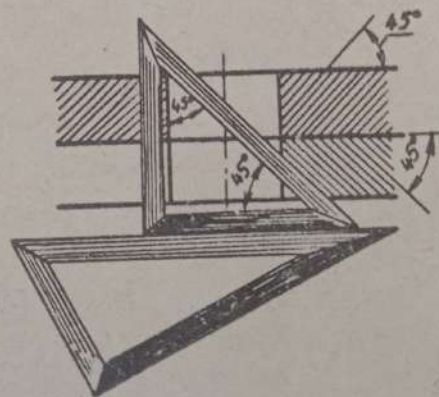


1292

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР  
РЯЗАНСКИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

# ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ



Рязань 1967

Министерство высшего и среднего специального образования  
РСФСР

Рязанский радиотехнический институт

## ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Методические указания  
по курсу "Инженерная графика"

Рязань 1987

Одобрено методическим советом  
Рязанского радиотехнического института  
8 мая 1987 года

Оформление чертежей: Методические указания по курсу "Инженерная графика" / Сост. Л.Д.Голованова, Т.П.Кобзева. - Рязань: РРТИ, 1987. - 32 с.: ил.

Содержат краткие сведения о форматах, масштабах, типах линий, шрифтах, простановке размеров в соответствии с действующими стандартами ЕСКД. Приведены некоторые рекомендации по организации чертежного процесса. Кроме того, рассмотрены основные случаи плавных переходов линий - сопряжений, конусности и уклонов. Указания предназначены для студентов дневных и вечерних отделений.

Рецензенты: кафедра НГЧ Рязанского радиотехнического института (зав.кафедрой доцент И.К.Анисимов);  
Н.С.Тустановская, ст.преп. Рязанского высшего военного автомобильного инженерного училища.

ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ  
Методические указания  
по курсу "Инженерная графика"

Составили Любовь Дмитриевна Голованова  
Татьяна Петровна Кобзева  
Редактор И.П.Пережест  
Корректор Н.Ф.Богданова

Подписано в печать 10.07.87. Формат бумаги 60 x 84 1/16.  
Бумага газетная. Печать офсетная. Печ.л. 2. Уч.-изд.л. 2.  
Тираж 1500 экз. Заказ № 2411. Бесплатно.

Рязанский радиотехнический институт,  
390024, г.Рязань, ул.Гагарина, 53/1.  
ИД Рязоблстатуправления.

ВВЕДЕНИЕ

Всевозможная деятельность человека в области науки, техники и производства связана с передачей и переработкой информации. Графическая форма предъявления информации является наиболее экономичной. Одно из достоинств ее - возможность в зрительно воспринимаемой форме представить самые разнообразные объекты и измеряемые величины. Грамотно выполненный чертеж дает о детали такое полное и точное представление, какое не даст ни одно ее достаточно подробное описание.

Зародившийся еще в древности чертеж представлял собой разметку на земле планов зданий и сооружений, рисунки на досках, коже, пергаменте приблизительной формы изготавливаемых изделий. В документах XVII века впервые встречается слово "чертеж". Содержанием таких чертежей являлись планы земельных участков, дорог, а позднее планы зданий и даже городов. Чертежи сооружений и машин впервые встречаются во второй половине XVII века. В начале XVIII века стали выполнять чертежи по методу прямоугольных проекций, а во второй половине XVIII века появляются чертежи - наглядные изображения, являющиеся прообразом аксонометрии. В первой половине XIX века русским ученым Я.А.Севастьяновым была написана книга "Начальные основания разрезки камней", содержащая ряд геометрических построений, а несколько позднее им же был выпущен в свет учебник "Основания начертательной геометрии". Последующими учеными, сыгравшими большую роль в развитии технической графики, были: А.Х.Редер, П.Л.Чебышев, Ф.Е.Орлов, В.П.Курдюмов, Н.А.Рынин, Н.А.Глаголев, А.И.Добряков, Д.И.Каргин и многие другие.

В настоящее время советские ученые проводят теоретические исследования в области инженерной графики, изучают процессы выполнения чертежно-конструкторских работ, работают над созданием систем автоматизированного проектирования (САПР), которые позволяют автоматизировать производственные процессы, значительно повышать производительность труда.

Современные чертежи, в целях удовлетворения повышенным требованиям передовой промышленности, содержат, кроме изображения самого изделия, все пояснения (технические требования, надписи на чертеже и т.д.); они насыщены большим количеством различных условностей. Применение таких чертежей позволяет выполнять по ним чрезвычайно сложные и точные взаимозаменяемые детали, сборочные единицы и конструкции.



Инженерная графика — одна из дисциплин, составляющих общинженерную подготовку специалистов с высшим образованием. Занятия по инженерной графике развивают способность к пространственному представлению. Знания, умения и навыки, приобретенные в курсе инженерной графики, необходимы для изучения общинженерных дисциплин, а также в последующей общинженерной деятельности. Овладение чертежом как средством выражения технической мысли и как производственным документом происходит на протяжении всего процесса обучения. Этот процесс начинается с изучения инженерной графики, а затем развивается и закрепляется в ряде общинженерных и специальных дисциплин, а также при выполнении курсовых и дипломных проектов. В курсе инженерной графики будущий инженер должен научиться оформлять чертежи согласно государственным стандартам.

Стандартизация зародилась очень давно. Письменность, календарь, система счета — вот проявления стандартизации на первых ступенях развития культуры. Современная промышленность немыслима без стандартизации. Стандарты представляют собой наиболее концентрированное выражение передового опыта в различных областях производственной деятельности, включая в себя данные исследований и открытий науки и техники. Действующие стандарты — стражи качества и контроль надежности.

В курсе инженерной графики изучаются стандарты, объединенные в "Единой системе конструкторской документации", содержащие указания по оформлению чертежей и других конструкторских документов. Все стандарты ЕСКД расположены по группам:

- группа 0 — общее положение;
- группа 1 — основные положения;
- группа 2 — классификация и обозначение изделий в конструкторских документах;
- группа 3 — общие правила оформления чертежей;
- группа 4 — правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения;
- группа 5 — правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений);
- группа 6 — правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации;
- группа 7 — правила выполнения схем;
- группа 8 — правила выполнения документов строительных и судостроения;
- группа 9 — прочие стандарты.

Все стандарты ЕСКД имеют обозначения по структуре: "ГОСТ 2.XXX-XX", где 2 — номер, присвоенный всем стандартам ЕСКД; XXX — номер группы стандартов по их классификации и порядковый номер, начиная с 01 в пределах данной группы; XX — год утверждения стандарта. Стандарты ЕСКД разработаны с максимальным упрощением конструкторской документации без ущерба для ясности. Государственные стандарты в СССР узаконены, поэтому их использование обязательно при выполнении чертежей.

Изучаемый курс инженерной графики включает в себя следующие задания:

- 1) проекционное черчение,
- 2) рабочие чертежи деталей,
- 3) чертеж сборочной единицы,
- 4) детализирование чертежа общего вида.

Объем заданий рассчитан на плодотворные занятия под руководством преподавателя в часы занятий. Кроме этого студенты должны работать и вне расписания, согласно графику.

