

чение фитинга. Например, тройник прямой, предназначенный для соединения труб, с условным проходом 40 мм, обозначается:

Тройник 40 ГОСТ 8948—75.

На рис. 328 представлены конструктивные элементы трубных соединений.

Размеры конструктивных элементов трубных соединений приведены в табл. 22.

## Г Л А В А 34

### ТРЕБОВАНИЯ К ЧЕРТЕЖАМ ДЕТАЛЕЙ

#### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Основным конструкторским документом при изготовлении детали является ее чертеж. Чертеж детали — документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Деталь изображается на чертеже в том виде, в каком она должна поступить на сборку.

В создании изделий участвуют конструкторы, технологи, мастера, рабочие и работники нормоконтроля, для их работы необходим единый технический язык для правильного понимания чертежа и всей конструкторской и технологической документации.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) — комплекс государственных стандартов — устанавливает единые правила выполнения и оформления чертежей изделий.

Правильно выполнить чертеж — значит выполнить графическую часть чертежа с соблюдением всех правил ЕСКД, правильно нанести необходимые размеры с их предельными отклонениями. Каждая поверхность детали (обработанная или необработанная) должна иметь заданное значение шероховатости.

Чертеж детали должен содержать все сведения, дающие исчерпывающее представление об этой детали. На чертеже необходимо изложить технические требования, указать сведения о материале и т.п.

Ниже приведены все сведения, которые должны быть на рабочем чертеже детали. В учебных условиях на чертеже приводятся только некоторые.

#### 2. ФОРМА ДЕТАЛИ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Конструирование деталей машин является сложным творческим процессом, сопровождающимся решением ряда задач; в частности, обеспечение

прочности и износоустойчивости детали, технологичности, наименьшей массы и т.п.

Решение этих задач во многом зависит от приятия детали рациональных геометрических форм. Какую бы сложную форму ни имела деталь, конструктор выполняет ее как совокупность простейших геометрических тел или их частей.

Форма детали определяет технологический процесс ее изготовления; например, если сконструировать деталь несимметричной формы (рис. 329, а), то изготовить ее на металлорежущем станке сложнее, чем симметричную (рис. 329, б).

Пример анализа формы детали дан на рис. 330.

Деталь состоит из следующих элементов:

- 1 — часть шестиугольной призмы с отверстием;
- 2 — параллелепипед с отверстиями;
- 3 — часть полого цилиндра;
- 4 — полый цилиндр;
- 5 — конус с цилиндрическим отверстием;
- 6 — восьмиугольная призма;

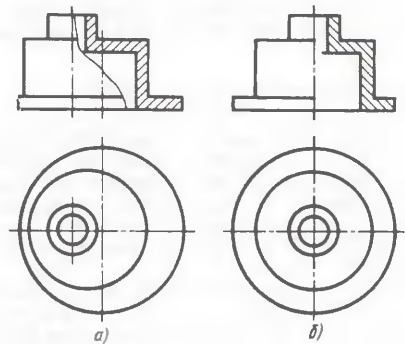


РИС. 329

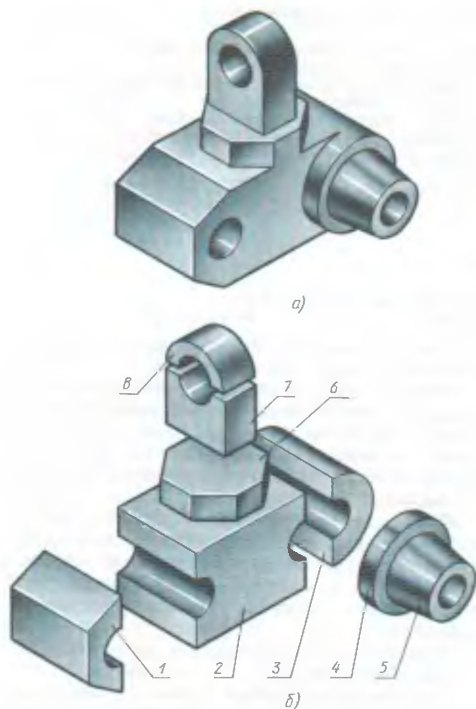


РИС. 330

7 — параллелепипед с отверстием;  
8 — часть цилиндра.

Рис. 331 дает представлении о наиболее часто встречающихся элементах деталей и их наименованиях.

### § 3. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЧЕРТЕЖА

Каждый чертеж выполняют на отдельном листе, формат которого устанавливает ГОСТ 2.301—68. Чертеж должен содержать минимальное, но достаточное число изображений (виды, разрезы, сечения, выносные элементы), полностью отображающих форму детали и всех ее элементов.

Число и характер изображений зависят от формы изделия и отдельных ее элементов и выбираются так, чтобы они полностью определяли форму и размеры изображенного изделия и создавали удобство пользования чертежом при изготовлении.

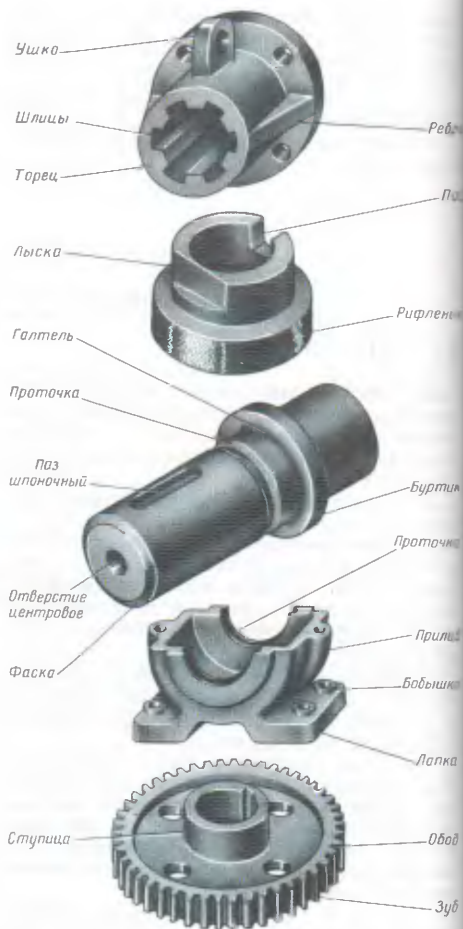


РИС. 331

Изображения на чертеже выполняются по ГОСТ 2.305—68. В ряде случаев выполнение и чтение чертежа может быть облегчено применением упрощений и условностей при выполнении изображений.

Изображения должны выполняться в масштабах, предусмотренных ГОСТ 2.302—68. Желательно, но необязательно применять масштаб М1:1, дающий представление о действительных размерах детали. Мелкие детали, имеющие сложную

форму, следует изображать в масштабах увеличения. Крупные детали несложной формы могут изображаться в масштабах уменьшения.

В целях сокращения графической работы и уменьшения формата листа следует изображения выполнять с разрывами, а также применять местные виды и разрезы, выполнять только половину симметричных изображений и т.п.

Элементы деталей на чертеже с размером (или размерной линией) 2 мм и менее изображаются крупнее, с некоторым отступлением от масштаба, принятого для всего изображения.

Незначительную конусность или уклоны допускается изображать утрированно, с увеличением и некоторым нарушением масштаба на тех видах, где они отчетливо не выявляются.

Фигуры сечения одной и той же детали на всех ее изображениях заштриховываются в одном направлении.

При компоновке изображений на чертеже необходимо оставлять достаточное место для нанесения размеров, условных обозначений и знаков.

## Г Л А В А 3 5

### НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ

Размеры на чертеже детали наносятся с учетом взаимодействия с другими деталями, и процесс ее изготовления. Правила нанесения размеров устанавливает ГОСТ 2.307—68.

Размеры разделяются на линейные и угловые. Линейные определяют длину, ширину, высоту, толщину, диаметр и радиус элементов детали. Угловые определяют углы между линиями и плоскостями элементов детали.

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например:  $6^{\circ}45'30''$ ,  $0^{\circ}45'30''$ .

Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения.

Числовые значения размеров, представленные на чертеже, определяют натуральную величину изготовленной детали.

Число размеров на чертеже должно быть минимальным, но вполне достаточным для изготовления и контроля изделия.

Повторять размеры одного и того же элемента детали как на изображениях, так и в технических требованиях не допускается.

Для размерных чисел применять простые дроби не допускается, за исключением размеров в дюймах.

Размеры детали необходимо согласовать с соответствующими размерами смежных сопрягаемых деталей, находящихся во взаимодействии с этой деталью.

Для размеров, приводимых в технических требованиях и пояснительных надписях на поле чертежа, обязательно указываются единицы измерения. В некоторых случаях, когда размеры на чертеже необходимо указать не в миллиметрах, а в

других единицах измерения (например, в сантиметрах, метрах), соответствующие размерные числа записывают с обозначением единицы измерения (см, м) или указывают их в технических требованиях.

Перед выполнением машиностроительных чертежей необходимо повторить правила нанесения размеров (гл. 4). Кроме этих правил имеются некоторые особенности при нанесении размеров на машиностроительных чертежах. Так, например, размеры на рабочих чертежах, необходимые для изготовления детали, проставляются с учетом возможного технологического процесса изготовления детали и удобства их контроля. На машиностроительных чертежах часто встречаются знаки, правила нанесения которых приведены в табл. 23.

Простановка размеров производится от определенных поверхностей или линий детали, которые называются базами. От баз в процессе обработки и контроля производится обмер детали.

Таблица 23

Условные знаки		
Наименование	Знак	Пример
Знак диаметра	$\varnothing$	$\varnothing 25$
Знак радиуса	$R$	$R40$
Знак сферы	$O$	$O50$
Знак квадрата	$\square$	$\square 80$
Знак конусности	$\nabla$	$\nabla 1:5$
Знак дуги	$\frown$	$\widehat{AB}$
Знак уклона	$\angle$	$\angle 1:5$
Знак приблизительно	$\approx$	$\approx 20$
Знак от ... до	...	$8...15$

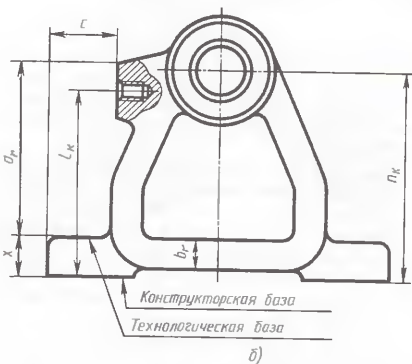
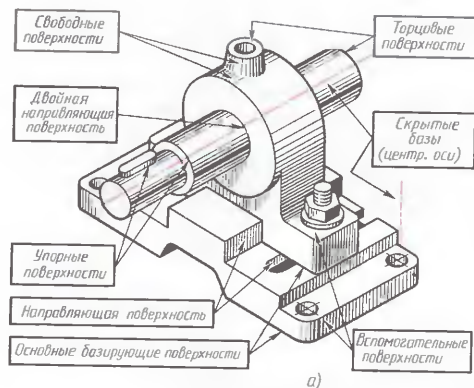


РИС. 332

В машиностроении различают конструкторские и технологические базы (рис. 332).

Конструкторскими базами являются по-

верхности, линии или точки, относительно которых ориентируются другие детали изделия (рис. 332, а).

**Технологические базы** — базы, от которых процессе обработки удобнее и легче производить измерения размеров.

Часто простановка размеров от конструкторских баз не совпадает с простановкой от технологических. В качестве базовых поверхностей могут использоваться обработка (опорная, а также направляющая или торцевая поверхности), прямые линии — оси симметрии, оси отверстий (скрытые базы) или какие-либо взаимно перпендикулярные прямые (например, кромки деталей).

В машиностроении в зависимости от выбора измерительных баз применяются три способа нанесения размеров элементов деталей: цепной, координатный и комбинированный (рис. 333).

1. **Цепной способ** (рис. 333, а). Размеры отдельных элементов детали наносятся последовательно, как звенья одной цепи. Этот способ применяется в редких случаях.

2. **Координатный способ** (рис. 333, б). Размеры являются координатами, характеризующими положение элементов детали относительно одной и той же поверхности детали.

3. **Комбинированный способ** (рис. 333, в) представляет собой сочетание координатного способа с цепным, т.е. при нанесении размеров на чертеже детали используются два способа: цепной и координатный.

В зависимости от необходимой точности изготовления отдельных элементов детали применяют один из указанных способов нанесения размеров.

Комбинированный способ нанесения размеров предпочтителен, как обеспечивающий достаточную точность и удобство изготовления, измерения и контроля деталей без каких-либо дополнительных подсчетов размеров.

На машиностроительных чертежах размеры не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из

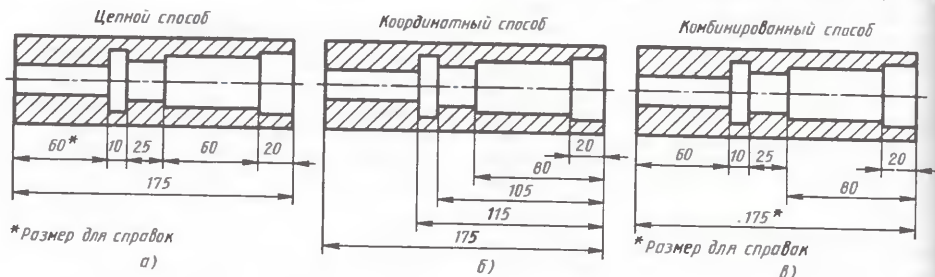


РИС. 333

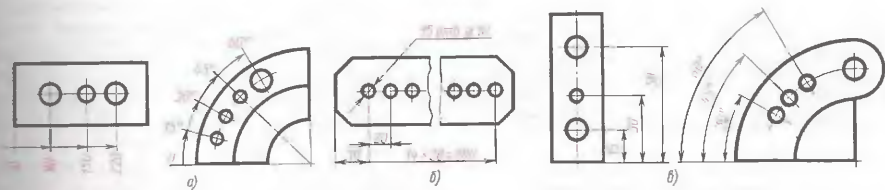


РИС. 334

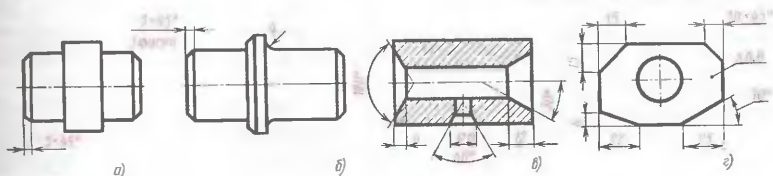


РИС. 335

размеров указан как справочный (рис. 333, а; размер  $60^\circ$ ).

Справочными называются размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и наносимые только для удобства пользования чертежом. Справочные размеры обозначают на чертеже знаком  $^{**}$ , а в технических требованиях записывают —  $^{**}$  «Размер для справок» (рис. 333, а, в).

В данной главе указываются только те правила нанесения размеров, о которых не давалась информация в гл. 4.

При большом числе размеров, нанесенных от общей базы, допускается наносить линейные и условные размеры, как показано на рис. 334, а, б.

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерной цепи наносить размер между соседними элементами и размер

между крайними элементами в виде произведения числа промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 334, в).

При расположении элементов предмета (отверстий, пазов, зубьев и т.п.) на одной оси или на одной окружности размеры, определяющие взаимное расположение, наносят от общей базы (рис. 334, в).

В случаях, когда деталь имеет две симметрично расположенные одинаковые фаски на одинаковых диаметрах, размер фаски наносят один раз, без указания их числа (рис. 335, а).

