

1  
1-301

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

# **ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

КУЙБЫШЕВ 1987

Министерство высшего и среднего специального образования  
Р С Ф С Р

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени авиационный  
институт имени академика С.П.Королева

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

У т в е р ж д е н о  
редакционно-издательским  
советом института  
в качестве  
методических указаний  
для студентов

Куйбышев 1987

УДК 744(075)

Методические указания разработаны в соответствии с заданиями по курсу "Геометрическое черчение" для выполнения следующих графических работ: "Нанесение размеров", "Сопряжения циркульных кривых", "Сопряжения лекальных кривых для деталей самолетостроения и двигателестроения", "Шрифт".

Разработаны на кафедре "Машиностроительное черчение" и предназначены для студентов I курса всех специальностей.

Авторы-составители: Л.Г.У р ы в с к а я, С.С.К о м а р о в с к а я

Рецензенты: Е.П.Веретельник, Е.П.Жильников, В.М.Шитов

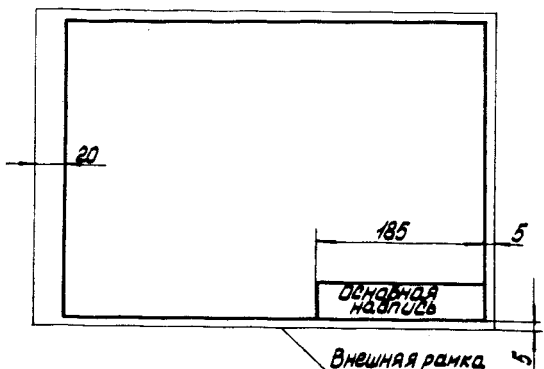
В наше время невозможно представить область человеческой деятельности, где не приходилось бы прибегать к помощи чертежей.

"Чертеж является языком техники", – говорил известный французский ученый Гаспар Монж. Чертеж служит средством выражения технической мысли, причем нередко единственным. Чертеж – это графическое изображение изделия или детали на плоскости, передающее их виды с различных сторон, выполненное на основе начертательной геометрии и принятых ГОСТом условностей.

## I. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

### I.I. Ф о р м а т ы

Форматом называется размер листа бумаги, на котором выполняется чертёж или другие конструкторские документы. Размеры формата и его



обозначения установлены ГОСТ 2.301-68. Чертежный лист ограничивается внешней рамкой, выполненной сплошной тонкой линией (черт. I).

Ч е р т. I

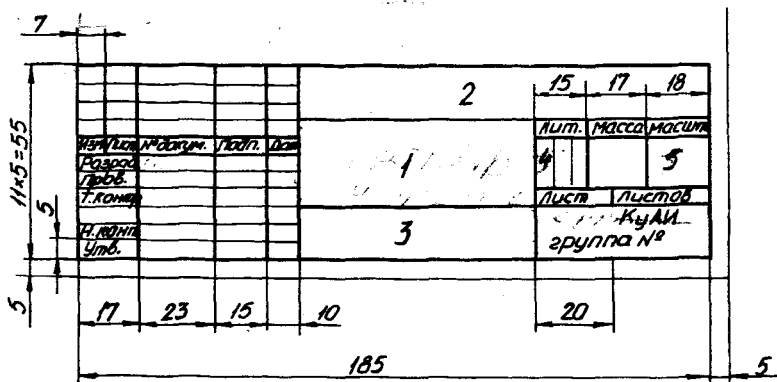
Формат с размерами сторон  $1189 \times 841$  мм, площадь которого равна  $1 \text{ м}^2$ , и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные.

Обозначения и размеры сторон основных форматов должны соответствовать указанным в табл. I. Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Например, формат А4х3 (его размер 297х630).

Т а б л и ц а I

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

1.2. Основная надпись (по ГОСТ 2.104-68 черт.2)



Ч е р т . 2

- Графа 1 - наименование изделия (чертежа).
- Графа 2 - обозначение чертежа.
- Графа 3 - обозначение материала детали.
- Графа 4 - литера чертежа (У - учебный).
- Графа 5 - масштаб изображения.

### 1.3. Масштабы

Масштабом называется отношение линейных размеров изображенного на чертеже предмета к его действительным размерам. Масштабы устанавливает ГОСТ 2.302-68.

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25 ; 1:40; 1:50; 1:100 и т.д.
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, обозначается по типу 1:1, 1:2, 2:1 и т.д., а в остальных случаях по типу М2:1, М4:1 и т.д.

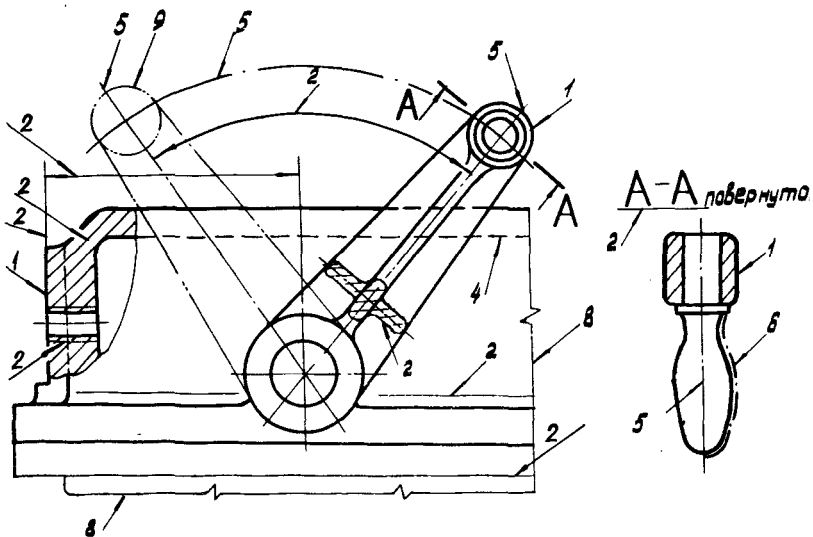
### 1.4. Линии

ГОСТ 2.303-68 устанавливает следующие типы линий, которые необходимо применять при выполнении чертежей (табл.2).

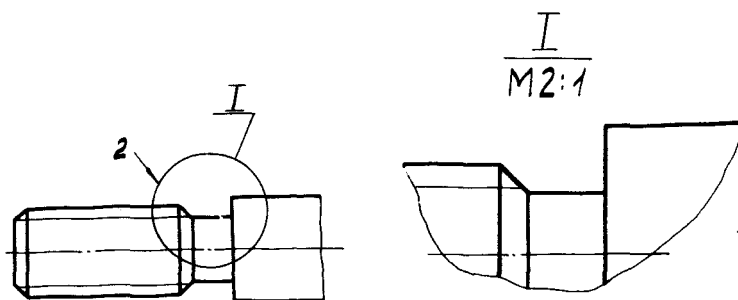
Толщина сплошной основной линии  $S$  должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения. Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Длину штрихов в штриховых и штрих-пунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихи в линии должны быть приблизительно одинаковой длины. Штрих-пунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.

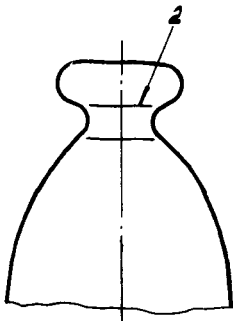
Номера позиций на чертежах 2-9 соответствуют номерам пунктов табл.2. Штрих-пунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении менее 12 мм.



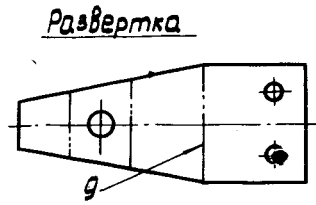
Черт. 3



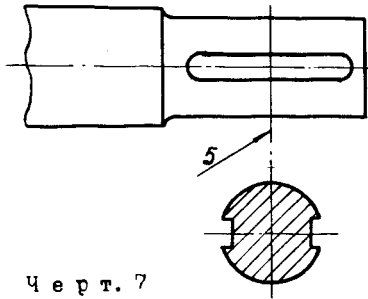
Черт. 4



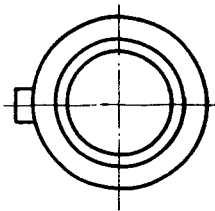
Черт. 5



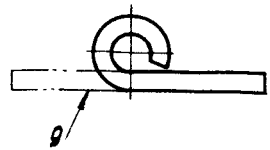
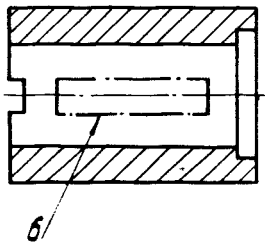
Черт. 6



Черт. 7




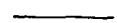

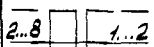
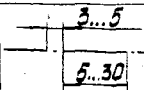
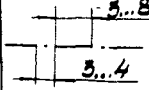


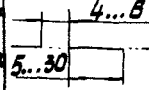
Черт. 8



Черт. 9



Таблица 2

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине $S$ .	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная		$S$	Линии видимого контура
2. Сплошная тонкая		от $\frac{S}{2}$ до $\frac{S}{3}$	Линии размерные и выносные Линии штриховые Линии-выноски, подчеркивающие надписи Полки линий-выносок
3. Сплошная волнистая			Линии обрыва Линии различения вида и разреза
4. Штриховая			Линии невидимого контура
5. Штрих-пунктирная тонкая			Линии осевые и центровые
6. Штрих-пунктирная утолщенная		от $\frac{S}{2}$ до $\frac{2}{3}S$	Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей пл. "наложенная проекция"
7. Равомкну-тая		от $S$ до $1\frac{1}{2}S$	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломом		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Длинные линии обрыва
9. Штрих-пунктирная с двумя точками тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линии сгиба на развертках Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях.

