

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

И

ИНЖЕНЕРНАЯ

И

МАШИННАЯ

Г

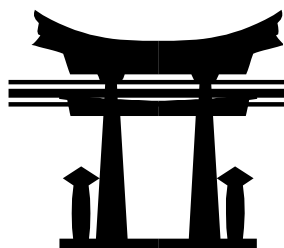
ГРАФИКА



КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

(лекция 1)

для спец. 1-25 01 07, 1- 26 02 03



МИНСК 2014

УДК 44:621 (076.5)(075.8)

ББК 30.11 я 73

И-62

Автор – составитель:

заведующий кафедрой инженерной графики, доцент канд.техн.наук Г.И.Касперов

Научный редактор заведующий кафедрой инженерной графики строительного профиля Белорусского национального технического университета, доцент канд.техн.наук И.М.Шуберт

И-62 Инженерная и машинная графика. Конспект лекций / авт. - сост. Г.И. Касперов. – Мн.: БГТУ, 2014. 108с.

Конспект лекций составлен в соответствии с учебной программой по дисциплине «Инженерная и машинная графика» специальности 1-25 01 07 Экономика и управление на предприятии, 1- 26 02 03 Маркетинг и состоит из теоретического материала по разделам «Основы начертательной геометрии» и «Основы машиностроительного черчения».

УДК 44:621 (076.5)(075.8)

ББК 30.11 я 73

© Касперов Г.И., составление, 2014

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лекция 1. Основные правила оформления чертежей

- 1.1. Предмет инженерной графики
- 1.2. Общие сведения о ЕСКД
- 1.3. Линии
- 1.4. Форматы
- 1.5. Шрифты чертежные
- 1.6. Масштабы
- 1.7. Нанесение размеров
- 1.8. Деление окружности на равные части

Лекция 2. Проецирование точки, отрезка прямой, плоскости

- 2.1. Метод проекции. Центральное и параллельное проецирование
- 2.2. Образование чертежа на двух и трех плоскостях
- 2.3. Прямая линия
- 2.4. Плоскость
- 2.5. Пересечение прямой с плоскостью
- 2.6. Прямая и точка на плоскости

Лекция 3. Способы преобразования чертежа

- 3.1. Способ замены плоскостей проекций
- 3.2. Способ вращения вокруг проецирующей прямой

Лекция 4. Гранные поверхности и многогранники

- 4.1. Ортогональные проекции призмы и пирамиды
- 4.2. Пересечение гранных поверхностей плоскостью
- 4.3. Развертка пирамиды
- 4.4. Развертка призмы

Лекция 5. Поверхности вращения

- 5.1. Точки и линии на поверхности вращения
- 5.2. Пересечение поверхностей вращения плоскостями частного положения
- 5.3. Пересечение поверхностей вращения прямой линией

Лекция 6. Взаимное пересечение поверхностей

- 6.1. Способ вспомогательных секущих плоскостей
- 6.2. Способ вспомогательных сфер

Лекция 7. Аксонометрические проекции

- 7.1. Прямоугольная изометрическая проекция
- 7.2. Аксонометрическое изображение окружности (изометрия)
- 7.3. Прямоугольная диметрическая проекция
- 7.4. Штриховка в аксонометрии

Лекция 8. Изображение и обозначение разъемных соединений

- 8.1. Понятие о разъемных соединениях. Соединения резьбовые
- 8.2. Изображения резьбы
- 8.3. Профили и обозначения стандартных резьб
- 8.4. Соединение болтами
- 8.5. Соединение винтами
- 8.6. Соединение шпильками
- 8.7. Соединение штифтами
- 8.7. Упрощенное изображение резьбовых соединений

Лекция 9. Эскиз. Сборочный чертеж

- 9.1. Эскизирование
- 9.2. Сборочный чертеж (СБ)
- 9.3. Упрощения на сборочном чертеже
- 9.4. Последовательность выполнения учебного сборочного чертежа

Лекция 1. Основные правила оформления чертежей

1.1. Предмет инженерной графики.

Необходимость графического изображения предметов появилась у человека с первого дня его сознательной деятельности. Сначала человек только созерцал окружающий мир. С появлением различных орудий труда, искусственных жилищ он начинает сознательно отображать их графически. Дальнейшая практическая деятельность человека привела его к необходимости графического изображения машин и механизмов, храмов и дворцов, различных искусственных сооружений. Развитию графических изображений способствовало также развитие живописи и архитектуры, мореплавания, горнодобывающей, металлургической и других отраслей.

Первые графические изображения выполнялись простейшими инструментами и в виде рисунков отображали только внешнюю форму предмета. Дальнейшая деятельность человека потребовала количественных характеристик, выработки и применения различных правил графического отображения. После этого рисунки стали чертежами.

Уже в древние времена применялись чертежи, на что указывает сложная архитектура крепостей, храмов, дворцов стран древней культуры Вавилона, Египта и Греции.

Одновременно с развитием графического изображения появилась и развивалась наука, определяющая правила и теорию этого процесса. Первые труды в этом направлении появились в III – V в.в. до н.э. Это работы Гипократа, Пифагора, Платона, Евклида, Архимеда и др.

В конце XVIII в. французский ученый Гаспар Монж обобщил ранее накопленный опыт проекционной грамоты и создал научную дисциплину о прямоугольных проекциях. В 1798 году он издал свой труд «Начертательная геометрия», в котором впервые систематизировал и обобщил теоретические и практические изыскания в области изображения пространственных объектов на плоскости. Он впервые дал методы выполнения чертежа.

В России курс начертательной геометрии был впервые введен в Петербургском институте корпуса инженеров путей сообщения в 1810 году. Первым его прочитал ученик Г. Монжа К. Потье. В 1818 г. лекции по начертательной геометрии в этом институте читал профессор Я.А. Севастьянов, который в 1821 г. издал курс под названием «Основания начертательной геометрии».

Дальнейшее развитие начертательной геометрии связано с именами М.И. Макарова (1824-1904); В.И. Курдюмова (1853-1904) и др.

Значительный вклад в дальнейшее развитие научных исследований в области выполнения графических изображений, а также преподавания начертательной геометрии и черчения внесли профессор В.О. Гордон (1892-1971), академик Н.Ф. Четверухин (1891-1974), профессор И.И. Котов (1909-1976) и ряд других ученых.

Инженерная графика относится к базовым общеинженерным дисциплинам, хорошее освоение которой – необходимое условие углубленного изучения и овладения фундаментальными инженерными дисциплинами.

1.2. Общие сведения о единой системе конструкторской документации.

Современное производство невозможно без тщательно и всесторонне разработанной конструкторской документации. Конструкторская документация должна определять, что должно быть изготовлено (наименование, величина, форма, внешний вид, используемые материалы, способы изготовления и т.д.). Конструкторская документация должна обеспечить идентичность одноименных изделий при их изготовлении и в случае необходимости их взаимозаменяемость.

Первые стандарты, содержащие правила выполнения машиностроительных чертежей, были опубликованы в 1928 г. В 1935 г. был выпущен первый сборник стандартов «Чертежи в машиностроении». В 1965-1968 гг. был произведен пересмотр действующих стандартов и все стандарты были объединены под общим названием: «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД).

Все стандарты, предусмотренные ЕСКД, распределяются по следующим классификационным группам:

| Содержание стандартов в группе | Номер стандарта |
|--|------------------------|
| 1. Общие положения | 2.001-93 и последующие |
| 2. Основные положения | 2.101-68 и последующие |
| 3. Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах | 2.201-80 |
| 4. Общие правила выполнения чертежей. | 2.301-68 и последующие |
| 5. Правила выполнения чертежей в машиностроении и приборостроении | 2.401-68 и последующие |
| 6. Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений) | 2.501-88 и последующие |
| 7. Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации | 2.601-68 и последующие |
| 8. Правила выполнения схем | 2.701-84 и последующие |
| 9. Правила выполнения строительных документов и документов судостроения | 2.801-74 и последующие |
| 10. Прочие стандарты | ГОСТ 2.901- |

В ЕСКД все стандарты имеют определенную структуру обозначений и названий. Например, **ГОСТ 2.303-68 «Линии»** означает, что стандарт входит в комплект ЕСКД, которому присвоен номер **2**, номер стандарта **303** (3-шифр классификационной группы, 03-порядковый номер стандарта в группе), **-68** год регистрации (1968г.), «Линии» – название.