Если деталь имеет несколько одинаковых фасок на цилиндрической или конической поверхности разного диаметра, то наносят размер фаски только один раз, с указанием их числа (рис. 335, б).

Размеры фасок под углом  $45^\circ$  наносят, как показано на рис. 335, а и б.

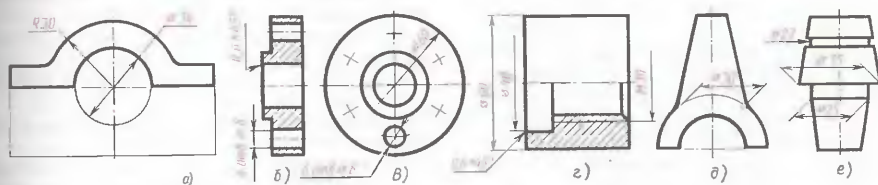


РИС. 336

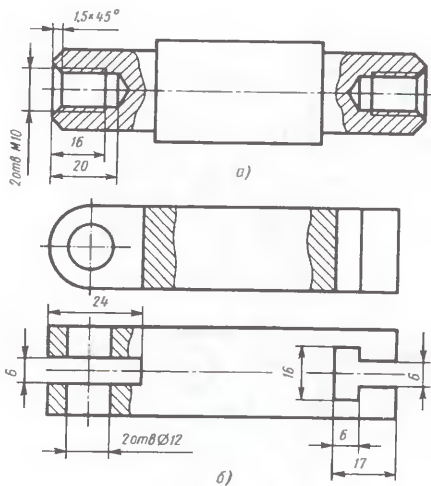


РИС. 337

Размеры фасок под другими углами указывают линейным и угловым размерами (рис. 335, в) или двумя линейными (рис. 335, г).

Допускается указывать размеры неизображенной на чертеже фаски под углом  $45^\circ$ , размер которой в масштабе чертежа 1 мм и менее, на полке линии-выноски, проведенной от грани (рис. 336, б, д; размер  $0,6 \times 45^\circ$ ).

При изображении детали на одном виде размер ее толщины наносят, как показано на рис. 335, г.

На рис. 336, а и б показаны примеры нанесения размера радиуса и диаметра.

При указании диаметра окружности независимо от того, изображено отверстие полностью или частично, размерные линии допускается проводить с обрывом, при этом обрыв размерной линии делают чуть дальше оси отверстия.

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят на разрезе один раз с указанием числа этих элементов (рис. 336, б и в). Если разрез отсутствует, то это число указывают на виде.

В случае, показанном на рис. 336, д и е, выносные линии проводят под углом к осевой линии.

Размеры диаметров цилиндрического изделия сложной конфигурации допускается наносить, как показано на рис. 336, г (размер  $\varnothing 27$ ).

Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу, например, к отверстию (рис. 337, а) или пазу (рис. 337, б), рекомендуется группировать в одном месте, наносить их

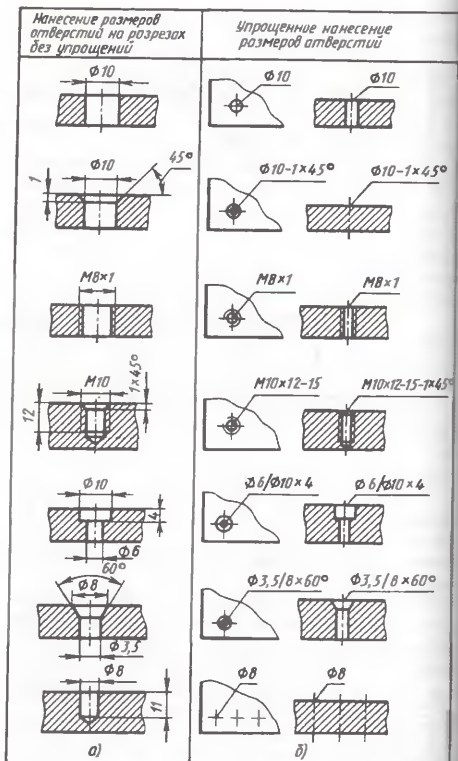


РИС. 338

там, где форма элемента показана наиболее полно.

Размеры сквозных и глухих отверстий следует наносить на их изображении в продольном разрезе.

ГОСТ 2.318—81 устанавливает правила упрощенного нанесения размеров отверстий на чертежах в следующих случаях:

- 1) диаметр отверстия на изображении — 2 мм и менее;
- 2) отсутствует изображение отверстий в разрезе или сечении вдоль оси;
- 3) нанесение размеров отверстий по общим правилам усложняет чтение чертежа.

Размеры отверстий следует указывать на полке линии-выноски, проведенной от оси отверстия (рис. 338, а). Примеры упрощенного нанесения размеров отверстий приведены на рис. 338, б.

При эскизировании и составлении рабочих чертежей деталей встречаются элементы деталей, выполняемые по определенным, устанавливаемым стандартам, размерам. Так, в местах перехода цилиндрических или конических поверхностей деталей от одного диаметра к другому выполняются для увеличения ее прочности скругления — галтели (см. рис. 335, б). Размеры радиусов закругления и фасок выбирают по ГОСТ 10948—64.

ГОСТ 6636—69 устанавливает четыре ряда чисел нормальных линейных размеров. Они предназначены для выбора линейных размеров диаметров, длин, высот и т.п. при конструировании деталей машиностроения. Поэтому при выполнении рабочих чертежей деталей и эскизов рекомендуется линейные размеры детали выбирать по таблицам ГОСТ 6636—69, нормальные углы по ГОСТ 8908—81.

В учебной практике по эскизированию с натуры деталей большей частью приходится иметь дело с литыми чугунами (реже — стальными, бронзовыми, алюминиевыми) деталями. Литые детали имеют следующие признаки, отображающие способ их изготовления.

1. Плавный переход от одних элементов к другим.

2. Равномерность толщины стенок.

3. Наличие приливов, ребер, бобышек и т.п.

4. Поверхности — с литейными уклонами, предназначенными для облегчения выемки модели из формы. На чертежах обычно эти уклоны не отображают, а задают их в технических требованиях текстом со ссылкой на соответствующий ГОСТ.

Нанесение размеров на чертежах литых деталей может быть осуществлено в нескольких вариантах в зависимости от того, какие были выбраны у детали основные базы: технологические (литейные) или конструкторские.

## Г Л А В А 3 6

### ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ДОПУСКАХ И ПОСАДКАХ

#### § 1. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ

Указанные на чертеже размеры абсолютно точно получить невозможно. Это объясняется различными причинами: изнашиванием частей механизмов металлообрабатывающих станков, износом режущих частей инструментов, деформацией самой детали при обработке, погрешностью измерительных инструментов, изменением температуры воздуха и т.п.

Даже при обработке деталей на высокоточных станках получают отклонения от заданных размеров. Следовательно, готовая деталь имеет некоторые отклонения в размерах.

В крупносерийном производстве, когда изготавливается большое число одинаковых деталей, необходимо, чтобы действительные размеры деталей (размеры, установленные измерением с допустимой погрешностью) находились в определенных пределах, обеспечивающих:

- возможность выполнения сборки деталей без каких-либо дополнительных операций (подгонки);
- необходимые эксплуатационные качества, надежность и долговечность изделий, собранных из изготовленных деталей.

Детали, отвечающие указанным требованиям, называются взаимозаменяемыми.

Величина того или иного элемента детали определяется номинальным размером, который указан на чертеже и получен в результате расчета, проведенного при конструировании детали.

Два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер, называются предельными размерами (рис. 339). Один из них называется меньшим предельным размером. Предельным отклонением размера называется алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее предельные отклонения. Верхним предельным отклонением называется алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным

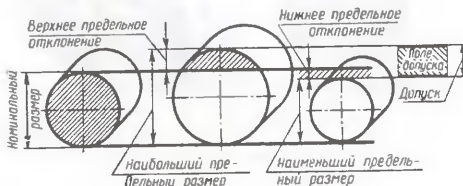


РИС. 339

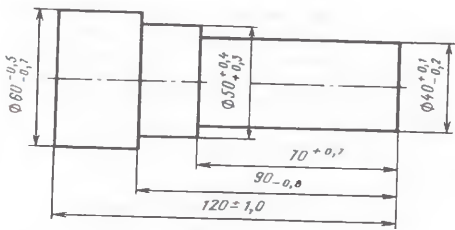


РИС. 340

размерами (рис. 339). Предельное отклонение может быть положительным (обозначается знаком "+"), если предельный размер больше номинального, и отрицательным (обозначается знаком "-"), если предельный размер меньше номинального.

Нижнее и верхнее предельные отклонения могут быть равны друг другу или отличаются друг от друга по абсолютной величине. Одно из этих предельных отклонений может быть равно нулю.

Разность между наибольшим и наименьшим предельным размерами называется допуском.

Поле допуска называется полем, ограниченное верхним и нижним предельными отклонениями.

На чертежах наносят минимальные размеры и их предельные отклонения, которые определяют требуемую точность изделия при его изготовлении (рис. 340). Нанесение на чертежах предельных отклонений выполняется в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.307—68. Предельные отклонения и их знаки ("+" или "-") указывают непосредственно после номинального разме-

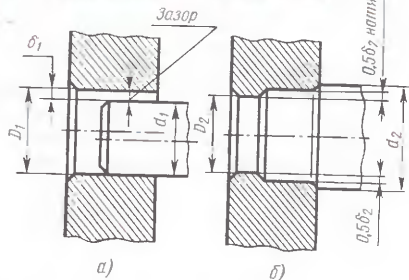
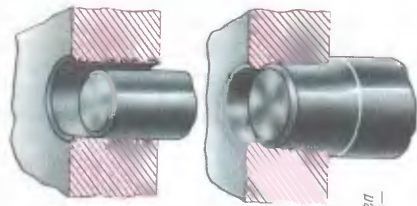


РИС. 342

ра. Верхнее предельное отклонение помещают над нижним. Предельные отклонения, равные нулю, не указывают.

По заданным на рис. 340 предельным отклонениям можно определить подсчетом предельные размеры и допуск.

Любое сопряжение (соединение) двух деталей можно рассматривать как охватывание одной детали другой деталью (рис. 341), поэтому различают охватывающую и охватываемую детали. Охватывающая поверхность условно называется отверстием, а охватываемая — валом.

Эти поверхности могут быть различными, например, поверхностями вращения (рис. 341, а), плоскостями (рис. 341, б) и т.д.

Если размер отверстия  $D_1$  больше размера вала  $d_1$  (рис. 342, а), то при соединении деталей получается зазор, равный их разности  $\delta_1 = D_1 - d_1$ . Зазор дает возможность сопрягаемым деталям свободно перемещаться относительно друг друга.

Если же до сборки деталей размер вала  $d_2$  был больше размера отверстия  $D_2$  (рис. 342, б), соединение деталей выполняется с натягом  $\delta_2 = d_2 - D_2$ . Натяг исключает возможность относительного перемещения деталей после их сборки. Величина натяга характеризует степень сопротивления смещению одной детали относительно другой после их соединения. Чем больше натяг, тем больше величина его сопротивления.

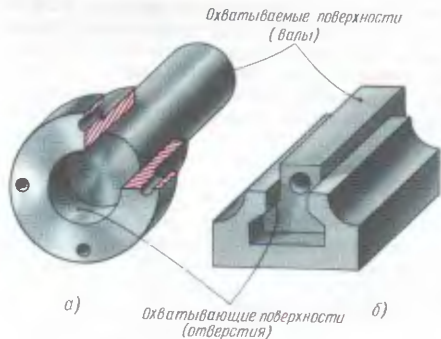


РИС. 341



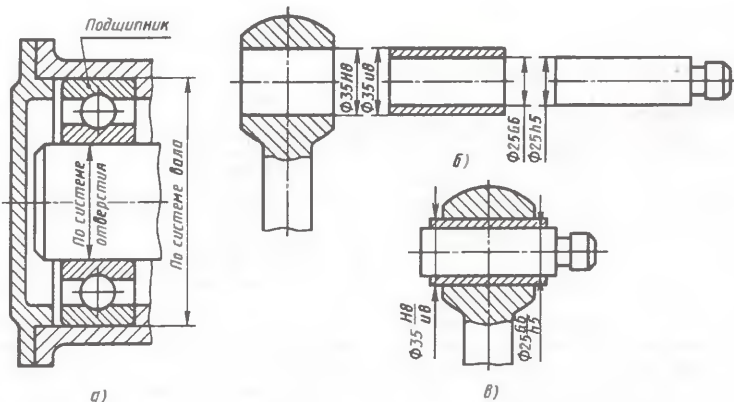


РИС. 343

Характер соединения деталей, определяемый разностью их размеров до сборки, т.е. величиной зазоров или натягов в соединении, называется посадкой.

Существует значительное количество посадок, которые можно разделить на три группы:

- 1) посадки с натягом — неподвижные посадки, исключающие возможность относительного перемещения сопрягаемых деталей (рис. 342, б);
- 2) посадки переходные, имеющие натяг, близкий к нулю, и обеспечивающие неподвижность сопрягаемых деталей только при условии применения шпонок, винтов и тому подобных фиксирующих деталей;
- 3) посадки с зазором — подвижные посадки, допускающие относительное перемещение сопрягаемых деталей (рис. 343, а).

Во всех конструкторских разработках должны соблюдаться правила и требования Единой системы допусков и посадок (ЕСДП). ЕСДП устанавливает совокупность стандартизованных допусков и предельных отклонений размеров, а также посадок, образованных отверстиями и валами, имеющими стандартные предельные отклонения размеров.

Основные правила и требования, определяемые ЕСДП, устанавливают следующие стандарты: ГОСТ 25346—89 и ГОСТ 25347—82.

В зависимости от назначения деталей, имеющих одинаковый размер, этому размеру могут соответствовать различные допуски. Совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных диаметров, называется качеством. Установлено 20 качеств, обозначаемых: 0, 1; 0; 1; 2; 3; ...; 18.

Условное обозначение поля допуска образуется сочетанием обозначения основного предельного отклонения и номера качества.

Основные предельные отклонения условно обозначаются буквами латинского алфавита: прописными — для отверстий (H7, N11) и строчными — для валов (h6, f7).

Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров.

Таким образом, размер, для которого указывается поле допуска, обозначают: 40H7, 40h11 — для отверстий; 40g6, 12e8 — для валов.

Числовые значения предельных отклонений берутся из соответствующих стандартов. Примеры предельных отклонений вала приведены в табл. 24, а для отверстий в табл. 25.

Предельные отклонения линейных размеров на чертежах указываются одним из трех способов.

1. Условными обозначениями полей допусков, например, 18H7, 12e8.
2. Числовыми значениями предельных отклонений, например,

$$18^{+0,018}, 12_{-0,059}^{-0,032}.$$

3. Условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений, например,

$$18H7^{(+0,018)} \text{ или } 12e8^{(-0,032)}_{(-0,059)}.$$

Предельные отклонения вала, мкм

Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	с8	d8	e8	f8	h8	j8 <sup>a</sup>	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	j9 <sup>a</sup>
Св. 120 до 140	-200 -263						+233 +170	+311 +246	+428 +365					
Св. 140 до 160	-210 -273	-145 -208	-85 -148	-43 -106	0 -63	+31 -31	+253 +190	+343 +280	+478 +415	-145 -245	-85 -185	-43 -143	0 -100	+50 -50
Св. 160 до 180	-230 -293						+273 +210	-373 +310	-528 +465					

Общую запись в технических требованиях о неуказанных предельных отклонениях несопрягаемых размеров или сопрягаемых размеров низкой степени точности (от 12-го качества и грубее до 17-го качества) можно производить таким образом: неуказанные предельные отклонения размеров отверстий по H14, валов по h14, остальных —  $\pm IT/2$ . При этом отклонения H14 относятся к размерам всех отверстий, а отклонения h14 — к размерам всех валов.