#### 1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЧЕРТЕЖНОГО ПРОЦЕССА

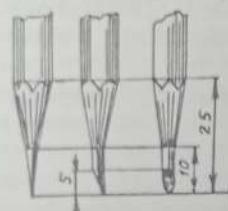
Прежде чем приступить к выполнению заданий, необходимо изучить правила оформления чертежей согласно стандартам 2.301-68... 2.307-68, а именно: форматы, масштабы, типы линий, шрифты, штриховка в разрезах и сечениях, простановка размеров, выполнение видов, разрезов и сечений.

Задания выполняются на гладкой стороне чертежной бумаги в основном формате А3 (297x420). Для выполнения чертежа студенту необходимо иметь: рейсину, угольники с углами 45°, 30° и 60° (лучше деревянные), кнопки, резинку, карандаши типа "конструктор", готовальню.

Рейсина нужна для проведения параллельных горизонтальных или наклонных линий. Наклон рейсины осуществляется с помощью винта. Рабочей является верхняя часть рейсины. Колодка рейсины должна скользить по левой кромке чертежной доски. Применение угольников совместно с рейсиной дает возможность достичь параллельности вертикальных линий и линий наклонных, соответствующих наклону сторон треугольников.

Для выполнения чертежа пользуются карандашами Т, ТМ; обводят — ТМ, М, 2М. Слишком мягкие карандаши грязнят чертеж и не да-

ют нужной точности в его построении. Затачивать карандаш рекомендуется согласно рис. 1 (а - для выполнения в тонких линиях; б - для обводки). Лучше применять граненные карандаши, чтобы они не скатывались с листа. Допускается пользоваться цанговыми карандашами. При обводке окружностей и дуг рекомендуется в циркуль вставлять грифель на номер мягче, чем грифель карандаша, используемого при обводке прямых линий.



Для удаления с листа лишних и ошибочно проведенных линий пользуются мягкими резинками. Стирать нужно в одном направлении, осторожно, чтобы не повредить чертеж.

При выполнении чертежа необходимо оставлять открытой только ту часть листа, на которой происходит работа. Все остальное должно быть закрыто бумагой, во избежание загрязнения чертежа.

Для правильного прикрепления листа к чертежной доске сначала накаливают кнопкой его левый верхний угол. Выравнивают верхнюю кромку листа по рабочей части рейшины и закрепляют оставшиеся углы кнопками. После объяснения и выдачи задания на следующем занятии преподаватель контролирует теоретические знания студентов.

Задание первоначально выполняется в тонких линиях. К каждому занятию студент обязан выполнить ту часть работы, которая рекомендована преподавателем. На занятиях осуществляется контроль за правильностью и последовательностью выполнения чертежа. Чертеж обводится только после подписи его преподавателем. Оценка ставится после защиты чертежа. Студент обязан не только пояснить любую часть выполненной работы, но и ответить на теоретические вопросы согласно программе.

## 2. ФОРМАТЫ

Все чертежи и другие технические документы выполняются на листах определенного размера - форматах. Размеры форматов установлены в ГОСТ 2.301-68.

Стандартизация форматов дает возможность организовать комплектование и хранение многочисленных документов, унифицировать размеры конструкторских столов, чертежных досок, папок, шкафов и стеллажей.

Ф о р м а т, представляющий собой прямоугольник 1189x841,

площадь которого равна  $1 \text{ м}^2$ , и все другие форматы, получаемые последовательным делением его сторон на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, являются основными.

В таблице 1 приведены обозначения и размеры форматов, принятых за основные.

Таблица 1

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841x1189
A1	594x 841
A2	420x 594
A3	297x 420
A4	210x 297

Цифра, стоящая после буквы А в обозначении этих форматов, указывает, сколько раз подвергался последовательному делению формат, принятый за исходный.

Стандартом допускается применение формата А5 с размерами сторон 148x210 мм.

Для тех случаев, когда по размерам изображений неудобно применение основных форматов, используют дополнительные (производные) форматы. Такие форматы образуются увеличением меньших сторон основных форматов на величину, кратную их размерам, как показано на рис. 2. На этом рисунке рекомендованные стандартом дополнительные форматы выполнены сплошными тонкими линиями, а основные форматы выделены сплошными основными линиями.

Обозначение дополнительного формата составляет из обозначения основного формата и кратности его увеличения, например, А0х2, А4х3 и т.д.

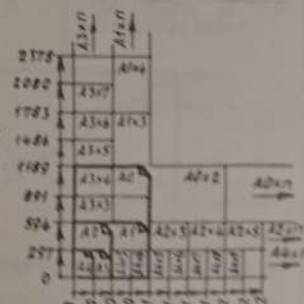


Рис. 2



Для всех чертежей и схем независимо от их вида и назначения ГОСТ 2.104-68 устанавливает единую форму, размеры и порядок заполнения основной надписи (рис. 4).



Таблица 2

№ графы	Содержание надписи	Размер шрифта	Содержание надписи применяемой в учеб- ных целях в курсе "Инженерная графика"
I	2	3	4
I	Наименование изделия, а также наименование документа, если этому документу присвоен шифр	7, 10	Заполняется согласно варианта
2	Обозначение документа по ГОСТ 2.201-80	5	№ задания и № варианта
3	Обозначение материала	5	Заполнять на чертежах деталей
4	Литера, присвоенная данному документу по ГОСТ 2.103-68		Не заполнять
5	Масса изделия		Не заполнять
6	Масштаб	5	
7	Порядковый номер листа	3.5	На чертежах, состоящих из одного листа, не заполнять
8	Общее количество листов данного документа	3.5	Графу заполнять только на первом листе
9	Наименование или различительный индекс предприятия, выпускающего документ	3.5	РРТИ, НГЧ и № группы
10	Характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ	3.5	Не заполнять

1	2	3	4
11	Фамилии лиц, подписавших документ	3.5	"Разработал" - фамилия студента "Проверил" } фамилия преподавателя "Утвердил" }
12	Подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11		
13	Дата подписания документа	2.5	
14...18	Графы таблицы изменений		Не заполнять
19	Обозначение формата		"-"

Пример заполненной основной надписи дан на рис. 5.

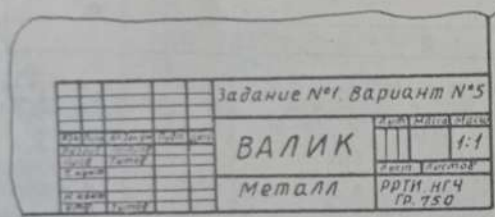


Рис. 5

Основная надпись может быть вычерчена студентом или поставлена с помощью резинового штампа.

### 3. МАСШТАБЫ

В конструкторской практике приходится чертить изображения как крупных, так и мелких изделий. Размер изображения определяется его назначением: должна быть хорошо видна форма как целого, так и его частей.

Отношение величины изображения к величине самого предмета называется **масштабом** и регламентируется ГОСТ 2.302-68. (См. схему.)

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2.5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
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

Размеры элементов изделия проставляются в натуральную величину, независимо от масштаба (рис. 6).

