

# 1. ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Процесс мыслительной деятельности человека в значительной мере реализуется посредством зрительных графических образов, что особенно характерно для конструкторов и инженеров, у которых этот процесс является профессиональным видом деятельности. Как же передать информацию о замысле конструктора (который существует только в его воображении) тем, кто будет изготавливать это изделие ?

Так как словесное описание не может быть принято из-за его громоздкости и неоднозначности, то ответом на поставленный вопрос будет использование чертежа.

**Чертеж** – это основной инструмент моделирования объекта производства начиная с этапа его проектирования и важное средство передачи технической мысли, которое было и остается одним из самых информативных языков техники.

В подтверждение этого можно привести высказывание известного математика Лейбница: «Чертеж – лучшее средство против неопределенности слов».

Чтобы начертить чертеж, нужно ответить на два вопроса:

– как построить изображение? (этим занимается **начертательная геометрия**, которая разрабатывает методы построения изображений пространственных объектов на плоскости и способы решения на них геометрических задач);

– как оформить чертеж? (этим занимается черчение, основу которого составляют стандарты ЕСКД – единой системы конструкторской документации).

Таким образом, инженерная графика – это комплексная дисциплина, состоящая из начертательной геометрии и черчения, которая входит в число базовых дисциплин, составляющих основу инженерного образования.

## 1.2. Основные правила оформления чертежей

Существовавшие ранее стандарты подразделяли на категории: *государственные (ГОСТ), отраслевые (ОСТ) и стандарты предприятий (СТП).*

После 1991 года, когда Украина приобрела независимость, начали разрабатываться **ДСТУ** (Державні стандарти України), **ГСТУ** (Галузеві стандарти України), **СТТУ** (Стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок України), **ТУУ** (Технічні умови України), **СТП** (Стандарти підприємств).

Однако нужно отметить, что разработка и внедрение стандартов, особенно в таких областях, как машиностроение и приборостроение, – это весьма длительный и трудоемкий процесс. Поэтому в данный период межправительственным соглашением (принятым в 1993 году) **ГОСТы**, разработанные ранее для этих отраслей, признаны действующими на территории стран СНГ как межгосударственные стандарты. По мере разработки **ДСТУ** они будут заменять собой соответствующие им **ГОСТы**.

Для систематизации и облегчения поиска нужных стандартов их обозначение строится по классификационному принципу. Обозначение номера государственного стандарта выполняется в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1.15.

# ГОСТ

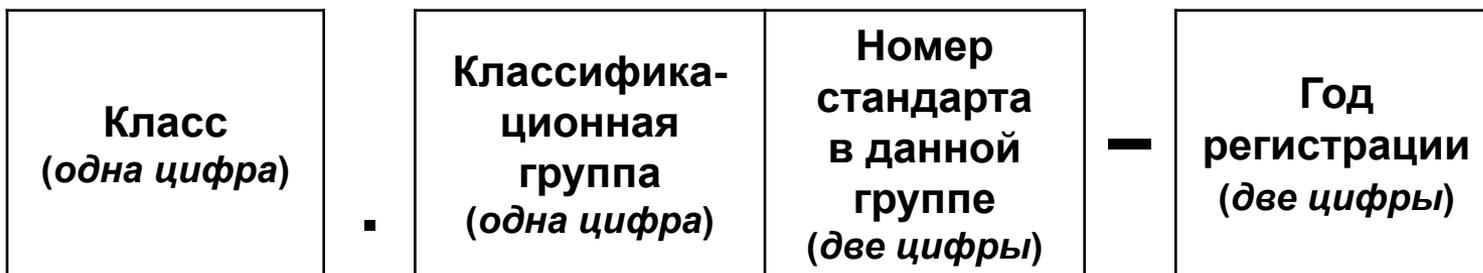


Рис.

Класс 2 присвоен *единой системе конструкторской документации* (ЕСКД), в которой собран комплекс государственных стандартов, устанавливающих единые правила по составлению, оформлению, хранению и размножению конструкторской документации на всех предприятиях и организациях. Таким образом, обозначение всех стандартов ЕСКД начинается как ГОСТ 2. . . . *Единой системе технологической документации* (ЕСТД) присвоен класс 3, а *единой системе программной документации* (ЕСПД) – класс 19 и т.п. Всего за время существования СССР было разработано около 30 классов стандартов.

Одной цифрой после точки обозначают классификационную группу стандартов, которая для ЕСКД может принимать значения от 0 до 9: 0 – общие положения; 1 – основные положения; 2 – обозначение изделий и конструкторской документации; 3 – общие правила выполнения чертежей; 4 – правила выполнения чертежей изделий; 5 – учет и обращение конструкторской документации; 6 – эксплуатационная и ремонтная документация; 7 – правила выполнения схем; 8 – макетный метод проектирования; 9 – прочие стандарты.

Рассмотрим некоторые основные стандарты ЕСКД третьей классификационной группы, относящиеся к оформлению чертежей.

### 1.2.1. Форматы (ГОСТ 2.301-68)

*Форматом* называют размер листа бумаги, на котором выполняют чертежи и другие конструкторские документы. Стандарт ГОСТ 2.301-68 устанавливает пять *основных* форматов: А0, А1, А2, А3, А4 и ряд *дополнительных*. Форматы листов определяются размерами внешней рамки, которая выполняется тонкой сплошной линией. За базовый формат принят формат А0, для которого площадь листа составляет  $1 \text{ м}^2$ . Остальные основные форматы получают делением длинной стороны предыдущего формата пополам в соответствии со схемой на рис. 1.16.

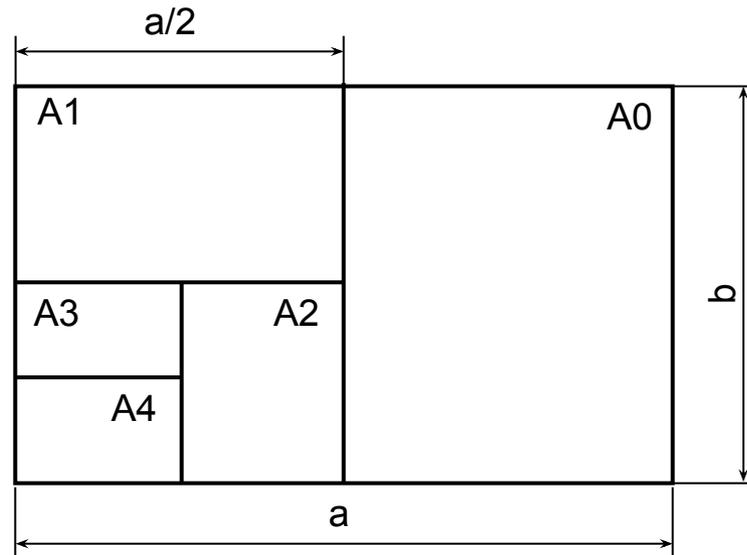


Рис. 1.16

Для вывода значений размеров сторон основных форматов запишем сначала уравнение, вытекающее из принятой площади формата A0:

$a \cdot b = 1000000 \text{ мм}^2$ . Следует заметить, что в технике в качестве основной единицы измерения линейных размеров принят миллиметр, который на чертежах не обозначают. А в строительных чертежах в качестве основной единицы измерения линейных размеров (из-за значительных размеров строительных конструкций) принят сантиметр.

Дополним это уравнение условием одинакового отношения сторон для основных форматов, которое вытекает из требований размножения конструкторской документации (например, при одинаковых коэффициентах масштабирования по осям требуется получить формат A4 из формата A3 или наоборот, что позволяет выполнять современная множительная техника).

Для конкретности приравняем отношение коротких сторон к длинным сторонам для форматов A0 и A1:  $b/a = a/2b$ . В результате решения этой системы уравнений получим размеры сторон для формата A0:  $a = 1189 \text{ мм}$ ,  $b = 841 \text{ мм}$ .

Теперь в соответствии с принятой схемой образования основных форматов вычислим размеры сторон остальных форматов и занесем их в табл. 1.1.

Таблица 1.1

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

При необходимости допускается применять формат A5 (148x210).

В соответствии с требованиями стандартов площадь листа формата должна использоваться рационально. Поэтому для вычерчивания изделий, у которых один размер значительно превышает другой, используют дополнительные форматы, которые образуются из основных увеличением короткой стороны формата в целое число раз. Например, дополнительный формат A4x3 будет иметь размеры: 297x630 ( $210 \times 3 = 630$ ).

По стандарту ГОСТ 2.104-68 на чертежах и конструкторских документах проводят обрамляющую рамку, которую выполняют основной линией (сплошной толстой) на расстоянии 5 мм от верхней, нижней и правой сторон внешней рамки. С левой стороны оставляют поле шириной 20 мм для подшивки. В правом нижнем углу чертежа (а для формата A4 – только вдоль короткой стороны) помещают основную надпись чертежа (рис. 1.17).