На рис. 343, б приведены примеры нанесения предельных отклонений сопрягаемых размеров деталей.

Осуществить ту или иную посадку можно за счет изменения размеров отверстия или размеров вала, поэтому применяют две системы посадок: систему отверстия и систему вала (рис. 343). Посадки в системе отверстия выполняются за счет изменения размера вала при неизменном размере основного отверстия. В системе вала посадки выполняются за счет изменения размеров отверстия.

Система отверстия является предпочтительной, так как выполнить вал требуемого диаметра и подогнать под отверстие значительно проще (рис. 343, а; по внутреннему диаметру подшипника). Система вала применяется, например, в посадке подшипника по наружному диаметру (рис. 343, в).

На рис. 343, б и в приведены примеры нанесения предельных отклонений размеров сопрягаемых деталей.

Числовые значения предельных отклонений устанавливаются соответствующими стандартами.

Сведения о допусках и посадках приведены здесь только для ознакомления с производственными чертежами, на учебных чертежах допуски и посадки обычно не наносят.

## § 2. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Точность изготовления детали определяется не только соблюдением ее размеров, но и соблюдением формы и расположения отдельных поверхностей этой детали.

Форма какой-либо поверхности, а также взаимное расположение поверхностей у изготовленной детали практически всегда имеют отклонения от того, что было предусмотрено на чертеже при разработке конструкции детали. Допуски формы и расположения поверхностей обозначаются на чертежах знаками, которые устанавливает ГОСТ 2.308—79.

Знаки разделяются на три группы:

1. Допуски формы поверхностей (табл. 26).
2. Допуски расположения поверхностей (табл. 26).

Таблица 25

Предельные отклонения отверстия, мкм

Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	D8	E8	F8	H8	J8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	J9 <sup>a</sup>
Св. 120 до 140									-170 -233					
Св. 140 до 160	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+63 0	+31 -31	+20 -43	+8 -55	-4 -67	-190 -253	+245 +145	+185 +85	+143 +43	+100 0	+50 -50
Св. 160 до 180									-210 -273					

Условные обозначения допусков форм и расположения поверхностей (выдержка из ГОСТ 2.308—79)

Вид допуска	Знак
Допуск прямолинейности	—
Допуск плоскостности	▭
Допуск круглости	○
Допуск цилиндричности	⊘
Допуск профиля продольного сечения	≡
Допуск параллельности	//
Допуск перпендикулярности	⊥
Допуск соосности	◎
Допуск пересечения осей	⊗
Допуск симметричности	≡
Допуск биецния	↗

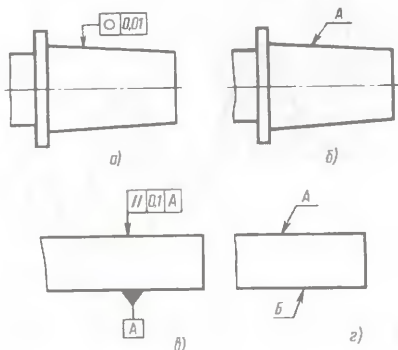


РИС. 344

3. Допуски формы и расположения (суммарные).

Данные о допусках формы и расположения поверхностей указывают на чертежах в прямоугольной рамке, разделенной на две или три части (рис. 344, а и в), в которых помещают: в первой — знак допуска (по табл. 26); во второй — числовое значение допуска (величину допуска) в миллиметрах; в третьей — буквенное обозначение базы — поверхности, с которой связан допуск расположения. Эта поверхность (база) на чертеже обозначается буквой, проставленной в рамке (рис. 344, в).

Рамки вычерчивают сплошными тонкими линиями. Высота цифр, букв и знаков, вписываемых в

рамки, должна равняться высоте цифр размерных чисел чертежа.

Пример условного обозначения на чертеже допуска формы (в данном случае круглости конуса) представлен на рис. 344, а. На рис. 344, б изображено оформление того же чертежа в случае указания допусков в технических требованиях надписью: "Некруглость конуса не более 0,01 мм."

На рис. 344, в показано условное изображение допуска параллельности двух поверхностей.

Рис. 344, г показывает оформление чертежа при условии, что допуск расположения поверхностей указан в технических требованиях надписью: "Допуск параллельности поверхности А относительно поверхности В — 0,1 мм".

## Г Л А В А 3 7

### ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ПОКРЫТИЙ

#### § 1. НАНЕСЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ ОБОЗНАЧЕНИЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Рассматривая поверхность детали, можно заметить, что она не во всех местах одинаковая и име-

ет неровности в виде мелких выступов и впадин. Совокупность этих неровностей, образующих рельеф поверхности на определенной базовой длине  $l$ , называется шероховатостью.

Детали могут иметь различную шероховатость поверхностей, которая зависит от материала и

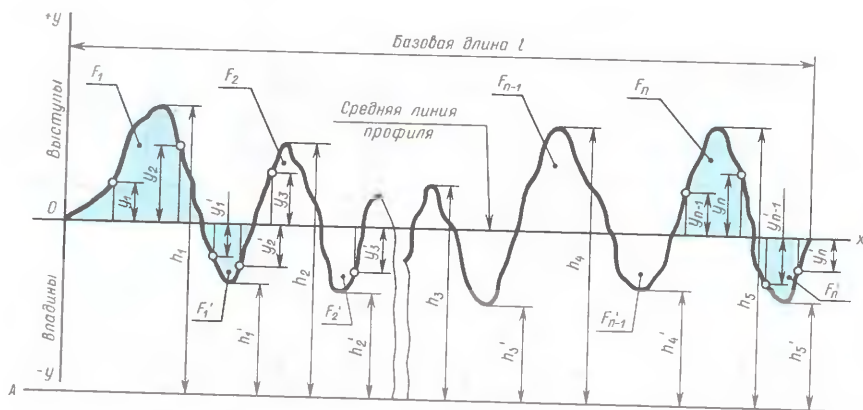


РИС. 345

технологического процесса изготовления деталей. На одних поверхностях деталей шероховатость видна даже невооруженным глазом, на другом — только с помощью приборов.

Шероховатость поверхности является одной из основных характеристик качества поверхности деталей и оказывает влияние на эксплуатационные показатели машин, станков, приборов.

Термины и определения основных понятий по шероховатости поверхности устанавливает ГОСТ 25142—82.

Параметры и характеристики шероховатости поверхности устанавливает ГОСТ 2789—73.

Сечение поверхности плоскостью дает представление о профиле ее рельефа: числе, форме и величине выступов и впадин неровностей (рис. 345). В соответствии с ГОСТ 2789—73 шероховатость поверхности характеризуется одним из следующих параметров: средним арифметическим отклонением профиля ( $Ra$ ) или высотой неровностей профиля по десяти точкам ( $Rz$ ). Значения этих параметров определяются в пределах некоторого участка поверхности, длина которого называется базовой длиной  $l$ .

Зная форму профиля (см. рис. 345) в пределах базовой длины  $l$ , на диаграмме можно провести его среднюю линию  $Ox$ , выше которой будут располагаться выступы, а ниже впадины.

На рис. 345 параметры, относящиеся к впадинам, отмечены штрихами ( $y', F', h'$ ), параметры же, относящиеся к выступам, штрихов не имеют ( $y, F, h$ ). Средняя линия профиля проводится так, чтобы площади, соответствующие выступам и впадинам, были равны между собой:

$$(F_1 + F_2 + \dots + F_{n-1} + F_n) = \\ = (F'_1 + F'_2 + \dots + F'_{n-1} + F'_n).$$

Среднее арифметическое отклонение профиля  $Ra$  представляет собой среднее значение в пределах базовой длины  $l$  расстояний точек выступов

( $y_1, y_2, \dots, y_{n-1}, y_n$ ) и впадин ( $y'_1, y'_2, \dots, y'_{n-1}, y'_n$ ) от средней линии профиля, причем при суммировании учитывается только абсолютная величина этих расстояний, а их алгебраический знак не учитывается.

Параметр  $Ra$  можно характеризовать следующим равенством:

$$Ra = \frac{(y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} + y_n) + (y'_1 + y'_2 + \dots + y'_{n-1} + y'_n)}{l}$$

Высота неровностей профиля по десяти точкам  $Rz$  представляет собой среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью высшими точками выступов и пятью нижними точками впадин, измеренное от произвольной линии  $AB$ , параллельной средней линии профиля:

$$Rz = \frac{(h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5) - (h'_1 + h'_2 + h'_3 + h'_4 + h'_5)}{5}$$

Измерение величин, определяющих значение  $Ra$  и  $Rz$ , производится с помощью специальных приборов — профилометров.

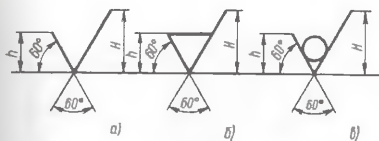


РИС. 346

ГОСТ 2.309—73 устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности.

В обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на рис. 346.

Если вид обработки поверхности конструктором не устанавливается (представляется на усмотрение технолога), то применяется знак, изображенный на рис. 346, а.

При обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована в результате удаления слоя материала — точением, фрезерованием, сверлением, протягиванием, развертыванием, шлифованием и т.п., применяется знак, изображенный на рис. 346, б.

Шероховатость поверхности, образуемой без удаления слоя материала — литьем, ковкой, объемной штамповкой, прокатом, волочением и т.д., обозначается знаком, изображенным на рис. 346, в. Этим же знаком обозначаются поверхности, не обрабатываемые по данному чертежу.

Для указания вида обработки и других пояснительных надписей применяют эти знаки с полкой (рис. 347). На учебных чертежах рекомендуется применять знак без полки.

Высота знака  $h$  (рис. 347) приблизительно равна высоте цифр размерных чисел, применяемых на чертеже. Высота  $H$  берется равной  $(1,5 \dots 3)h$ .

Толщина линий знаков равна приблизительно 0,5 толщины сплошной толстой основной линии чертежа.

Условный знак наносится на линиях контура, на выносных линиях или на полках линий-выносов (рис. 348). Своей вершиной угол должен касаться линии, на которую он наносится, и распо-

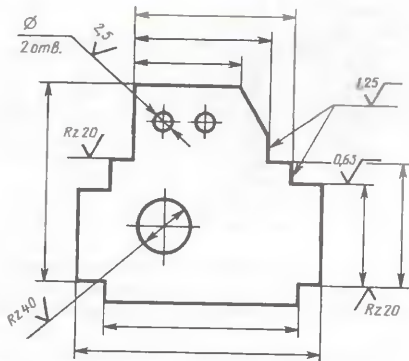


РИС. 348

лагаться так, чтобы его биссектриса была перпендикулярна этой линии.

При недостатке места допускается обозначение шероховатости располагать на выносных и размерных линиях или на их продолжении, а также разрывать выносную линию. На линии невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в случае, когда от этой линии нанесен размер.

Для обозначения числового значения параметров шероховатости поверхности на условном знаке указываются: для параметра  $Ra$  — только числовая величина без буквенного символа, для параметра  $Rz$  — буквенный символ ( $Rz$ ) и числовая величина (рис. 348). Числовые величины параметров  $Ra$  и  $Rz$  следует брать по ГОСТ 2789—73 (табл. 27 и 28). Более предпочтительным является применение числовых значений параметра  $Ra$ . Высота цифр и символ  $Rz$  равна высоте размерных чисел чертежа.

Шероховатость поверхности зависит от инструмента, которым обрабатывается поверхность, а также от технологического процесса и режима выполнения той или иной операции обработки.

Таблица 27

Среднее арифметическое отклонение профиля  $Ra$ , мкм

100	8,0	0,63	0,050
80	6,3	0,50	0,040
63	5,0	0,40	0,032
50	4,0	0,32	0,025
40	3,2	0,25	0,020
32	2,5	0,20	0,016
25	2,0	0,160	0,012
20	1,60	0,125	0,010
16,0	1,25	0,100	0,008
12,5	1,0	0,080	
10,0	0,80	0,063	

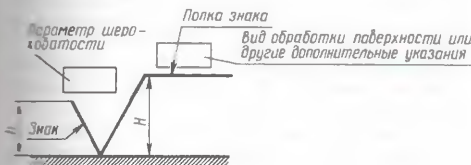


РИС. 347

Высота неровностей профиля по 10 точкам  $Rz$ , мкм

1000	100	10,0	1,00	0,100
800	80	8,0	0,80	0,080
630	63	6,3	0,63	0,063
500	50	5,0	0,50	0,050
400	40	4,0	0,40	0,040
320	32	3,2	0,32	0,032
250	25,0	2,5	0,25	0,025
200	20,0	2,0	0,20	—
160	16,0	1,60	0,160	—
125	12,5	1,25	0,125	—

Рис. 349 ориентировочно иллюстрирует шероховатость поверхностей, получаемую в результате различных технологических процессов их обработки.

Необходимая шероховатость поверхностей деталей задается с учетом их назначения и условий работы. Чтобы правильно задать шероховатость поверхности, надо обладать опытом конструирования и знаниями технологии машиностроения. В учебных условиях шероховатость поверхности задается ориентировочно в соответствии с рис. 349, исходя из следующего.

1. Если детали соприкасаются между собой и перемещаются относительно друг друга, шероховатость их поверхности должна соответствовать:  $Ra2,5...0,32$ ;  $Rz10...16$  мкм.

2. Если детали соприкасаются между собой и неподвижны относительно друг друга, шероховатость их поверхности может соответствовать:  $Ra20...2,5$ ;  $Rz80...10$  мкм.

3. Поверхности деталей, не соприкасающиеся с какими-либо поверхностями, могут иметь шероховатость:  $Ra20...5$ ;  $Rz80...20$  мкм.

4. При предъявлении эстетических требований к внешнему виду поверхностей они долж-

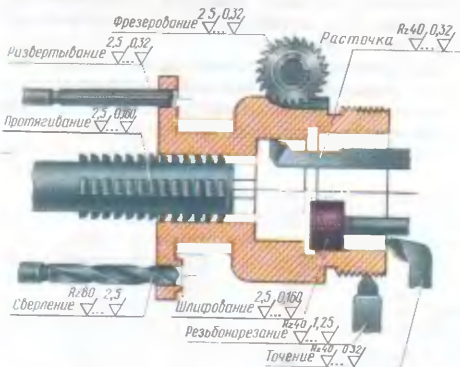


РИС. 349

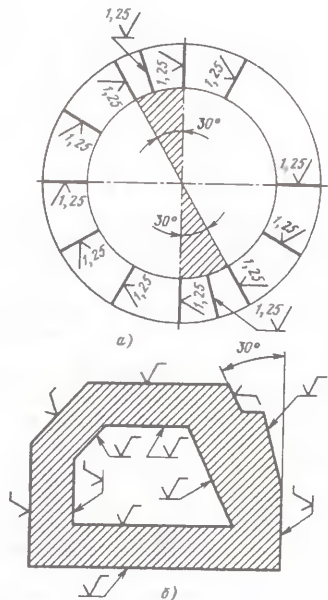


РИС. 350

ны иметь шероховатость:  $Ra5...1,25$ ;  $Rz20...6,3$  мкм.