К стандартам оформления чертежей относят стандарты на форматы, масштабы, линии, шрифт, основную надпись, графические обозначения материалов.

1.3. Линии.

На чертежах применяют следующие типы линий (ГОСТ 2.303-68):

Сплошные – линии непрерывные;

Прерывистые – линии с постоянно повторяющимися одними и теми же элементами;

Чередующиеся – линии с постоянно повторяющимися группами разных элементов.

Начертание и назначение линий стандартизировано (табл. 1.1).




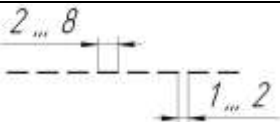
Толщина сплошной толстой основной линии (S) стандартизирована от 0,7 до 1,4 мм. в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Для учебных целей целесообразно применять $S = 0,8 \dots 1,0$ мм.

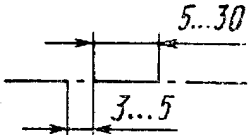
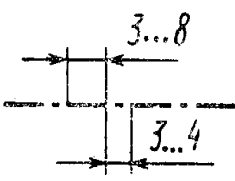
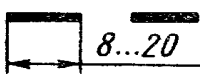
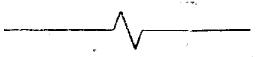
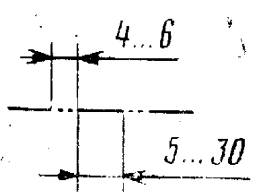
Толщина линии одного и того же типа должна быть одинаковой для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Штрихи штрих-пунктирных линий должны выходить за контурные линии изображений на 2 –5 мм. Штрихи и линии, промежутки между ними должны быть приблизительно одинаковой длины.

Штрих-пунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.

Таблица 1.1

| Наименование | Начертание | Толщина линии по отношению к толщине основной линии | Основное назначение |
|------------------------------|---|---|--|
| 1. Сплошная толстая основная |  | S | Линия видимого контура. Линии перехода видимые. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза). |
| 2. Сплошная тонкая |  | От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$ | Линии контура наложенного сечения. Линии размерные и выносные. Линии штриховки. Линии-выноски. Полки линий – выносок и подчеркивания 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 |  | | Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза |
| 4. Штриховая |  | | Линии невидимого контура Линии перехода невидимые |

| | | | |
|--|---|-----------------------------------|--|
| 5. Штрих-пунктирная тонкая |  | | Линии осевые и центровые. Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений. |
| 6. Штрих-пунктирная утолщенная |  | | Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию. Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью ("наложенная 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. 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. Линии для изображения развертки, совмещенной с видом. |

На рис. 1.1 приведены примеры использования линий на чертежах. Номера линий на рис. 1.1 соответствуют номерам пунктов в графе 1 табл. 1.1.

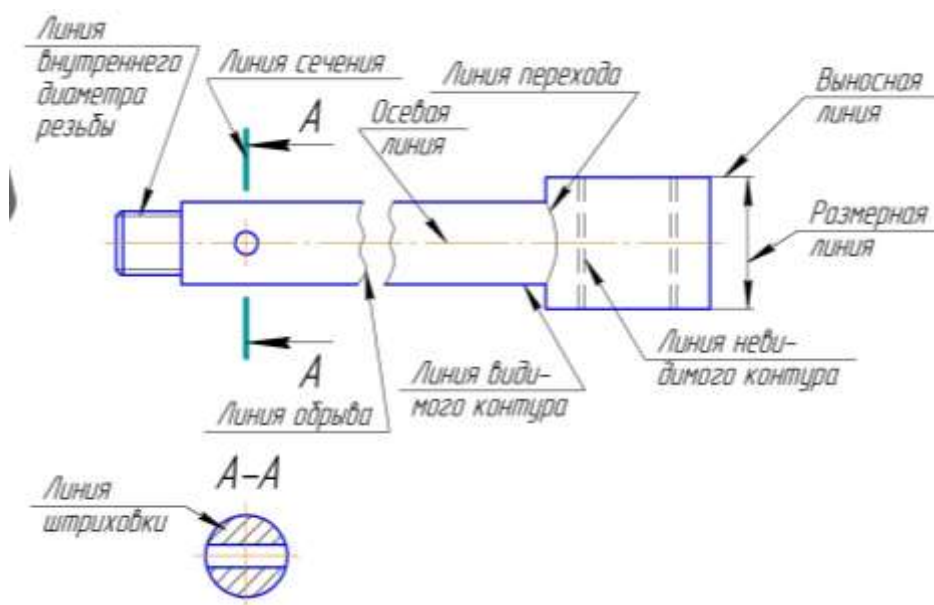


Рис. 1.1

1.4. Форматы.

Форматом чертежа (ГОСТ 2.301-68) или другого документа называется размер листа этого документа, определяемый размерами внешней рамки. Внешняя рамка выполняется тонкой линией.

За основной принят формат с размерами 1189*841мм, площадь которого равна 1 м², а также меньшие форматы, получаемые делением каждого предыдущего формата на две равные части линией, параллельной меньшей стороне (рис. 1.2б). Размеры сторон основных форматов и их обозначение приведены в табл. 1.2.

Поле формата, на котором размещают изображение детали, графические построения или текст, ограничивают рамкой. Рамку проводят на расстоянии 5 мм от верхней, нижней и правой стороны формата и на расстоянии 20 мм от левой стороны. Поле шириной 20 мм слева предназначено для подшивки чертежей (рис. 1.2а).

Таблица 1.2

| Обозначение формата | Размеры формата |
|---------------------|-----------------|
| A 0 | 841*1189 |
| A 1 | 594*841 |
| A 2 | 420*594 |
| A 3 | 297*420 |
| A 4 | 210*297 |

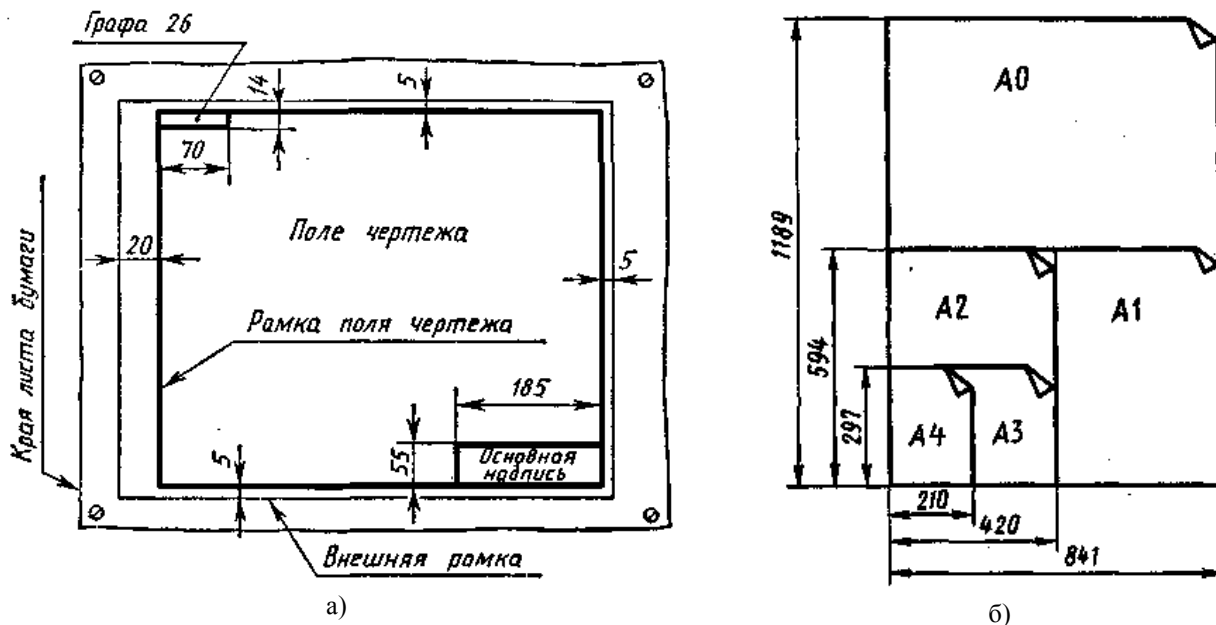


Рис. 1.2

На всех конструкторских документах в правом нижнем углу располагают основную надпись (рис. 1.3). На листах формата А4 основные надписи располагают вдоль короткой стороны листа.