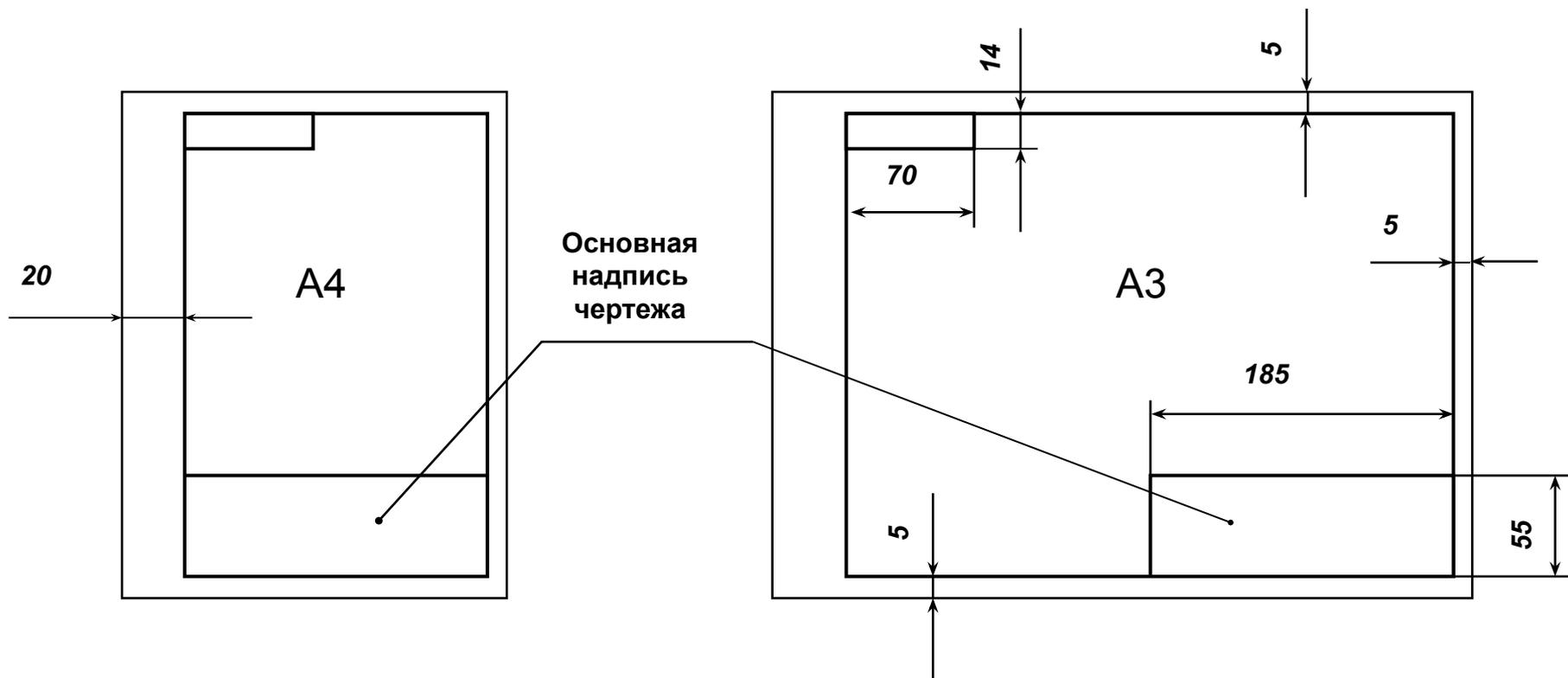


Рис. 1.17

В левом верхнем углу чертежа располагают дополнительную надпись размером 70x14, в которой указывают обозначение чертежа, повернутое на  $180^\circ$ , облегчающее поиск нужного чертежа при его хранении. Если основная надпись чертежа располагается вдоль короткой стороны формата, то дополнительная надпись – в правом верхнем углу (за исключением формата A4).

Основную надпись на чертежах в соответствии с ГОСТ 2.104-68 выполняют либо по форме 1 (для графических документов), которая приведена на рис. 1.18 и имеет размеры 185x55, либо по форме 2 (для текстовых конструкторских документов), которая имеет размеры 185x40.

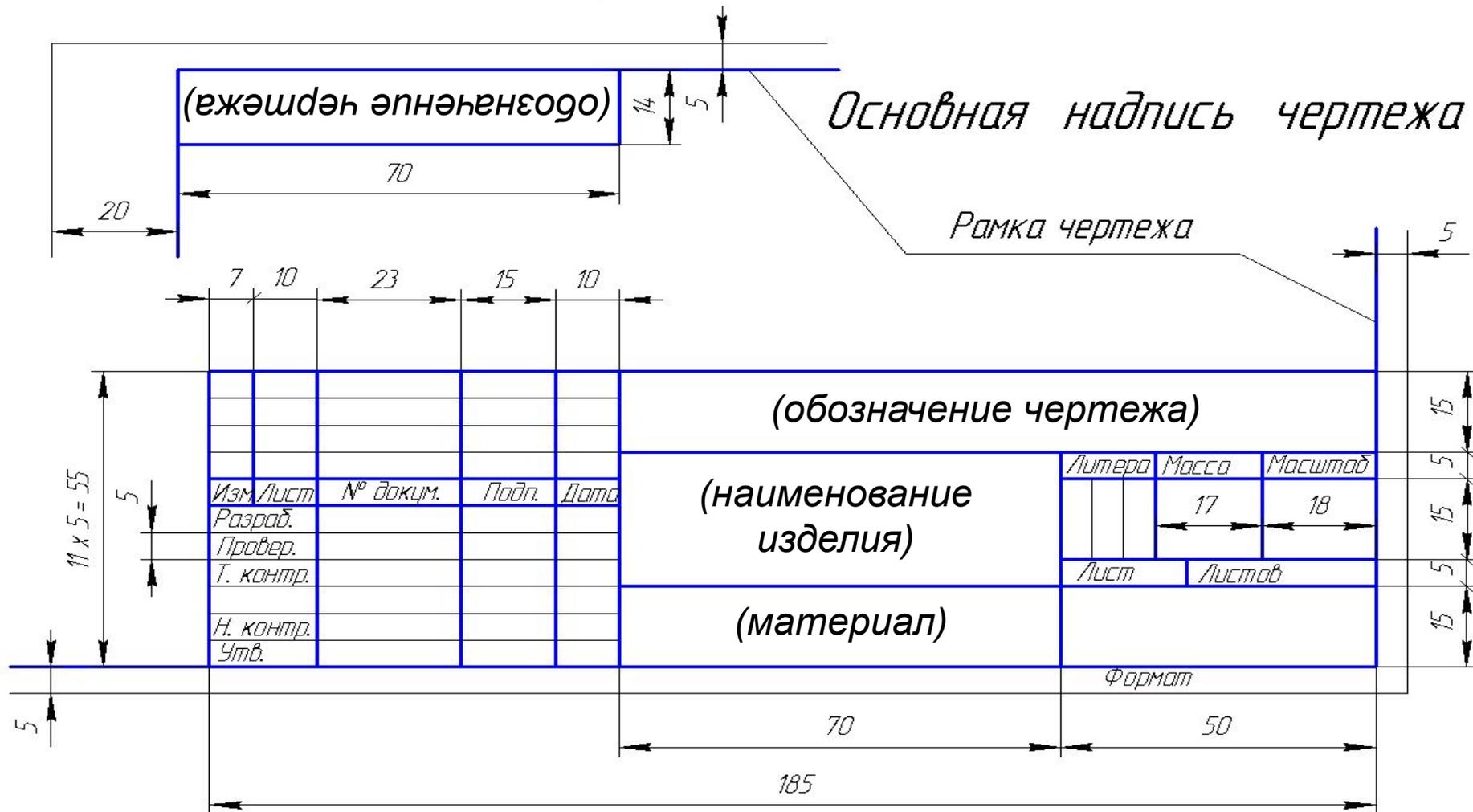


Рис. 1.18

## 1.2.2. Масштабы (ГОСТ 2.302-68 )

Желательно вычерчивать предметы в их натуральную величину, однако крупные изделия из-за ограниченности размеров форматов приходится изображать уменьшенными в несколько раз, а мелкие и сложные – увеличенными, что требует введения понятия масштаба.

*Масштаб* определяют как отношение линейных размеров изображенного на чертеже предмета к его действительным размерам.

В соответствии со стандартом ГОСТ 2.302-68 при вычерчивании изделий разрешается применять только определенные значения масштабов (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Наименование	Значение масштаба									
Натуральная величина	1:1									
Масштаб уменьшения	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10	1:15	1:20	1:25	1:40	...
Масштаб увеличения	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1	–	20:1	–	40:1	...

Например, отношение 1 : 2 указывает на то, что размеры изображения в 2 раза меньше предмета, а отношение 2:1 означает, что размеры изображения вдвое больше его оригинала.

Однако на чертежах, выполненных в масштабе, всегда проставляют действительные размеры детали независимо от величины масштаба.

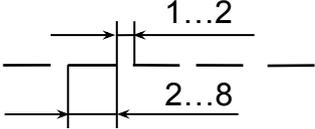
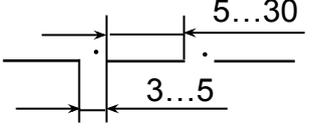
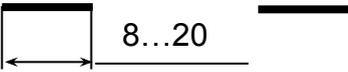
При обозначении масштаба в специальной графе основной надписи чертежа букву М не пишут, а указывают только величину отношения, например: 1:1, 5:1, 1:4 и т.д. В остальных случаях принято обозначать масштаб по типу М 1:1, М 5:1, М 1:4 и т.д.