5. Шероховатость поверхности резьбы может быть  $Ra10...1,25$ ;  $Rz40...6,3$  мкм.

На рис. 350, а показано расположение знаков шероховатости, в которых знак не имеет полки. Если поверхность наносится на полке линии-выноски, оканчивающейся стрелкой. На рис. 350, б показаны варианты расположения знака шероховатости, имеющего полку.

Если все поверхности детали имеют одинаковую шероховатость, то ее обозначение помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят (рис. 351, а). Размер знака, вынесенного в правый верхний угол чертежа, должен обводиться утолщенной линией и быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначении на изображении.

Обозначение в правом верхнем углу чертежа должно располагаться на расстоянии 5...10 мм от сторон рамки (рис. 351, б).

В случае одинаковой шероховатости большей части поверхности детали в правом верхнем углу чертежа помещается обозначение одинаковой шероховатости и условное обозначение знака в

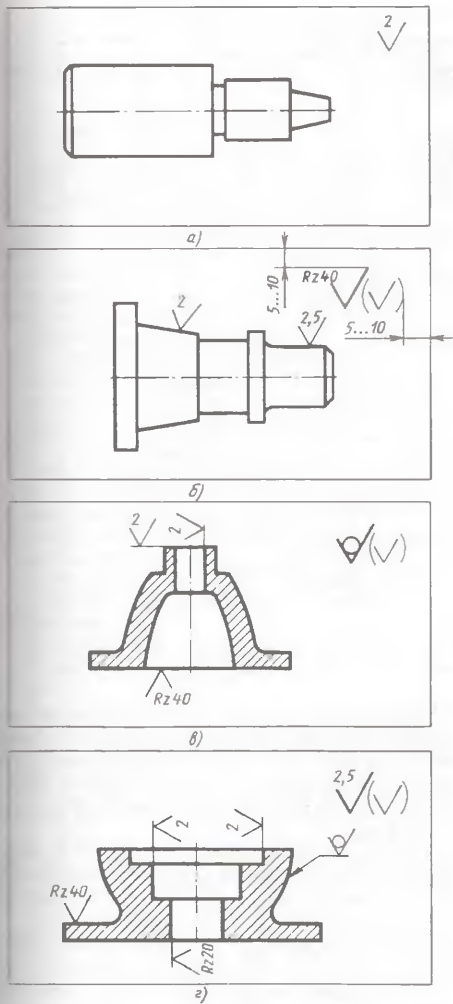


РИС. 351

скобках, которые означают, что все поверхности, не имеющие на чертеже знаков шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед скобкой (рис. 351, б). Размеры знаков в скобке и в изображении — одинаковы; размер знака перед скобкой увеличивается в 1,5 раза, утолщается и линия знака.

Если поверхности изделия не обрабатываются по данному чертежу, то на это указывает знак, помещенный в правом верхнем углу чертежа (рис. 351, в).

Если какая-либо поверхность детали не обрабатывается по чертежу, то обозначение ее шероховатости наносят и на самом чертеже (рис. 351, г).

Обозначение шероховатости поверхности одинаковых элементов деталей (отверстий, пазов, зубьев, ребер и т.п.), число которых указано на чертеже, наносится один раз независимо от числа изображений (рис. 352, а).

Пример обозначения шероховатости поверхностей зубьев колес показан на рис. 352, б. Обозначения шероховатости профиля резьбы наносятся, как показано на рис. 352, в, г.

Обозначения шероховатости поверхности необходимо располагать как можно ближе к размерной линии, относящейся к данной поверхности.

Если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз в соответствии с рис. 352, д и е.

В обозначении одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак  $\circ$  не приводят (рис. 352, ж).

## § 2. НАНЕСЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ ОБОЗНАЧЕНИЙ ПОКРЫТИЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Покрытия наносят на поверхность детали для повышения ее прочности и долговечности, защиты от коррозии и разрушительного действия среды: воды, кислот и т.п., в которой она работает, а также от преждевременного износа. В основном покрытия выполняют гальваническим и химическим способами. В некоторых случаях применяют способ диффузионного покрытия, который заключается в совместном нагревании изделия и металла при высокой температуре.

ГОСТ 2.310—68 устанавливает правила нанесения на чертежах обозначений покрытий (защитных, декоративных и т.п.), а также показателей свойств материала, получаемых в результате термической, химико-термической и других видов обработки.

Если на все поверхности изделия должно быть нанесено одно и то же покрытие, то запись в технических требованиях делают по типу: "Покрытие...". Если должны быть нанесены покрытия на поверхности, которые можно обозначить буквами или однозначно определить (наружная или внутренняя поверхности и т.п.), то запись делают по типу: "Покрытие поверхностей А...", "Покрытие внутренних поверхностей...".

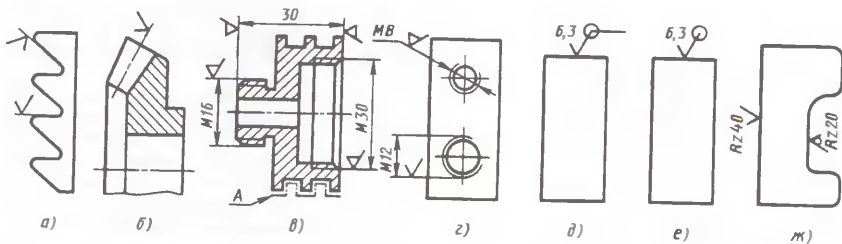


РИС. 352

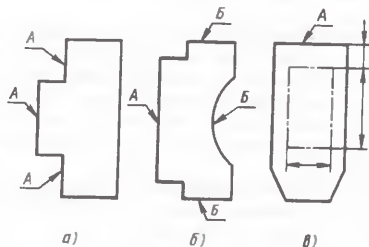


РИС. 353

При нанесении одинакового покрытия на несколько поверхностей изделия их обозначают одной буквой (рис. 353, а).

При нанесении различных покрытий на несколько поверхностей изделия их обозначают разными буквами (рис. 353, б) и запись делают по типу: "Покрытие поверхностей А..., поверхностью Б...".

Если необходимо нанести покрытие на поверхность сложной конфигурации или на часть поверхности, которую нельзя однозначно определить, то такие поверхности обводят штрихпунктирной линией (рис. 353, в).

В технических требованиях чертежа после обозначения покрытия приводят данные о материалах покрытия (марку и обозначение стандарта или технических условий), указанных в обозначении.

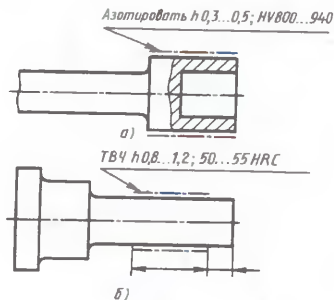


РИС. 354

На чертежах изделий участки, подвергаемые термической и другим видам обработки, указывают показатели свойств материалов, полученных в результате обработки, например: твердость (HRC, HRB, HB, HV), предел прочности, предел упругости и т.п.

Глубину обработки обозначают буквой *h*. Величины глубины обработки и твердости материалов на чертежах указывают предельными значениями "от ... до", например,  $h0,7...0,9$ ;  $40...46$  HRC.

Допускается на чертежах указывать виды обработки. В этих случаях наименование обработки указывают словами (рис. 354, а) или условными сокращениями (рис. 354, б).



## ТЕКСТОВЫЕ НАДПИСИ НА ЧЕРТЕЖАХ

Часто чертеж детали содержит ряд технических указаний, характеризующих свойства и особенности детали в окончательном виде.

Одни технические указания записывают на чертежах условными графическими обозначениями (условными знаками), другие отмечают условными записями или точными, но краткими поясительными текстовыми подписями.

Чтобы быстро ориентироваться в чертежах, быстро прочитать их, необходимо знать, в каком месте чертежа размещают технические указания.

Надписи должны быть точными, краткими, четко определяющими сущность их содержания.

Текстовую часть включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в ней данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить на чертеже графически или условными обозначениями.

Текстовая часть чертежа может содержать:

- 1) технические требования и технические характеристики;
- 2) надписи с обозначением изображений;
- 3) таблицы с размерами и другими параметрами.

Текст и надписи на поле чертежа располагают, как правило, параллельно основной надписи чертежа. Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным.

На рабочих чертежах деталей не допускается помещать технологические указания, за исключением случаев, когда только эти указания могут обеспечить необходимое качество детали (притирка, совместная обработка, гибка или развальцовка и т.п.).

Правила нанесения на чертежах технических требований и надписей изложены в ГОСТ 2.316—68.

Технические требования размещаются над основной надписью чертежа. В них указывают все необходимые, не изображенные графически требования к готовому изделию.

Технические требования рекомендуется излагать по пунктам в следующем порядке:

- а) требования, предъявляемые к материалу,

заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали;

б) размеры, допустимые предельные отклонения размеров, допуски формы и взаимного расположения поверхностей;

в) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке и покрытии;

г) зазоры, расположение отдельных элементов;

д) требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия и т.п.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт технических требований записывают с новой строки. Заголовок "Технические требования" не пишут.

Надписи, относящиеся к отдельным элементам изделия, наносятся на полках линий-выносок, идущих от элементов изделия, к которому относится надпись.

Линия-выноска и полка выполняются сплошной тонкой линией. Линию-выноску, пересекающую контур изображения предмета, заканчивают точкой. Линию-выноску, идущую от линии видимого или невидимого контура (изображенных основными или штриховыми линиями), а также от линий, обозначающих поверхности, заканчивают стрелкой. На конце линии-выноски, идущей от всех других линий, не должно быть ни стрелки, ни точки.

Допускается выполнять линию-выноску с одним изломом, а также проводить от одной полки две и более линий-выносок. Линии-выноски не должны пересекаться между собой, не должны быть параллельны линиям штриховки и не пересекать, по возможности, размерных линий и элементов изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись.

На полках линий-выносок наносят надписи, относящиеся непосредственно к изображению предмета, например, указания о числе элементов (отверстий, канавок и т.п.), указания о лицевой стороне изделия, его толщине. Надписи могут содержать указания о специальных технологических процессах (например, "Защистить", "Раскернить" и т.п.), а также сведения о покрытии или термической обработке элемента детали.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И  
ПРИЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Измерение — это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технологических средств. Требуемая точность измерений в машиностроении — 0,1...0,001 мм. Имеются разнообразные конструкции измерительных инструментов и приборов.

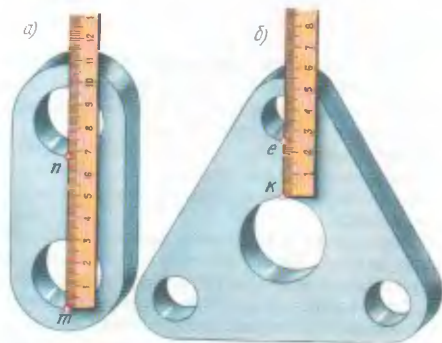


РИС. 355

В зависимости от назначения измерительные инструменты можно разделить на две группы. К первой группе относятся: стальные линейки, кронциркули, нутромеры и т.п., точность измерения которыми не превышает 0,5...1,0 мм. Во вторую группу входят: стандартные штангенциркули, штангенциркули с дополнительным индикаторным устройством, угломеры, микрометры, штангенрей-

смас, которые обеспечивают точность измерения 0,1...0,02 мм.

**Металлическая линейка** позволяет непосредственно определять значение измеряемой величины.

На рис. 355 показаны приемы определения межосевого расстояния отверстий. Если отверстия одинакового диаметра (рис. 355, а), то можно измерить линейкой расстояние  $mn$ , которое равно межосевому расстоянию.

При разных диаметрах отверстий (рис. 355, б) линейкой измеряется расстояние  $ek$  между ближайшими точками отверстий и к нему прибавляется сумма размеров радиусов большого и малого отверстий.

В учебной практике при измерениях используют обычные чертежные угольники, которые могут выполнять вспомогательные функции.

Линейка совместно с угольниками позволяет измерять длины частей деталей, имеющих ступенчатую форму (рис. 356). Деталь кладется на ровную поверхность (разметочную плиту), а отсчет размеров производится по линейке.

**Кронциркуль** применяется для измерения размеров наружных поверхностей деталей. Криволинейная форма ножек с загнутыми внутрь концами позволяет удобно измерять диаметры поверхностей вращения (рис. 357, а и б).

**Нутромер** применяется главным образом для измерения размеров внутренних поверхностей. Ножи нутромера прямые, с отогнутыми наружу концами.

При пользовании кронциркулем и нутромером ни в коем случае не производить измерения с усилием: инструмент должен проходить измеряе-

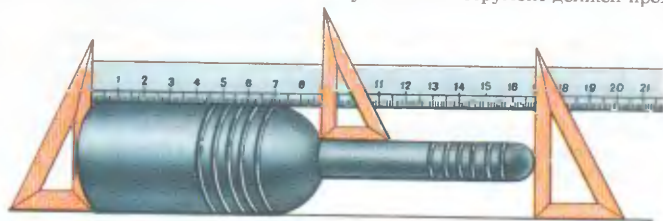


РИС. 356

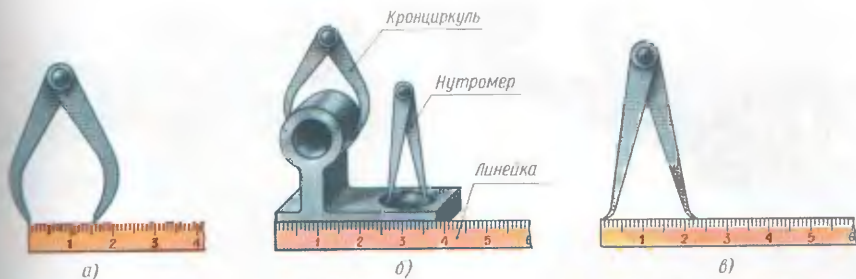


РИС. 357

эти места свободно под действием собственного веса.

На рис. 357, б показано измерение кронциркулем диаметра цилиндрической части детали, а нутромером — диаметра отверстия в основании этой детали. Линейкой определяют размеры основания детали. Значения измеренных кронциркулем и нутромером величин определяют путем переноса их на линейку (рис. 357, а и в).

На рис. 358 показан пример определения толщины стенок детали с помощью линейки и кронциркуля. Размер  $K$  равен разности длин  $l$  и  $l_1$ , измеренных линейкой. Размер  $C$  находят как разность длины  $h$ , измеренной кронциркулем, и длины  $h_1$ , измеренной линейкой.

Описанные приемы измерений кронциркулем, нутромером и линейкой не дают большой точнос-

ти и употребляются главным образом в учебном процессе. В производственной практике измерение длин с большей точностью производится штангенциркулем (рис. 359, а).

Штангенциркуль состоит из линейки (штанги) 1 с нанесенными на ней миллиметровыми делениями. Штанга заканчивается измерительными губками 2 и 9, расположенными к ней перпендикулярно. На штанге расположена рамка 7 с измерительными губками 3 и 8. Рамка может перемещаться по штанге и закрепляться на ней в любом месте с помощью зажимного винта 4. На нижней скошенной части рамки сделана специальная шкала 6 с делениями, называемая нониусом. Нониус имеет десять равных делений на длине 9 мм, т.е. каждое деление нониуса меньше деления штанги на 0,1 мм. При соприкасающихся губках нулевые деления штанги и нониуса совпадают.