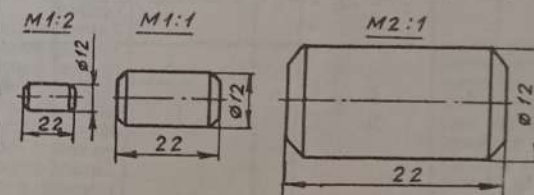


Рис. 6

В ряде случаев для обеспечения наглядности изображаемого предмета допустимо отступление от масштаба. Например, при незначительном уклоне или конусности их изображают увеличенно.

Если разница в размерах одинаковых элементов мала (отверстия, пазы), допустимо их изображать с большей разницей в размерах.





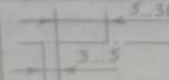
### 4. ТИПЫ ЛИНИЙ

Трудно разобраться в чертеже, если все его линии выполнить одной толщиной и одинакового начертания. Также значительно усложнилась бы работа, если каждый конструктор применял ту или иную линию на свое усмотрение.

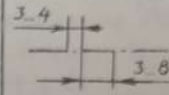
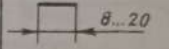
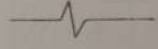
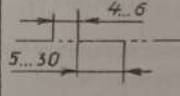
В табл. 3 показаны начертания и основные назначения линий (ГОСТ 2.303-68).



Таблица 3

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии	Основное назначение
1	2	3	4
1. Сплошная толстая основная		$S$	Линии видимого контура. Линии перехода видимые. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2. Сплошная тонкая		От $\frac{S}{2}$ до $\frac{S}{3}$	Линии контура наложенного сечения. Линии размерные и выносные. Линии штриховки. Линии-выноски. Полки линий-выносок и подчеркивание надписей. Линии для изображения пограничных деталей ("обстановка"). Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях. Линии перехода воображаемые. Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях
3. Сплошная волнистая		От $\frac{S}{2}$ до $\frac{S}{3}$	Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза.
4. Штриховая		От $\frac{S}{2}$ до $\frac{S}{3}$	Линии невидимого контура. Линии перехода невидимые
5. Штрихпунктирная тонкая		От $\frac{S}{2}$ до $\frac{S}{3}$	Линии осевые и центровые. Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений

Окончание табл. 3

1	2	3	4
6. Штрихпунктирная утолщенная		От $\frac{S}{2}$ до $\frac{2}{3}S$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термической обработке или покрытию. Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью ("надложенная проекция")
7. Разомкнутая		От $S$ до $1\frac{1}{2}S$	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломами		От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Длинные линии обрыва
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От $\frac{1}{3}S$ до $\frac{1}{2}S$	Линии сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях. Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Из табл. 3 видно, что основным расчетным параметром является толщина сплошной основной линии  $S$  (0,5...1,4 мм) в зависимости от величины и сложности изображения.

Выполнить чертёж ярко и четко необходимо для получения качественного изображения при бескопировочном размножении чертежей и снятия с них микрофильмов.

Для сложных разрезов и сечений допускается концы разомкнутой линии соединить штрихпунктирной тонкой линией:



Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихи в линии должны быть одинаковой длины, промежутки тоже.

Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Если штрихпунктирные линии применяются как центровые в отверстиях или других геометрических элементах малой величины



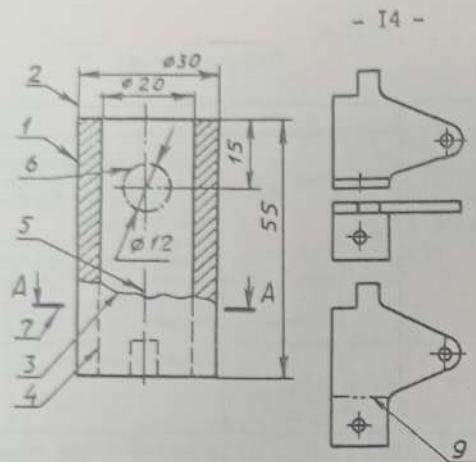


Рис. 7

## 5. ЧЕРТЕЖНЫЙ ШРИФТ

Высокий уровень развития производства требует четкого и грамотного изображения изделий на чертежах. Чертеж тогда считается законченным, когда он помимо правильности и четкости графических изображений четко и ясно надписан чертежными шрифтами по ГОСТ 2.304-81. Надписи являются неотъемлемой частью любого графического документа (чертежа, схемы). Плохое их выполнение может привести к ошибке при изготовлении изображенных на чертеже изделий.

Шрифт представляет собой совокупность общих закономерностей начертания букв и цифр, которые придают им единый характерный облик.

Для надписей, выполняемых от руки на чертежах и документах, установлены два типа шрифта А (толщина  $d$  линий обводки цифр и букв равна  $1/14$  высоты  $h$  прописной буквы) и Б ( $d = 1/10 h$ ). Каждый тип шрифта имеет две формы: с наклоном  $75^\circ$  к основанию

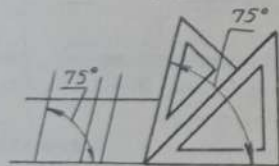


Рис. 8

строки (такой угол наклона удобно по-лучить с помощью двух угольников, рис. 8) и шрифт без наклона. Основная характеристика чертежного шрифта - размер шрифта  $h$  - величина, определяемая высотой прописных букв в миллиметрах. Высота  $h$  измеряется пер-

( $< 12$  мм), их следует заменять сплошными тонкими.

Выбранная толщина сплошной основной линии  $S$ , а следовательно и толщина всех других линий, должна оставаться постоянной в пределах всего чертежа. Примеры использования линий различных типов приведены на рис. 7. (см табл. 3).

пендикулярно основанию строки (рис. 9). Устанавливаются следующие размеры шрифта: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Применять шрифт размером 1,8 не рекомендуется и допускается только для типа Б. Наиболее часто применяют шрифты: 5 - для размеров; 3,5 и 5 - для текстовых надписей на чертежах и в спецификациях; 5 и 7 - для наименования изделий и обозначения документа в основной надписи чертежа; 10, 14 - для общих заголовков.

Таблица 4

Параметры шрифта	Относительный размер	Размеры, (мм)				
Размер шрифта - высота прописных букв		3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Высота строчных букв	$(7/10)h$	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Толщина линий шрифта	$(1/10)h$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4

В таблице 4 приведены некоторые параметры шрифта типа Б для размеров от 3,5 до 14 ( $d = h/10$ ).

Конструктивные особенности букв и цифр сохраняются для шрифтов всех размеров. На последующих рисунках показана конструкция букв и цифр чертежного шрифта типа Б с наклоном. Для лучшего восприятия формы и размеров букв и цифр их построение показано на сетке с ячейками, имеющими форму ромба, высота которого равна  $h/10$ .

По конструкции буквы русского алфавита имеют много одинаковых элементов. Кроме того, в шестнадцати случаях конструкция строчных букв повторяет прописные. Для одного и того же шрифта они отличаются только по величине. К таким буквам относятся: Ж, З, К, Л, М, Н, О, С, Х, Ч, Ъ, Ь, Э, Ю, Я.

Конструкцию букв изучают не по алфавиту, а в зависимости от однотипности и трудности написания букв. Буквы и цифры по их написанию можно разделить на следующие группы.

