по черчению. М., 1989

## ТЕМА 5. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ СРЕЗА

Многие детали различных механизмов и машин (станины, головки, шатунов, рычаги, вилки и др.) имеют срезы одной или несколькими параллельными плоскостями. Кривая линия, получающаяся при пересечении тела вращения плоскостью, параллельной его оси вращения, называется линией среза.

Линия среза строится на чертеже, как и линия пересечения. В качестве вспомогательных секущих поверхностей используют плоскости, перпендикулярные к оси вращения поверхности.

Для построения линии среза, прежде всего, следует определить границы элементарных геометрических тел, составляющих деталь и пересекаемых плоскостями. Границы тел определяются по точкам сопряжений контуров этих тел. При этом следует помнить, что плоскость, проходящая параллельно оси, пересекает цилиндр по образующим, прямой круговой конус – по

гиперболе, сфера всегда пересекается плоскостью по окружности, тор пересекается по кривой.

Пример выполнения линии среза приведен на черт. 02.05.32.98 ИГ (см. приложение):

1. Разбиваем деталь на элементарные геометрические тела.

По внешнему контуру тело детали ограничено тором R25, цилиндром  $\varnothing 130$ , сферой  $\varnothing 130$ , сопрягающей с тором R20, тор переходит в цилиндр  $\varnothing 70$ , заканчивается деталь усеченным конусом. Границы поверхностей при плавном переходе их определяются по точкам сопряжений.

Внутреннее очертание детали состоит из соосных поверхностей цилиндра  $\varnothing 80$ , усеченного конуса, цилиндра  $\varnothing 40$  и конуса.

2. Две параллельные между собой плоскости T и Q в пересечении с поверхностями указанных тел дают линию среза. На виде сверху и слева эти линии проецируются в виде отрезков прямых, совпадающих со следами плоскостей T и Q. На главном виде линии «среза» надо построить.

Поверхность цилиндра диаметром 130 мм рассекает плоскостями T и Q по образующим, профильные проекции которых проецируются в виде точек, лежащих на пересечении профильных следов секущих плоскостей с профильной проекцией цилиндра (окружность  $\varnothing 130$  мм), также строится линия «среза» на цилиндре  $\varnothing 70$ . Поверхность сферы рассекается по окружности. Радиус которой может быть получен из профильной проекции по следу T и Q.

Для нахождения промежуточных точек линий «среза» на участках тора и усеченного конуса на главном виде нужно воспользоваться вспомогательными плоскостями, перпендикулярными оси вращения.

На чертеже дано построение точек A, B, C, D. Проведены плоскости  $\Sigma'$ ,  $\Sigma''$ ,  $\Sigma'''$ ,  $\Sigma^V$ , перпендикулярные оси вращения. Эти плоскости рассекают поверхности тора и конуса по окружностям, проекциями которых на главном виде и сверху будут отрезки прямых, совпадающие со следами плоскостей  $\Sigma$ , а на виде слева – окружности.

Искомые профильные проекции точек лежат на пересечении окружности с профильными следами параллельных плоскостей. Проекции точек на главном виде лежат на пересечении линии связи со следом соответствующих плоскостей  $\Sigma$ . Подобным образом находят и все другие точки, принадлежащие линии «среза».

Внутреннее очертание детали плоскости T и Q пересекают в части цилиндра  $\varnothing 80$  мм усеченного конуса. Цилиндр  $\varnothing 80$  мм пересекается по образующим, параллельным оси цилиндра, а усеченный конус – по гиперболе. Вершина гиперболы лежат на следе плоскости Q. Промежуточные точки гиперболы D строятся с помощью вспомогательной плоскости  $\Sigma^V$  аналогично точками A, B, C.

**ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ:**

1. Ознакомиться с заданием и примером выполнения.
2. Изучить методические указания и рекомендованную литературу.

3. Вычертить в тонких линиях три изображения детали.
4. Определить основные геометрические тела вращения, из которых составлена деталь и наметить их границы.
5. Выделить вершины и характерные точки линии среза, лежащих на границах поверхностей.
6. Построить промежуточные точки линии среза.
7. Нанести размерные линии и размерные числа.
8. Обвести изображения, принимая линию видимого контура толщиной  $S = 0,6 \dots 0,8$  мм.
9. Оформить все надписи.
10. Проверить чертеж.

### ТЕМА 6. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕХОДА

При пересечении двух поверхностей получается линия пересечения. В практике часто встречаются случаи, когда в месте пересечения поверхностей имеется сопрягающая поверхность (галтель). При этом осуществляется плавный переход от одной поверхности к другой и получают две близко расположенные линии пересечения (рис. 65а). В этих случаях для сокращения трудоемкости выполнения чертежей вместо двух линий пересечения, проводят одну линию, называемую линией перехода (рис. 65б).