При измерении наружного диаметра цилиндрической детали (рис. 359, а) она слегка зажимается губками 9 и 8, рамка с нониусом закрепляется на шкале винтом 4, а по шкалам штанги и нониуса производится подсчет.

При диаметре детали, равном 18 мм, нулевое деление нониуса точно совпадает с восемнадцатым делением штанги (рис. 359, б). Если диаметр детали равен 18,2 мм, то нулевое деление нониуса будет сдвинуто вправо от восемнадцатого деления штанги на 0,2 мм и, следовательно, второе деление нониуса совпадает с двадцатым делением штанги (рис. 359, в). При величине диаметра детали 18,4 мм четвертое деление нониуса совпадает с двадцать вторым делением штанги (рис. 359, г).

Таким образом, чтобы установить размер измеряемой величины, необходимо определить по линейке штанги целое число миллиметров, а по нониусу число десятых долей миллиметров. Десятых долей миллиметров будет столько, сколько можно отсчитать делений нониуса от его нулевого

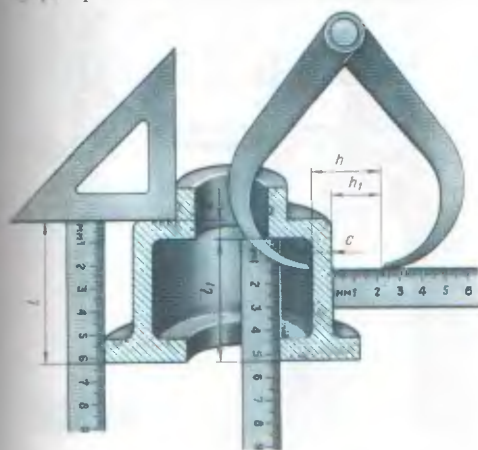


РИС. 358

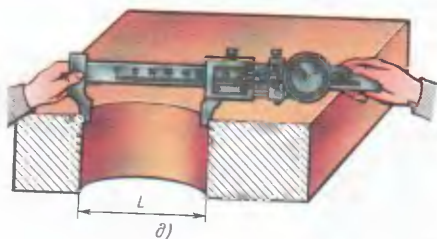
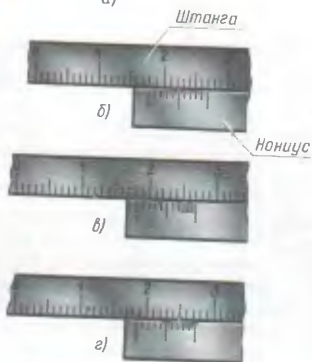
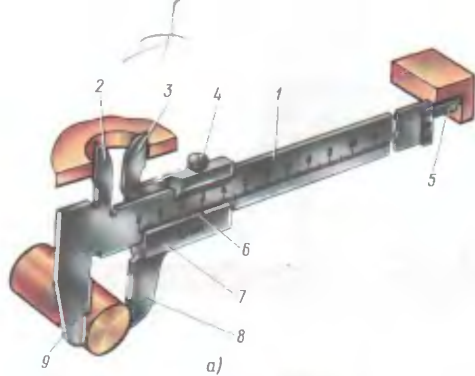


РИС. 359

штриха до его ближайшего штриха, совпадающего с каким-либо штрихом штанги.

Измерение диаметра отверстия производится с помощью измерительных губок 2 и 3 (рис. 359, а).

В пазу с обратной стороны штанги 1 расположена узкая линейка глубиномера 5, жестко соединенная с рамкой 7. При сомкнутом положении губок торец глубиномера совпадает с торцом штанги. При измерении глубины отверстия или

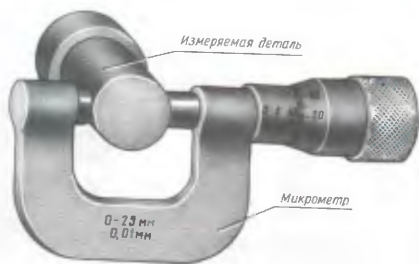


РИС. 360

уступа в детали торец штанги упирается в торец детали, а глубиномер с помощью рамки перемещается до упора в дно отверстия или границу уступа. Размер измеренной глубины определяется по делениям штанги и нониуса.

Помимо описанного штангенциркуля существуют и другие их типы, шкалы нониуса которых имеют различные деления. Эти типы штангенциркуля упрощают измерения и позволяют выполнить измерения с точностью до 0,05 и 0,02 мм.

На рис. 359, д показано более точное измерение внутреннего размера детали штангенциркулем с индикаторным устройством.

Более точное измерение (с точностью до 0,01 мм) наружных поверхностей гладких деталей выполняют микрометром (рис. 360).

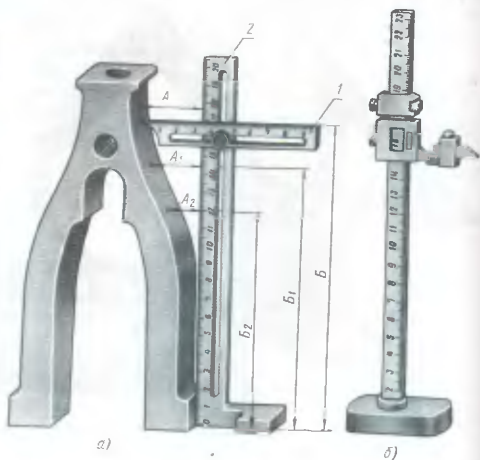


РИС. 361

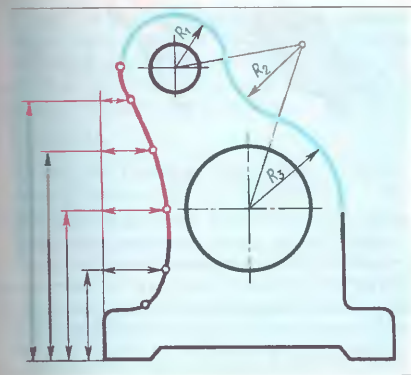
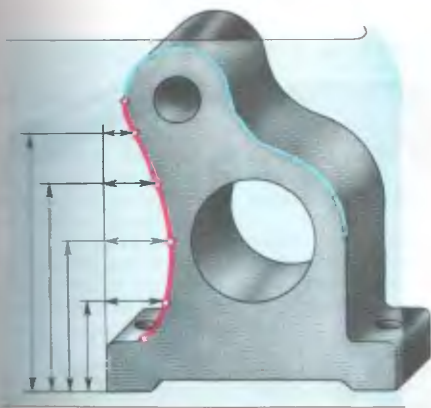


РИС. 362

Многие детали имеют криволинейные очертания. В таких случаях форму и размеры контура этих деталей можно определить измерением координат его точек с помощью **рейсмаса** (рис. 361, а). При определении координат точек **рейсмас** и измеряемую деталь устанавливают на **плоской** ровной поверхности (разметочной плите). Перемещая стержень **рейсмаса** 1 по линейке 2 вверх или вниз и приводя его острый конец в соприкосновение с какой-либо точкой кривой, можно определить координаты этой точки. Приняв за начало координат нижнее нулевое деление линейки **рейсмаса**, можно по ее шкале найти координаты **Б**, **Б<sub>1</sub>** и **Б<sub>2</sub>**, а по шкале стержня — координаты

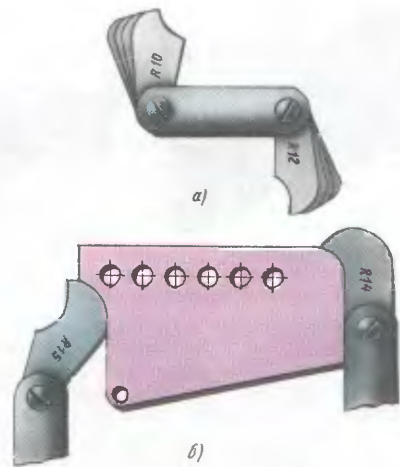


РИС. 363

**А**, **А<sub>1</sub>** и **А<sub>2</sub>**. Более точно координаты точек могут быть определены с помощью **штангенрейсмаса**, который снабжен **нониусом** (рис. 361, б).

В ряде случаев размеры криволинейного контура находятся более просто. При острых кромках и плоском контуре форму и размеры его определяют путем снятия отпечатка на **кальке** (рис. 362, а). Кальку накладывают на криволинейную часть детали, пальцем прижимают ее к кромкам и затем по полученному на ней отпечатку определяют размеры, необходимые для вычерчивания контура (рис. 362, б), величины радиусов и координаты точек.

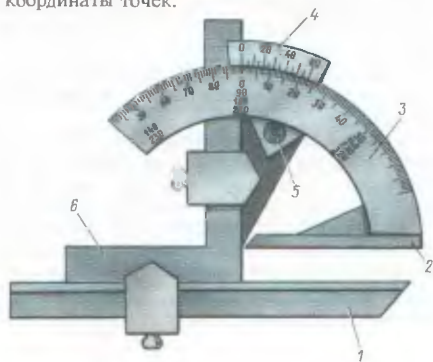
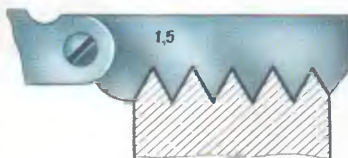


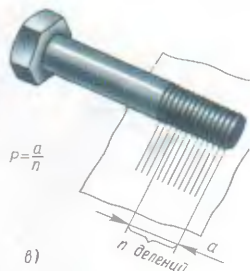
РИС. 364



а)



б)



в)

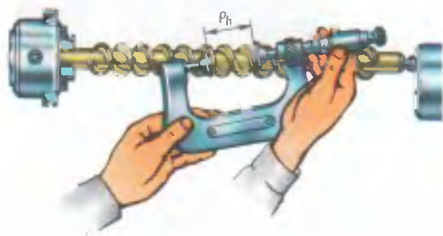
Измерение радиусов закруглений и галтелей можно производить с помощью **радиусомера**, представляющего собой набор пластинчатых шаблонов (рис. 363, а). Шаблоны шарнирно соединены с облойкой радиусомера. Для измерения радиуса закругления детали к ее поверхности прикладывают закругленные части шаблонов и просматривают на просвет место их соприкосновения (рис. 363, б). Величина радиуса закругления определяется числом, указанным на шаблоне, при котором отсутствует зазор между поверхностью детали и шаблоном.

Измерения углов производят **угломерами**. Угломер (рис. 364) состоит из угольника 6, который фиксируется на линейке 1, и подвижного транспортира 3 с линейкой 2. Транспортир фиксируется в нужном положении винтом 5. Угол, образованный линзиками 1 и 2, будет равен измеряемому углу. Величина угла определяется по шкалам транспортира 3 (градусы) и нониуса 4 (минуты). Нониус 4 позволяет производить измерения с точностью до 2 минут.

Для определения профиля и шага резьбы применяется **резьбомер**, представляющий собой набор металлических шаблонов с пилообразными вырезами.

Резьбомер, предназначенный для определения шага метрической резьбы, имеет надпись M60° (рис. 365, а).

При определении шага резьбы из набора шаблонов выбирают такой, который своими зубьями плотно входит во впадины резьбы (рис. 365, б). Указанным на шаблоне числом (например, 1,5 мм на рис. 365, в) определяют величину шага резьбы. Величина наружного диаметра резьбы стержня, измеренная штангенциркулем, в сово-



г)  
РИС. 365

купности с установленной величиной шага резьбы даст полное представление о параметрах измеримой резьбы. Для определения размера резьбы отверстия необходимо измерить ее внутренний диаметр и шаг. Полученные данные дают возможность по соответствующему стандарту определить наружный диаметр резьбы.

Резьбомер, предназначенный для определения числа витков (ниток) на длине одного дюйма для мовых и трубных цилиндрических резьб, имеет надпись D55.

При отсутствии резьбомера шаг однозаходной резьбы может быть определен с помощью отпечатка, полученного на полоске бумаги (рис. 365, д). Если на длину  $a$ , измеренную линейкой, придется  $n$  делений, полученных в результате отчета числа витков резьбы, то шаг резьбы равен  $l = a/n$ .

На рис. 365, г показан прием измерения хс или шага трапецидальной резьбы с использованием тарелочного микрометра.

**ОБОЗНАЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ**

**1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

В машиностроении для изготовления деталей применяется большое число различных видов материалов — металлы, их сплавы, а также неметаллические материалы — полимеры (пластмасса), резина, древесина и др.

На чертежах деталей должно быть указано обозначение материала, из которого изготавливается деталь. Обозначение материала устанавливается стандартом или техническими условиями, по которым выпускается материал.

Состав и свойства материалов подробно изучают в курсе "Металловедение". Ниже приводятся некоторые сведения о материалах, которые необходимо знать для оформления чертежей, выполняемых при изучении курса "Инженерная графика", а также даются примеры обозначения материалов. Обозначение материала помещается в основной надписи чертежа и в общем случае состоит из названия материала, его марки и обозначения стандарта на материал.

**2. СТАЛЬ**

Сталь по химическому составу подразделяется на углеродистую и легированную, а по на-

значению — на конструкционную и инструментальную.

Сталь представляет собой сплав железа с углеродом и другими химическими элементами, которые условно обозначаются буквами: Х — хром; Г — марганец; Н — никель; В — вольфрам; М — молибден; Ж — железо; А — алюминий; К — кремний; О — олово; С — свинец; Т — титан.

Сталь углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 380—94) широко применяется в машиностроении.

В табл. 29 приведены марки углеродистой стали обыкновенного качества и примеры их применения. Цифры в обозначении марок стали указывают на среднее содержание углерода в десятых долях процента.

Пример условного обозначения:

*Ст3кп ГОСТ 380—94.*

Сталь углеродистая качественная конструкционная (ГОСТ 1050—88). Некоторые марки этой стали приведены в табл. 30. Число, обозначающее марку стали, указывает среднее содержание углерода в сотых долях процента. Если в обозначении марки стали рядом с числом стоит буква Г, на-

Таблица 29

Примерное назначение углеродистой стали обыкновенного качества (ГОСТ 380-94)

Марка стали	Область применения
Ст0	Неответственные строительные конструкции, прокладки, шайбы, кожухи (свариваемость хорошая)
Ст1кп	Малонагруженные детали металлоконструкций — заклепки, шайбы, шпильки, прокладки, кожухи (свариваемость хорошая)
Ст2кп	Детали металлоконструкций — рамы, оси, ключи, валки, цементируемые детали (свариваемость хорошая)
Ст3кп	Цементируемые и цианурируемые детали, от которых требуется высокая твердость поверхности и невысокая прочность сердцевины — крюки кранов, кольца, цилиндры, шатуны, крышки
Ст4кп	Детали с невысокими требованиями к прочности — валы, оси, пальцы, тяги, крюки, болты, гайки
Ст5пс	Детали при повышенных требованиях к прочности — валы, оси, звездочки, крепежные детали, зубчатые колеса, шатуны
Ст6пс	Детали с высокой прочностью — валы, оси, бойки молотов, шпиндели, муфты кулачковые и frictionные, цепи

Таблица 30

Примерное назначение углеродистой качественной конструкционной стали

Марка стали	Область применения
10, 15	Зубчатые колеса коробок передач, грузоподъемные кованые крюки, серьги, барабаны грузоподъемных механизмов, болты, гайки, винты, заклепки, кулачки, подвижные шпонки, планки направляющих, втулки, пальцы, оси, упоры
20	Оси и рычаги коробок передач и тормозов, валки, ролики, зубчатые колеса, поршневые и шатунные пальцы, болты, шурупы, грузоподъемные крюки, гайки для крюков, упоры, кулачки
25, 30	Зубчатые колеса, поршни, шпонки, оси, валы, шатуны, муфты, фланцы, серьги, втулки, рычаги и пр.
35, 40	Оси, тяги, валы, шатуны, штоки, рычаги, зубчатые колеса, рукоятки, ступицы, гаечные ключи, фланцы, диски, гайки, винты, болты, плунжеры, втулки, кольца, упоры, штифты
45, 50	Колесчатые и карданные валы, шлицевые валы, шатуны, зубчатые колеса и рейки, диски сцепления, поршни, шпонки, клинья и планки направляющих, рукоятки, ступицы, фиксаторы, втулки, вылки
60Г, 65Г, 70Г	Пружинные спиральные (из холоднокатанной проволоки), пружинные шайбы, тормозные и frictionные диски, упорные кольца

пример 65Г, это означает, что в стали содержится марганец; из такой стали обычно изготавливают пружины. Выбор марки материала детали в учебных условиях производится приблизительно.