Рекомендуется следующее заполнение граф основной надписи, применительно к условиям учебного процесса в учреждении высшего образования по разделу «Основы начертательной геометрии» и «Основы машиностроительного черчения» (сохранено стандартное обозначение граф) (рис. 1.3).

Графа 1 — наименование детали или сборочной единицы.

Графа 2 — обозначение документа по принятой в учреждении высшего образования системе.

Графа 3 — обозначение материала детали (заполняют только на чертежах деталей).

Графа 4 — не заполнять.

Графа 5 — масса изделия.

Графа 6 — масштаб.

Графа 7 — порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют).

Графа 8 — общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе документа).

Графа 9 — наименование учреждения высшего образования и номер группы.

Графа 10 — характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, например:

Разработал ... (студент)

Проверил ... (преподаватель)

Графа 11 — четкое написание фамилий лиц, подписавших документ.

Графа 12 — подписи лиц, фамилии которых указаны в графе П.

Графа 13 — дата подписания документа.

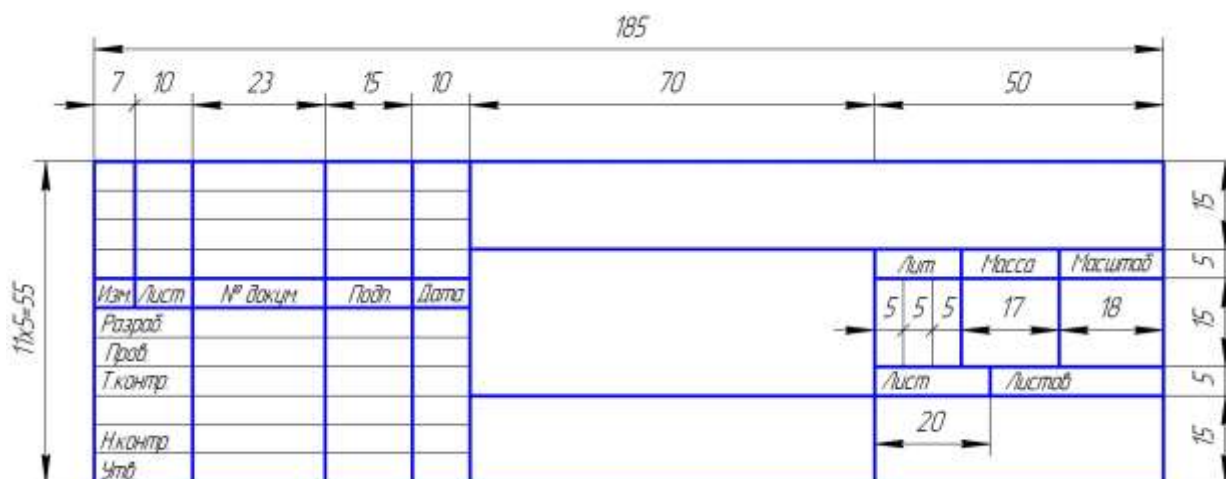


Рис. 1.3

1.5. Шрифты чертежные.

На всех чертежах и других технических документах применяют стандартные **шрифты** русского, латинского и греческого алфавитов, арабские и римские цифры и специальные значки.

Размер шрифта характеризуется высотой (**h**) в миллиметрах. Установлены следующие его размеры (ГОСТ 2.304-68) «Шрифты чертежные»: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Размер шрифта h – величина, определяемая высотой прописных букв в миллиметрах.

Высота прописных букв измеряется перпендикулярно к основанию строки. Высота строчных букв **c** определяется из отношения их высоты (без отростков **k**) к размеру шрифта **h**.

Установлены следующие типы шрифта (рис. 1.4):

Тип А без наклона с толщиной линии $d = 1/14h$;

Тип А с наклоном около 75° с толщиной линии $d = 1/14h$;

Тип Б без наклона с толщиной линии $d = 1/10h$;

Тип Б с наклоном около 75° с толщиной линии $d = 1/10h$.

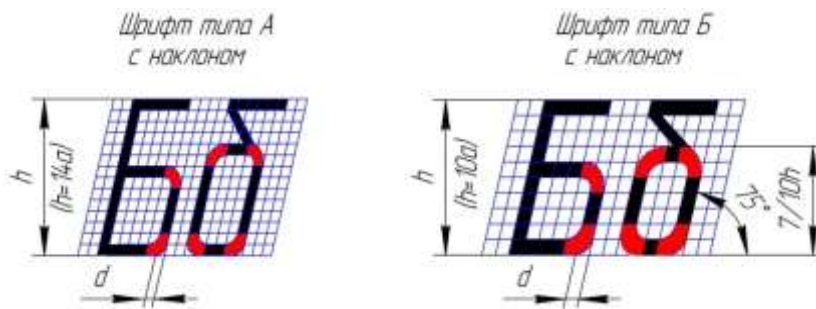


Рис. 1.4

При написании шрифта целесообразно пользоваться вспомогательной сеткой. Сетка, образованная вспомогательными линиями, в которые вписываются буквы (рис.1.5). Шаг вспомогательных линий определяется в зависимости от толщины линии шрифта **d**.

Начертание букв и цифр шрифтом тип А с наклоном около 75° и параметры их характеризующие приведены на рис. 1.6.

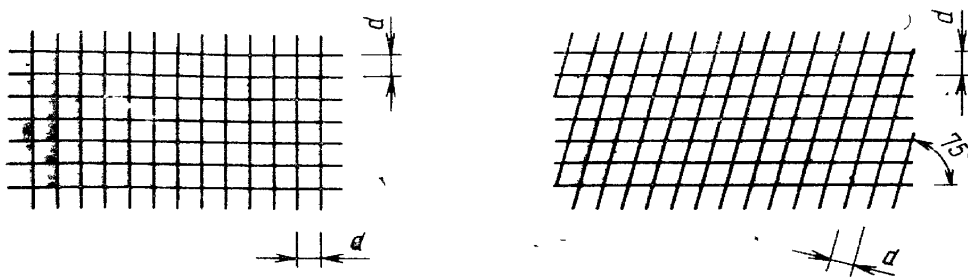


Рис. 1.5



Рис. 1.6

1.6. Масштабы.

Масштабом чертежа называют отношение линейных размеров изображения объекта на чертеже к действительным размерам объекта (рис. 1.8). В зависимости от сложности и величины изображаемых объектов масштабы, согласно **ГОСТ 2.302-68** выбирают из следующего ряда.

Масштабы уменьшения: 1:2, 1:2,5, 1:4, 1:5, 1:10, 1:20, 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.

Масштаб, изображенный на чертеже, записывают в соответствующей графе основной надписи по типу **1:1**, **2:1** и т.д.

Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, помещают непосредственно над изображением, например: **А(2:1)**, **В(4:1)**, **А-А(2:1)**.