### **1.2.3. Линии чертежа (ГОСТ 2.303-68)**

Правила начертания и основные назначения линий на чертежах задаются в ГОСТ 2.303-68. В этом стандарте определено девять типов линий. Наиболее употребляемые типы линий на чертежах приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

N п.п.	Наименование	Начертание	Толщина	Назначение
1	Сплошная толстая – основная		$S = (0,5 \dots 1,4) \text{ мм}$	Линии видимого контура, линии контура сечения (как вынесенного, так и входящего в состав разреза), линии перехода видимые, рамка чертежа
2	Сплошная тонкая – тонкая		$(1/3 \dots 1/2)S$	Линии вспомогательных построений, линии размерные и выносные, линии штриховки, линии-выноски, линии контура наложенного сечения, линии ограничения выносных элементов
3	Сплошная волнистая		$(1/3 \dots 1/2)S$	Линии обрыва, линии разграничения вида и разреза

N п.п.	Наименование	Начертание	Толщина	Назначение
4	Штриховая		$(1/3 \dots 1/2)S$	Линии невидимого контура
5	Штрих-пунктирная тонкая		$(1/3 \dots 1/2)S$	Линии осевые и центровые
6	Разомкнутая		$(1 \dots 1,5)S$	Линии разрезов и сечений

Толщину основной линии  $S$  выбирают в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина линий должна быть одинакова для всех изображений в пределах данного чертежа.

Длину штрихов и величину промежутков между ними в штриховых и штрихпунктирных линиях выбирают в зависимости от величины изображения из возможного интервала значений, и для проводимых линий они должны быть одинаковыми.

Штрихпунктирные тонкие линии, применяемые в качестве осевых, выводят за контуры изображения на длину примерно 3...5 мм. В начале и в конце штрихпунктирных линий должны быть штрихи. Центровые линии отверстий должны пересекаться штрихами в центре отверстия. В окружности диаметром менее 12 мм центровые линии следует проводить сплошными тонкими.

Рекомендуется предварительно вычерчивать чертеж тонкими линиями, и только после проверки и исправлений его наводят линиями соответствующего типа и толщины.

#### **1.2.4. Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-68)**

Чертеж изделия должен передавать его форму и размеры, а также содержать данные для его изготовления и контроля.

Правила изображения предметов на чертежах устанавливаются стандартом ГОСТ 2.305-68, в соответствии с которым изображения предметов должны выполняться по правилам прямоугольного проецирования. В зависимости от их содержания изображения разделяют на *виды, разрезы и сечения*. Количество изображений на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для полного представления об изображаемом предмете.

#### 1.2.4.1. Виды

*Вид* - это изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. На видах допускается показывать невидимые части поверхности предмета штриховыми линиями, если это позволяет уменьшить число изображений.

Различают виды *основные, дополнительные и местные*. Основные виды получают проецированием предмета на шесть основных плоскостей проекций, в качестве которых принимают шесть граней пустотелого куба, внутрь которого помещают предмет, как показано на рис. 1.18. Предмет располагают перед фронтальной плоскостью (грань 1) так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета (поэтому его называют главным видом).

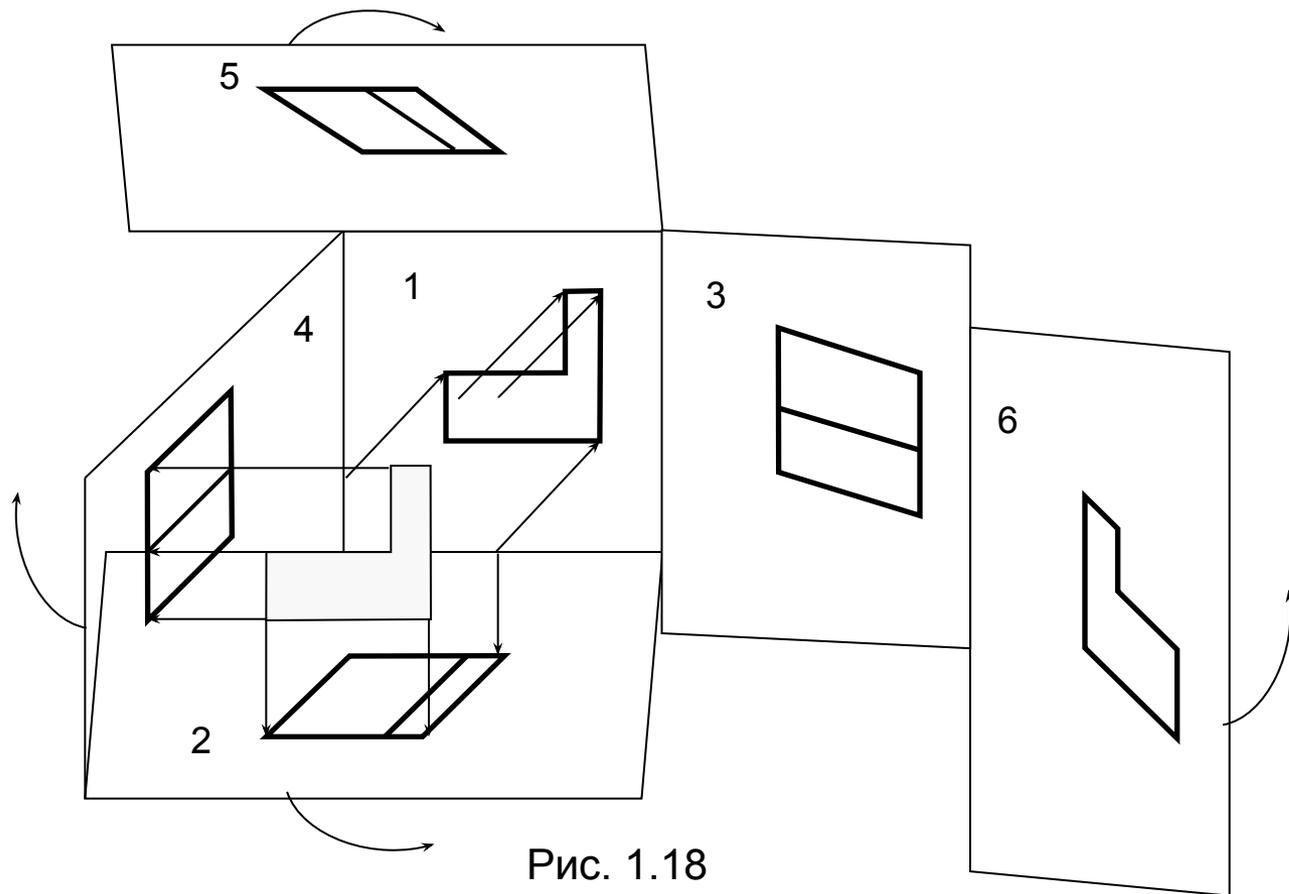


Рис. 1.18

На каждой грани куба получают один из основных видов, название которых определяется направлением проецирования: *вид спереди* (1) – главный вид, *вид сверху* (2), *вид слева* (3), *вид справа* (4), *вид снизу* (5) и *вид сзади* (6). Разрезая куб по ребрам, его разворачивают так (см. рис. 1.18), чтобы все грани (вместе с расположенными на них изображениями) совместить с фронтальной плоскостью (задняя грань куба). В результате этих действий образуется плоский комплексный чертеж, который приведен на рис. 1.19.

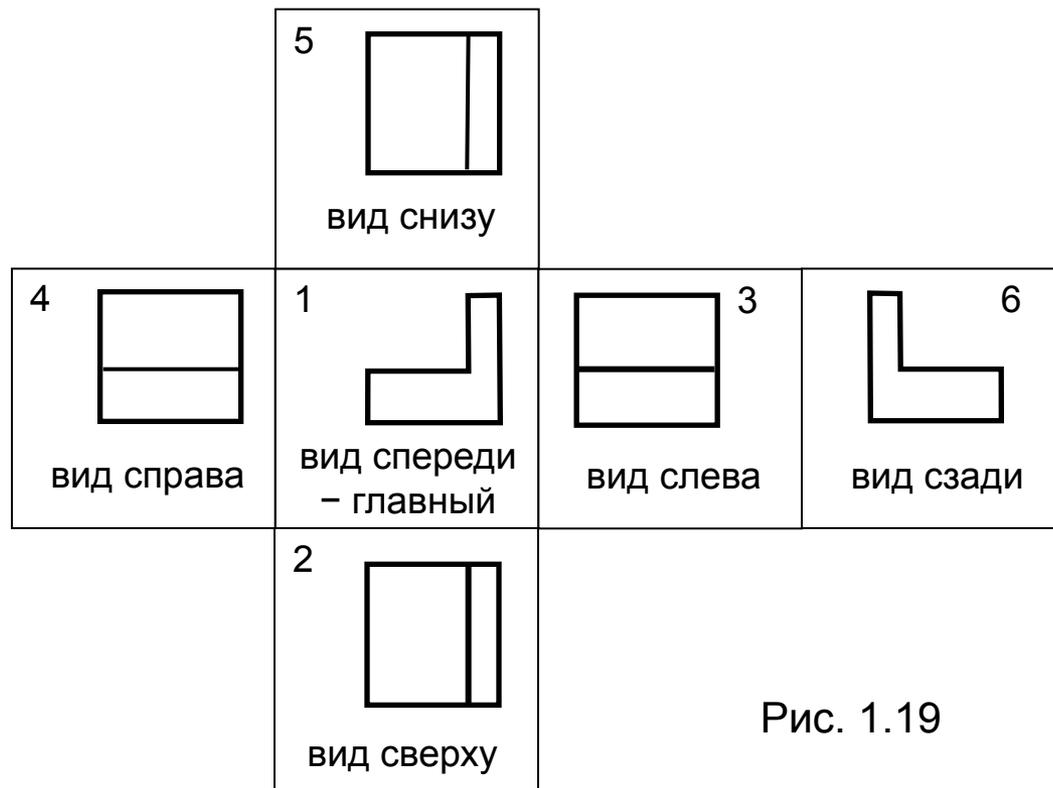


Рис. 1.19

Таким образом, за основу организации чертежа принят главный вид, а остальные основные виды располагаются в определенном порядке относительно него (см. рис. 1.19). В соответствии со стандартом ГОСТ 2.305-68 название основных видов на чертеже не подписывают, если они расположены в проекционной связи друг с другом и между ними не располагаются другие изображения.