Сталь легированная конструкционная (ГОСТ 4543—71) применяется для изготовления деталей, к которым предъявляются повышенные требования в отношении прочности, износа, жаростойкости, коррозии и других особых свойств. Число марки указывает среднее содержание в стали углерода в сотых долях процента. Буква Х указывает на наличие хрома. В табл. 31 приведены марки легированной конструкционной стали и ее практическое применение.

Таблица 31

Примерное назначение легированной конструкционной стали

Марка стали	Область применения
15Х	Поршневые пальцы, валики, зубчатые колеса
20Х	Конические зубчатые колеса, колесчатые валы, кулачковые муфты, втулки, плунжеры, направляющие планки, копыры
30Х, 35Х, 38ХС	Валики коробов передач, оси, зубчатые колеса дифференциалов, шатуны, катки, ответственные болты, шпильки, гайки
40Х, 45Х, 50Х	Зубчатые колеса коробов передач, рессоры, червячные и шлицевые валы, промежуточные оси, шпиндели, упорные кольца, штоки, дышла
20ХН, 40ХН, 45ХН, 50ХН	Шлицевые и колесчатые валы, цепные звенья, зубчатые колеса, кулачковые муфты, червяки

Сталь инструментальная углеродистая (ГОСТ 1435—90) применяется для изготовления инструментов. В табл. 32 указаны марки стали и ее применение. Буква У — сокращение слова углеродистая; следующее за ней число указывает среднее содержание углерода в десятых долях про-

Таблица 32

Некоторые марки инструментальной углеродистой стали

Марка стали	Область применения
У7; У8; У10; У11; У12; У13; У7А; У8А; У8ГА; У10А; У11А; У12А; У13А	Инструменты, пуансоны, центры к станкам, втулки

цента; буква Г указывает на повышенное содержание в стали марганца. Для высококачественных сталей к указанным обозначениям добавляется буква А.

### § 3. ЧУГУН

Чугун представляет железоуглеродистый сплав и широко применяется в машиностроении.

Таблица

Примерное назначение серого чугуна с пластичатым графитом

Марка	Область применения
СЧ10	Малоответственные отливки с толщиной стенок 15 мм (корпуса, крышки, кожухи)
СЧ15	Малоответственные отливки с толщиной стенок 10—30 мм (трубы, корпуса клапанов, вентили)
СЧ20	Ответственные отливки с толщиной стенок 30 мм (блоки цилиндров, поршни, тормозные башки, каретки)
СЧ25	Ответственные отливки с толщиной стенок 40 мм (копильные формы, поршневые кольца)
СЧ30	Ответственные отливки с толщиной стенок 60 мм (поршни, гильзы дизелей, рамы, штампы)
СЧ35	Ответственные высоконагруженные отливки с толщиной стенок до 100 мм (малые колесчатые валы, детали паровых двигателей)

Чугун имеет несколько видов, выпускаемых соответствующим стандартам: серый чугун (ГОСТ 1412—85), ковкий чугун (ГОСТ 1215—77) высокопрочный чугун (ГОСТ 7293—85), антифрикционный чугун (ГОСТ 1585—85).

В условное обозначение чугуна входят буквы, которые указывают вид чугуна, например: серый чугун — СЧ; ковкий чугун — КЧ; высокопрочный — ВЧ; антифрикционный — АЧС.

Серый чугун (ГОСТ 1412—85). Марки и применение серого чугуна приведены в табл. 33.

Таблица

Примерное назначение ковкого чугуна

Марки чугуна	Область применения
Ферритного класса: КЧ 30—6, КЧ 33—8, КЧ 35—10, КЧ 37—12	В основном для небольших отливок работающих в условиях динамических нагрузок (детали в автомобильной, тракторной и сельскохозяйственной промышленности)
Перлитного класса: КЧ 45—7, КЧ 50—5, КЧ 55—4, КЧ 60—3, КЧ 65—3	Ограниченное применение обусловлено сложностью изготовления отливок, длительностью термической обработки, ограниченными размерами сечений (не более 30—40 мм)



Пример условного обозначения:

СЧ20 ГОСТ 1412—85.

**Ковкий чугун.** В табл. 34 указаны марки ковкого чугуна и область применения.

Пример условного обозначения:

КЧ 60—3 ГОСТ 1215—79.

Все остальные виды и область применения чугуна можно найти в соответствующих стандартах.

## 3.4. МЕДЬ И МЕДНЫЕ СПЛАВЫ

Медь и медные сплавы отличаются высокой теплопроводностью, высокой электропроводностью, коррозионной стойкостью, высокой температурой плавления. Они хорошо обрабатываются давлением. Медные сплавы используются в качестве литейных материалов, а также для изготовления труб, лент, проволоки и других изделий.

**Латунь** — медный сплав, в котором помимо меди основной составляющей частью является цинк.

Латунь по сравнению с медью обладает более высокой прочностью и коррозионной стойкостью. Литейные латуни обозначают буквой Л и цифрой, показывающей содержание меди в процентах. В прокатных латунях после буквы Л пишут заглавную букву дополнительных легирующих элементов и через тире после содержания меди указывают содержание легирующих элементов в процентах. Все латуни хорошо паяются твердыми и мягкими припоями.

Пример условного обозначения:

ЛК 2 ГОСТ 1020—77.

Бронзами называют медные сплавы, в которых основными легирующими элементами являются различные металлы, кроме цинка. Маркируют бронзы буквами Бр, за которыми следуют заглавные буквы легирующих элементов, а через тире — цифры, показывающие их процентное содержание.

Таблица 35

Примерное назначение безоловянных литейных бронз и оловянных литейных бронз

Марки чугуна	Область применения
<b>Безоловянные:</b> БрА9Мц2Л, БрА10Мц2Л, БрА9Ж3Л, БрА10Ж3Мц2, БрА10Ж4Н4Л	Ленты, полосы, прутки, фасонное литье, втулки и вкладыши подшипников, упорные кольца, трубы, литье, зубчатые колеса, червяки, проволока, полосы, крупные фасонные отливки
<b>Оловянные:</b> БрО3Ц2С5, БрО3Ц7С5Н1, БрО4Ц7С5, БрО5Ц5С5, БрО5С25	Мелкие подшипники, сальники, втулки, гайки ходовых винтов, венцы червячных колес, гнезда клапанов, корпуса насосов, гайки с крупным шагом, мелкие детали, втулки, шайбы

нис. По сравнению с латунями бронзы обладают более высокой прочностью, коррозионной стойкостью и антифрикционными свойствами. Они весьма стойки на воздух, в морской воде, растворах большинства органических кислот, углекислых растворах. В табл. 35 даны примеры марок бронзы, область их применения.

Примеры условного обозначения:

БрА9Мц2Л ГОСТ 493—79,

БрО3Ц7С5Н1 ГОСТ 613—79.

## § 5. АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Сплавы алюминия с кремнием, магнием, медью, марганцем, цинком и другими металлами широко применяются в машиностроении.

Сплавы алюминия с кремнием таких марок, как АК12, АК9ч, АК5М, применяются для отливок деталей разных форм.

Дляковки и штамповки применяются алюминиевые сплавы марок АК4, АК6, АД1, АД12.

Марки А7, АД1, Д12, Д16П применяются в штампованных деталях.

Пример обозначения:

АК12 ГОСТ 1583—93.

## § 6. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Существует множество неметаллических материалов, которые успешно могут заменить металлы и их сплавы. Все более широкое применение получают различные виды полимеров (пластмасс), которые благодаря своим особым физическим и механическим свойствам позволяют использовать их для литья под давлением, прессования, формовки из листов, сварки, склеивания, наплавления и других технологических процессов изготовления деталей. Полимерные материалы (пластмассы) подразделяются на две группы: термопластичные и термореактивные.

Термопластичные пластмассы при нагревании переходят из твердого состояния в жидкое (плавятся), причем после охлаждения они снова затвердевают. Пластмассы этой группы можно перерабатывать несколько раз без потери их физико-механических свойств.

Термореактивные пластмассы при нагреве не плавятся и не размягчаются, а при достижении определенной температуры начинают обугливаться, поэтому эти пластмассы допускают только однократное изготовление из них деталей.

В табл. 36 приведены некоторые, наиболее употребительные в машиностроении неметаллические материалы и их применения.

Примеры применяемых неметаллических материалов  
(полимеров)

Наименование материала	Виды изделий
Полиэтилен Полиуретан	Клапаны, золотники Детали насосов, зубчатые колеса, уплотнительные, звуко- и теплоизоляционные устройства
Винипласт Фторопласт	Трубки, корпуса кранов и вентилялей Манжеты, прокладки, седла клапанов, вкладыши подшипников
Фенопласт, монолит	Клапаны, иконечники, рукоятки, маховички
Стекловолокнист	Фланцы, крышки, вкладыши подшипников, втулки
Полистирол	Маховички, кнопки, крышки, втулки
Гетинакс	Втулки подшипников, маховички, кнопки, трубки, крышки
Текстолит	Шкивы, кронштейны, вилки, втулки, кольца, бесшумные зубчатые колеса
Древесный слоистый пластик	Конструктивный и антрифрикционный материал

Пример обозначения винипласта марки ВП (винипласт прозрачный):

*Винипласт ВП ГОСТ 9639—71.*

## § 7. СОРТАМЕНТ МАТЕРИАЛА

Под сортаментом материала понимаются форма и размеры, которые имеют тот или иной материал, изготовляемый промышленностью.

Материал может выпускаться в виде листов, прутков (круглого, квадратного и шестигранного сечения), полос, труб, проволоки, ленты и изделий фасонного профиля. Сортамент материала определяется соответствующим стандартом, который должен указываться в обозначении материала наравне с маркой материала.

### Примеры обозначения

Труба по ГОСТ 3262—75 обыкновенная, неоцинкованная, обычной точности, изготовленная немерной длины, с условным проходом 20 мм,

толщиной стенки 2,8 мм, без резьбы и без муфты имеет обозначение:

*Труба 20×2,8 ГОСТ 3262—75.*

Проволока, изготовленная по ГОСТ 17305—91 из стали марки 10, диаметром 2,2 мм, обозначается:

*Проволока 2,2—10 ГОСТ 17305—91.*

Полоса толщиной 36 мм и шириной 90 мм, серповидности класса 2, отклонение от плоскостности класса 2 по ГОСТ 103—76, из стали марки 45, без термической обработки обозначается:

*Полоса 36×90—2—2 ГОСТ 103—76  
45 ГОСТ 1050—88*

Уплотнения, сальники, вентиля, оплетки изготовляются из асбестовых шнуров марки: ШАОН, ШАИ-2, ШАМ, ШАГ. Пример обозначения:

*Шнур асбестовый ШАОН 3 ГОСТ 1779—83,  
где 3 — диаметр шнура (мм).*

Картон прокладочный выпускается двух марок: А — прокладочный картон толщиной от 0,3 до 1,5 мм; Б — непротитанный картон толщиной от 0,3 до 2,5 мм.

Обозначение прокладочного картона толщиной 2 мм:

*Картон А-2 ГОСТ 9347—74.*

Из кожи изготавливаются: манжеты, прокладки, кольца, клапаны, сальниковая набивка. Толщина кожи от 0,5 до 5 мм. Пример обозначения кожи технической:

*Кожа 2,5 ГОСТ 20836—75.*

Пластины резиновые и резинотканевые (ГОСТ 7338—90) выпускаются двух типов: I — резиновая пластина; II — резинотканевая. Марки пластин — ТМКШ, ОМБ, ПМБ выпускаются толщиной от 1 до 60 мм, рулоном шириной от 250 до 1350 мм. Применяется для прокладок, клапанов, уплотнений.

Пример условного обозначения пластины I-го класса, вида Ф, типа I, марки ТМКШ, степени твердости С, толщиной 2 мм:

*Пластина IФ-I-ТМКШ-С-2 ГОСТ 7338—90.*

Эскизом называется конструкторский документ, выполненный от руки, без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба, но с обязательным соблюдением пропорций элементов деталей. Эскиз является временным чертежом и предназначен, в основном, для разового использования.

Эскиз должен быть оформлен аккуратно с соблюдением проекционных связей и всех правил и условностей, установленных стандартами ЕСКД.

Эскиз может служить документом для изготовления детали или для выполнения ее рабочего чертежа. В связи с этим эскиз детали должен содержать все сведения о ее форме, размерах, шероховатости поверхностей, материале. На эскизе

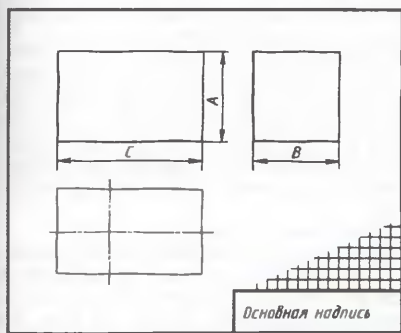
помещают и другие сведения, оформляемые в виде графического или текстового материала (технические требования и т.п.).

Выполнение эскизов (эскизирование) производится на листах любой бумаги стандартного формата. В учебных условиях рекомендуется применять писчую бумагу в клетку.

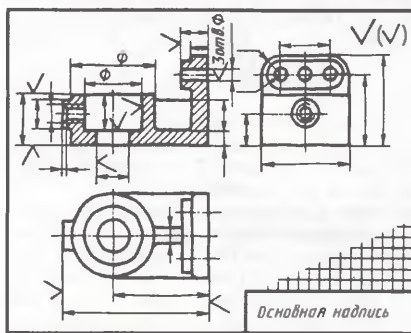
Процесс эскизирования можно условно разбить на отдельные этапы, которые тесно связаны друг с другом. На рис. 366 показано поэтапное эскизирование детали "Опора".

1. Ознакомление с деталью

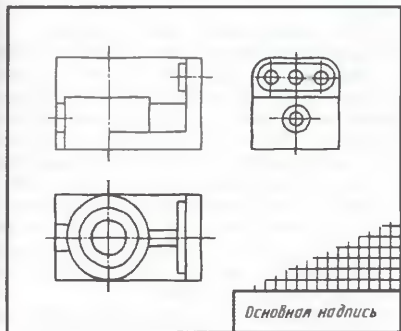
При ознакомлении определяется форма детали (рис. 367, а и б) и ее основных элементов (рис. 367, в), на которые мысленно можно расчле-



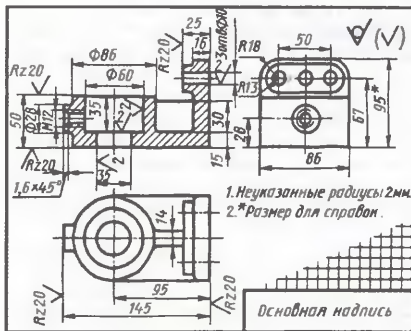
а)



б)



в)



г)

1. Неуказанные радиусы 2 мм.  
2. \*Размер для справок.