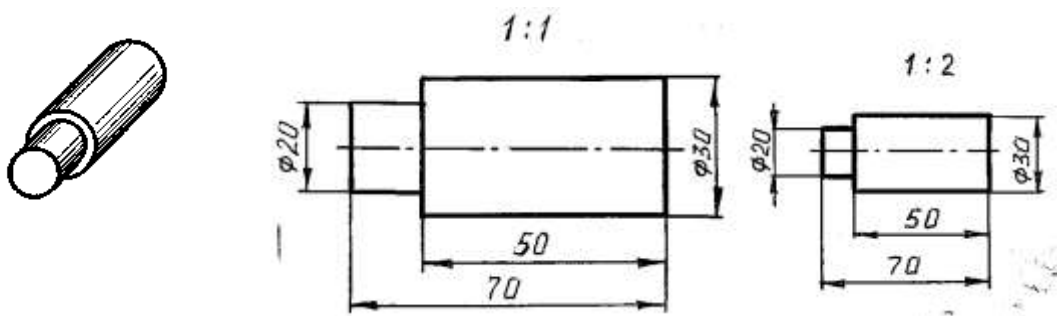


Рис. 1.8

1.7. Нанесение размеров.

Основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов служат **размерные числа**, нанесенные на чертеже. Правила нанесения **размеров** на чертежах установлены **ГОСТ 2.307-68**. Пропуск или ошибка хотя бы в одном из размеров делают чертеж непригодным к использованию, т.к. определять пропущенные или ошибочные размеры путем обмера соответствующих мест на чертеже не допускается. Поэтому простановка размеров одна из наиболее ответственных стадий при изготовлении чертежа. В этой операции принято размечать: **задание размеров** – какие размеры и с какой точностью необходимо задать на чертеже, что бы изображенное на нем изделие возможно было изготовить, и **нанесение размеров**, как следует их расположить на чертеже. Задание размеров зависит от многих факторов – конструктивных, прочностных, технологических и др.

Нанесению размеров на чертеже предшествует выбор баз изделия, от которых проставляются размеры (рис. 1.9). При этом под базой понимают поверхность или выполняющие ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования, т. е. придания заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

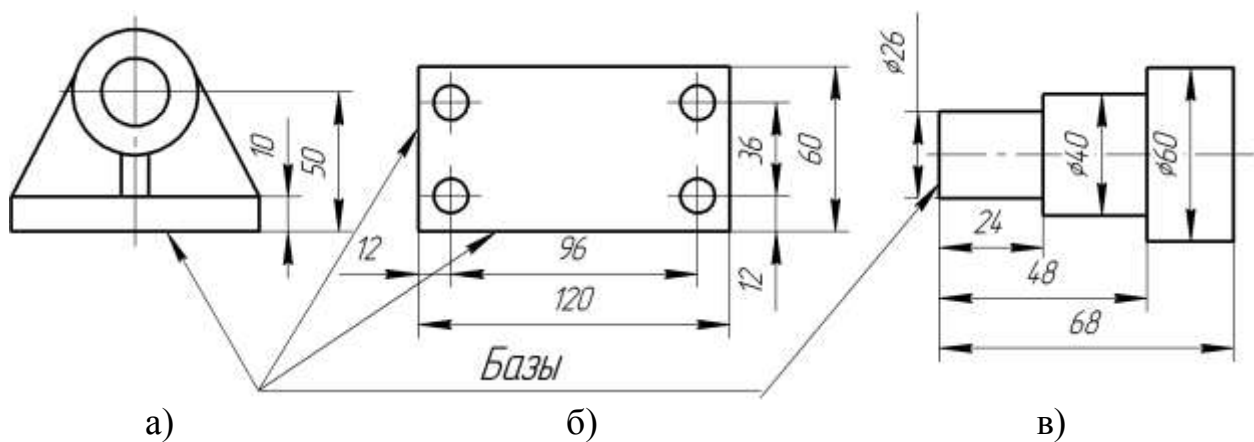


Рис. 1.9

В зависимости от назначения различают следующие виды баз:

- технологическую, используемую для определения положения заготовки или изделия при изготовлении или ремонте (рис. 1.9, а);
- конструкторскую, используемую для определения положения детали или сборочной единицы в изделии (рис. 1.9, б);
- измерительную, используемую для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения (рис. 1.9, в).

При выборе базы для нанесения размеров необходимо учитывать технологический процесс изготовления детали. Если детали получены литьем, ковкой, штамповкой или прокаткой, то размеры необрабатываемых по чертежу элементов детали проставляют от технологических баз. Если деталь имеет обработанные и необработанные поверхности, то размеры обработанных поверхностей наносят от конструкторской базы, а необработанных — от

технологической. Обе базовые поверхности в каждом координатном направлении должны быть связаны одним размером (рис. 1.10).

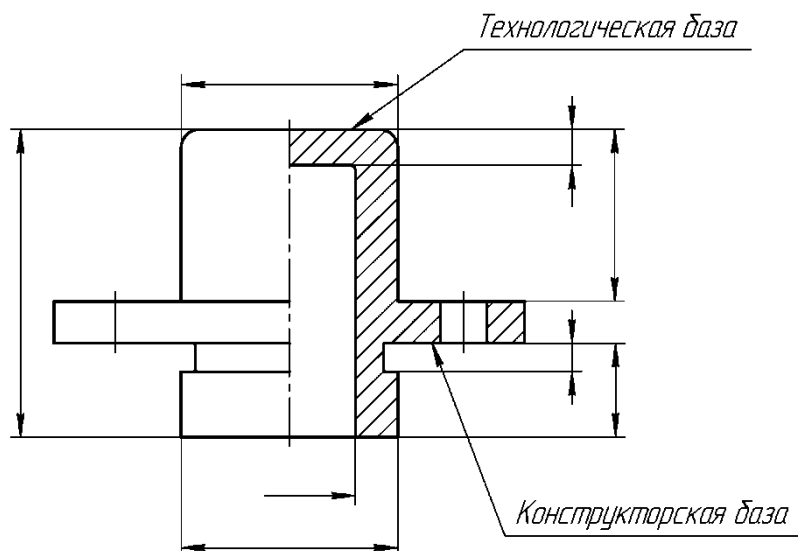


Рис. 1.10

Установлено два способа нанесения размеров от баз:

- **координатный** - нанесение размеров от одной, основной базы (рис. 1.11) или от нескольких баз (рис. 1.12,а). При этом способе не происходит накопления погрешности от размера к размеру;

- **цепной** - при котором размеры наносят цепочкой (один за другим), при этом цепочка не замыкается (рис. 1.12,б).

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный.