**ЛИНИЯ ПЕРЕХОДА** – это условная линия, заменяющая проекции линий пересечения сопрягающей поверхности с основными.

Для построения на чертеже линии перехода условно считают, что сопрягающая поверхность отсутствует, и линия перехода совпадает с линией пересечения основных поверхностей. При этом изображение линии перехода отличается от изображения линии пересечения:

1. Линия перехода выполняется тонкой сплошной линией, как линия перехода воображаемая;
2. Линия перехода заканчивается в точках пересечения очерковых линий основных поверхностей;
3. Линии перехода разрешается заменять более простыми линиями (циркульными);
4. Линии перехода для плавных сопряжений поверхностей разрешается совсем не показывать (рис. 65в).

### УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Нахождение проекций линий перехода (пересечения поверхностей) базируется на знаниях курса «Начертательной геометрии».

В заданиях линии перехода проведены не полностью, а лишь начало и конец их и поставлены знаки вопросов (?) студенту необходимо построить эти линии, применяя вспомогательные плоскости, параллельные одной из плоскостей проекций или сферы.

Для нахождения точек линий перехода (линий пересечения) двух поверхностей нужно выбрать наиболее рациональный способ решения. Следует подбирать такие вспомогательные плоскости, которые в пересечении с дан-

дыми поверхностями могут дать простые для построения линии (прямые линии, окружности).

При построении линии перехода сначала находят характерные или опорные точки искомой кривой. К ним относятся: точки, проекции которых лежат на проекциях очерковых линий одной из поверхностей, отделяющие видимую часть линии пересечения от невидимой; крайние точки – правые и левые, наивысшие и наинизшие, ближайшие к наиболее удаленным от плоскостей проекций. Все остальные точки линии пересечения поверхностей называются промежуточными.

На чертеже 02.06.32 98 НГ показано построение линий пересечения конических бобышек с цилиндром  $\varnothing 90$ . Так как цилиндр является проецирующей поверхностью по отношению к плоскости проекций  $\Pi_1$ , то на этой плоскости, т.е. на виде сверху, искомая линия проецируется на окружность  $\varnothing 90$ . Точка 1 пересечения очерковой образующей конуса с цилиндром проецируется на виде спереди на горизонтальную осевую линию конуса -  $1_2$

Промежуточные точки 2, 3 и симметричные им 4 и 5 могут быть построены при помощи фронтальной плоскости  $P$ . Через горизонтальные проекции точек 2 и 3 -  $2_1$  и  $3_1$  проводим след  $P_1$ . Проведенная плоскость пересекает конус по окружности. Радиус окружности измеряем по следу плоскости от оси конуса до его очерковой образующей. Проводим на фронтальной проекции окружность, на которой и находим фронтальные проекции точек 2 и 3 -  $2_2$  и  $3_2$ . Профильная проекция линий пересечения конуса с цилиндром  $\varnothing 90$  строится по двум уже построенным проекциям. Подробнее о построении линий перехода см. в курсе начертательной геометрии.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ:

1. Изучить методические указания и рекомендуемую литературу;
2. Ознакомиться с заданием и определить основные геометрические тела, из которых составлена деталь;
3. Вычертить тонкими линиями два изображения детали и дать «полезные» разрезы;
4. Построить третье изображение детали;
5. Определить характерные или опорные точки, точки линий перехода;
6. В остальном последовательность выполнения такая же, как в теме 5.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ЕСКД, ГОСТ 2.305-68, ГОСТ 2.307-68, ГОСТ 2.317-69.
2. Годик Е.И., Хаскин А.М. Справочное пособие по черчению. М., «Машиностроение», 1974.
3. Боголюбов С.К., Воинов А.В. Курс технического черчения. М., Машиностроение, 1973

Учебное издание

Составители: Базенков Тимофей Николаевич  
Кокошко Анатолий Федорович  
Хомич Николай Васильевич  
Винник Наталья Семеновна

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
по выполнению контрольных графических  
работ по курсу  
**«ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»**

**Часть 1**

*(для студентов заочной формы обучения  
механических специальностей)*

Ответственный за выпуск: Кокошко А.Ф.  
Редактор: Строкач Т.В.

---

Подписано к печати 3.11.99 Формат 60х84 1/16 Бумага писч. Усл. п.л. 2.79 Уч. изд. л.  
3.0 Тираж 120 экз Заказ № 653 Бесплатно. Отпечатано на ризографе Брестского  
политехнического института. 224017, Брест, ул. Московская, 267.