РИС. 366

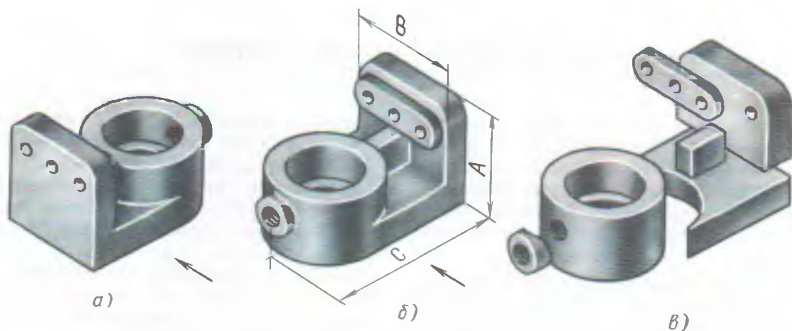


РИС. 367

нить деталь. По возможности выясняется назначение детали и составляется общее представление о материале, обработке и шероховатости отдельных поверхностей, о технологии изготовления детали, о ее покрытиях и т.п.

### II. Выбор главного вида и других необходимых изображений

Главный вид следует выбирать так, чтобы он давал наиболее полное представление о форме и размерах детали, а также облегчал пользование эскизом при ее изготовлении.

Существует значительное число деталей, ограниченных поверхностями вращения: валы, втулки, гильзы, колеса, диски, фланцы и т.п. При изготовлении таких деталей (или заготовок) в основном применяется обработка на токарных или аналогичных станках (карусельных, шлифовальных).

Изображения этих деталей на чертежах располагают так, чтобы на главном виде ось детали была параллельна основной надписи. Такое расположение главного вида облегчит пользование чертежом при изготовлении по нему детали.

По возможности следует ограничить число линий невидимого контура, которые снижают наглядность изображений. Поэтому следует уделять особое внимание применению разрезов и сечений.

Необходимые изображения следует выбирать и выполнять в соответствии с правилами и рекомендациями ГОСТ 2.305—68.

На рис. 367, а и б даны варианты расположения детали и стрелками показано направление проецирования, в результате которого может быть получен главный вид. Следует отдать предпочтительное положение детали на рис. 367, б. В этом случае на виде слева будут видны контуры большинства элементов детали, а сам главный вид даст наиболее ясное представление о ее форме.

В данном случае достаточно трех изображений, чтобы представить форму детали: главный вид, вид сверху и вид слева. На месте главного вида следует выполнить фронтальный разрез.

### III. Выбор формата листа

Формат листа выбирается по ГОСТ 2.301—68 в зависимости от того, какую величину должны иметь изображения, выбранные при выполнении этапа II. Величина и масштаб изображений должны позволять четко отразить все элементы и нанести необходимые размеры и условные обозначения.

### IV. Подготовка листа

Вначале следует ограничить выбранный лист внешней рамкой и внутри нее провести рамку чертежа заданного формата. Расстояние между этими рамками должно составлять 5 мм, а слева оставляется поле шириной 20 мм для подшивки листа. Затем наносится контур рамки основной надписи.

### V. Компоновка изображений на листе

Выбрав глазомерный масштаб изображений, устанавливают на глаз соотношение габаритных размеров детали. В данном случае, если высоту детали принять за  $A$ , то ширина детали  $B=A$ , а ее длина  $C=2A$  (см. рис. 366, а и 367, б). После этого на эскизе наносят тонкими линиями прямоугольники с габаритными размерами детали (см. рис. 366, а). Прямоугольники располагают так, чтобы расстояния между ними и краями рамки были достаточными для нанесения размерных линий и условных знаков, а также для размещения технических требований.

Осуществление компоновки изображений можно облегчить применением прямоугольников, вырезанных из бумаги или картона и имеющих стороны, соответствующие габаритным размерам детали. Перемещая эти прямоугольники по полю

чертежа, выбирают наиболее удачное расположение изображений.

#### *VI. Нанесение изображений элементов детали*

Внутри полученных прямоугольников наносят тонкими линиями изображения элементов детали (см. рис. 366, б). При этом необходимо соблюдать пропорции их размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, проводя соответствующие осевые и центровые линии.

#### *VII. Оформление видов, разрезов и сечений*

Далее на всех видах (см. рис. 366, в) уточняют подробности, не учтенные при выполнении этапа VI (например, скругления, фаски), и удаляют вспомогательные линии построения. В соответствии с ГОСТ 2.305—68 оформляют разрезы и сечения, затем наносят графическое обозначение материала (штриховка сечений) по ГОСТ 2.306—68 и производят обводку изображений соответствующими линиями по ГОСТ 2.303—68.

#### *VIII. Нанесение размерных линий и условных знаков*

Размерные линии и условные знаки, определяющие характер поверхности (диаметр, радиус, квадрат, конусность, уклон, тип резьбы и т.п.), наносят по ГОСТ 2.307—68 (см. рис. 366, в). Одновременно намечают шероховатость отдельных поверхностей детали и наносят условные знаки, определяющие шероховатость.

#### *IX. Нанесение размерных чисел*

С помощью измерительных инструментов определяют размеры элементов и наносят размерные числа на эскизе. Если у детали имеется резьба, то необходимо определить ее параметры и указать на эскизе соответствующее обозначение резьбы (см. рис. 366, г).

#### *X. Окончательное оформление эскиза*

При окончательном оформлении заполняется основная надпись. В случае необходимости приводятся сведения о предельных отклонениях размеров, формы и расположения поверхностей; составляются технические требования и выполняются пояснительные надписи (см. рис. 366, з). Затем производится окончательная проверка выполненного эскиза и вносятся необходимые уточнения и исправления.

Выполняя эскиз детали с природы, следует критически относиться к форме и расположению отдельных ее элементов. Так, например, дефекты литья (неравномерность толщин стенок, смещение центров отверстий, неровные края, асимметрия частей детали, необоснованные приливы и т.п.) не должны отражаться на эскизе. Стандартизованные элементы детали (проточки, фаски, глубина сверления под резьбу, скругления и т.п.) должны иметь оформление и размеры, предусмотренные соответствующими стандартами.

## Г Л А В А 4 2

### ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Все машины, приборы, станки и т.п. состоят из деталей, соединенных разным способом между собой.

В машиностроении применяются разные способы изготовления деталей, например, одни детали целиком изготавливаются на металлорежущих станках (рис. 368, а), другие путем литья (рис. 368, б), горячей штамповкой (рис. 368, в), некоторые изделия изготавливаются с применением сварки (рис. 368, г). Применяются и другие способы изготовления деталей.

Рабочий чертеж детали — конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Рабочие чертежи деталей разрабатываются по чертежам общего вида изделия проектной документации. Если в проектной документации чер-

теж общего вида изделия отсутствует, то чертежи деталей разрабатываются по сборочным чертежам изделий.

В учебных условиях такая разработка проводится по учебным сборочным чертежам или эскизам деталей с природы.

#### **§ 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЧЕРТЕЖУ ДЕТАЛИ**

Чертеж детали должен содержать минимальное, но достаточное для представления формы детали число изображений (видов, разрезов и сечений), выполненных с применением условностей и упрощений по стандартам ЕСКД.

На чертеже должна быть обозначена шероховатость поверхностей детали и нанесены геометри-

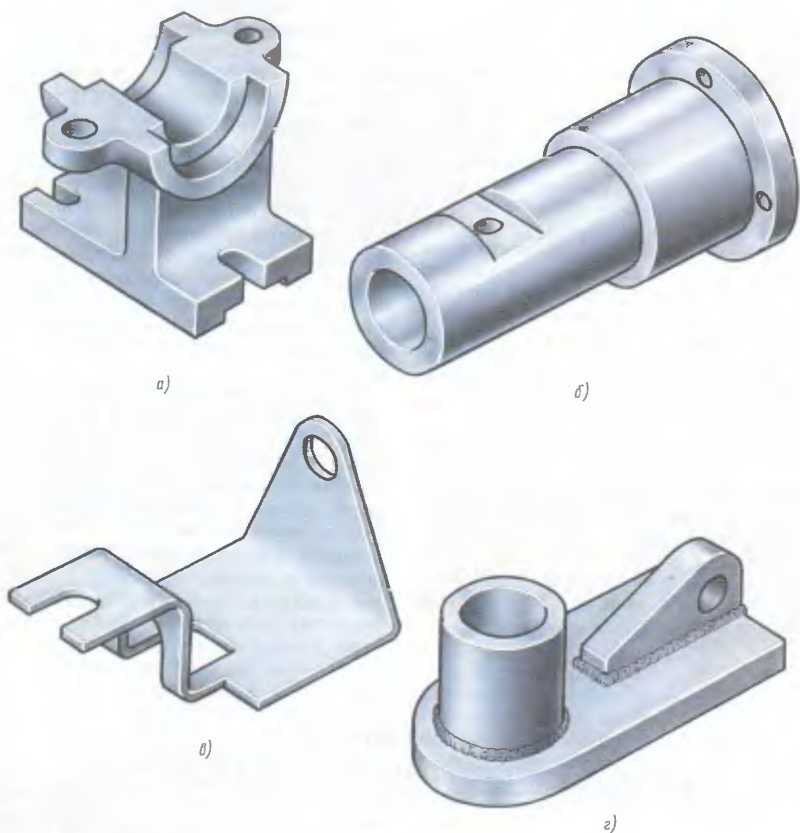


РИС. 368

чески полно и технологически правильно все необходимые размеры. Технические требования должны отражать: предельные отклонения размеров, геометрических форм и расположений поверхностей, сведения о материале.

В отличие от эскиза рабочий чертеж детали выполняют чертежными инструментами и в определенном масштабе. Такой чертеж, оформленный подлинными подписями лиц, участвующих в работе над чертежом, называется подлинником. С подлинника различными способами снимают копии — дубликаты. Дубликаты размножают светокопированием, электрографией и другими способами и получают копии, необходимые для серийного и массового изготовления деталей.

Процесс выполнения чертежа детали состоит из некоторых этапов, которые имеют место и при эскизировании.

1. Ознакомление с формой и размерами детали.
2. Выбор главного вида и числа изображений.
3. Выбор формата листа и масштаба чертежа детали.
4. Компоновка изображений на листе.
5. Нанесение условных знаков.
6. Нанесение размеров.
7. Оформление технических условий и заполнение граф основной надписи.

На рабочем чертеже в основной надписи указывается масса готового изделия в килограммах без указания единицы измерения.

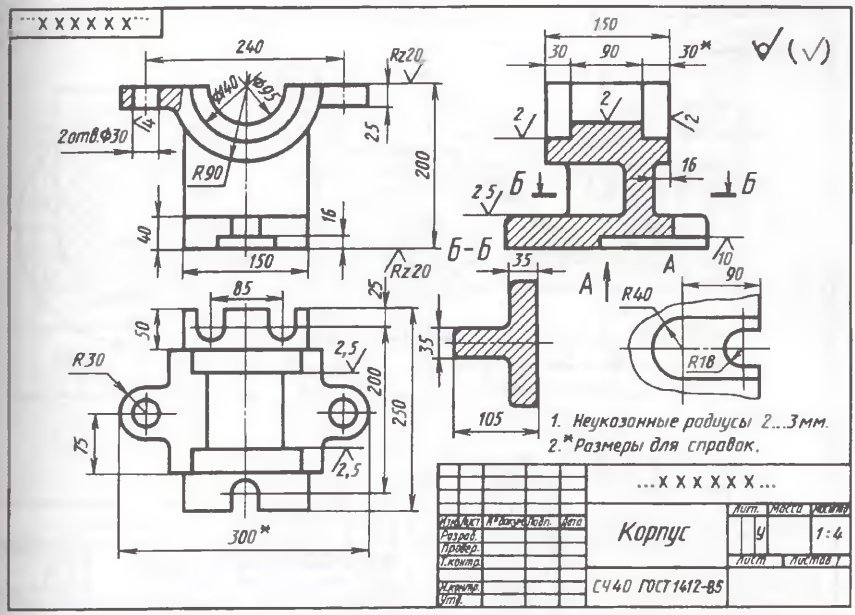


РИС. 369

Масса детали равна  $m = \rho V$ , где  $\rho$  — плотность материала детали;  $V$  — объем детали.

## 2. ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ ЛИТЬЕМ

На рис. 369 дан чертеж корпуса, изготовленного путем отливки из чугуна с последующей обработкой на металлорежущих станках.

На чертеже корпуса выполнены пять изображений: главный вид (с местным разрезом), вид сверху, профильный разрез, вид снизу (А). Кроме того, выполнено сечение (Б—Б), выявляющее форму рассеканной части детали. В местах пересечения поверхностей детали выполнены скругления (это характерный признак литой детали). Скруглений нет только в местах, обработанных на металлорежущих станках.

Шероховатость обработанных поверхностей отмечена простановкой соответствующих знаков. Условный знак, проставленный в правом верхнем углу чертежа, указывает, что все остальные поверхности на станках не обрабатываются.

## 3. ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

На рис. 370 дан чертеж корпуса, целиком обработанного на металлорежущих станках, причем преобладающей операцией является точение.

Чертеж содержит четыре изображения: фронтальный разрез, разрез А—А, выносной элемент и сечение Б—Б.

Профильный разрез необходим для уточнения отверстия  $\varnothing 12$  и формы лыски. Выносной элемент позволяет отчетливо выявить форму и размеры проточки, сечение Б—Б позволяет выявить форму и размеры лыски.

Шероховатость отдельных поверхностей отмечена знаками на изображении детали. Шероховатость же всех остальных поверхностей указывает знак, расположенный перед скобкой в правом верхнем углу чертежа.

## 4. ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ ГИБКОЙ

На рис. 371 представлен чертеж скобы (см. рис. 368, в). Скоба выполнена путем гибки заготовки из листового материала.