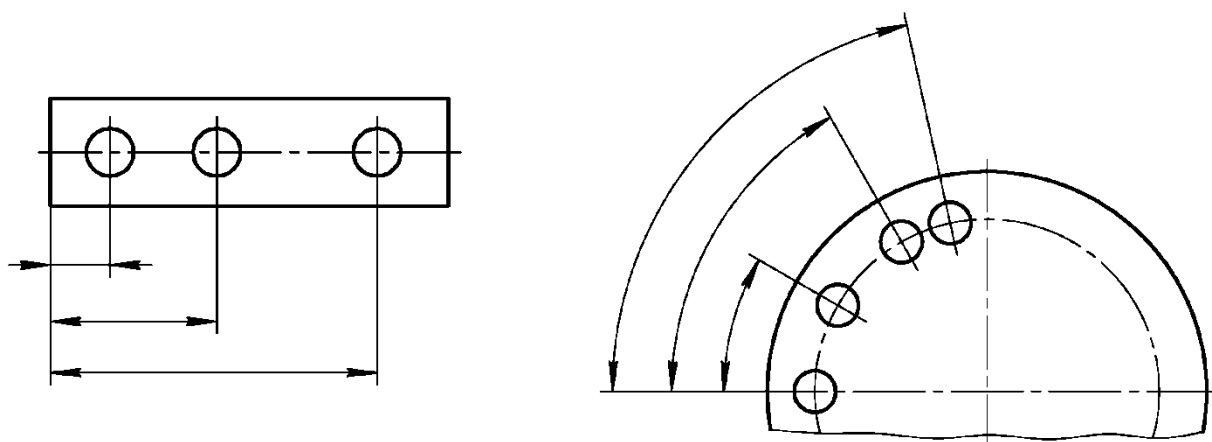


Рис. 1.11

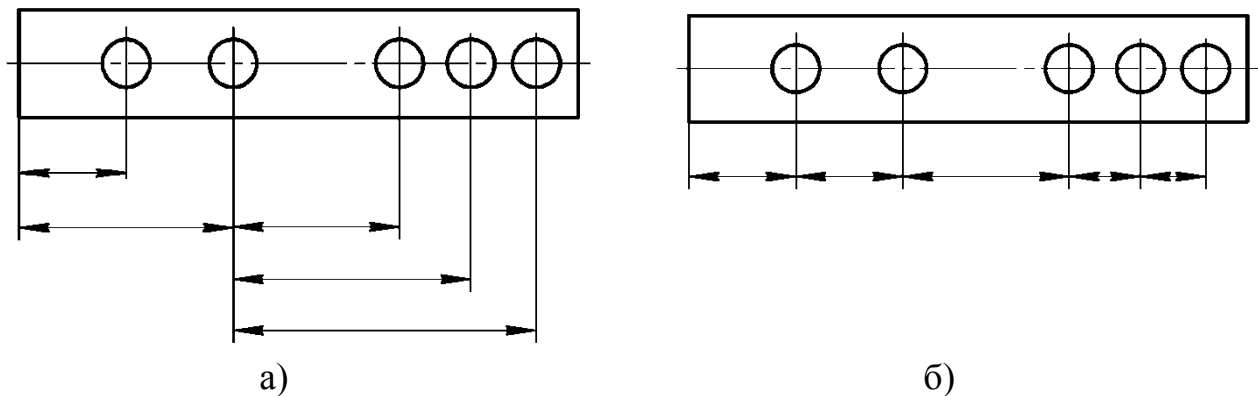


Рис. 1.12

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии перпендикулярно размерным.

Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в соответствующие линии. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 1.13.

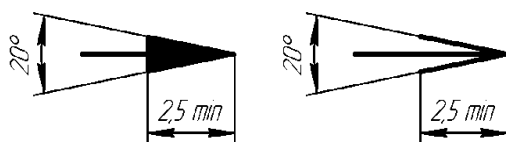


Рис. 1.13

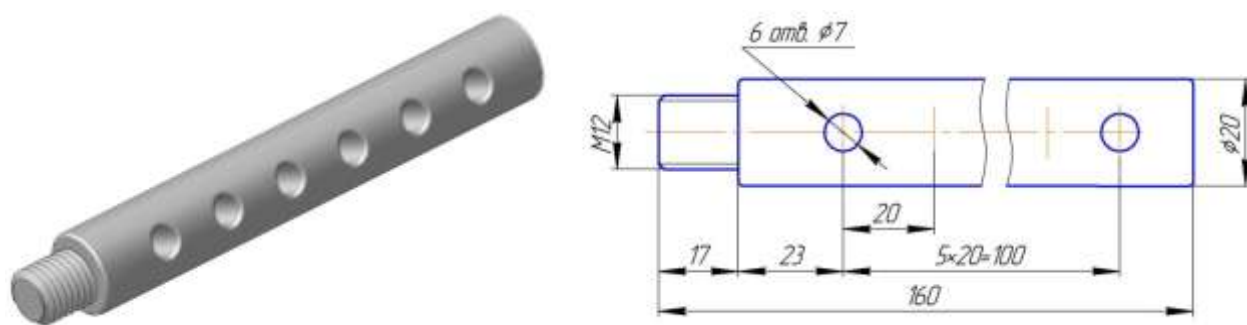


Рис. 1.14

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рис. 1.14).

При недостатке места для стрелок на размерных линиях расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимые под углом 45° к размерным линиям, или четко наносимыми точками (рис. 1. 15).

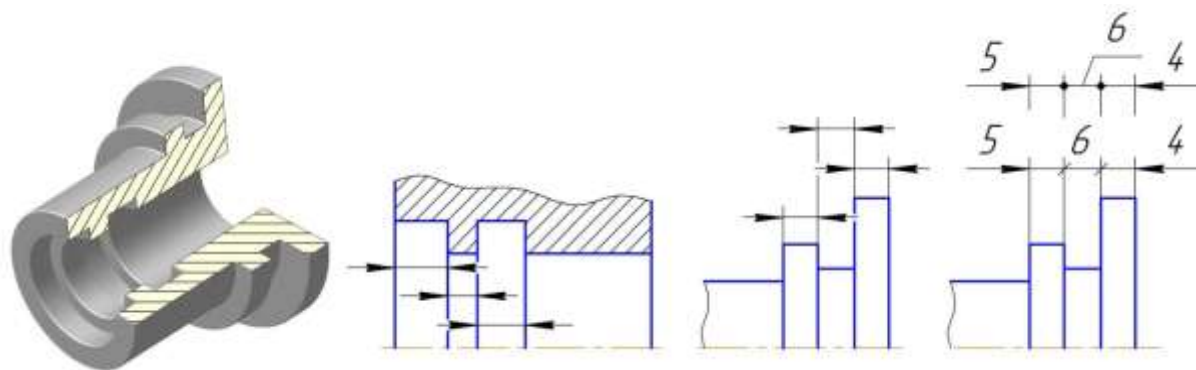


Рис. 1. 15

При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии последние допускается прерывать (рис. 1. 16).

Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине (рис. 1.17). Если размерная линия вертикальная, то размерное число ставят слева. На наклонных размерных линиях цифры пишут так, чтобы они оказались в нормальном для чтения положении, если дать размерной линии «упасть» в горизонтальное положение (рис.1.18).

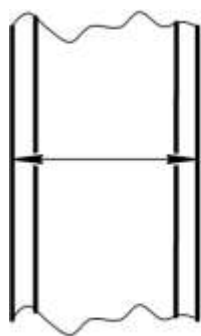


Рис. 1. 16

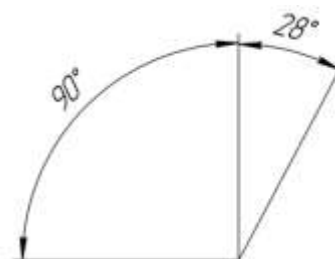
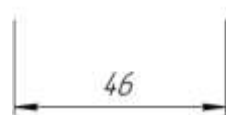
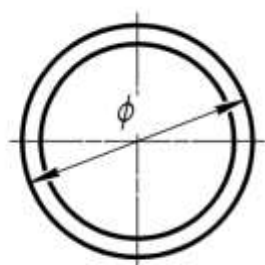


Рис. 1.17

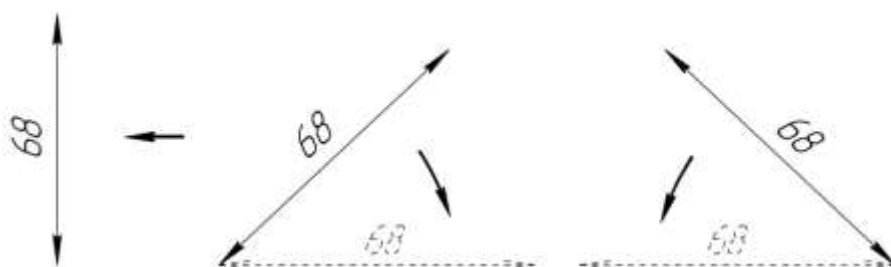


Рис. 1.18

При нанесении нескольких параллельных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматной порядке (рис. 1.19).