## 1.5. Шрифты чертежные

На чертежах наносятся размеры изделия и выполняются надписи чертежным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304-81, по которому устанавливаются следующие типы шрифта:

- тип А без наклона ( $d = 1/14 h$ ),
  - тип А с наклоном около  $75^\circ$  ( $d = 1/14 h$ ),
  - тип Б без наклона ( $d = 1/10 h$ ),
  - тип Б с наклоном около  $75^\circ$  ( $d = 1/10 h$ ),
- с параметрами, приведенными в табл.3 и 4.

Размер шрифта  $h$  - величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах. Устанавливаются следующие размеры шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

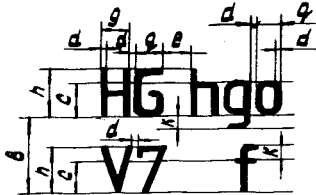
Т а б л и ц а 3

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер, мм	Размеры, мм						
Размер шрифта - высота прописных букв	$h$	(10/10)	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	
Высота строчных букв	$c$	(7/10)	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	
Толщина линий шрифта	$d$	(1/10)	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	
Расстояние между буквами	$a$	(2/10)	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	
Минимальный шаг строк	$b$	(17/10)							
Минимальное расстояние между словами	$e$	(6/10)							

Т а б л и ц а 4

Наименование	Ширина букв и цифр $g$	Относительный размер, $h$
Прописные буквы	И, Р, Л, Н, Т, Ц, Б, В, К, О, Р, У, Ч,	
	Ь, Э, Я	(6/10)
	Г, Е, З, С, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0	(5/10)
	А, Д, М, Х, Ы, Ю	(7/10)
	Ж, Ш, Щ, Ф, Ъ	(8/10)

Наименование	Ширина букв и цифр, $q$	Относительный размер, $k$
Строчные буквы	а, б, в, г, д, и, й, л, о, п, р, с, у,	(5/10)
	е, з, к, н, х, ч, ъ, ь, э, я	(7/10)
	ж, т, ф, ш, щ, м,	(8/10)
	ы, ю	



Черт. 10

Построение шрифта типа Б без наклона показано на черт.10. Построение шрифта типа Б с наклоном по вспомогательной сетке показано на черт.11.

### 1.6. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах

ГОСТ 2.306-68 устанавливает графические обозначения материалов в сечениях, а также правила нанесения их на чертежах (см.табл.5).

Таблица 5

Материал	Обозначение	Материал	Обозначение
Металлы и твердые сплавы		Стекло и другие светопрозрачные материалы	
Неметаллические материалы		Жидкости	
Дерево		Грунт естественный	
Бетон		Сетка	



Черт. II

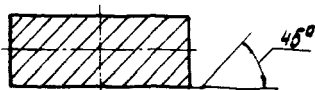
Наклонные параллельные линии штриховки проводятся под углом  $45^\circ$  к линии контура изображения (черт.12), или к его оси (черт.13), или к линиям рамки чертежа (черт.14). Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом  $45^\circ$ , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла  $45^\circ$  брать угол  $30^\circ$  или  $60^\circ$  (черт. 15 и 16). Линии штриховки наносятся с наклоном влево или вправо, но в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали, независимо от количества листов, на которых эти сечения расположены. Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки (частота) должно быть, как правило, одинаковым для всех выполненных в одном и том же масштабе сечений данной детали. Указанное расстояние должно быть от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки. Необходимо разнообразить штриховку смежных сечений.

Узкие и длинные площади сечений, ширина которых на чертеже от 2 до 4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, а остальную площадь сечения - небольшими участками в нескольких местах (черт.17). Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными с оставлением просветов между смежными сечениями не менее 0,8 мм (черт.18, 19). Для смежных сечений двух деталей следует брать наклон линий штриховки для одного сечения вправо, для другого - влево (встречная штриховка).

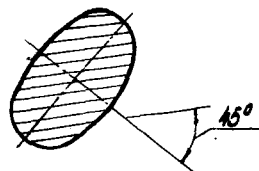
При штриховке "в клетку" для смежных сечений двух деталей расстояние между линиями штриховки в каждом сечении должно быть разным.

В смежных сечениях со штриховкой одинакового наклона следует изменить расстояние между линиями штриховки (черт.20), или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому, не изменяя угла их наклона (черт.21).

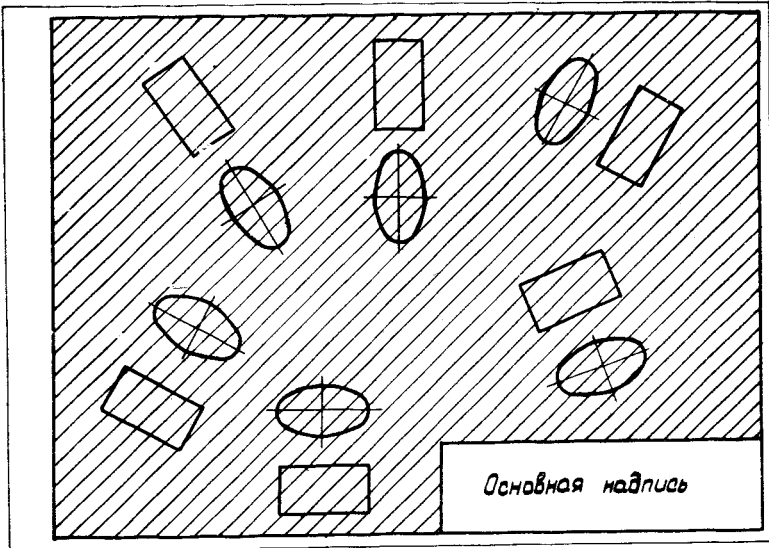
При больших площадях сечений, а также при указании профиля грунта допускается наносить обозначение лишь у контура сечения узкой полоской равномерной ширины.



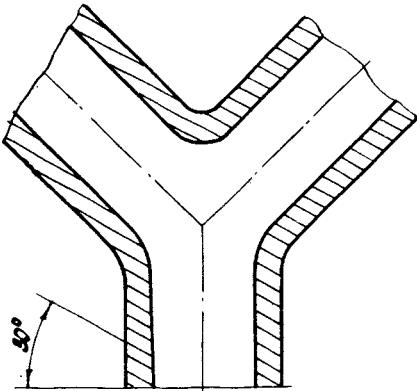
Ч е р т. 12



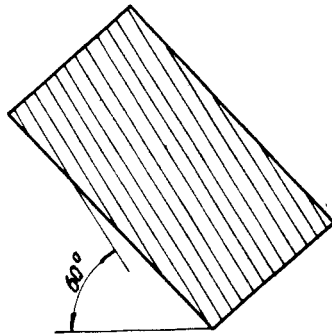
Ч е р т. 13



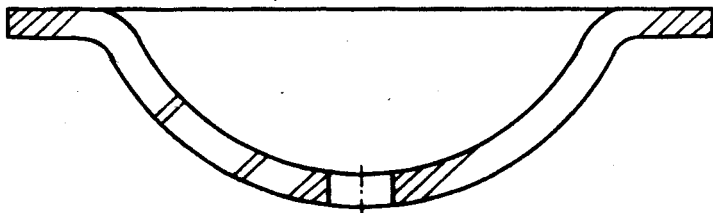
Черт. 14



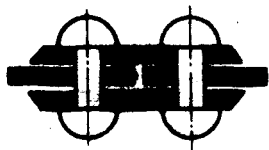
Черт. 15



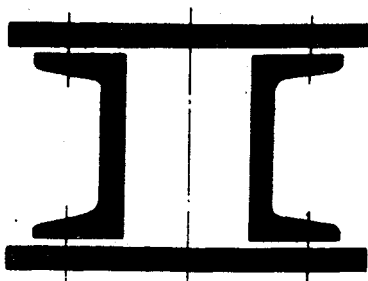
Черт. 16



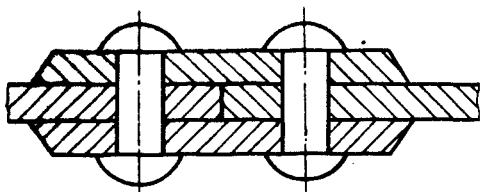
Ч е р т. 17



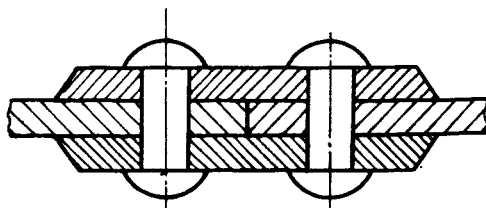
Ч е р т. 18



Ч е р т. 19



Ч е р т. 20



Ч е р т. 21

## 2. ЛЕКАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ И СОПРЯЖЕНИЯ

### 2.1. Лекальные кривые

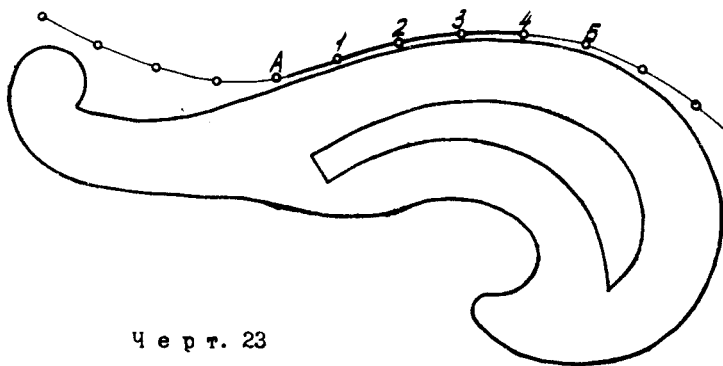
Контуры всех изображений образованы различными линиями. Основными линиями служат: прямая линия, окружность, ряд кривых. При вычерчивании контуров изображений применяются различные построения и сопряжения.

С точки зрения геометрического построения плоские кривые разделяются на циркульные и лекальные.