Если хотя бы одно из этих условий не выполняется, то вид обозначается заглавной буквой русского алфавита, а направление взгляда указывают стрелкой с той же заглавной буквой.

В тех случаях, когда какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, применяются *дополнительные виды*, получаемые проецированием на плоскости, не параллельные основным плоскостям проекций. Дополнительную плоскость проекции располагают параллельно наклонному элементу детали, который проецируется на эту плоскость без искажения, как приведено на рис. 1.20. Дополнительный вид обозначают заглавной буквой русского алфавита, а направление взгляда указывают стрелкой с той же заглавной буквой.

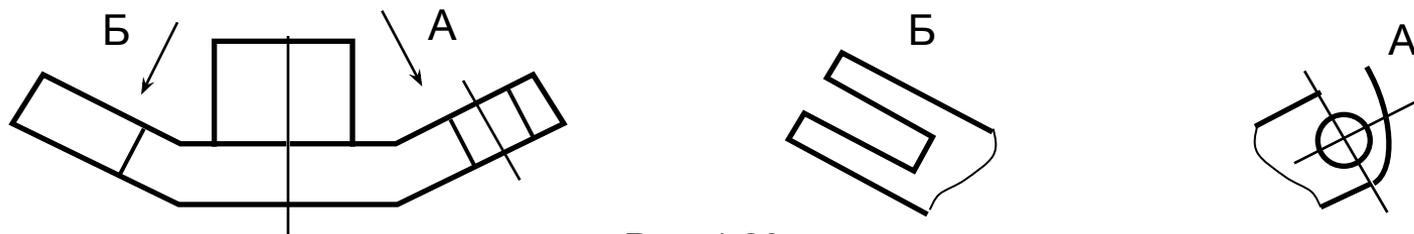


Рис. 1.20

Если дополнительный вид расположен в непосредственной связи с соответствующим изображением, то стрелку, указывающую направление взгляда, и подпись над видом не наносят (рис. 1.21).

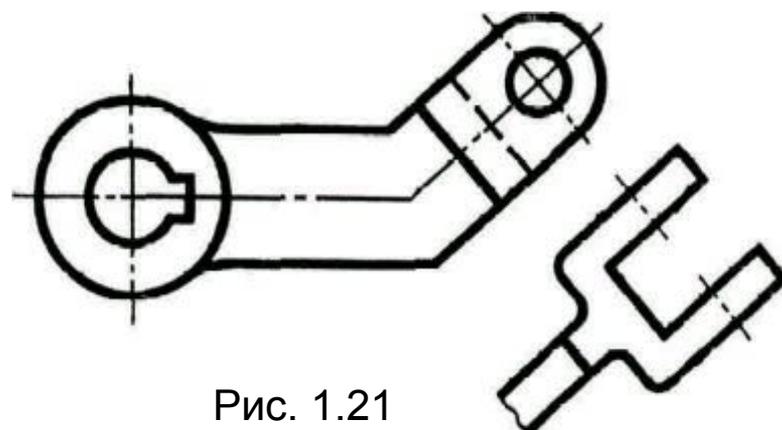


Рис. 1.21

Изображение отдельной, ограниченной, части поверхности предмета называют *местным видом*.

Обозначают местные виды подобно дополнительным и обычно ограничивают линией обрыва – сплошной волнистой линией (рис. 1.22) либо не ограничивают. Местные виды располагают на свободном поле чертежа, но как можно ближе к изображаемому элементу и в соответствии с его положением на основном изображении.

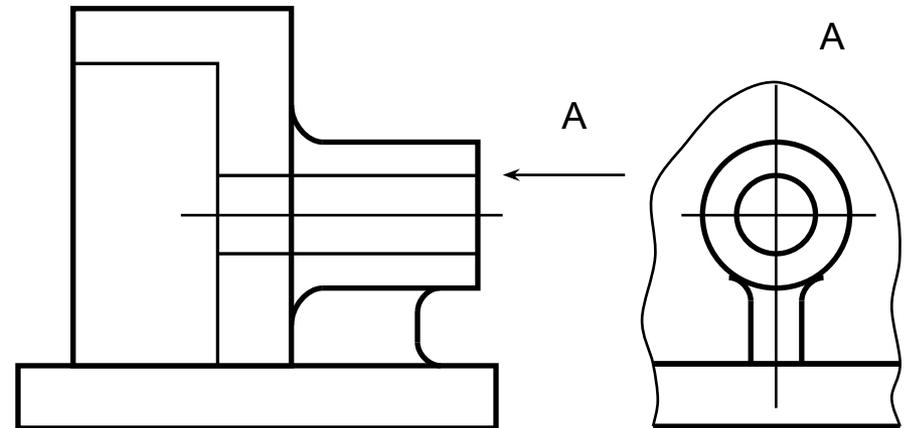


Рис. 1.22

### 1.2.4.2. Разрезы

Для выяснения внутреннего строения предмета в инженерной графике пользуются способом разрезов, сущность которого состоит в том, что изображаемый предмет мысленно рассекают одной (рис. 1.23) или несколькими плоскостями.

Часть предмета (Б), расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью разреза, условно отбрасывают, а оставшуюся часть (А) проецируют на соответствующую плоскость проекции (в данном случае – на фронтальную плоскость проекции  $\Pi_2$ ).

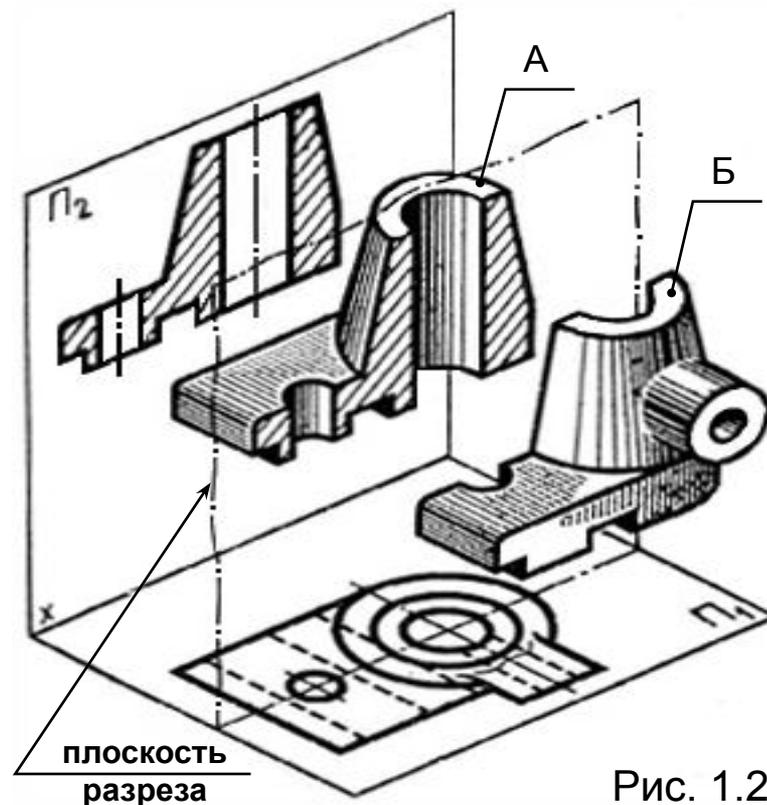


Рис. 1.23

Таким образом, *разрез* - это изображение предмета, мысленно рассеченного одной (*простой разрез*) или несколькими (*сложный разрез*) плоскостями. Поскольку рассечение предмета выполняется условно и относится только к данному разрезу, то мысленное рассечение предмета не изменяет других изображений этого предмета. На разрезе (рис. 1.24) показывают часть предмета, которая попадает в секущую плоскость, и то, что расположено за ней.

При обозначения разреза указывают:

- положение секущей плоскости, которое задают линией сечения (штрихами разомкнутой линии, которые не должны пересекать контур изображения);

- направление проецирования (стрелками, которые смещены на 2...3 мм от внешних концов штрихов разомкнутой линии);

- надпись, обозначающую разрез (заглавными буквами русского алфавита с внешней стороны от стрелок, прямым шрифтом, начиная с буквы А).

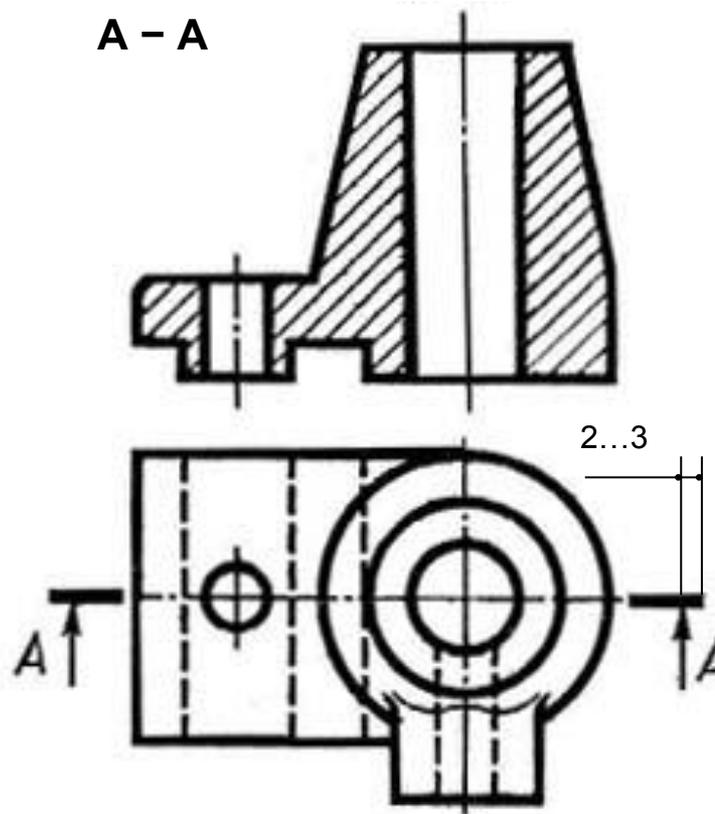


Рис. 1.24

Около разреза наносят надпись из тех же букв, разделенных тире, например: А – А. Размер шрифта для обозначения разрезов должен быть в два раза больше, чем шрифт, применяемый для нанесения размеров.