**Группа I.** Прописные буквы Г, П, Т, Н, Е, Ш, Ц, Щ (рис. 9). На рис. 9 можно видеть положение по высоте средней горизонтальной черты букв Е и Н, длину этой черты у буквы Е.

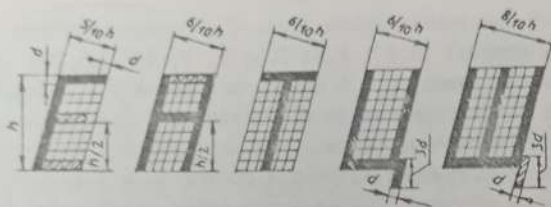


Рис. 9

Группа 2. Прописные буквы И, К, Л, Д, Х, А, М, Ж (рис. 10). В этой группе следует обратить внимание на положение наклонной линии у буквы И, на размер и положение верхней черты у буквы Л (краткое), на то, что верхние наклонные линии примыкают к левой линии буквы К и к средней линии буквы Ж на  $4/10$  их высоты, на положение по высоте горизонтальной черты у буквы А и острия у буквы М.

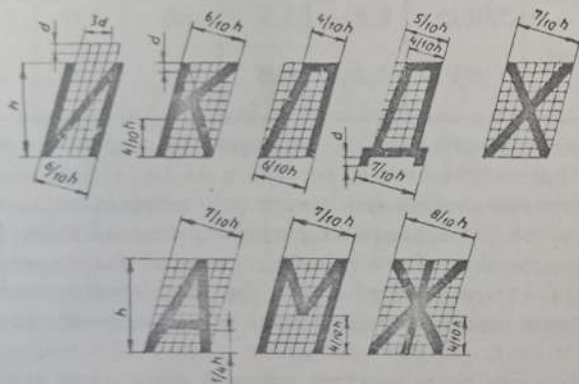


Рис. 10

Группа 3. Прописные буквы Ч, У (рис. 11). На рисунке по сетке хорошо видны скругления в буквах Ч и У и длина нижней горизонтальной линии буквы У.

Группа 4. Прописные буквы С, О, Э, Ю, Ф (рис. 12). В этих буквах имеются прямые участки и непостоянная кривизна закруглений. Следует также обратить внимание на положение по высоте горизонтальных линий у букв Э и Ю и на длину этой линии в букве Э, на положение по высоте овальной части буквы Ф.

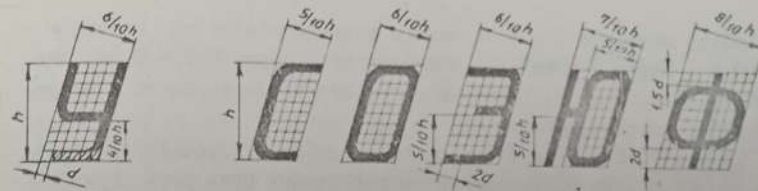


Рис. 11

Рис. 12

Группа 5. Прописные буквы Ъ, Ь, Ъ, Ь, В, Р, Я, З (рис. 13). При написании этих букв следует обратить внимание на длину верхней горизонтальной линии буквы Ъ, на длину бокового отростка буквы Ь, на ширину верхней части буквы В, на направление наклонной линии в букве Я, на ширину верхней части буквы З.

Прописные буквы А, М, Х, Н, Ю – ширина буквы  $(7/10)h$ ; Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ – ширина  $(8/10)h$ ; остальные буквы имеют ширину  $(6/10)h$ .

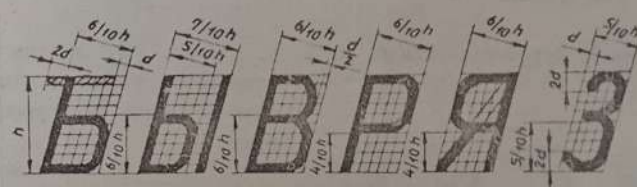


Рис. 13

Группа 6. Цифры 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0 (рис. 14).

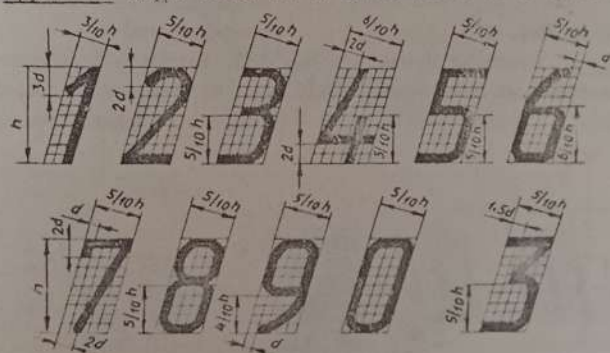


Рис. 14



Все цифры, исключая 1 и 4, по ширине равны половине их высоты -  $(5/10)h$ . Цифра 3 имеет два варианта написания. Цифра 0 по ширине уже, чем буква 0. Цифры не имеют строчного варианта и пишутся всегда, как прописные буквы.

Группа 7. Строчные буквы а, б, в, д, р, е (рис. 15). Ширина букв  $(5/10)h$ . Исходным элементом построения букв этой группы является конструкция буквы о.

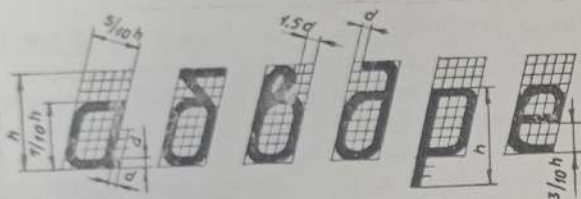


Рис. 15

Группа 8. Строчные буквы п, и, й, ц, у (рис. 16). У этих букв скругления тождественны соответствующим скруглениям буквы о.

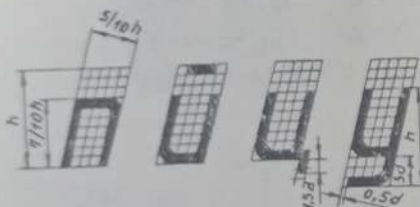


Рис. 16

Группа 10. Строчная буква г (рис. 18). В шрифте Б ширина большинства строчных букв равна  $(5/10)h$ . Ширина букв ж, т, ф, ш, щ -  $(7/10)h$ . Ширина букв м, н, ю -  $(6/10)h$ . Ширина буквы с -  $(4/10)h$ .

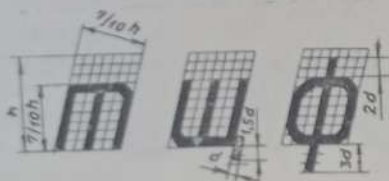


Рис. 17



Рис. 18

На рис. 19 показан условный знак  $\phi$ , наносимый перед размерным числом вместо слова "диаметр". Составными частями знака являются окружность и отрезок прямой, располагающиеся, как показано на рисунке.

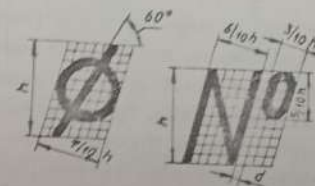


Рис. 19

Рис. 20

На рис. 20 показано построение знака №.

На рис. 21 показано построение еще некоторых знаков.