Циркулярными называются кривые, точки которых лежат на окружности (овалы, завитки и др.).

Лекальными называются кривые, точки которых не лежат на окружности. К ним относится эвольвента, эллипс и др. Все перечисленные виды кривых имеют широкое применение в технике. Так, например, эллипс применяется при вычерчивании наклонно расположенных по отношению к плоскости проекций окружностей фланцев и др. деталей. Все лекальные кривые строятся по точкам, положение которых определяется графически или аналитически. Чтобы получить плавную кривую, необходимо иметь на чертеже достаточное количество точек.

Для построения кривой пользуются лекалами. Плавную кривую линию можно получить в том случае, когда кромка лекала совпадет с четырьмя-пятью точками, но соединить при этом три или четыре точки соответственно (черт. 23).



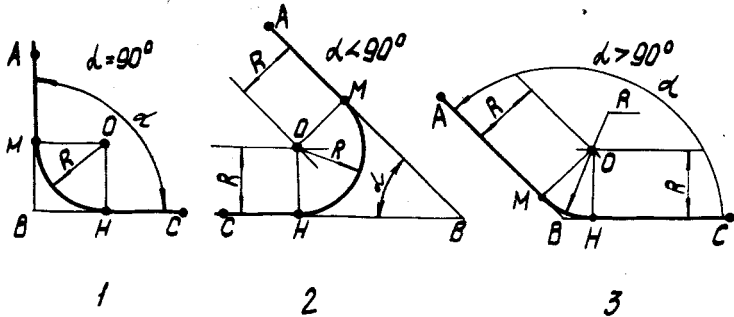
Ч е р т . 23



## 2.2. Сопряжения

Сопряжением называют плавный переход от одной прямой линии к другой, от прямой линии к окружности и от окружности к окружности. Построение сопряжений основано на свойствах прямых, касательных к окружностям, или касающихся между собой окружностей.

Примеры 1, 2, 3 (черт. 24).



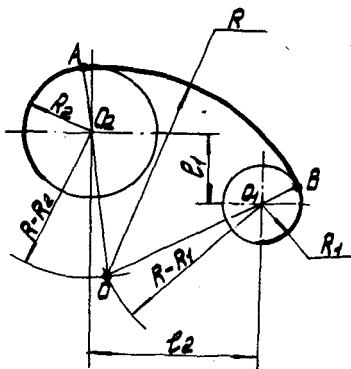
Ч е р т . 24

Выполнить сопряжение двух пересекающихся прямых  $AB$  и  $BC$  радиусом  $R$ . Чтобы найти центр дуги сопряжения, надо провести вспомогательные прямые, параллельные заданным прямым на расстоянии  $R$  до взаимного пересечения в точке  $O$ , которая и будет центром дуги окружности сопряжения.

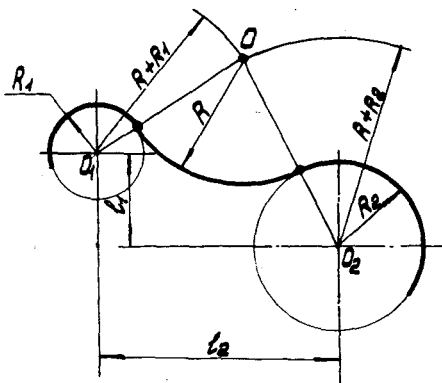
Опустив перпендикуляры из центра  $O$  на каждую из заданных прямых, найдем точки сопряжения  $M$  и  $N$  и проведем дугу радиусом  $R$  из центра  $O$ .

Пример 4. Выполнить сопряжение дуг радиусом  $R_1$  и  $R_2$ , если даны расстояния между центрами  $O_1$  и  $O_2$  и радиус сопряжения  $R$ .

Для нахождения центра  $O$  дуги сопряжения проводим из центра  $O_2$  дугу радиусом  $R - R_2$ , а из центра  $O_1$  - дугу радиусом  $R - R_1$ . Пересечение этих дуг определит центр окружности  $O$ . Найдем на пересечении прямых  $OO_2$  и  $OO_1$  с соответствующими дугами точки  $A$  и  $B$ . Полученные точки соединим дугой радиуса  $R$  (черт. 25).



Черт. 25



Черт. 26

Пример. 5. Даны дуги радиусов  $R_1$  и  $R_2$ , расстояния между центрами дуг  $l_1$ ,  $l_2$  и радиус сопряжения  $R$ . Построить сопряжение этих дуг. Решение задачи аналогично примеру 4, с той лишь разницей, что из центров  $O_1$  и  $O_2$  проводим дуги радиусов  $R+R_1$  и  $R+R_2$  (черт. 26).

### 3. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

Величину изображенного изделия и его элементов определяют размерами, указанными на чертеже, т.е. размерными числами, размерными и выносными линиями.

Правила нанесения размеров устанавливает ГОСТ 2.307-68.

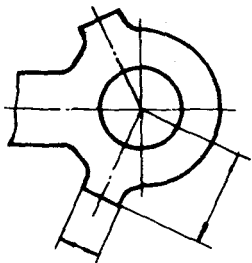
#### 3.1. Единицы измерения

Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. При других единицах измерения длины (см, м) их обозначают после размерного числа. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах, с обозначением единиц измерения, например:

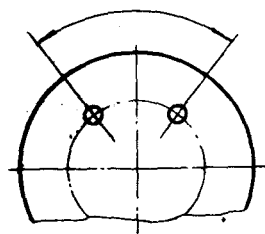
$4^\circ$ ;  $4^\circ 30'$ ;  $12^\circ 45'$ ;  $12^\circ 45' 30''$ .

### 3.2. Р а з м е р н ы е л и н и и

Размерные линии определяют границы измерения и могут иметь форму прямой и дуги окружности (черт. 27, 28).

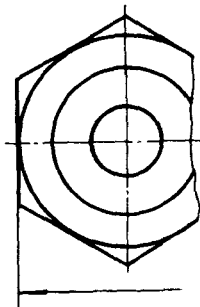
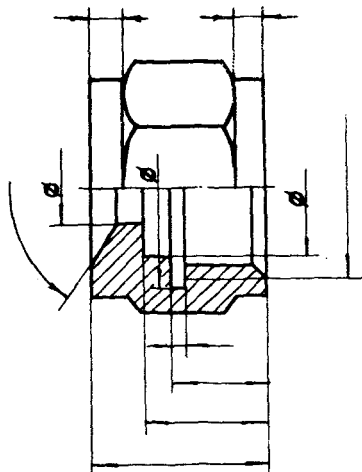


Ч е р т. 27



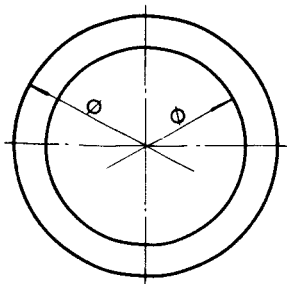
Ч е р т. 28

Эти линии чаще изображают полностью и лишь в некоторых случаях выполняют с обрывом со стрелкой с одной стороны (черт. 29, 30).

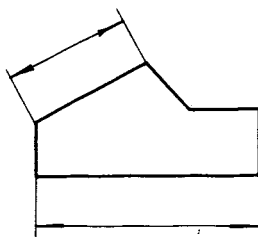


Ч е р т. 29

Размерную линию следует проводить параллельно отрезку элемента детали, размер которого указывается, располагая ее, по возможности, вне контура изображения (черт.31).



Ч е р т . 30



Ч е р т . 31

Следует, по возможности, избегать пересечения размерных и выносных линий. Использование линий контура, осевых, центровых и выносных линий в качестве размерных не допускается.

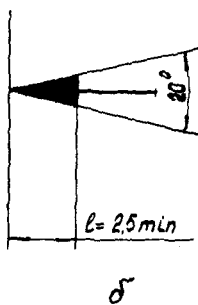
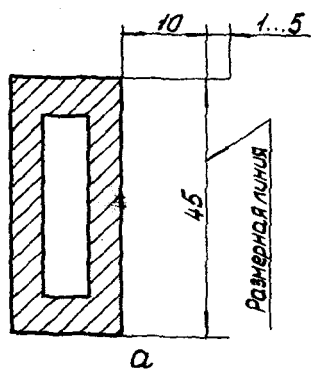
### 3.3. С т р е л к и

Размерные линии с обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в соответствующие линии (например, выносные, осевые или контурные). Форма стрелки, приблизительное соотношение ее элементов показаны на черт.32, а, б. Эти соотношения следует сохранять на всем чертеже.

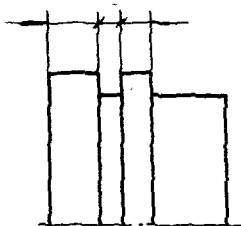
Если стрелки невозможно разместить на концах размерной линии, то их размещают с наружной стороны выносных и других соответствующих линий (черт. 35, 40). В случае, если места для нанесения стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, недостаточно, то стрелки можно заменить засечками, которые наносят под углом  $45^\circ$  к размерным линиям, либо четкими точками (черт.33, 34). Допускается прерывать контурную или выносную линии, ограничивающие место расположения стрелки (черт. 35, 36).

### 3.4. В ы н о с н ы е л и н и и

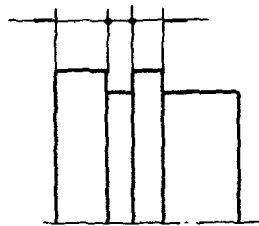
Выносные линии являются вспомогательными. Проводят их от границ измерения, а между ними проводят размерные линии.