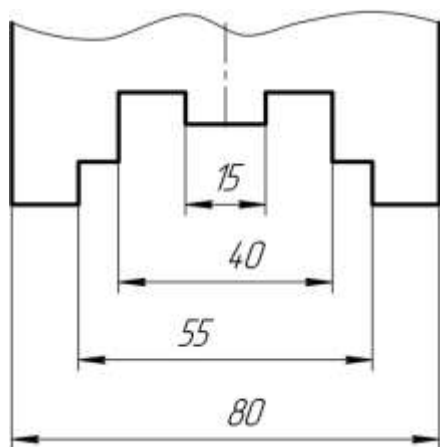


Рис. 1.19

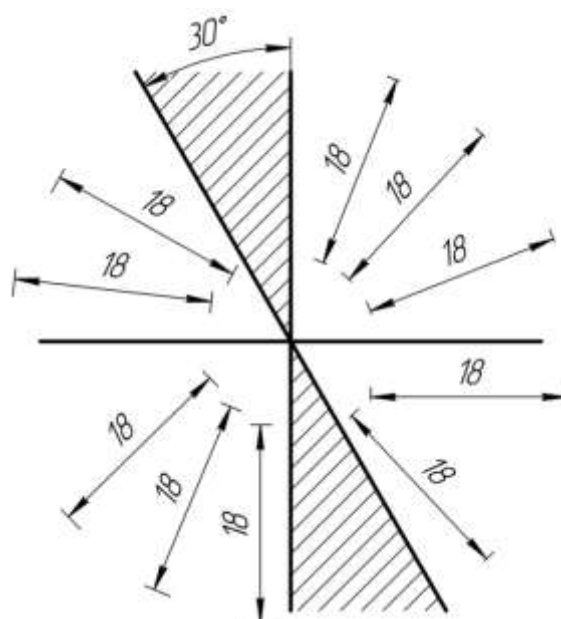


Рис. 1.20

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рис. 1.20.

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм.

Минимальное расстояние между размерной линией и линией контура должно быть 10 мм, а между параллельными размерными линиями - 7 мм. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (рис. 1.20).

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают приписную букву **R** (рис. 1.21).

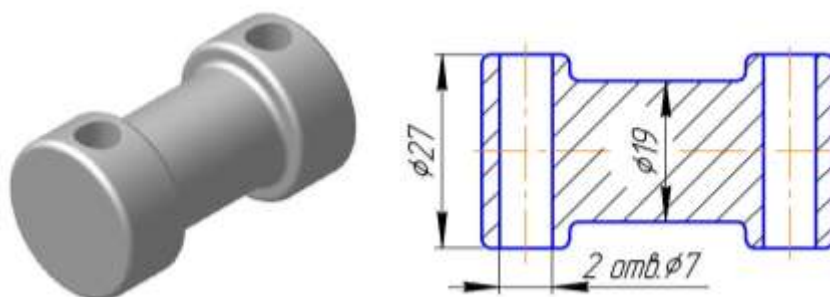


Рис.1.20

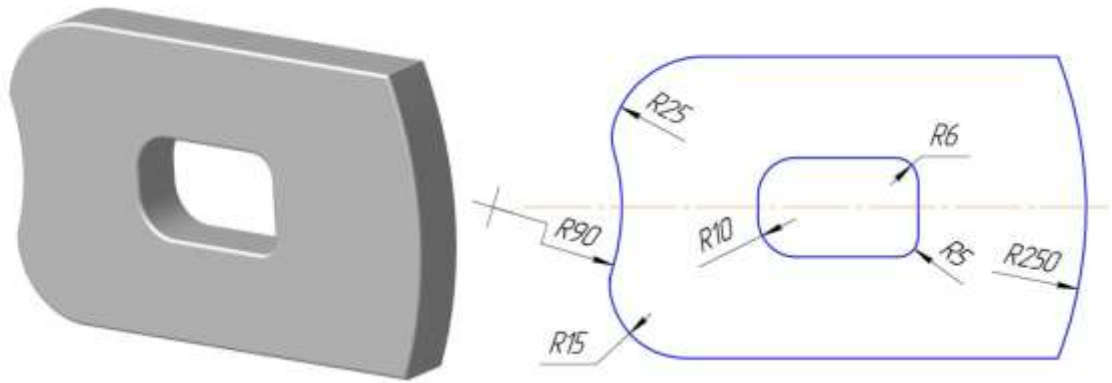


Рис. 1.21

При указании размера диаметра перед размерным числом наносят знак Ø (рис. 1.22). Высота знака равна размеру шрифта размерного числа. Угол наклона штриха знака примерно $60...70^\circ$. Если для нанесения размерного числа внутри окружности недостаточно места, то размеры наносят, как показано на рис. 1.23.

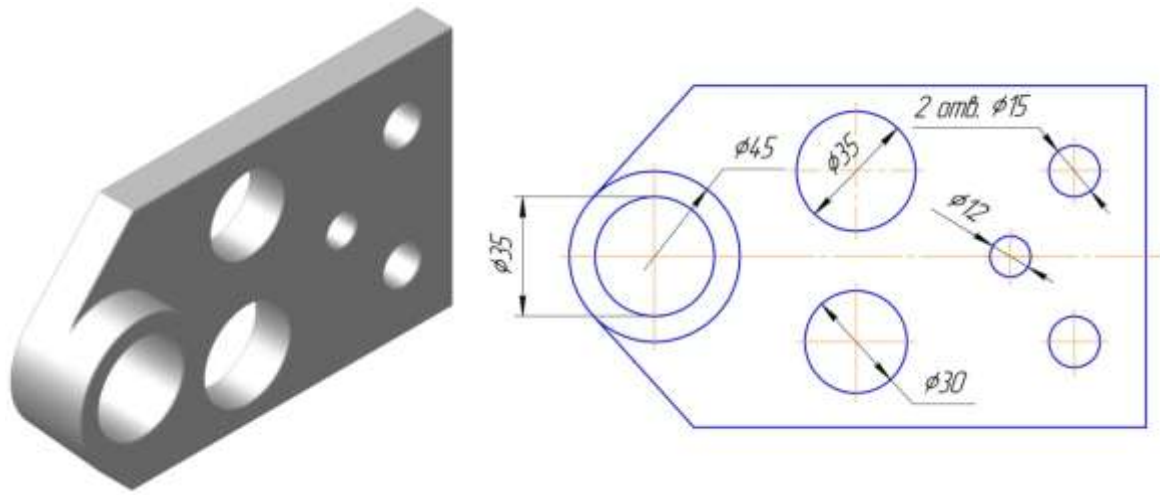


Рис. 1.22

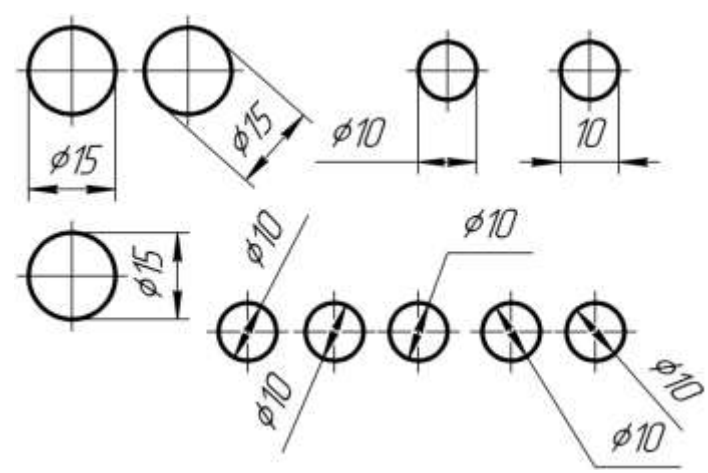


Рис. 1.23

Размеры квадрата наносят, как показано на рис. 1.24. Высота знака должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже. Тонкие линии, проведенные по диагонали (рис. 1.24), обозначают поверхность, чтобы при чтении чертежа не принять этот элемент детали за цилиндрический.