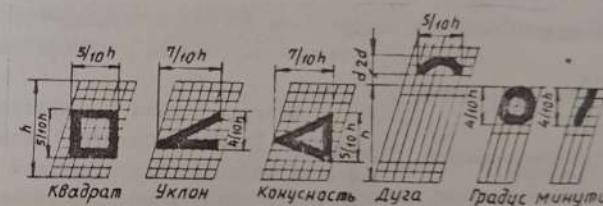


Рис. 21

Расстояния между буквами в словах и цифрами в числах, между словами и числами и между основаниями строк зависят от размера шрифта и должны соответствовать указанным в табл. 5 (Тип Б,  $d = h/10$ ).

Таблица 5

Параметры шрифта	Относительный размер	Размеры, мм					
		3,5	5	7	10	14	
Размер шрифта	$h$						
Расстояние между буквами и цифрами	$(2/10)h$	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	
Минимальное расстояние между словами и числами	$(6/10)h$	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	
Расстояние между основаниями строк	$(17/10)h$	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	

В словах, написанных прописными буквами, соседние линии которых не параллельны между собой, например при сочетаниях Г и А, Т и А, Г и Д, Р и А, А и Т и т.п., расстояние между буквами умень-



шают до размера, равного толщине линий букв. Правильное и четкое выполнение надписей чертежным шрифтом по заранее подготовленной вспомогательной сетке не зависит от хорошего или плохого почерка и художественных способностей исполнителя. Студенты, обладающие посредственным почерком, при некотором навыке хорошо выполняют надписи чертежным шрифтом, если знают конструкции букв и цифр, соотношение их отдельных элементов и систематически упражняются в исполнении надписей.

## 6. ГРАФИЧЕСКОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В СЕЧЕНИЯХ

Сечением называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета плоскостью.



Рис. 22

— 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. 24, а);

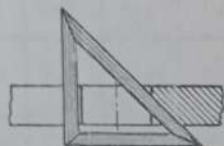


Рис. 23

сти разнообразить штриховку смежных сечений;

— при больших площадях сечений допускается наносить штриховку лишь у контура сечения узкой полоской равномерной ширины (рис. 24, б);

Фигура сечения покрывается штриховкой. Такая условность облегчает чтение чертежа. Вид штриховки соответствует различным материалам ГОСТ 2.306-68 (рис. 22).

Для металлов и твердых сплавов установлены следующие правила:

— наклонные линии штриховки наносят под углом  $45^\circ$  к линиям рамки чертежа; наклон может быть сделан влево или вправо, но всегда в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали (рис. 23);

— расстояние между параллельными линиями штриховки (частота) должно быть одинаковым для всех выполняемых в одном и том же масштабе сечений данной детали, и выбирается в пределах 1-10 мм в зависимости от площади штриховки и необходимости

— узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными, при этом между смежными сечениями оставляют просвет не менее 0,8 мм (рис. 24, в);

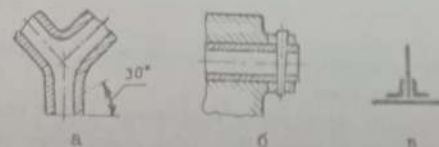


Рис. 24

— узкие и длинные площади сечений, ширина которых на чертеже 2-4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, а остальную площадь сечения — небольшими участками в нескольких местах (рис. 25).

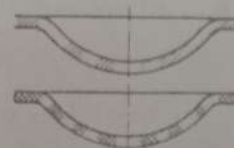


Рис. 25

## 7. СОПРЯЖЕНИЯ

При изображении технических деталей различной сложности часто можно встретить линии различного вида, плавно переходящие одна в другую.

Плавные переходы одних линий в другие называются сопряжениями. Сопряжения достигаются путем построений, основанных на геометрических понятиях о прямых, касательных к окружностям, и об окружностях, касательных друг к другу. Предлагаются некоторые типы наиболее употребляемых сопряжений.

1. Произвести сопряжение дугой заданного радиуса  $R$  двух прямых, расположенных под углом друг к другу. Для осуществления сопряжения необходимо определить центр сопряжения и точки сопряжения. Параллельно сторонам угла на расстоянии, равном радиусу дуги  $R$ , проводят две вспомогательные прямые линии и находят точку  $O$  пересечения этих прямых. Точка  $O$  является центром дуги радиуса  $R$ , сопрягающей стороны угла. Из центра  $O$  описывают дугу, плавно переходящую в прямые — стороны угла. Дуги заканчивают в точках, которые явля-

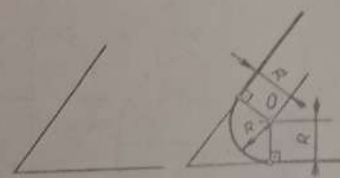


Рис. 26

ются основаниями перпендикуляров, опущенных из центра  $O$  на стороны угла (рис. 26).

II. Произвести сопряжение дугой радиуса  $R$  прямой и дуги окружности радиуса  $R_1$ . Для построения такого сопряжения параллельно заданной прямой на расстоянии  $R$  проводят прямую, из центра  $O_1$  проводят дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов  $R$  и  $R_1$ , до пересечения с прямой, проведенной ранее в точке  $O$ . Точка  $O$

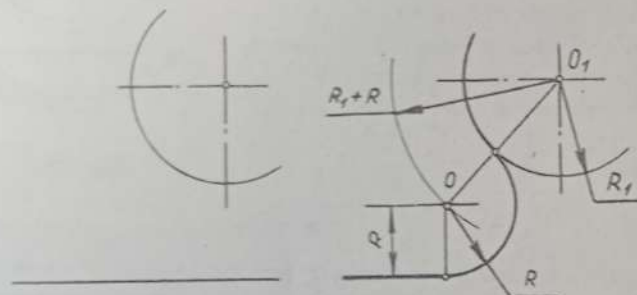


Рис. 27

является центром дуги сопряжения. Одну точку сопряжения находят, опуская перпендикуляр из центра  $O$  на заданную прямую. Другую точку сопряжения находят в пересечении прямой, соединяющей центры  $O$  и  $O_1$  с дугой данной окружности радиуса  $R_1$  (рис. 27).

III. Произвести сопряжение дугой радиуса  $R$  двух дуг окружностей радиусов  $R_1$  и  $R_2$  с центрами в точках  $O_1$  и  $O_2$ .

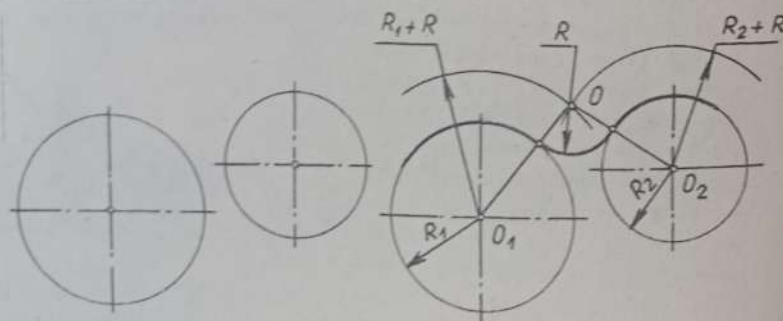


Рис. 28

Для построения сопряжения из центра  $O_1$  проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги  $R_1$  и сопрягающей  $R$ , а из центра  $O_2$  - радиусом, равным сумме сопрягаемой дуги  $R_2$  и сопрягающей  $R$ . Вспомогательные дуги пересекутся в точке  $O$ , которая и будет центром сопрягающей дуги. Для нахождения точек сопряжения центры дуг соединяют прямыми линиями  $OO_1$  и  $OO_2$ . Эти две прямые пересекают сопрягаемые дуги в точках сопряжения (рис. 28).