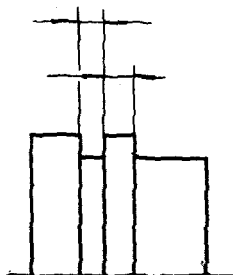
Черт. 32



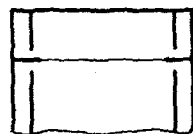
Черт. 33



Черт. 34

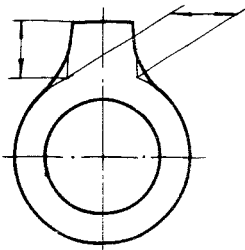


Черт. 35

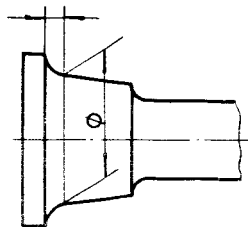


Черт. 36

Выносные линии проводят перпендикулярно размерным. Исключением является случай, когда выносные линии практически сливаются с другими линиями или при нормальном положении могут помешать ясности в записи и понимании размера. Размерную и выносную линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм (черт.37, 38).



Черт. 37



Черт. 38

### 3.5. Размерные числа

Размерные числа в общем случае наносят над размерной линией и, по возможности, ближе к середине.

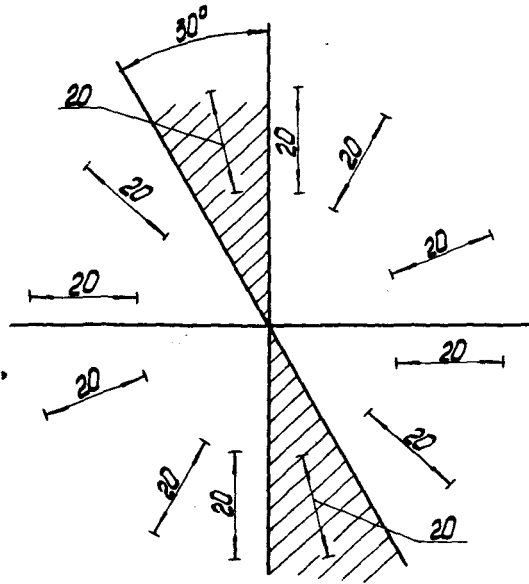
Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже следует выбирать исходя из наибольшего удобства для чтения. В случае расположения размерной линии вертикально размерные числа наносят на левой стороне от линии.

Если размерные линии наклонны, то размерные числа располагают на верхней стороне линии, как показано на черт. 39.

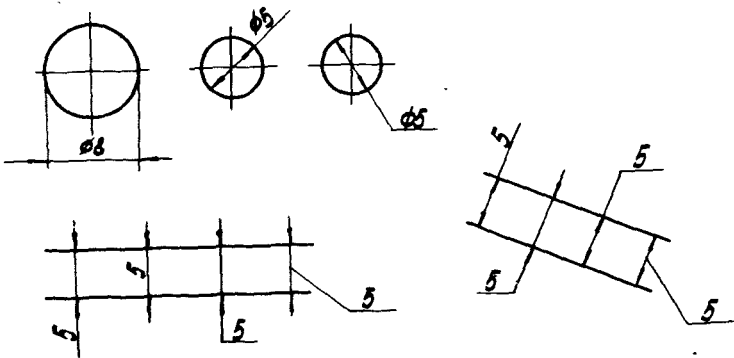
Если размерная линия находится в заштрихованной зоне, то размерное число следует вынести из этой зоны и нанести на полке линии-выноски, полку же расположить параллельно основной надписи.

Если для нанесения размерного числа над размерной линией недостаточно места, то его проставляют на продолжении размерной линии, либо на полке линии-выноски (черт.40).

Размерные числа нельзя разделять или пересекать какими-либо линиями чертежа.

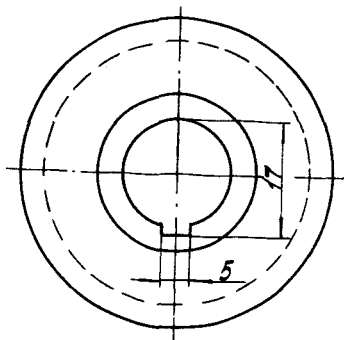


Черт. 39

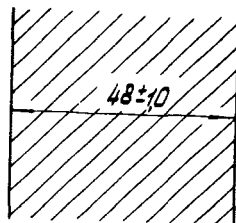


Черт. 40

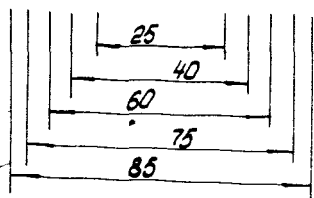
Не допускается прерывать контурную линию для размерного числа. Нельзя также проставлять размерные числа на пересечении размерных, осевых, центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (черт. 41, 42). На параллельных или концентричных размерных линиях, расположенных близко одна к другой, размерные числа располагают в шахматном порядке (черт. 43).



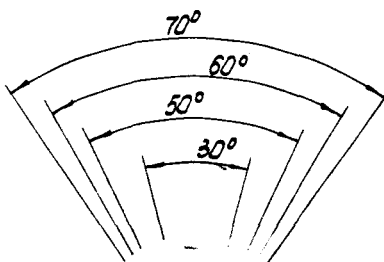
Черт. 41



Черт. 42



Черт. 43

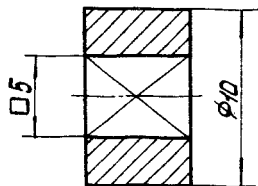




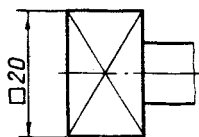
### 3.6. Н а н е с е н и е   р а з м е р о в   к в а д р а т а

При отсутствии изображений, определяющих конфигурацию квадрата, перед размерным числом стороны квадрата наносят знак  $\square$ . Высота знака  $\square$  должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже (черт.44). Для удобства чтения чертежа на проекции боковой грани проводят диагональные линии (тип линии – сплошная тонкая).

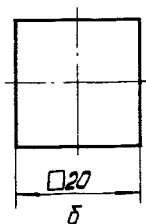
Если же даны проекции квадрата, то его размеры проставляют как показано на черт. 45 (а,б).



Ч е р т . 4 4



а



б

Ч е р т . 4 5

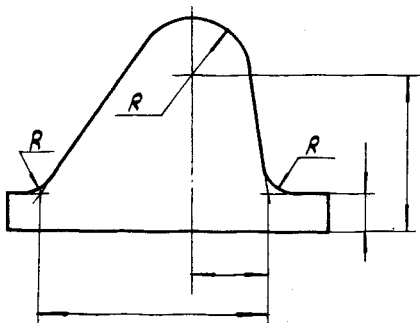
### 3.7. Н а н е с е н и е   р а з м е р о в   р а д и у с а о к р у ж н о с т и

Радиус окружности обозначают буквой  $R$  (высотой, равной высоте размерного числа), которую ставят перед размерным числом, указывающим размер радиуса.

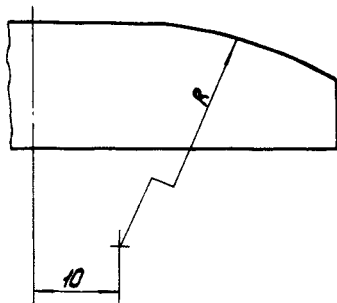
Для определения координат вершины скругляемого угла или центра дуги скругления выносные линии проводят от точек пересечения сторон угла или от центра дуги скругления (черт.46).

Положение центра радиуса дуги изображают, при необходимости, в виде пересечения центровых или выносных линий. При большой (сравнительно с чертежом) величине радиуса его центр можно приблизить к обозначаемой дуге, изображая при этом размерную линию с двумя изломами под углом  $90^\circ$  (черт. 47).

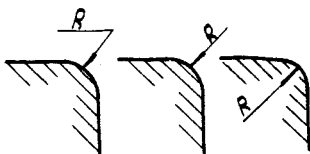
Размеры радиусов наружных и внутренних скруглений наносят либо на размерной линии, либо на полочке размерной линии. При этом следует избегать совпадения размерных и штриховых линий.



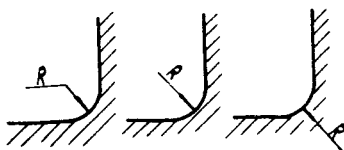
Черт. 46



Черт. 47



Черт. 48



Черт. 49

Способы нанесения размерных чисел при различных положениях размерных линий следует выбирать исходя из удобства чтения чертежа (черт. 48. 49).

Если радиусы скруглений на всем чертеже одинаковы, то их размеры можно не указывать, а в технических требованиях сделать запись типа: "Неуказанные радиусы 5 мм".

### 3.8. Нанесение размеров диаметра окружности

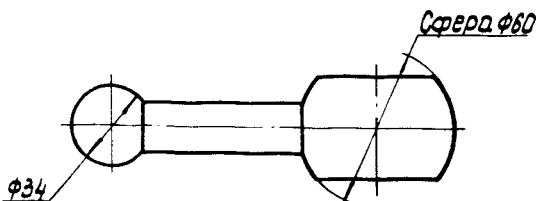
Диаметр окружности обозначают знаком  $\varnothing$ , который наносят перед размерным числом, указывающим размер диаметра, например  $\varnothing 50$ . Высота знака равна высоте цифр размерных чисел. Знак представляет собой окружность, диаметрально пересеченную отрезком прямой линии под углом  $\sim 60^\circ$  к размерной линии диаметра (см. черт. II).

При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа следует смещать с середины размерных линий и не допускать их размещения в точке пересечения центровых линий.

Для указания размера диаметра окружности допускается проводить размерные линии с обрывом независимо от того, полностью изображена окружность или только ее часть, причем обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (см. черт. 30).

### 3.9. Н а н е с е н и е   р а з м е р о в   р а д и у с а и   д и а м е т р а   с ф е р ы

Радиус и диаметр сферы обозначают соответственно знаком  $R$  или  $\varnothing$ , который наносят перед размерным числом радиуса или диаметра. В этом обозначении допускается добавлять слово "сфера" или знак  $\circ$  в случаях, когда на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, например: "Сфера  $\varnothing 18$ ", "  $OR 12$ " (черт. 50).