Если секущая плоскость разреза совпадает с плоскостью симметрии предмета и параллельна одной из основных плоскостей проекции, а разрез расположен в проекционной связи, то положение разреза не обозначают и сам разрез не подписывают (рис. 1.25).

Для уменьшения объема чертежных работ допускается на одном изображении соединять часть вида и часть соответствующего разреза, разделяя их тонкой волнистой линией. Если соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис. 1.25 и 1.26).

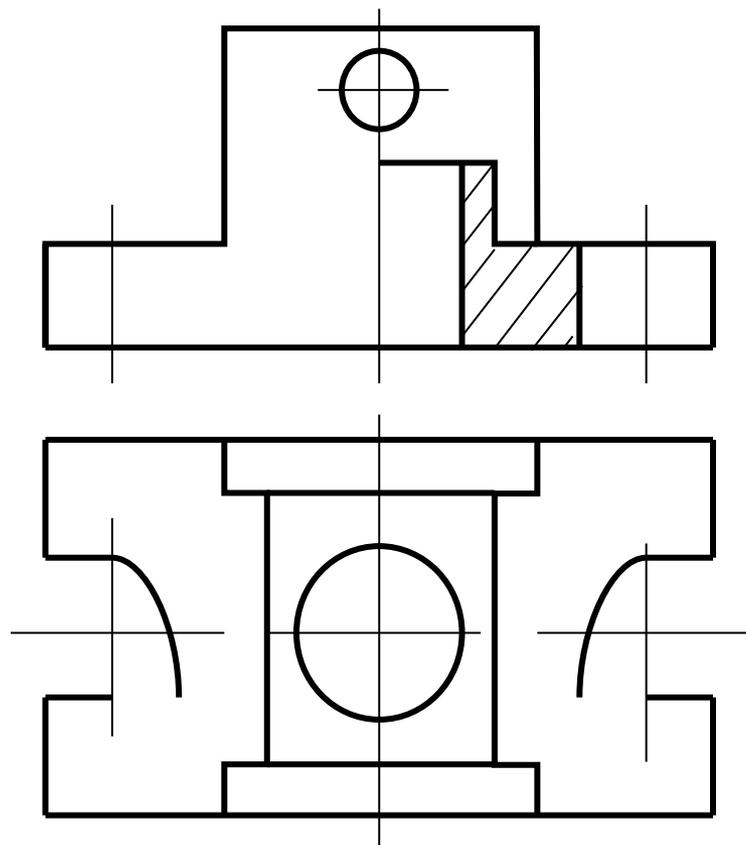


Рис. 1.25

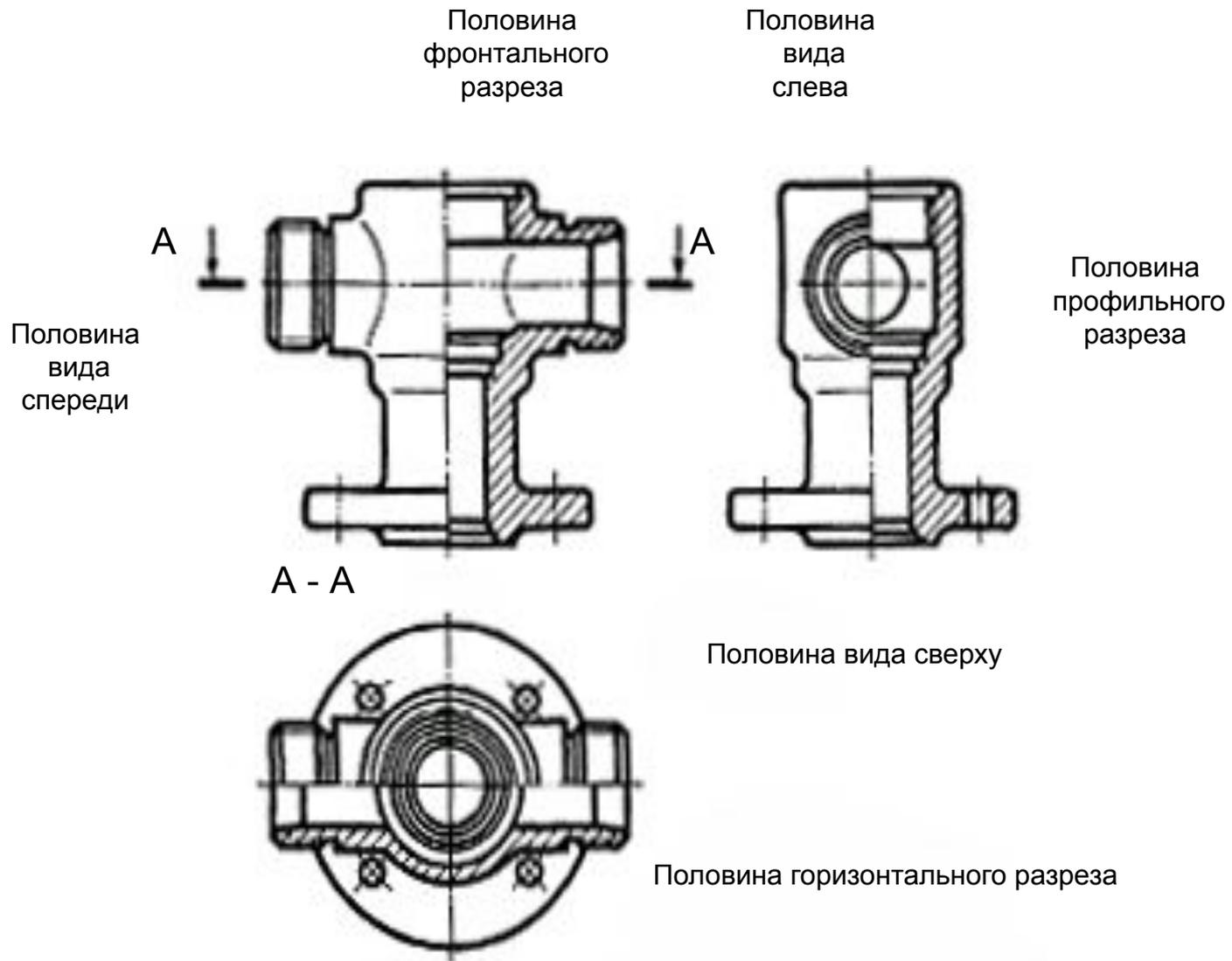


Рис. 1.26

В соответствии с ГОСТ 2.305-68 сложные разрезы, образованные двумя и более секущими плоскостями, разделяют на *ступенчатые* и *ломаные*.

*Ступенчатым* называют сложный разрез, образованный параллельными секущими плоскостями. При выполнении такого разреза изображения, полученные в параллельных секущих плоскостях, совмещают в одной плоскости без указания границ этих плоскостей (рис. 1.27). При обозначении сложных разрезов штрихи разомкнутой линии проводят и в местах излома линии сечения.

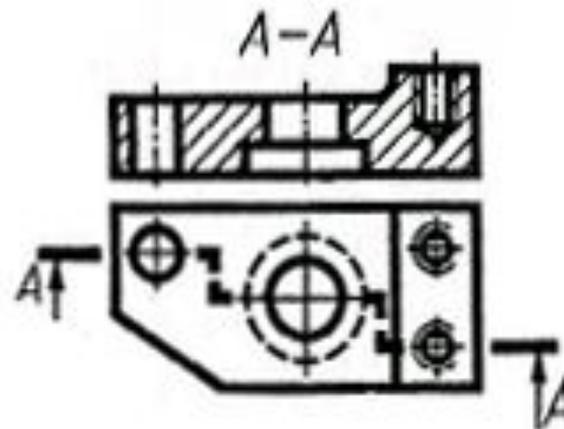


Рис. 1.27

*Ломаным* называют сложный разрез, образованный пересекающимися секущими плоскостями, причем некоторые из них наклонены к основным плоскостям проекции (рис. 1.28). При построении ломаного разреза одну секущую плоскость располагают параллельно какой-либо основной плоскости проекции, а наклонную секущую плоскость поворачивают до совмещения с первой секущей плоскостью.

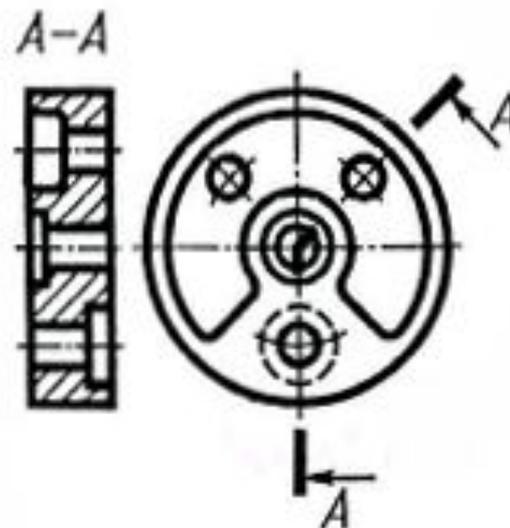


Рис. 1.28

Для пояснения внутреннего строения предмета только в отдельном, ограниченном, месте используют *местные* разрезы, которые на виде отделяют от нерассеченной части предмета сплошной волнистой линией. Эта линия не должна совпадать с какой-либо другой линией на чертеже (рис. 1.29).