## 8. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

ГОСТ 2.307-68 устанавливает обязательные к выполнению правила размещения и нанесения размеров. Размерные числа, нанесенные на чертеже, служат основанием для определения величины изображаемого изделия и его составных частей. Независимо от масштаба проставляют действительные размеры изделий в миллиметрах. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Размеры на чертежах указываются размерными линиями и размерными числами. Рекомендуется выносить размерные линии за контур изображения. Размерные и выносные линии выполняются тонкими сплошными линиями толщиной  $s/2$ . Расстояние между параллельными размерными линиями и от размерной до параллельной ей контурной, осевой или выносной линии должно быть в пределах 6...10 мм. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 29.

Размер шрифта, применяемый для простановки размеров, целесообразно выбирать равным 5 или 3,5.

Размерные числа в общем случае следует наносить над размерной линией на расстоянии 1 - 1,5 мм от нее, параллельно ей и по возможности ближе к ее середине.

Если размерные линии наклонны, то размерные числа следует располагать на верхней стороне их. В вертикальном положении размерной линии размерное число пишется слева от нее (рис. 30). При расположении линейных или угловых размеров с наклоном в пределах

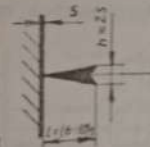


Рис. 29





Рис. 30

заштрихованной зоны, указанной углом  $30^\circ$  (рис. 30, 31), размерные числа надписывают на горизонтальных полках линий-выносок, т.е. параллельно основной надписи (рис. 32).

На параллельных или концентричных размерных линиях, расположенных близко друг к другу, размерные числа располагают в шахматном порядке (рис. 33). Каждый размер на чертеже проставляется один

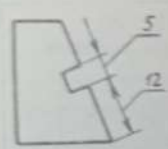


Рис. 32

раз и на том изображении, где данный элемент показан наиболее ясно.



Рис. 34

Допускается проводить выносные линии не под прямым углом к направлению измерения и размерной линии. Размерные и выносные линии вместе с измеряемым стрелком должны образовывать параллелограмм (рис. 34). Линии контура, осевые, центровые и выносные не следует использовать в качестве размерных линий.

Осевые и центровые линии могут быть использованы в качестве выносных. Для этого их необходимо удлинять (рис. 35).

При обозначении координат вершин скругляемых углов или центров дуг скругления выносные линии следует проводить от точек пе-

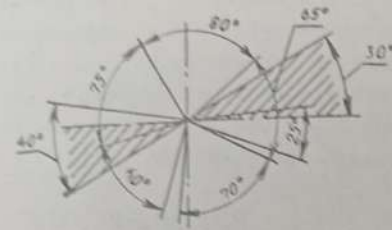


Рис. 31

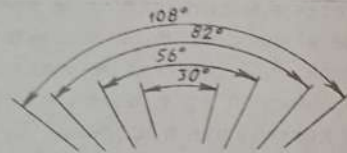


Рис. 33

ресечения сторон угла или от центра дуги скругления (рис. 36).

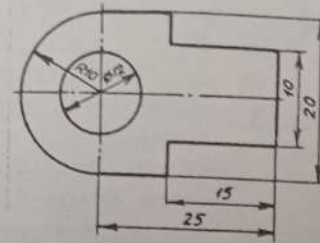


Рис. 35

Если на чертеже изображена только одна граница измерений, например, при соединении вида с разрезом (рис. 37, а) или при виде с обрывом (рис. 37, б), то размерные линии следует проводить не полностью — с обрывом. Обрыв размерной линии производят за осью симметрии изображения, на расстоянии 6–10 мм от оси. Размерное число наносят на расстоянии возможно ближе к оси симметрии.

В случае изображения протяженных деталей с разрывом, размерная линия не прерывается (рис. 38) и размер проставляется полный — всей длины детали. При недостатке места над размерной линией для нанесения размерного числа его проставляют на продолжении размерной линии, либо на полке линии выноски. В случае, когда не хватает места для стрелок, вместо них ставят засечки или точки (рис. 39, а, б, в).

Контурные и выносные линии допускается прерывать, если не достаёт места для стрелки из-за близко расположенной контурной или

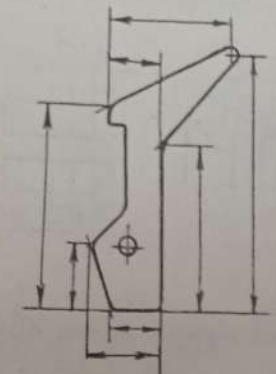


Рис. 36

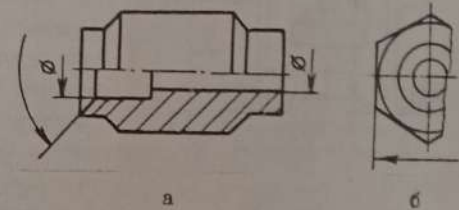


Рис. 37

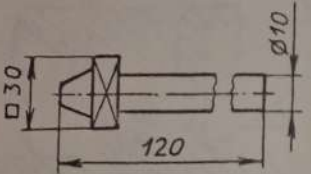


Рис. 38



выносной линии (рис. 39, а; 40). Так же прерывают осевые, центро-

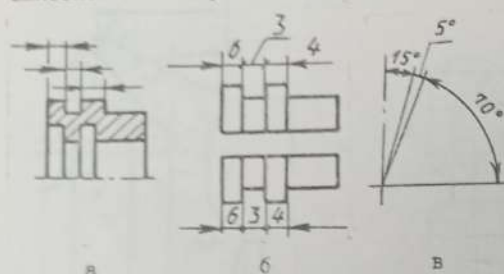


Рис. 39

вые линии и линии штриховки для простановки размерного числа (рис. 40). Радиус окружности обозначают прописной буквой  $R$ , которую ставят перед размерным числом (буква  $R$  и размерное число пишутся одной высоты). На рис. 41, а приведены варианты нанесения размера радиуса. Если радиусы скруглений на всем чертеже одинаковые, то вместо нанесения размеров этих радиусов непосредственно на изображении изделия рекомендуется в технических требованиях делать запись типа: "Радиусы скруглений 4 мм"; "Неуказанные радиусы 8 мм" и т.п. Положение центра дуги должно быть задано пересечением центровых линий. При большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге, а размерную линию изображать с изломом под прямыми углами (рис. 41, б).