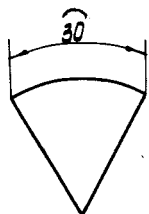


Ч е р т . 5 0

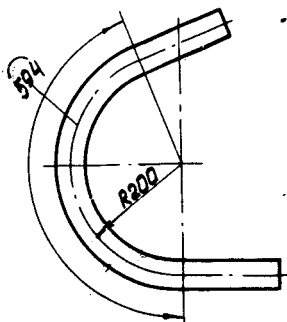
### 3.10. Н а н е с е н и е   р а з м е р а   д л и н ы д у г и   о к р у ж н о с т и

При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят концентрично дуге, а выносные линии - параллельно биссектрисе угла и над размерным числом наносят знак " $\frown$ " (черт. 51).

Выносные линии размера дуги можно также располагать радиально, и при наличии концентричных дуг следует указать дугу, к которой относится размер (черт. 52).



Черт. 51



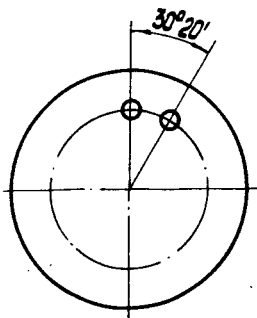
Черт. 52

### 3.II. Нанесение размеров углов

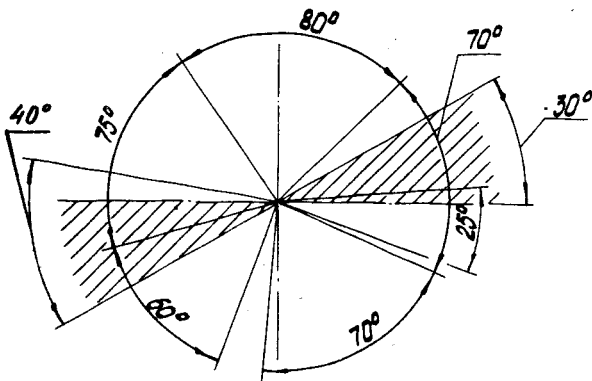
Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением при этом единицы измерения, например  $30^{\circ}36'45''$ .

При обозначении размера угла размерную линию следует проводить в виде дуги окружности с центром в его вершине, выносными линиями служат стороны угла (черт.53).

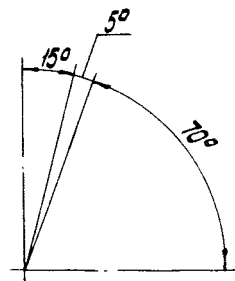
Размерные числа, расположенные выше горизонтальной осевой линии, при обозначении величины угла проставляют над размерной линией со стороны выпуклости, размерные же числа, расположенные ниже горизонтальной осевой линии, проставляют со стороны вогнутости дуговых размерных линий.



Черт. 53



Черт. 54



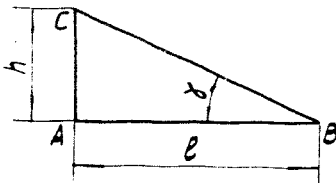
Черт. 55

В заштрихованной зоне наносить размерные числа не рекомендуется. В этом случае размерные числа указывают на горизонтально нанесенных полках (черт. 54).

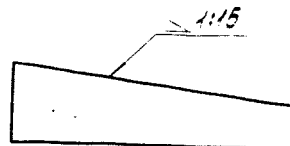
Для углов малых размеров при недостатке места размерные числа помещают на полках линий - выносок в любой зоне (черт.55).

### 3.12. У к л о н

Уклоном ВС относительно прямой АВ называется отношение  $\frac{AC}{AB} = \frac{h}{l} = \text{tg } \alpha$  (черт. 56, 57). Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак "∠", острый угол знака направляют в сторону уклона. Высота и ширина знака равны соответственно 1/2 и 6/7 высоты цифр.



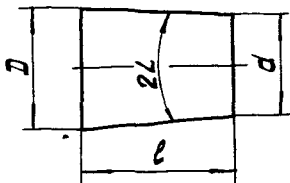
Черт. 56



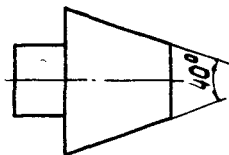
Черт. 57

### 3.13. Ко н у с н о с т ь

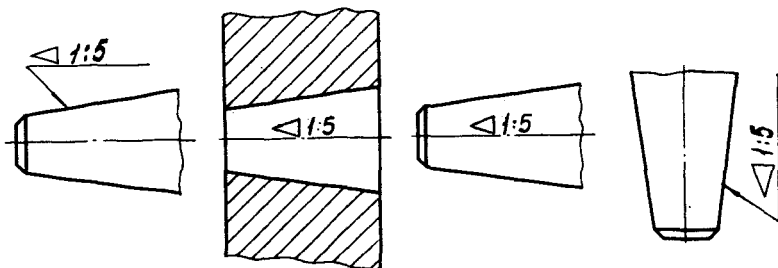
Под конусностью понимают отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними (черт. 58)  $K = \frac{D-d}{l}$ . Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак "  $\nabla$  ", острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса. ГОСТ 8593-81 регламентирует величины нормальных конусностей. В соответствии с этим стандартом конусность при угле  $2\alpha$ , равном от  $30^\circ$  до  $120^\circ$ , обозначают на чертеже величиной угла (черт. 59). Если же угол меньше  $28^\circ$ , то конусность обозначают числом, например 1:5 (черт. 60).



Ч е р т. 58



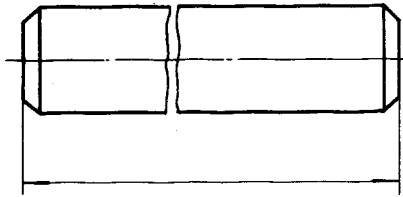
Ч е р т. 59



Ч е р т. 60

### 3.14. Р а з м е р ы и и з о б р а ж е н и я

Если изделие изображено с разрывом, то размерную линию не прерывают (черт. 61).



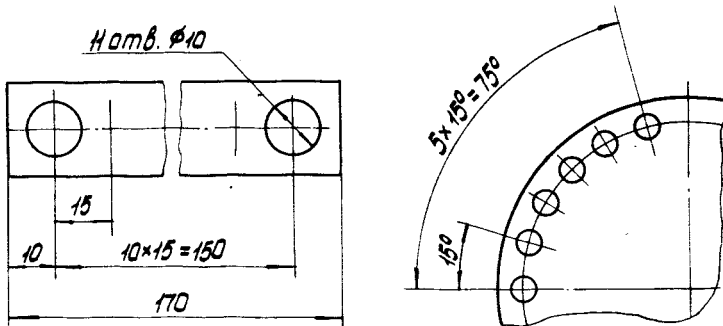
Ч е р т. 61

При неполном изображении симметричного контура, а также при соединении вида и разреза размерные числа ставят со стороны вида для наружных и со стороны разреза для внутренних элементов изделия.

При этом размерную линию обрывают за ось симметрии или дальше линии обрыва неполного изображения (см. черт. 29).

### 3.15. Н а н е с е н и е п о в т о р я ю щ и х с я р а з м е р о в

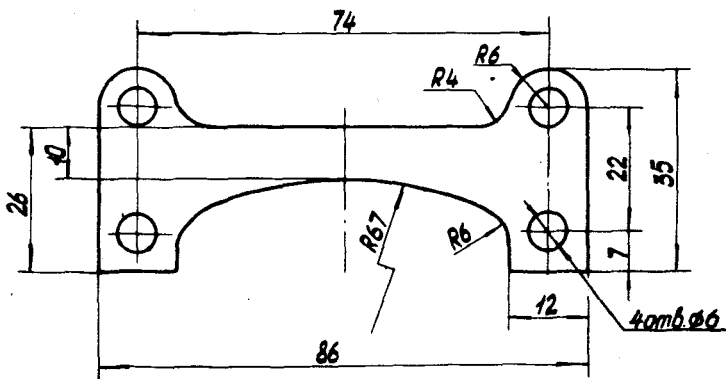
При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (черт. 62).



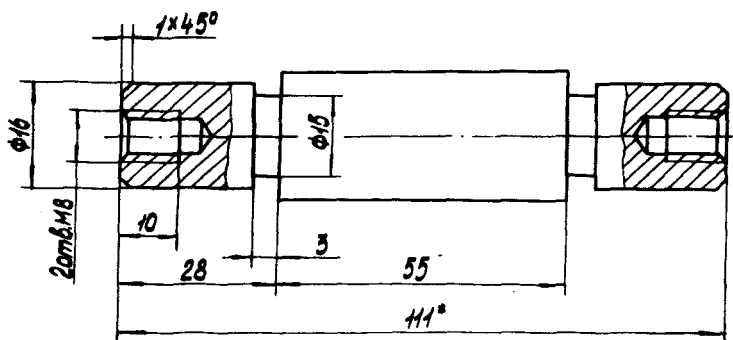
Ч е р т. 62

Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры.

Количество одинаковых отверстий всегда указывают полностью, а их размеры - только один раз (черт. 63, 64).



Черт. 63

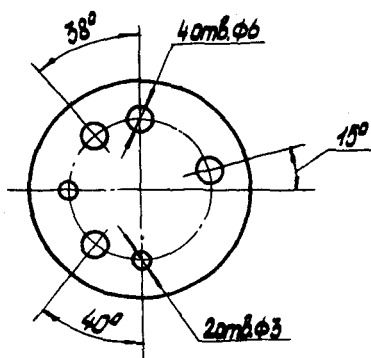


Черт. 64

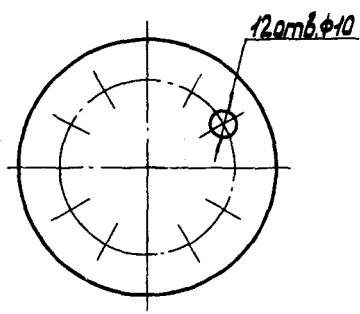
Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии - выноски количества этих элементов (черт. 65).