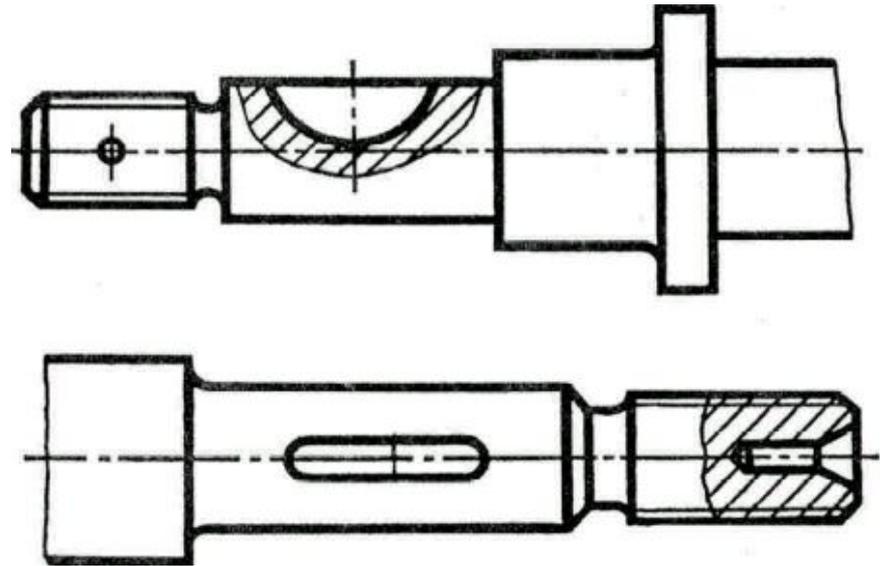


Рис. 1.29

### 1.2.4.3. Сечения

На рабочих чертежах кроме видов и разрезов для выявления поперечной формы детали в том или другом ее месте часто применяют *сечения* - изображения фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. В сечении показывают только ту часть предмета, которая находится непосредственно в секущей плоскости.

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяются на *наложенные* и *вынесенные*, которые являются более предпочтительными.

Если сечение размещается на изображении предмета, то его называют *наложенным*. Такое сечение (рис. 1.30) вычерчивают тонкой сплошной линией и заштриховывают под углом  $45^\circ$  к основной надписи чертежа. Буквенное обозначение не пишут, а линию сечения со стрелками наносят только при несимметричной форме сечения.

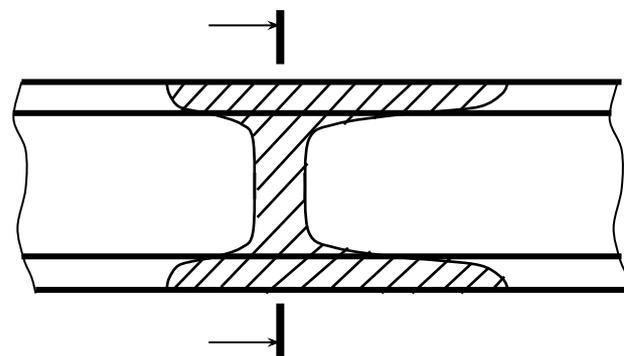


Рис. 1.30

Сечение называют *вынесенным*, если оно выполнено отдельно от основного изображения. Контур вынесенного сечения (рис. 1.31) и сечения, входящего в состав разреза, вычерчивают сплошной основной линией и заштриховывают под углом  $45^\circ$  к основной надписи чертежа. Ось симметрии наложенного или вынесенного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией.

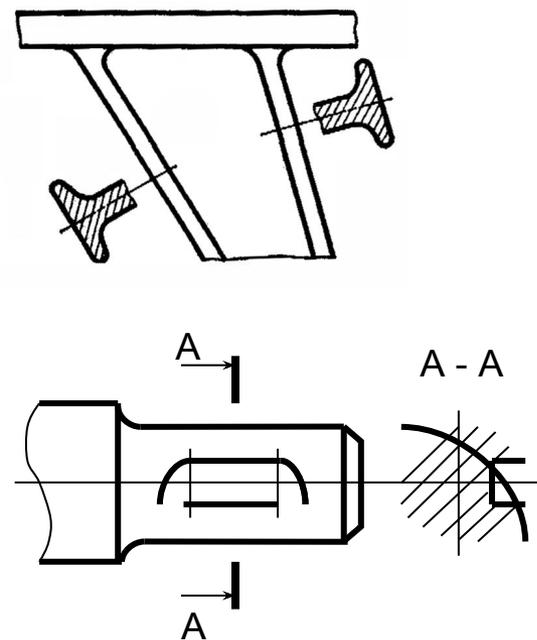


Рис. 1.31

Вынесенные сечения допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 1.32).

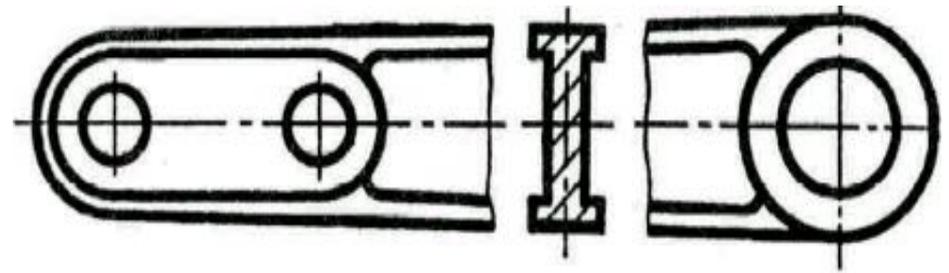


Рис. 1.32

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывается полностью (рис. 1.33).

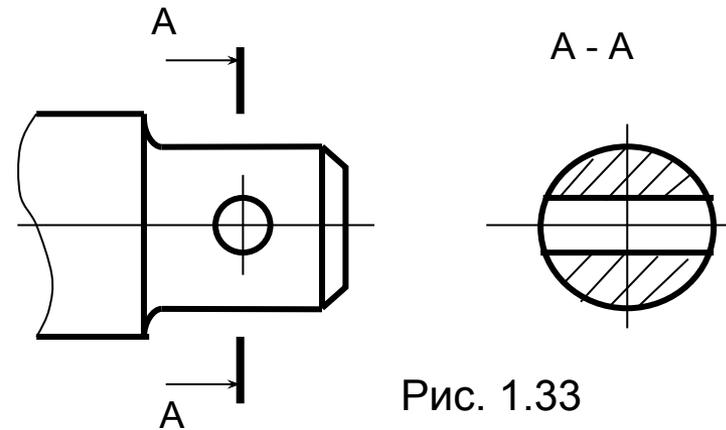
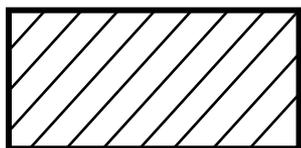


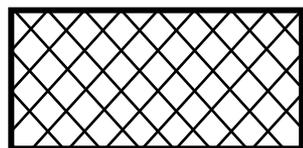
Рис. 1.33

### 1.2.5. Штриховка (ГОСТ 2.306-68)

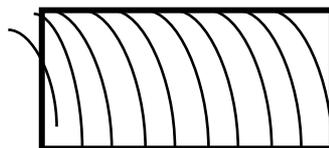
Материал, из которого изготавливают изделие, указывают в специальной графе основной надписи чертежа. Однако для удобства пользования чертежом в сечениях наносят штриховку, которая выполняется в соответствии со стандартом ГОСТ 2.306-68 и в общих чертах характеризует материал детали. На рис. 1.34 приведены примеры графического обозначения некоторых материалов.



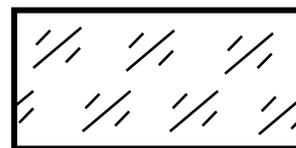
*Металлы и  
твердые сплавы*



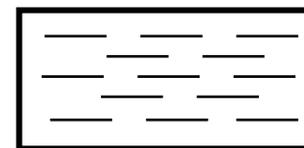
*Пластмасса,  
резина и т.п.*



*Древесина*



*Стекло и другие  
прозрачные  
материалы*



*Жидкости*

Рис. 1.34

Параллельные линии штриховок проводят под углом  $45^\circ$  к рамке чертежа или к оси вынесенного или наложенного сечения. Если направление штриховки совпадает с направлением контурных или осевых линий, то разрешается выполнять штриховку под углами  $30$  и  $60^\circ$ . Расстояние между линиями штриховки выбирают в пределах от  $1$  до  $10$  мм в зависимости от материала и площади штриховки (для металла рекомендуемое расстояние –  $2 \dots 4$  мм). Линии штриховки можно наносить с наклоном вправо или влево, но обязательно в одну сторону для всех разрезов и сечений одной и той же детали. Узкие площади сечений, шириной на чертеже меньше  $2$  мм, допускается зачернять, оставляя просвет между соседними деталями.