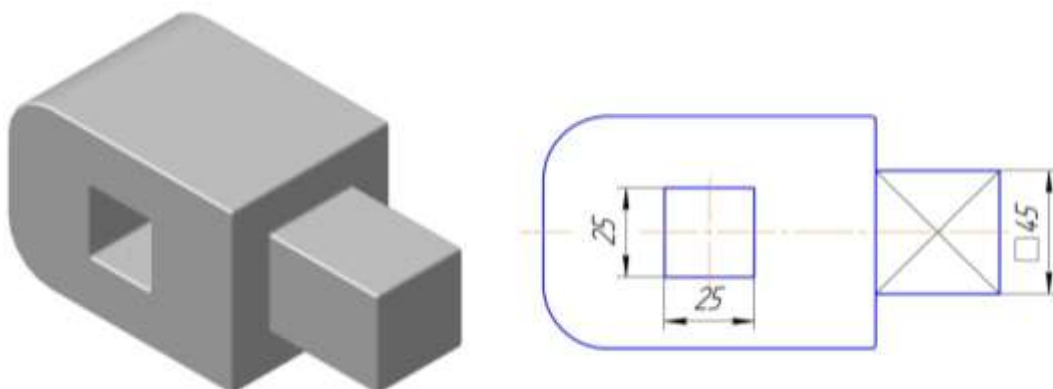


Рис. 1.24

Размеры фасок, выполненных под углом 45° , наносят, как показано на рис. 1.25, где первое число указывает высоту фаски, а второе — угол наклона образующих. Размеры фасок, имеющих угол, отличный от 45° , указывают линейным и угловым размерами (рис. 1.26) или двумя линейными размерами (рис. 1.27).

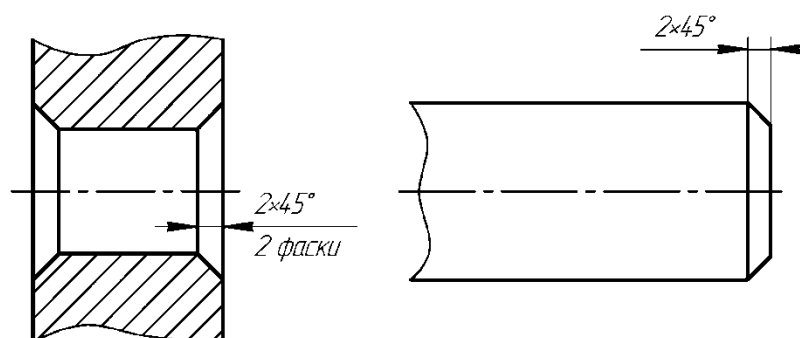


Рис. 1.26

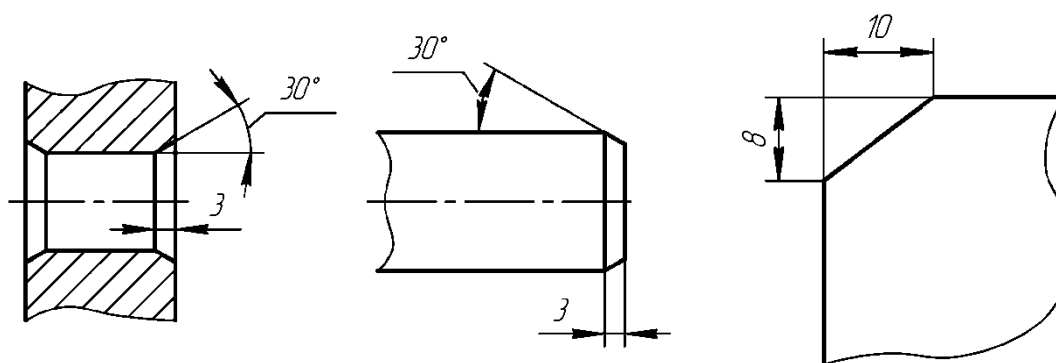


Рис. 1.27

Наклонные прямые элементы изображенного детали характеризуются углами наклона к горизонтальной прямой или уклоном.

Уклон выражают отношением чисел 1:10 или в процентах – 10%.

Для построения прямой AB с заданной величиной уклона к горизонтальной прямой, например 1:6 (рис.1.28), необходимо от точки C влево отложить отрезок CA , равный шести единицам длины, а вверх отрезок CB равный одной единице длины. Точки B и A соединяют прямой, которая дает направление уклона.

Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак \sphericalangle , острый угол которого направлен в сторону уклона. Обозначение уклона наносят на полке линии-выноски или непосредственно над линией контура.

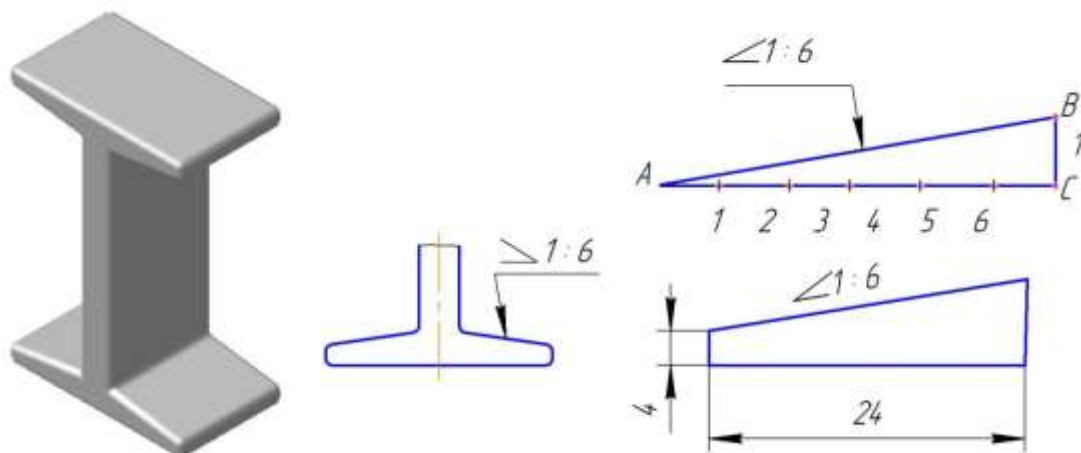


Рис.1.28

На чертеже, изображающем предмет конической формы, указывают степень его конусности.

Перед размерным числом, характеризующим конусность, необходимо наносить знак конусности \sphericalangle , в виде равнобедренного треугольника, острый угол которого направлен в сторону вершины конуса (рис.1.29). Обозначение конусности наносят на полке линии-выноски или над осевой линией.

При изображении детали в одной проекции ее толщину обозначают строчной буквой S , длину детали — строчной буквой l , а глубину — строчной буквой h (рис.1.30).