Рис. 40

Если необходимо провести несколько радиусов из одного центра,

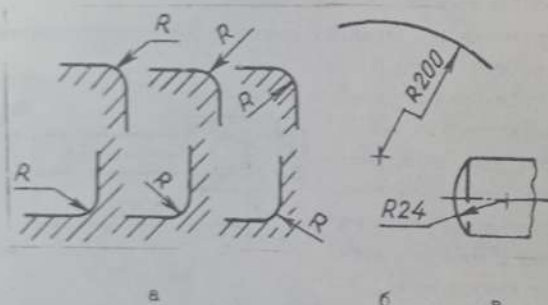


Рис. 41

размерные линии радиусов не располагают на одной прямой (рис. 42). При обозначении диаметра во всех без исключения случаях перед размерным числом ставят знак " $\varnothing$ ". После знаков  $R$  и  $\varnothing$  знак равенства или тире не ставят. Перед размерным числом диаметра или радиуса сферы наносят знак  $R$  или  $\varnothing$  без надписи "Сфе-

ра" (рис. 41, в). На рис. 43, а, б приведены различные варианты простановки диаметров окружностей. При нанесении размеров радиуса или диаметра менее 12 мм их проставляют как показано на рис. 43, б. При нанесении размеров конических фасок проставляют два размера - линейный (высота усеченного конуса) и угловой (угол наклона образующей конуса, рис. 44, б). В случае, если угол наклона образующей конуса равен  $45^\circ$ , фаску обозначают, как показано на рис. 44, а. Плоские фаски задают или линейным и угловым размером или двумя линейными, независимо от угла среза фаски.

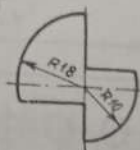


Рис. 42

Ряд условностей и упрощений при нанесении размеров позволяют сократить число изображений и обозначений размеров. Приведем некоторые из них.

Если необходимо проставить размеры, определяющие расстояние между расположенными равномерно одинаковыми элементами изделий, например, отверстиями, то в этом случае следует нанести размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в ви-

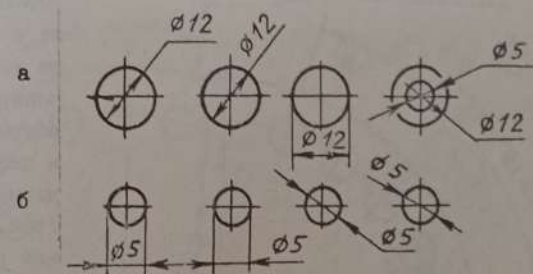


Рис. 43

изображений и обозначений размеров. Приведем некоторые из них.

Если необходимо проставить размеры, определяющие расстояние между расположенными равномерно одинаковыми элементами изделий, например, отверстиями, то в этом случае следует нанести размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в ви-

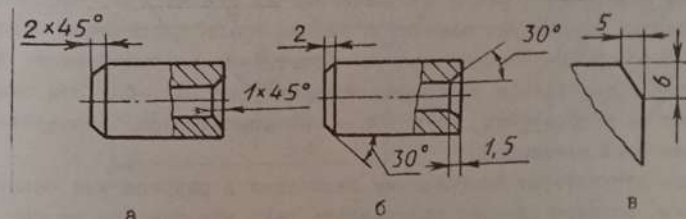


Рис. 44

де произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 45). В тех случаях, когда необходимо наносить большое количество размеров нанести от общей базы, допускается наносить линейные и угловые размеры, как показано на рис. 46. В таких случаях проводят общую размерную линию от отметки "0" и размерные чис-

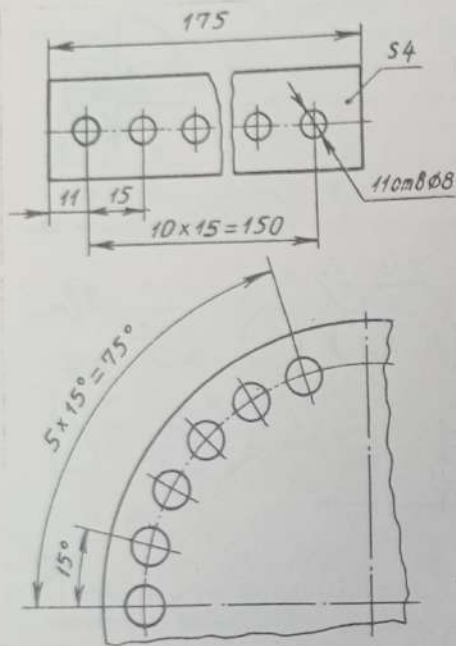


Рис. 45

Размеры нескольких одинаковых по форме и величине элементов указывают один только раз с обозначением их количества (рис. 48, а). Если различие в размерах элементов разных групп достаточно мало и зрительно воспринимается не слишком отчетливо, рекомендуется для их отличия пользоваться условными знаками (рис. 48, б). Эти знаки применяют на изображении, на котором указаны размеры, определяющие положение этих элементов.

Если отсутствует изображение отверстия в разрезе или сечении вдоль оси, размеры следует проставлять так, как указано на рис. 49.

При простановке размеров обычно выделяют три способа: координатный, цепной и комбинированный. Первый из них наиболее распространен. С учетом технологии изготовления или положения детали в механизме выбирается поверхность, линия или точка, которая принимается за базу. От этой базы проставляются размеры. На рис. 50 приведен один из вариантов этого способа. На рис. 51 приведены примеры простановки размеров цепным и комбинированным способом.

ла наносят в направлении выносных линий у их концов.

Толщину плоской детали, изображенной в одной проекции, обозначают буквой *S* и цифрой (рис. 47, а), указывающей толщину детали в миллиметрах. Длина детали с фасонным поперечным сечением обозначается буквой *l* и цифрой, указывающей длину детали в мм (рис. 47, б). Обозначение размеров квадратного выступа или отверстия показано на рис. 38. Знак  $\square$  — квадрата по высоте должен быть равен высоте размерных чисел на чертеже.

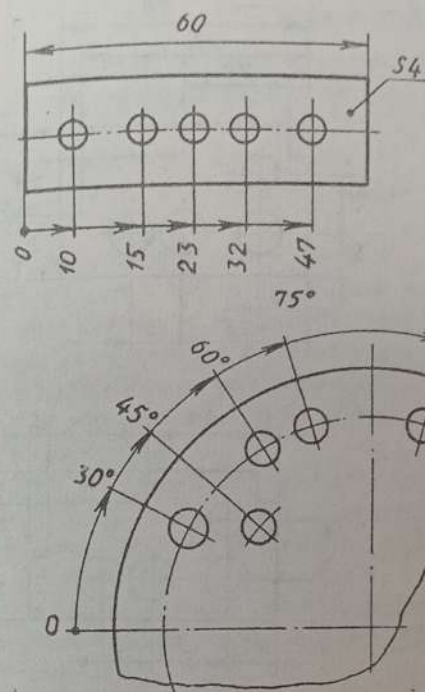


Рис. 46

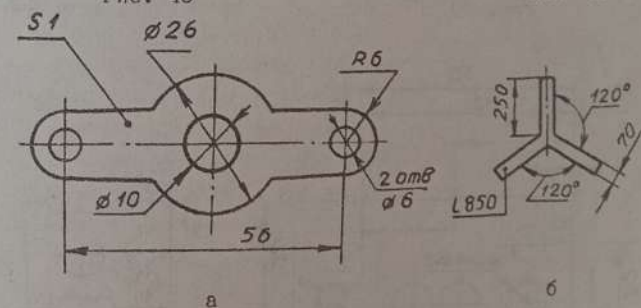


Рис. 47

При простановке размеров для симметричной детали следует за базу считать ось симметрии и поступать, как указано на рис. 39.