Винты, болты, заклепки, шпонки, штифты, шарики, рукоятки, непустотелые валы и др. при выполнении продольного разреза условно показываются неразрезанными (не заштриховывают), а в поперечном сечении заштриховывают по общим правилам. Тонкие стенки, ребра жесткости, спицы зубчатых колес и маховиков при выполнении продольного разреза изображают рассеченными, но не заштриховывают и отделяют от остальной части детали сплошной толстой линией.

## 1.2.6. Выносные элементы

*Выносным элементом* называется дополнительное изображение какой-либо части предмета, выполненное в большем по сравнению с основным изображением масштабе.

В виде выносных элементов изображают те части предмета, которые требуют пояснения формы, размеров и других данных (например, проточки под резьбу, канавки для выхода шлифовального круга, галтели и т.п.). Выносной элемент может отличаться от основного изображения по содержанию (например, основное изображение может быть видом, а выносной элемент – разрезом и наоборот).

Часть предмета на основном изображении выделяют замкнутой тонкой сплошной линией в виде окружности, овала и т.п. От нее проводят линию-выноску с полочкой, на которой заглавной буквой русского алфавита наносят обозначение выносного элемента.

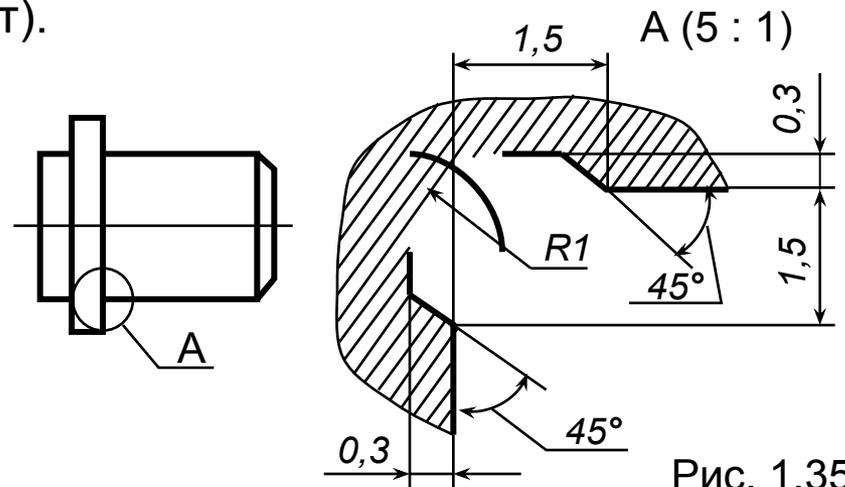


Рис. 1.35

Рекомендуется выносной элемент располагать поближе к изображаемой части предмета. У выносного элемента следует указать эту же букву и масштаб по типу А (5:1), как показано на рис. 1.35, на котором в виде выносного элемента изображена канавка для выхода шлифовального круга.

### 1.2.7. Нанесение размеров на чертежах (ГОСТ 2.307-68)

Величина изображенного на чертеже изделия и его элементов определяется размерами, правила нанесения которых установлены ГОСТ 2.307-68. *Размеры* указывают размерными числами, которые проставляют над размерными линиями.

*Размерные линии* указывают границы измерения элемента предмета. Их ограничивают стрелками и проводят между линиями контура, осевыми, центровыми или выносными линиями. Размерные линии проводят параллельно отрезку, размер которого указывается, и по возможности вне контура изображения (рис. 1.36).

Минимальное расстояние между размерной линией и линией контура детали – 10 мм, а между параллельными размерными линиями – 7 мм. Выносные линии проводят перпендикулярно размерным линиям и продлевают за острие стрелки на 1...5 мм. Выносные и размерные линии не должны пересекаться, поэтому меньший размер нужно наносить ближе к изображаемому предмету. Размерные и выносные линии проводят тонкими сплошными линиями.

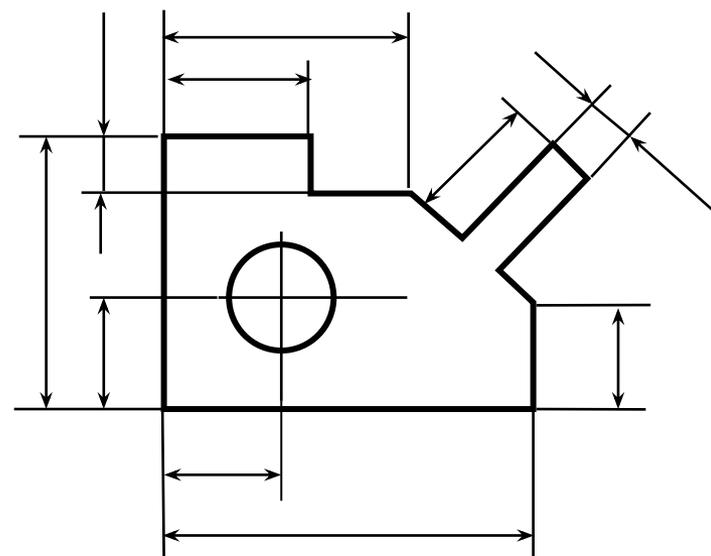


Рис. 1.36

Величина стрелок размерных линий зависит от толщины линий видимого контура (рекомендуемая длина стрелки – 4...6 мм, а минимальная – 2,5 мм).

При недостатке места для стрелок на размерных линиях их удлиняют и наносят стрелки с внешней стороны измеряемого элемента, а если размерные линии расположены цепочкой, то допускается стрелки заменять точками или засечками, наносимыми под углом  $45^\circ$  к размерной линии (рис. 1.37).

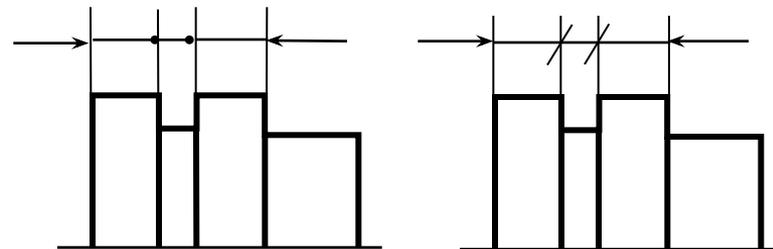


Рис. 1.37

Количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления изделия и его контроля. Каждый размер наносят один раз. Повторять размеры на разных изображениях и в надписях не разрешается. Размеры, определяющие предельные очертания изделия, называют *габаритными*.

*Размерные числа* наносят стандартным шрифтом (рекомендуется пятый размер шрифта) над размерной линией параллельно ей и по возможности ближе к ее середине. Если размерная линия располагается вертикально, то размерное число проставляют слева от нее, а если она наклонна, то – на верхней стороне этой линии. Если при нанесении размерного числа над размерной линией недостаточно места, то его проставляют на продолжении размерной линии либо на полке-выноске. Размерные числа нельзя пересекать или разделять никакими линиями чертежа.

Перед размерным числом *диаметра* окружности во всех случаях проставляют знак  $\varnothing$ , использование которого позволяет сократить количество видов предмета, представляющего собой тело вращения. Различные варианты нанесения на чертеже размеров окружности приведены на рис. 1.38.