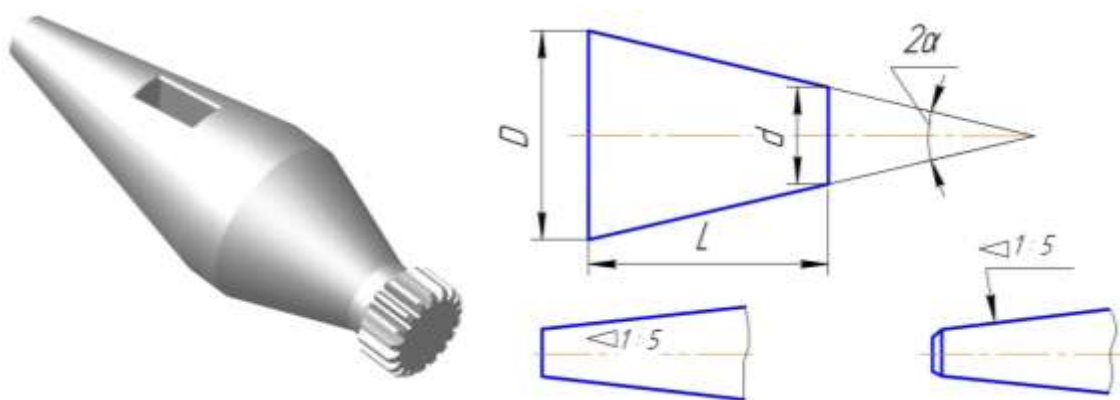


Рис.1.29

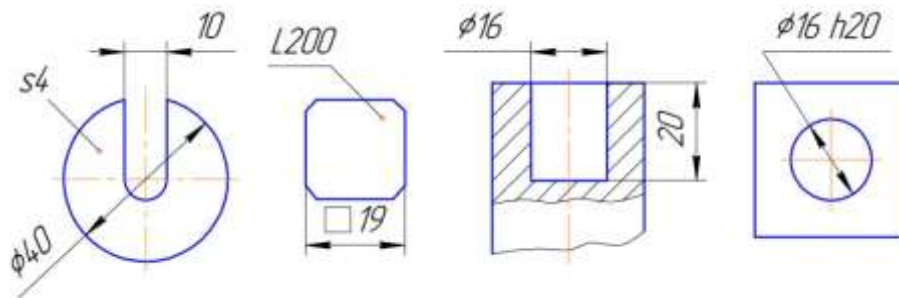


Рис.1.30

1.8. Деление окружности на равные части.

Деление окружности на равные части и построение правильных вписанных многоугольников можно выполнить циркулем, а также с помощью угольников и рейшины.

Деление окружности на три и шесть равных частей. Чтобы разделить окружность радиуса R на три равные части (рис.1.31а) достаточно из любой точки окружности, например A , провести дугу радиусом R . Пересечение дуги с окружностью дают две искомые точки 2 и 3, а третья точка 1 будет находиться на оси окружности, проведенной из точки A . Для деления окружности на шесть равных частей (рис.1.31б) выполняют то же построение, но дугу описывают не один, а два раза из точек 4 и 1 радиусом R равным радиусу окружности.

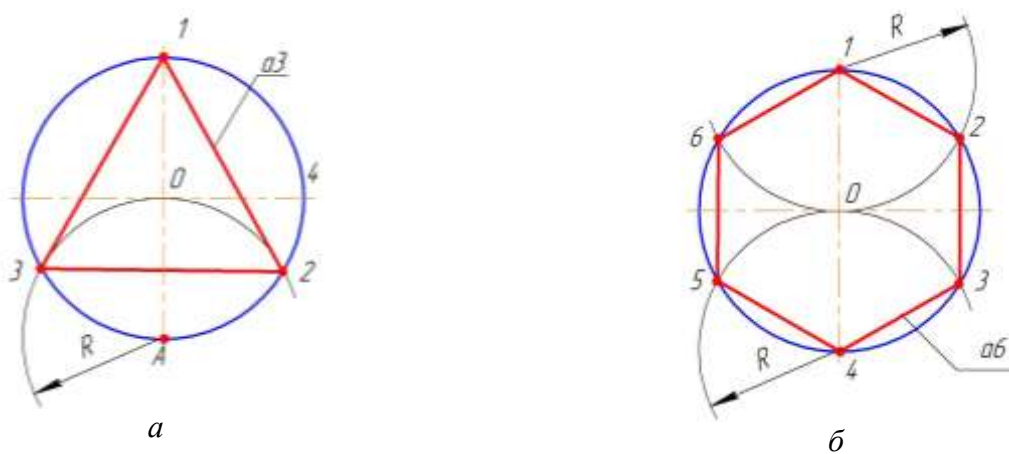


Рис. 1.31

Деление окружности на пять и семь равных частей. Чтобы разделить окружность на пять равных частей (рис.3.32а) из точки A радиусом R , равным радиусу данной окружности, проводят дугу, которая пересечёт окружность в точке n . Из точки n опускают перпендикуляр на осевую линию, получают точку c . Радиусом R_1 , равным расстоянию от точки c до точки 1, проводят дугу, которая пересечет горизонтальную осевую линию в точке m . Из точки 1 радиусом R_2 , равным расстоянию от точки 1 до точки m , проводят дугу, пересекающую окружность в точке 2. Дуга 12 является $1/5$ длины окружности. Точки 3, 4 и 5 находят, откладывая циркулем отрезки, равные $m1$. Соединив точки 1, 2, 3, 4, 5 по замкнутому контуру, получим вписанный в окружность правильный пятиугольник.

Деление окружности на семь равных частей показано на рис. 1.32б. Из точки А проводится вспомогательная дуга радиусом R , равным радиусу данной окружности, которая пересечет окружность в точке n . Из точки n опускают перпендикуляр на горизонтальную осевую линию. Из точки 1 радиусом, равным отрезку nc , делают по окружности семь засечек и получают семь искомых точек.

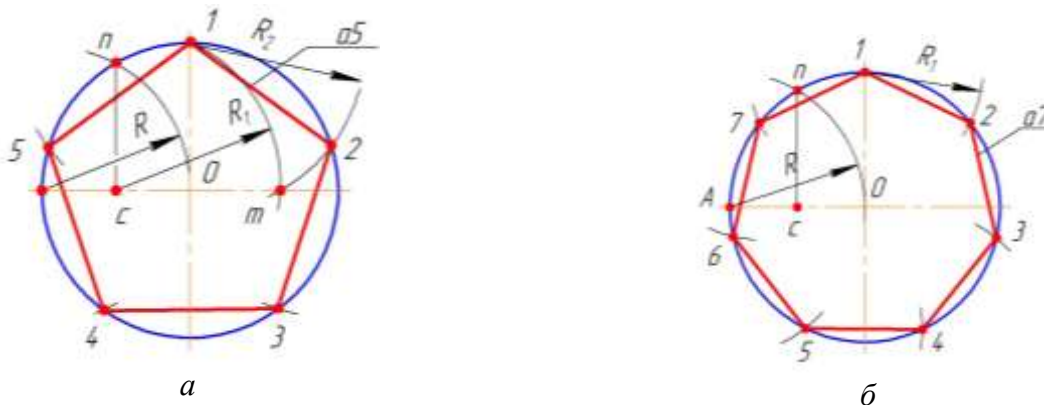


Рис. 1.32

Деление окружности на четыре и восемь равных частей. Два взаимно перпендикулярных диаметра окружности делят ее на четыре равные части (рис.1.33а). Две четверти окружности делим пополам с помощью засечек дугами радиуса R . Проведя прямые через точки пересечения дуг и центр O разделим окружность на четыре равные части.

Для деления окружности на восемь равных частей (рис.1.33б) выполняют тот же прием, что и при делении окружности на четыре равные части.

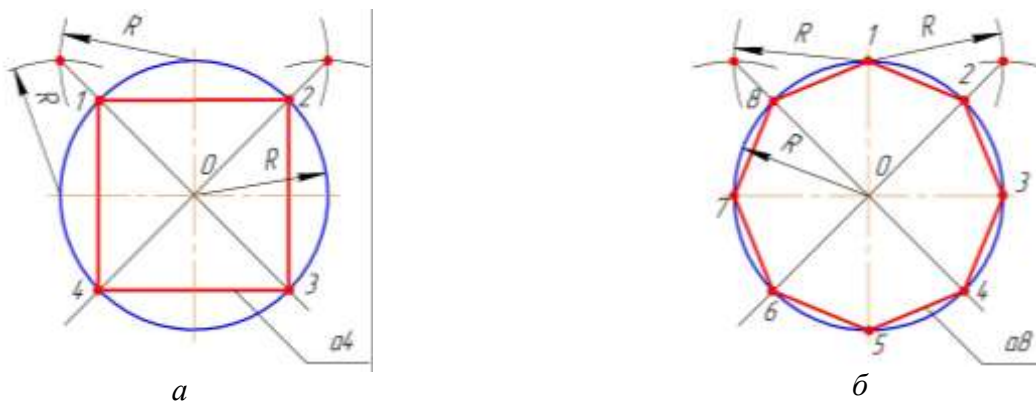


Рис. 1.33