В случае, когда требуется показать места расположения и диаметры большого количества отверстий, размерные числа помещают в таблице в непосредственной близости от изображения, предварительно задав систему координат (рис. 52).

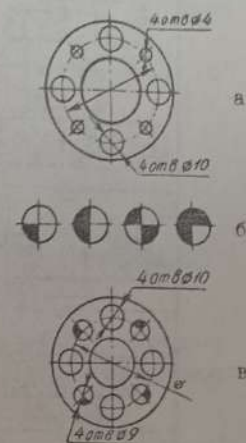


Рис. 48



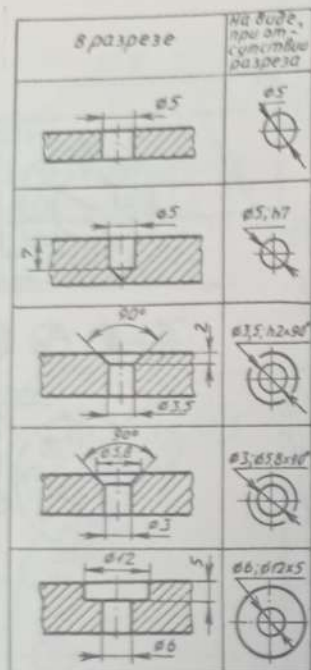


Рис. 49

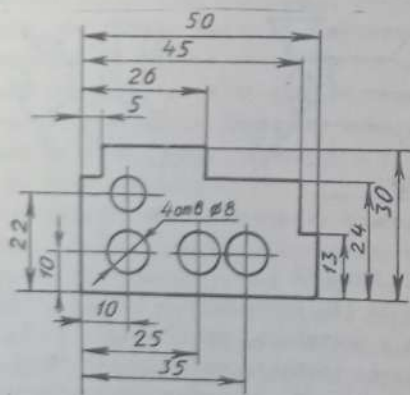


Рис. 50

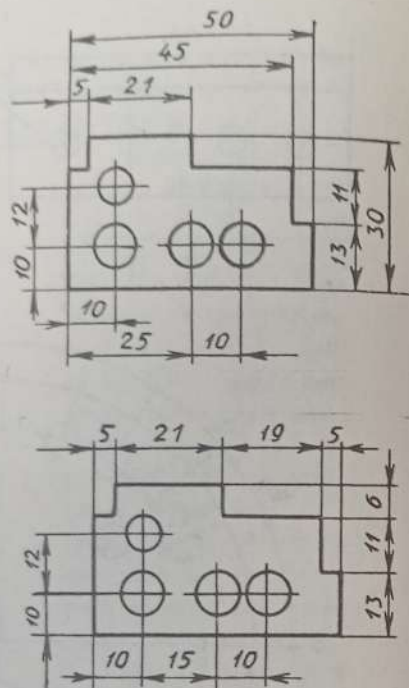


Рис. 51

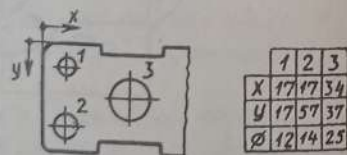


Рис. 52

## 9. УКЛОН И КОНУСНОСТЬ

Наклон одной линии к другой определяется у к л о н о м, т.е. величиной тангенса угла между ними. Уклоны обычно выражаются отношением двух чисел, например 1 : 4, где числитель графически изображает один катет прямоугольного треугольника, а знаменатель - другой (рис. 53,а).

Уклон обозначается знаком  $\angle$ , вершина угла которого направлена в сторону уклона, и отношением двух чисел, обозначающим величину уклона непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски.

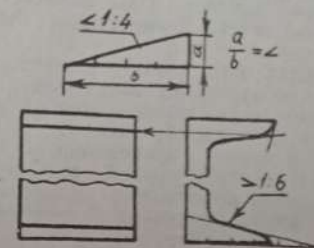


Рис. 53

На изображениях, где уклон отчетливо не выявляется, например главный вид на рис. 53,б, проводят только одну линию, соответствующую меньшему размеру элемента с уклоном.

Под конусностью понимают отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними (рис. 54,а).

На чертеже величину конусности выражают отношением двух чисел (1 : 4). Числитель - величина диаметра конуса, знаменатель - высота. На чертеже конусность обозначают знаком  $\nabla$  и отношением двух чисел. Вершина знака направлена в сторону вершины конуса. Обозначение конусности пишется над осью конуса или на полке, параллельной его оси.

На тех изображениях, где конусность отчетливо не выявляется (вид сверху на рис. 54,б), проводят только одну линию, соответствующую меньшему основанию конуса.

Незначительные конусность и уклон допускается изображать с небольшим увеличением.

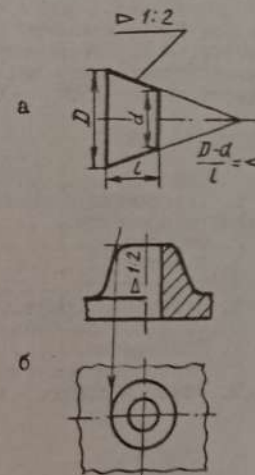


Рис. 54



# ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

1. Роль ЕСКД в оформлении конструкторских документов.
2. Форматы; принцип образования, место расположения основной надписи на листах формата А4 и других. Дополнительные форматы.
3. Масштабы. Определение. Применяемые масштабы увеличения и уменьшения согласно ГОСТ 2.302-68.
4. Типы линий. Наименование. Конструкция. Соотношение толщин, назначение.
5. Шрифты чертежные. Параметр, определяющий размер шрифта. Соотношения отдельных элементов.
6. Графические обозначения материалов в сечениях. Виды, применяемые типы линий, наклон.
7. Сопряжения. Определение. Сопряжения пересекающихся прямых; дуги окружности с прямой, дуг окружностей.
8. Правила простановки размеров. Основные требования. Нанесение размеров отдельных элементов. Условности и упрощения при простановке размеров.
9. Уклон и конусность. Определение. Обозначение.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2.301-68...2.320-82. Основные правила выполнения чертежей.
2. Фролов С.А., Воинов А.В., Геоктистова Е.Д. Машиностроительное черчение. - М.: Машиностроение, 1981. - С. 6-44.
3. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. - Л.: Машиностроение, 1986. - С. 34-52, 98-115.
4. Машиностроительное черчение / Под ред. Г.П.Вяткина. - М.: Машиностроение, 1985. - С. 8-30.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Требования к выполнению задания и организация чертежного процесса.....	5
2. Форматы.....	6
3. Масштабы.....	10
4. Типы линий.....	11
5. Чертежный шрифт.....	14
6. Графическое обозначение материалов в сечениях.....	20
7. Сопряжения.....	21
8. Нанесение размеров.....	23
9. Уклон и конусность.....	31