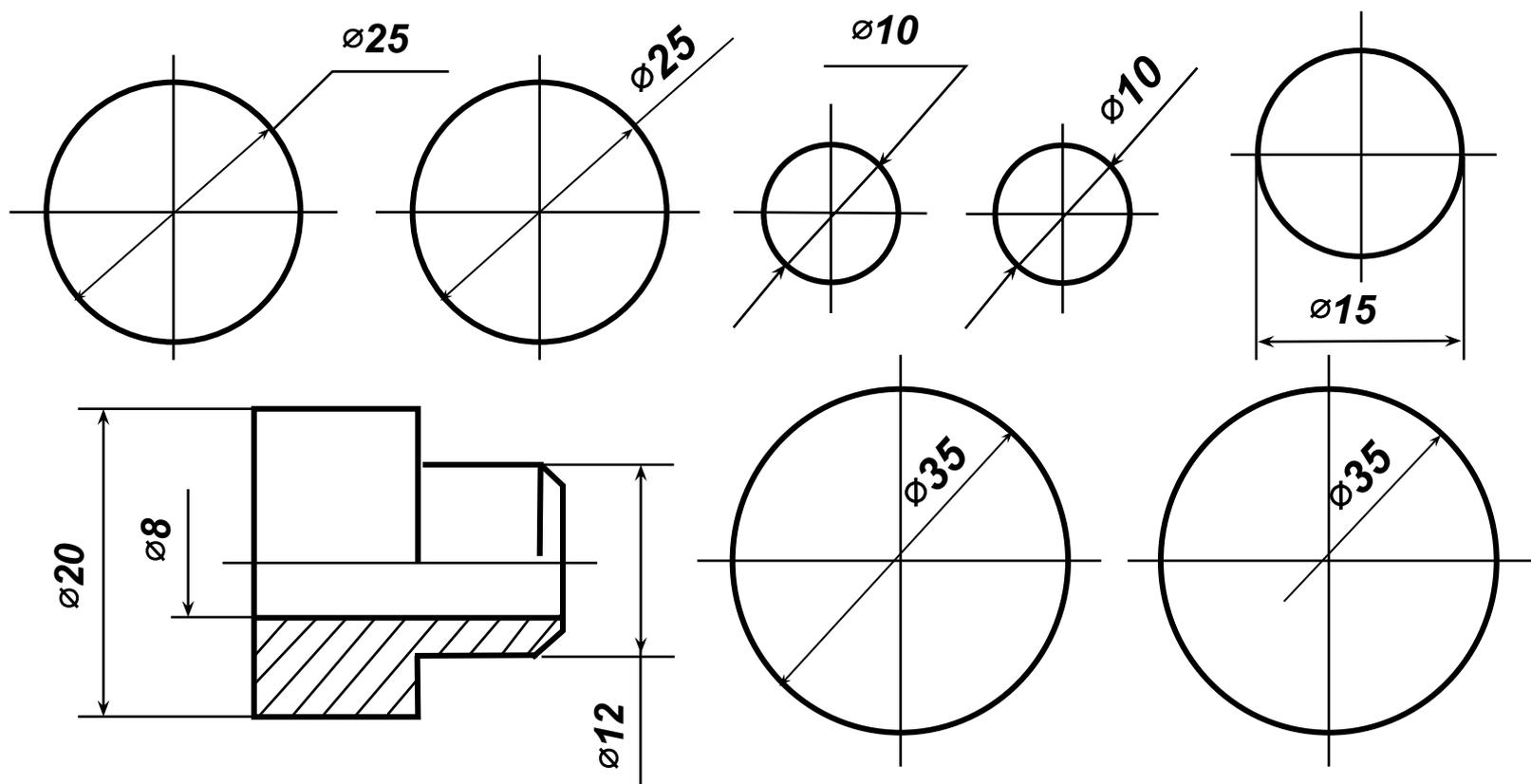


Рис. 1.38

Если деталь имеет несколько одинаковых отверстий (рис. 1.39), то на полке линии-выноски указывают их количество и диаметр одного отверстия. На этом же рисунке показаны примеры нанесения *угловых* размеров. Для углов малых размеров размерные числа помещают на полках линий-выносок.

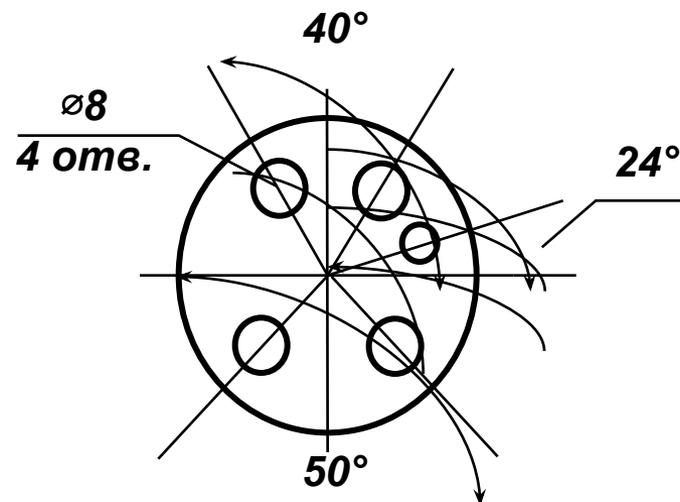


Рис. 1.39

Перед размерным числом *радиуса* дуги окружности наносят прописную латинскую букву *R*, высота которой должна быть равна высоте цифр. Размерную линию радиуса проводят из центра дуги. Она имеет только одну стрелку, которая упирается в контур дуги. Примеры нанесения размера радиуса приведены на рис. 1.40.

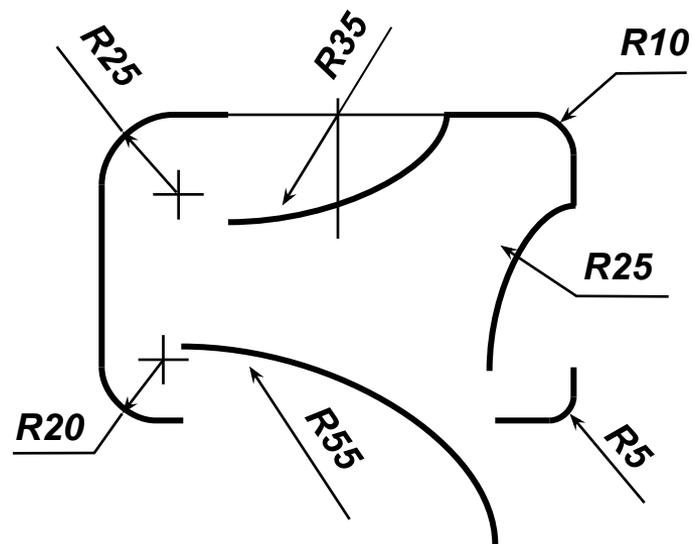


Рис. 1.40

## 1.4. Общие сведения об изделиях и конструкторской документации

### 1.4.1. Виды изделий

*Изделием* называют любой предмет или набор предметов, подлежащих изготовлению на предприятии.

*Изделия основного производства* предназначены для реализации, а *изделия вспомогательного производства* – для собственных нужд предприятия, которое их изготавливает.

Стандарт ГОСТ 2.101-68 устанавливает следующие виды изделий: *детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты*.

В зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей изделия делят также на *неспецифицированные* (детали), не имеющие составных частей, и *специфицированные* (сборочные единицы, комплексы, комплекты), состоящие из двух и более составных частей.

*Деталь* – это изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций. Часть детали, имеющая определенное назначение, называется элементом детали. Элементами детали являются фаски, проточки, сквозные отверстия, шпоночные канавки, центровые отверстия, галтели, уклоны, пазы, лыски, резьба и т.п.

*Сборочная единица* – это изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе при помощи сборочных операций (сварка, пайка, свинчивание, клепка, опрессовка, развальцовка, склеивание, сшивка, укладка и т.п.), например, станок, автомобиль, телевизор, компьютер и т.п.

*Комплекс* – это два и более специфицированных изделий, не соединенных между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например, компьютер с монитором и алфавитно-цифровым устройством.

*Комплект* – это два и более изделий, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и имеющих общее эксплуатационное назначение *вспомогательного* характера, например, комплект запасных частей, комплект измерительных инструментов и т.п.

#### **1.4.2. Виды конструкторских документов**

В соответствии со стандартом ГОСТ 2.102-68 к конструкторским документам относят *графические* (чертежи, схемы, графики) и *текстовые* (спецификации, технические условия, различные ведомости) документы, определяющие состав и устройство изделия и содержащие необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

*Чертеж детали* – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

*Сборочный чертеж* (код – СБ) – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

*Чертеж общего вида* (код – ВО) – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

*Габаритный чертеж* (ГЧ) – документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.

*Монтажный чертеж* (МЧ) – документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия и данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения.

*Схема* – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. Стандарт ГОСТ 2.701-84 устанавливает общие правила выполнения схем, их виды и типы. Так, например, схема электрическая принципиальная имеет код ЭЗ, а схема гидравлическая подключения – Г5.

*Спецификация* – документ, определяющий состав сборочных единиц, комплексов или комплектов.

*Пояснительная записка (ПЗ)* – документ, содержащий описание устройства и принципа действия разработанного изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений.

*Технические условия (ТУ)* – документ, содержащий требования к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке.

*Патентный формуляр (ПФ)* – документ, содержащий сведения о патентной чистоте изделия и отечественных изобретениях, использованных при его разработке.

*Инструкция (И)* – документ, содержащий указания и правила, используемые при изготовлении и эксплуатации изделия.

Кроме того, к конструкторской документации относятся: *расчетные записки (РЗ), таблицы, различные ведомости* (ведомость покупных изделий (ВП), ведомость спецификаций (ВС) и т.п.), *эксплуатационные и ремонтные документы*.

В зависимости от способа выполнения и характера использования конструкторские документы подразделяются следующим образом:

*оригиналы* – документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников;

*подлинники* – документы, оформленные подлинными установленными подписями и выполненные на любом материале, позволяющем многократно воспроизводить с них копии;

*дубликаты* – копии подлинников, обеспечивающие идентичность воспроизведения подлинника, выполненные на любом материале, позволяющем снимать с них копии;

*копии* – документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинниками или дубликатами; копии предназначены для непосредственного использования на производстве, в эксплуатации и ремонте изделия.

Если документы предназначены для разового использования в производстве, то их допускается выполнять в эскизном виде.

### **1.4.3. Стадии разработки конструкторской документации**

В соответствии со стандартом ГОСТ 2.103-68 конструкторская документация подразделяется на *проектную* и *рабочую*. Номенклатура конструкторских документов зависит от стадии их разработки, причем каждая последующая стадия разрабатывается на базе предыдущей. Проектная документация разрабатывается на следующих стадиях.

*Техническое предложение* (документам присваивается литера «П») разрабатывается на основании технического задания на проектирование изделия и должно содержать: чертеж общего вида с изображением вариантов изделия; пояснительную записку с основными техническими характеристиками и условиями применения; расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность и т.п. (в соответствии с ГОСТ 2.118-73).

*Эскизный проект* (документы с литерой «Э») разрабатывается на основе одобренного «заказчиком» технического предложения и содержит: принципиальные конструктивные решения устройства и принципа работы изделия; необходимые чертежи и схемы; расчетно-пояснительную записку; технико-экономический анализ изделия и другие материалы, позволяющие изготовить макет (ГОСТ 2.119-73).

*Технический проект* (документы с литерой «Т») содержит окончательные технические решения, дающие полное представление о конструкции изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации (ГОСТ 2.120-73). В некоторых случаях разработка рабочей документации может выполняться и на основе уточненного эскизного проекта.

Основной конструкторский документ для деталей – это рабочий чертеж детали, а для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификация.

Рабочая документация составляется на детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты. В зависимости от стадии разработки документации ей присваиваются литеры: «И» – для индивидуального производства; «О» – для опытного образца или опытной партии; «А» - для установочной серии (первой промышленной партии); «Б» - для серийного или массового производства. На учебных чертежах обычно применяют литеру «У».