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (черт. 66-68).

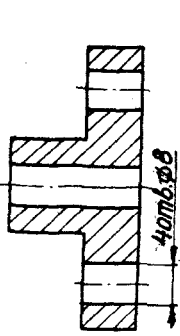




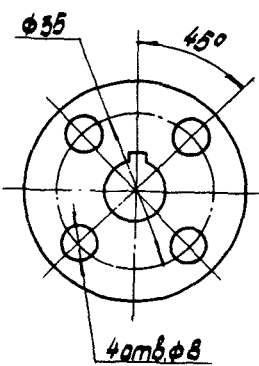
Черт. 65



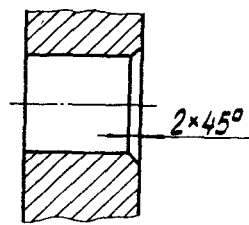
Черт. 66



Черт. 67



Черт. 68

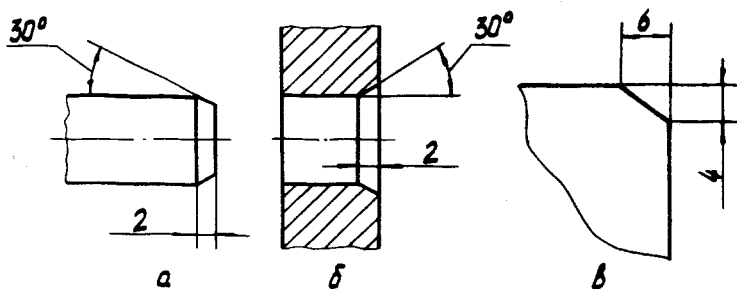


Черт. 69

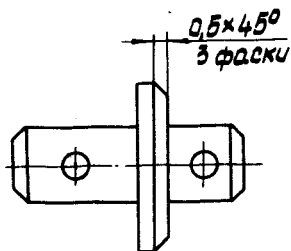
### 3.16. Нанесение размеров фасок

Размеры фасок под углом  $45^\circ$  наносят, как показано на черт. 69.

Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам - линейным и угловым размерами (черт. 70а, 70б) или двумя линейными размерами (черт. 70в). Если деталь имеет несколько одинаковых фасок на поверхностях вращения разных диаметров, то размер фаски наносят только один раз, указывая количество фасок (черт. 71).



Черт. 70

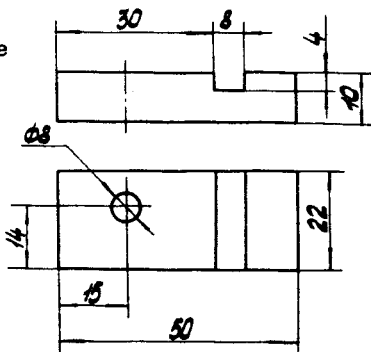


Черт. 71

Если же деталь имеет две симметрично расположенные фаски на поверхностях вращения одного диаметра, то размер их наносят один раз и число фасок не указывают.

### 3.17. Группирование размеров

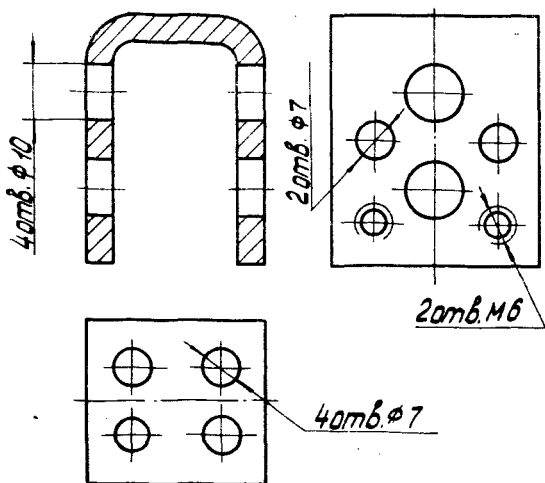
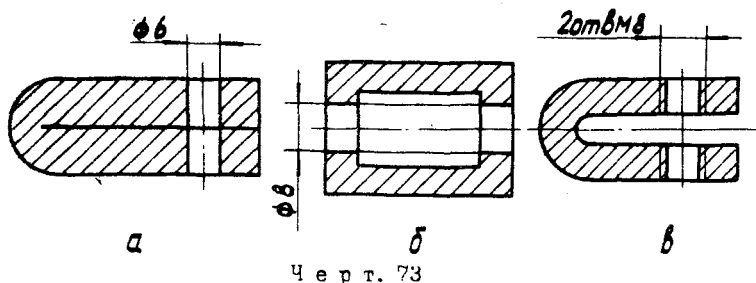
Размеры, относящиеся к одному конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.д.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (черт. 72).



Черт. 72

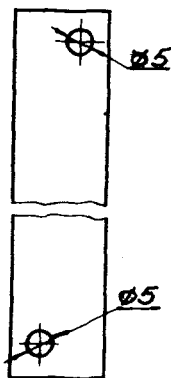
### 3.18. Некоторые упрощения при постановке размеров деталей

Одинаковые элементы, расположенные в разных частях изделия (например, отверстия), рассматривают как один элемент, если между ними нет промежутка (черт. 73, а) или если эти элементы соединены тонкими сплошными линиями (черт. 73, б). При отсутствии этих условий указывают количество отверстий (черт. 73, в).

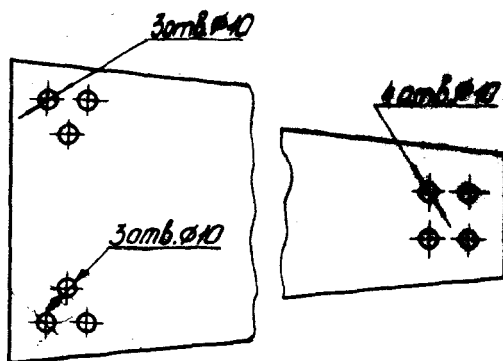


Если одинаковые элементы изделия (например, отверстия) расположены на разных поверхностях и показаны на разных изображениях, то количество их записывается отдельно для каждой поверхности (черт. 74).

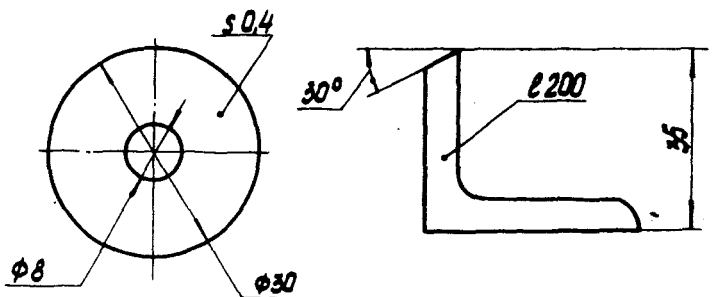
Допускается повторять размеры элементов изделия или их групп (в том числе отверстий), лежащих на одной поверхности, только в том случае, когда они значительно удалены друг от друга и не увязаны между собой размерами (черт. 75, 76).



Черт. 75



Черт. 76



Черт. 77

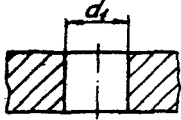
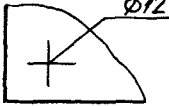
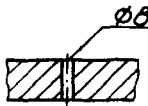
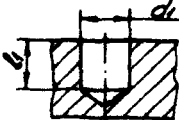
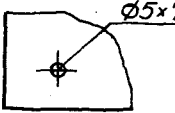
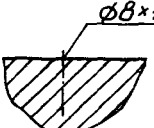
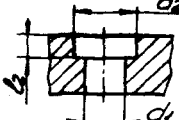
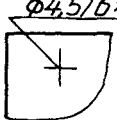
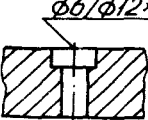
При изображении детали в одной проекции размер ее толщины или длины наносят как показано на черт. 77.

Правила упрощенного нанесения размеров отверстий устанавливает ГОСТ 2.318-81.

Размеры отверстий на чертежах допускается наносить упрощенно (см. табл. 6) в следующих случаях:

- диаметр отверстия на изображении – 2 мм и менее;
- отсутствует изображение отверстий в разрезе вдоль оси;
- нанесение размеров по общим правилам усложняет чтение чертежа.

Т а б л и ц а 6

Тип отверстия	Пример упрощенного нанесения размеров отверстия	
 <p style="text-align: center;"><math>d_1</math></p>	 <p style="text-align: center;"><math>\phi 12</math></p>	 <p style="text-align: center;"><math>\phi 8</math></p>
 <p style="text-align: center;"><math>d_1</math></p> <p style="text-align: right;"><math>d_1 \times l_1</math></p>	 <p style="text-align: center;"><math>\phi 5 \times 7</math></p>	 <p style="text-align: center;"><math>\phi 8 \times 15</math></p>
 <p style="text-align: center;"><math>d_2</math></p> <p style="text-align: right;"><math>d_1/d_2 \times l</math></p>	 <p style="text-align: center;"><math>\phi 4,5/6 \times 4</math></p>	 <p style="text-align: center;"><math>\phi 6/\phi 12 \times 5</math></p>

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ

Графическая работа "Геометрическое и проекционное черчение" состоит из шести самостоятельных работ, расположенных на одном листе формата А1 и работы "Шрифт" на формате А4. План графической работы напечатан в методическом указании "Проекционное черчение" (составитель Л.А.Чемпинский), с. 24, рис. 3.1. По теме "Геометрическое черчение" студенты выполняют работы № 1 "Нанесение размеров", № 5 "Выполнение сопряжения".

#### 4.1. Н а н е с е н и е   р а з м е р о в

В этой работе выполняют примеры простановки размеров радиусов, диаметров, углов, прямолинейных отрезков, а также пример простановки размеров на одной из деталей общего машиностроения. Эта работа является общей для всех студентов (черт. 78).

#### 4.2. В ы п о л н е н и е   с о п р я ж е н и й

##### 4.2.1. Выполнение сопряжений циркульных кривых

В этой работе выполняется упражнение на построение очертаний различного рода деталей машин, имеющих сопряжения окружностей различных радиусов. Студент получает индивидуальное задание, содержащее очертание детали и необходимые размеры для ее построения, приведенные в таблице. По этим размерам необходимо выбрать соответствующий стандартный масштаб изображения с таким расчетом, чтобы рабочее поле чертежа было использовано наиболее полно.

В графе "Наименование" основной надписи пишется наименование детали. Пример выполнения изображения показан на черт. 79.

##### 4.2.2. Выполнение сопряжений локальных кривых для деталей самолетостроения и двигателестроения

В этой работе выполняется построение кривых, встречающихся в частях самолетов и в деталях двигателей.

Студенту выдается индивидуальное задание, содержащее изображение некоторых частей самолета (фюзеляж, дужка крыла, стабилизатор и др.) или деталей двигателя (лопатка турбин, лопатка компрессора и др.), а также таблица размеров для построения этих изображений. Построение кривых производится в следующей последовательности:

а) зная габариты изделия, выбирают масштаб для выполнения чертежа;

б) наносятся оси координат и по заданным в таблице размерам строят точки, принадлежащие данной кривой, полученные точки соединяются плавной кривой с помощью лекал;

в) затем проставляют размеры согласно указаниям, данным в задании.

Для очертания кривых в деталях двигателя координаты точек на

чертеже не проставляются, а даются в виде таблицы. Примеры выполнения заданных очертаний частей самолета даны на черт. 80, а деталей двигателя на черт. 81.

### 4.3. В ы п о л н е н и е ш р и ф т а

В этой работе пишутся строчные и прописные буквы, цифры и примеры слов, написанные стандартным шрифтом 10 и 5 (черт. 82). Русский алфавит (Кириллица), шрифт типа Б с наклоном.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА

#### Форматы

1. Какие размеры имеют основные форматы?
2. На каком расстоянии проводят рамку чертежа сверху, справа, снизу и слева?

#### Основные надписи

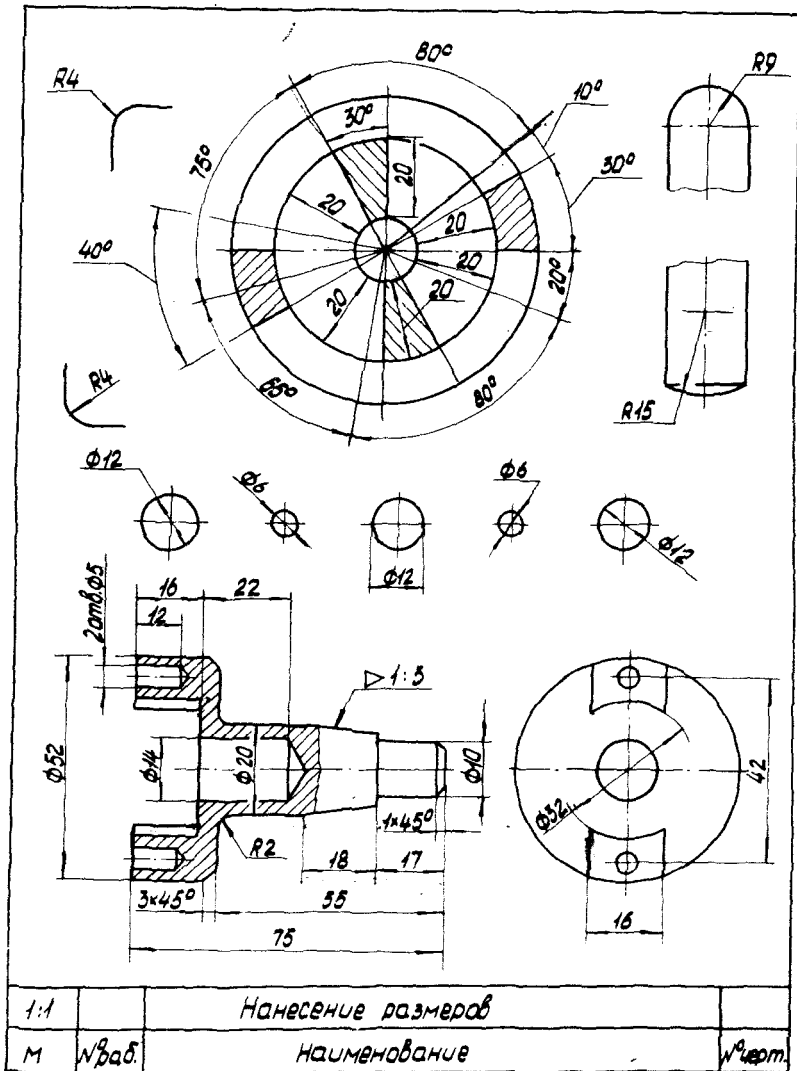
1. Где на чертеже располагают основную надпись?
2. Какие сведения о детали указывают в основной надписи?

#### Масштабы

1. Какие масштабы предусмотрены стандартом?
2. Можно ли применять масштабы, не предусмотренные стандартом?
3. Что означает на поле чертежа не в основной надписи запись  $M1:2$ ,  $M1:1$ ,  $M2:1$ ?
4. Какую длину предмета надо указывать над размерной линией, если длина предмета 2250 мм, масштаб изображения 1:10?

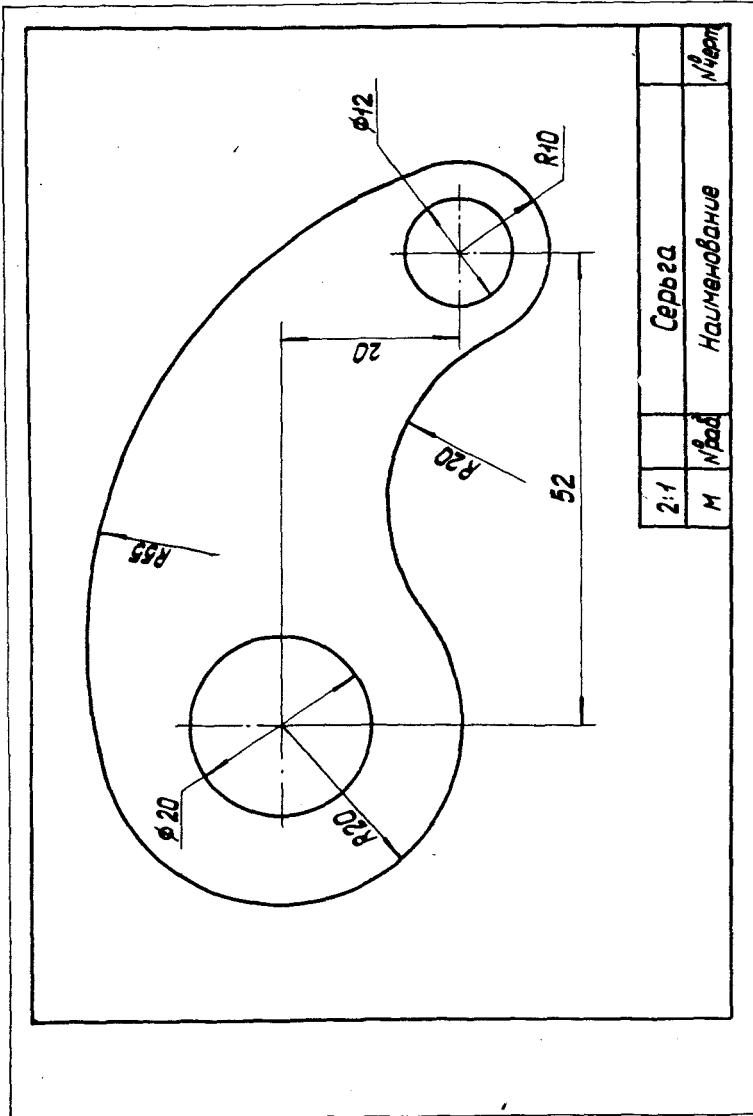
#### Линии

1. Какие установлены типы линий чертежа в зависимости от их назначения?
2. В зависимости от чего берется толщина штриховой, штрихпунктирной тонкой и сплошной тонкой линий?
3. Каково основное назначение следующих линий: сплошной тонкой, тонкой штрихпунктирной?
4. Чему равна длина штрихов и расстояние между ними в штриховых линиях, в штрихпунктирных тонких линиях?

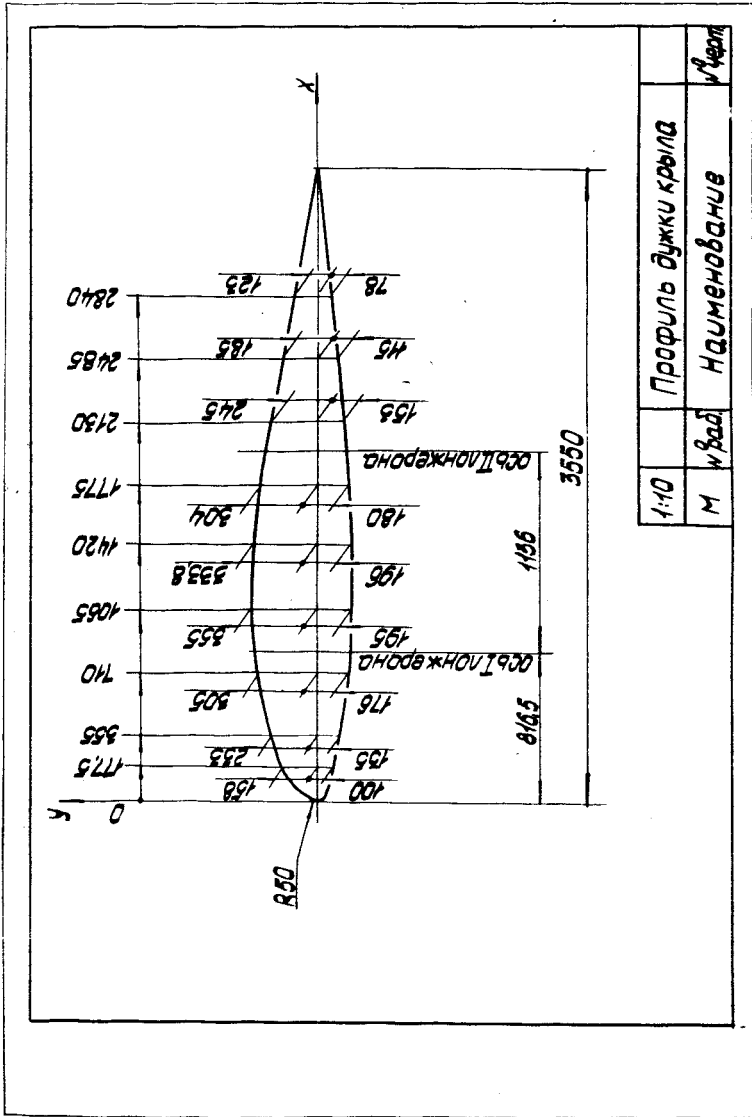


Черт. 78



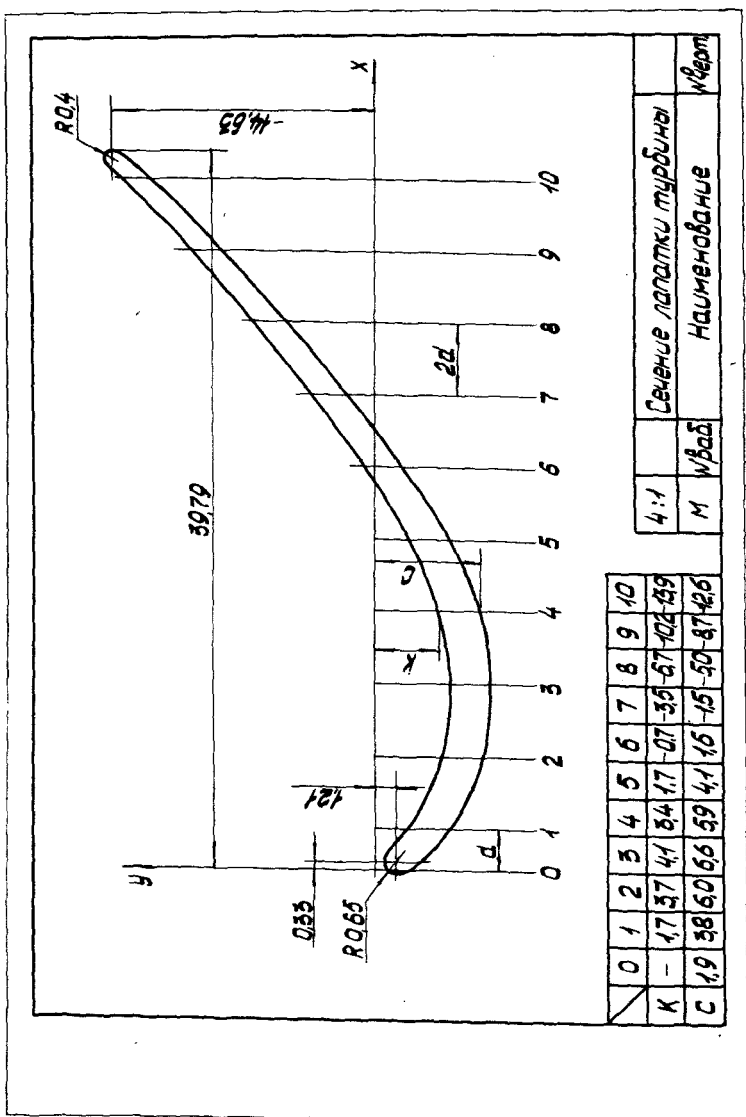


Черт. 79



1:10	Профиль дужки крива	№ черт.
M	Наименование	
	№ град.	

Черт. 80



Черт. 81

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТ

УФХЦЧШЩЬЫЬЭЮЯ

1234567890 3

абвгдежзийклмнопрст

уфхцчшщьюыьэюя

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЬЫЬЭЮЯ

1234567890 3 №

абвгдежзийклмнопрстуфхцчшщьюыьэюя

Машиностроительное  
черчение

ГАЙКА

КРАН

		Шрифт	
М	№ раз	Наименование	№ черт

## Шрифты чертежные

1. Что определяет размер шрифта?
2. Какие размеры шрифта предусмотрены стандартом?

## Графические обозначения материалов

1. В каких случаях применяют на чертежах графическое обозначение материалов?
2. Какие установлены правила нанесения на чертежах графических обозначений материалов (штриховок)?
3. Как выполняют штриховку двух смежных деталей?

## Нанесение размеров

1. В каких единицах следует понимать линейные размеры на чертежах (если единица измерения не обозначена)?
2. Какое расстояние оставляют между контуром изображения и параллельной ему размерной линией, между параллельными размерными линиями?
3. Каковы основные правила нанесения размеров на чертежах?
4. Допустим ли разрыв линии чертежа в местах пересечения этих линий со стрелками размерных линий?
5. Допускается ли разделять или пересекать линиями чертежа размерные числа?
6. Как располагают стрелки размерных линий при недостатке места для размещения?
7. Как условно обозначают на чертежах уклон, конусность, квадрат?
8. Как располагают размерные числа при различном наклоне размерных линий?
9. Где располагают размерные числа и стрелки размерных линий, если для них недостаточно места?
10. Как изменяется порядок нанесения угловых размеров в зависимости от зоны расположения угла?
11. В каких случаях допускается проводить размерные линии с обрывом?
12. Чем отличается нанесение выносных размерных линий для угла и для дуги?
13. Каковы особенности нанесения размерных линий радиусов дуг и окружностей?

14. Как располагают наружные и внутренние радиусы скруглений?

15. Какие знаки наносят перед размерными числами диаметров и радиусов окружностей и дуг?

16. Чем отличается обозначение сферической поверхности от обозначения диаметра окружности?

17. Чем отличается нанесение размеров фасок, расположенных под различными углами?

18. Как наносят размеры двух симметрично расположенных элементов изделия и одинаковых отверстий?

19. Может ли угол, образованный размерной и выносной линиями, отличаться от прямого?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. - М., 1983:

ГОСТ 2.104-68 - Основная надпись.

ГОСТ 2.301-68 - Форматы.

ГОСТ 2.302-68 - Масштабы.

ГОСТ 2.303-68 - Линии.

ГОСТ 2.304-81 - Шрифты чертежные.

ГОСТ 2.306-68 - Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах.

ГОСТ 2.307-68 - Нанесение размеров и предельных отклонений.

2. С.А.Фролов, А.В.Воинов, Б.Д.Феоктистова. Машиностроительное черчение. - М.:Машиностроение, 1983.

3. Машиностроительное черчение /Под ред. Г.П.Вяткина. - М.:Машиностроение, 1985.

4. Лагерь А.И., Колесникова Э.А. Инженерная графика. - М.:Высшая школа, 1985.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	3
1.1. Форматы.....	3
1.2. Основная надпись.....	4
1.3. Масштабы.....	5
1.4. Линии.....	6
1.5. Шрифты чертежные.....	9
1.6. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах.....	10
2. ЛЕКАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ И СОПРЯЖЕНИЯ.....	15
2.1. Лекальные кривые.....	15
2.2. Сопряжения.....	16
3. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ.....	17
3.1. Единицы измерения.....	17
3.2. Размерные линии.....	18
3.3. Стрелки.....	19
3.4. Выносные линии.....	19
3.5. Размерные числа.....	21
3.6. Нанесение размеров квадрата.....	24
3.7. Нанесение размеров радиуса окружности.....	24
3.8. Нанесение размеров диаметра окружности.....	25
3.9. Нанесение размеров радиуса и диаметра сферы.....	26
3.10. Нанесение размера длины дуги окружности.....	26
3.11. Нанесение размеров углов.....	27
3.12. Уклон.....	28
3.13. Конусность.....	29
3.14. Размеры и изображения.....	29
3.15. Нанесение повторяющихся размеров.....	30
3.16. Нанесение размеров фасок.....	32
3.17. Группирование размеров.....	33
3.18. Некоторые упрощения при простановке размеров деталей..	34
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ.....	36
4.1. Нанесение размеров.....	37
4.2. Выполнение сопряжений.....	37
4.3. Выполнение шрифта.....	38
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА.....	38
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	46



Авторы—составители: Лилия Григорьевна У р ы в с к а я,  
Светлана Семеновна К о м а р о в с к а я

#### ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Редактор О.Б.Х н ы р е в а  
Техн.редактор Н.М.К а л е н ю к  
Корректор Н.С.К у п р и я н о в а

Подписано в печать 30.01.87. Формат 60х84 1/16.  
Бумага оберточная белая. Оперативная печать.  
Усл.п.л. 2,0. Уч.-изд.л. 2,0. Т.3000 экз.  
Заказ 2470 Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени авиационный  
институт имени академика С.П.Королева, г.Куйбышев, ул.Моло-  
догвардейская, 151.

Обл.тип. им. В.П.Мяги, г.Куйбышев, ул.Венцека, 60.