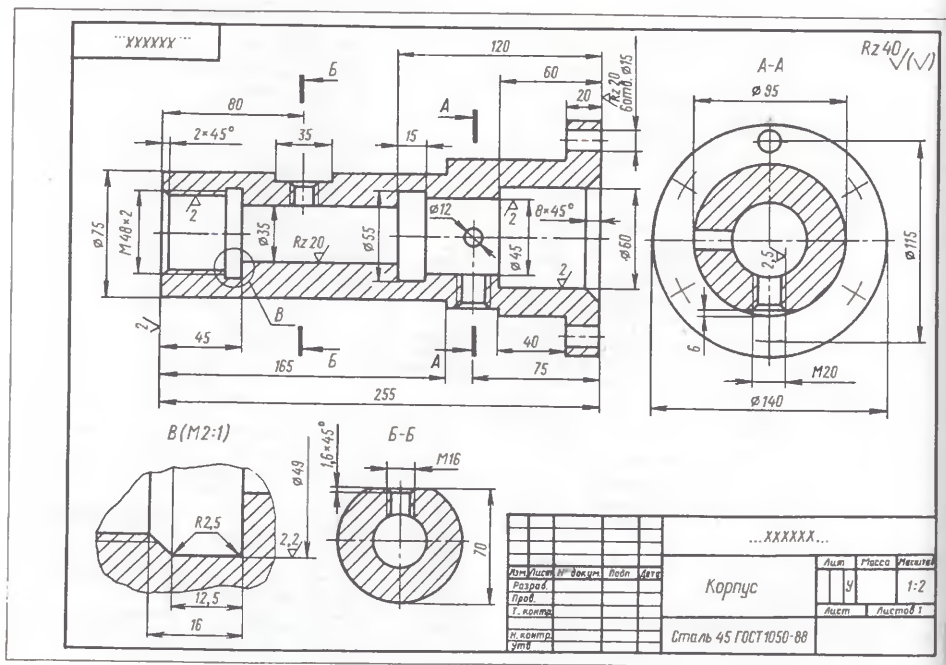


РИС. 370

На чертеже приведена частичная развертка для уточнения формы и размеров отдельных частей детали. По ГОСТ 2.109—73 чертеж развертки (полный или частичный) должен выполняться только тогда, когда изображение детали, изготовляемой путем гибки, не дает представления о действительной форме и размерах отдельных ее элементов. Изображение частичной развертки должно содержать те размеры, которые невозможно указать на изображениях готовой детали.

Развертка изображается сплошными основными линиями, толщина которых должна быть равна толщине линии видимого контура на изображении готовой детали. Над изображением развертки размещается знак развертки  $\curvearrowright$ . При необходимости на изображении развертки показывают штрихпунктирными с двумя точками линиями линии сгиба с указанием на полке линии-выноски "Линия сгиба".

На изображениях детали проставлены те размеры, которые необходимы для гибки. Эти размеры определяют форму детали после гибки, их используют также для проектирования формообразующих поверхностей гибочных штампов: так,

внутренний радиус сгиба нужен для изготовления детали пуансона гибочного штампа или шаблона для гибки на гибочном станке.

Длину согнутого участка на развертке определяют по средней линии (см. выносной элемент).

Длина  $L$  согнутого участка при сгибе  $90^\circ$  равна длине дуги  $AB$  окружности диаметра  $D_{\text{ср}}$ :

$$L = \widehat{AB} = \frac{\pi D_{\text{ср}}}{4}$$

На чертежах указывают внутренний радиус сгиба  $R_{\text{вн}}$  ( $R12$ ) и толщину, поэтому

$$D_{\text{ср}} = 2R_{\text{вн}} + s,$$

где  $s$  — толщина пластины.

Подставляя числовые значения для этого примера, получим

$$\widehat{AB} = \frac{3,14(2 \cdot 12 + 6)}{4} = 23,55$$

(округляем до 23 мм).



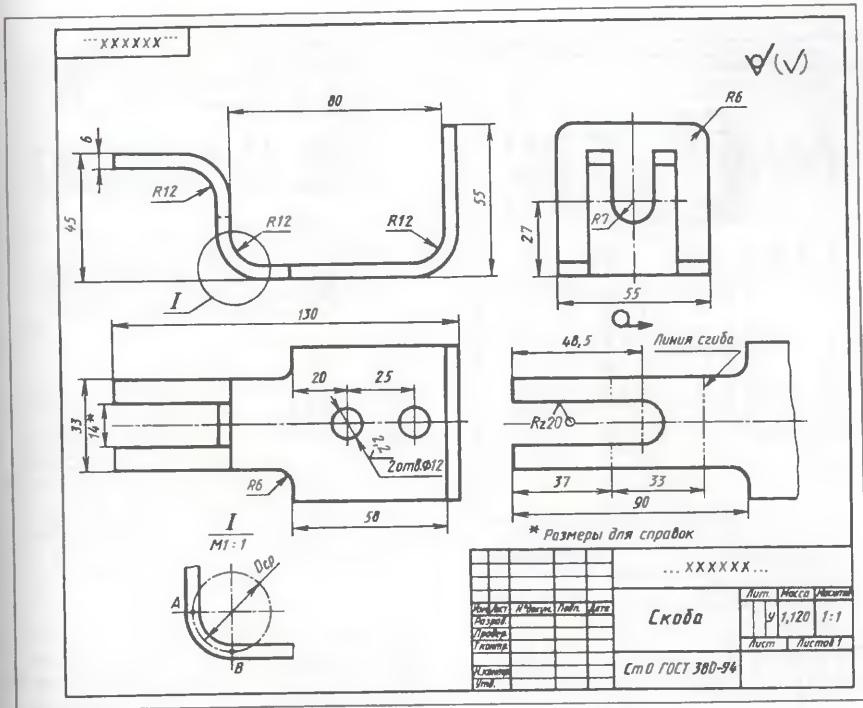


РИС. 371

Допускается, не нарушая ясности чертежа, совмещать изображения части развертки с видом детали. В этом случае развертка изображается штрихпунктирными тонкими линиями (звезда точками), а знак развертки не ставится (рис. 372).

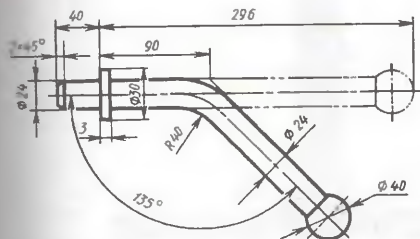


РИС. 372

## § 5. ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ ИЗ ПЛАСТМАССЫ

На рис. 373 представлен чертеж коробки. Коробка изготовлена из пластмассы путем прессования. Чертеж пластмассовой детали оформляется так же, как и чертежи литых деталей и деталей, полученных горячей штамповкой. Пластмасса в разрезе заштриховывается в клетку. Шероховатость поверхностей пластмассовых деталей зависит от технологии изготовления и оснастки.

## § 6. ГРУППОВОЙ ЧЕРТЕЖ

В машиностроении встречаются изделия, в которые входит несколько однотипных деталей, имеющих общие конструктивные признаки. Для таких деталей целесообразно выполнить один

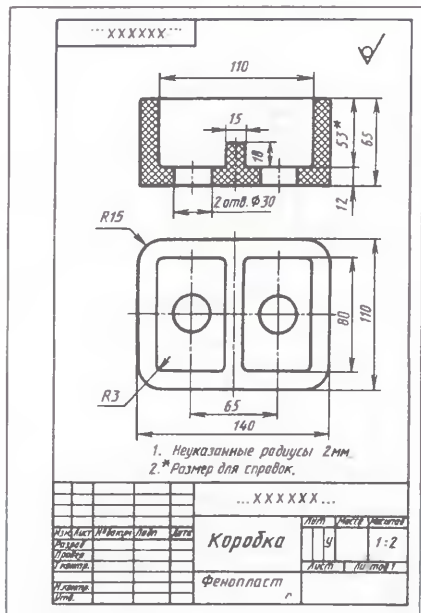
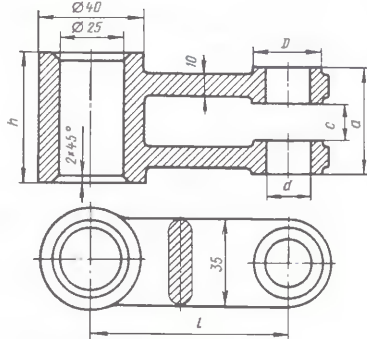


РИС. 373



Исполнение	Размеры, мм						Масса, кг
	h	L	D	d	c	a	
I	90	140	50	30	20	70	2,05
II	100	150	56	34	25	80	2,35
III	110	160	62	40	30	90	2,60
IV	120	170	70	45	35	100	2,85

РИС. 374

групповой чертеж, содержащий все необходимые сведения о двух и более подобных деталях.

На рис. 374 представлен пример оформления группового чертежа. На чертеже приведены сведения, необходимые для изготовления четырех деталей, имеющих общие конструктивные признаки. Детали, изготовленные по групповому чертежу.

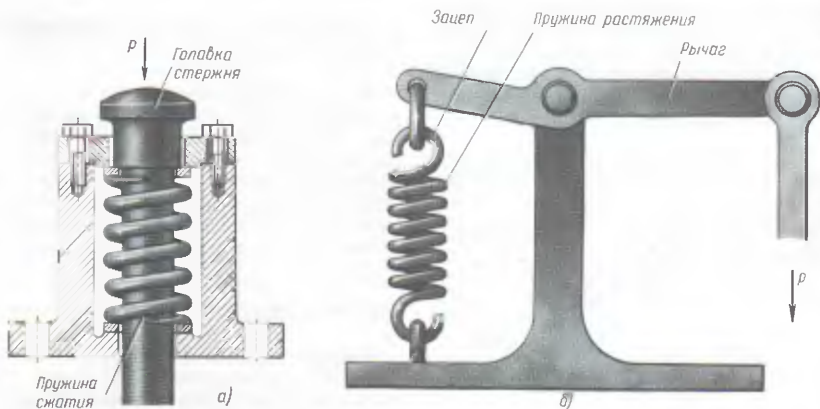


РИС. 375

Наглядное изображение пружины	Условное изображение		
	на виде	в разрезе	схематичное
а)			
б)			
в)			
г)			
д)			
е)			
ж)			

должны иметь одинаковые размеры, нанесенные на чертеже. Переменные размеры на чертеже обозначены буквами и сведены в таблицу.

В таблице исполнителей, располагаемой на чертеже, указывается обозначение каждого рычага и

значение переменных размеров, по которым он должен выполняться.

На групповом чертеже основная надпись выполняется по той же форме, как и в обычных чертежах. В основной надписи записывается наименование изделия в именительном падеже единствен-

ного числа (например, рычаг). В графе основной надписи, для указания масштаба, ставят прочерк, а в графах, предназначенных для указания массы (если она различна для отдельных изделий), дают ссылку "См. табл."

При выполнении таблицы исполнений рекомендуется оставлять свободное место справа и снизу для возможности размещения дополнительных граф и строк таблицы.

Правила выполнения групповых чертежей приведены в ГОСТ 2.113—75.

## § 7. ЧЕРТЕЖИ ПРУЖИН

Пружины используются для создания необходимого усилия в приборах, аппаратах, станках и механизмах машин.

В рабочем положении пружина деформируется — сжимается или растягивается; возникающие при этом внутренние силы упругости, стремящиеся придать прежнюю форму пружине, создают требуемое усилие.

На рис. 375, а представлен демпфер с пружиной сжатия. При ударе какой-либо движущейся

детали о головку стержня пружина подвергается воздействию силы  $P$  и воспринимает часть кинематической энергии движущейся детали. На рис. 375, б представлена пружина растяжения, закрепленная своим зацепом на конце рычага, подвергающегося воздействию силы  $P$ .

По форме пружины (табл. 37) можно разделить на винтовые цилиндрические (а, б, г, д), винтовые конические (е, е), пластинчатые (ж), спиральные, тарельчатые; по условиям действия на пружины сжатия (а, б, в, е), растяжения (г), кручения (д) и изгиба (ж). Поперечное сечение витка винтовой пружины может быть круглым (а, в, г, д), квадратным (б), прямоугольным (е).

Пружины выполняют с правой или левой навивкой. ГОСТ 2.401—68 устанавливает условные изображения и правила выполнения чертежей пружин.

При изучении курса "Черчение" в основном приходится выполнять чертежи цилиндрических винтовых пружин с круглым сечением. Такие пружины навиваются из проволоки или прутка. Некоторые пружины имеют стандартные размеры. Например, цилиндрические винтовые пружины с

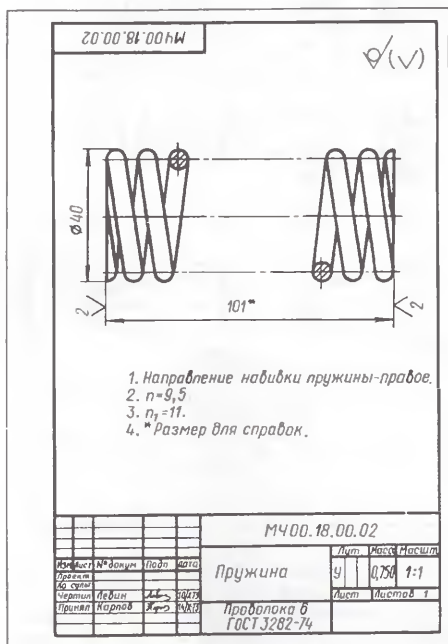


РИС. 376

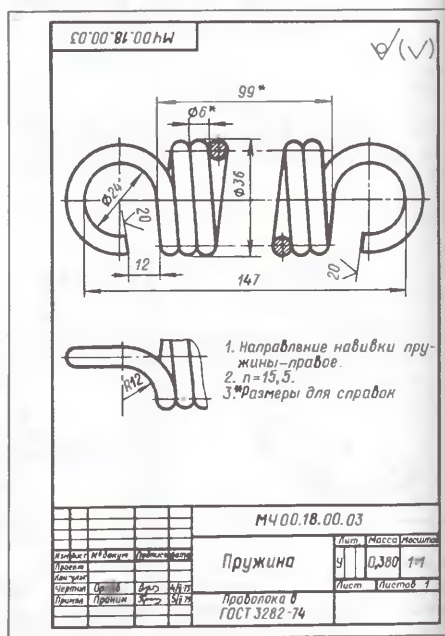


РИС. 377

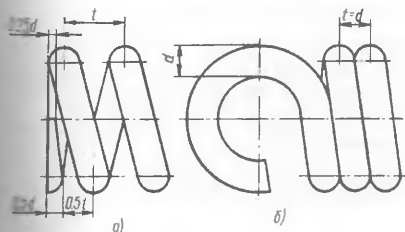


РИС. 378

витками круглого сечения изготавливают по ГОСТ 13771—86. Изображение винтовых пружин на рабочих чертежах располагается горизонтально.

Схематические изображения пружин применяют только на сборочных чертежах.

Примеры выполнения учебных рабочих чертежей пружин приведены на рис. 376 (сжатия) и на рис. 377 (растяжения).

Все пружины на чертежах изображаются в свободном состоянии, т.е. исходя из условия, что пружина не испытывает внешних усилий.

Для обеспечения центрирования пружины сжатия и ликвидации перекосов в работе на ее концах выполняют плоские опорные поверхности путем поджатия по целому витку или по 3/4 витка, которые затем шлифуют на 3/4 окружности по торцу пружины). Поэтому пружина, помещенная в рабочие витки, имеет 2 или 1,5 поджатых витка, называемых опорными или нерабочими витками.

Наиболее распространены пружины, имеющие 2 опорных витка (рис. 378, а).

Расчет обычно устанавливают следующие параметры пружины: диаметр проволоки  $d$ , наружный диаметр  $D$ , шаг  $t$  и число рабочих витков  $n$ . Число рабочих витков обычно округляется до величины, кратной 0,5. Если принять, что пружина должна иметь 1,5 опорных витка, то для нее могут быть поданы:

1) длина (высота) в свободном состоянии  $H_0 = d(n + 2)$ ;

2) полное число витков  $n_1 = n + 1,5$ .

Когда винтовая пружина имеет более четырех рабочих витков, то с каждого конца пружины изображают один или два рабочих витка, только опорных. Остальные витки не изображают, а по всей длине пружины проводят осевые линии через центры сечений витков (см. рис. 376 и 377).

В связи с тем, что некоторые параметры пружины (шаг, число витков и длина пружины) связаны между собой определенными соотношениями, на чертежах пружин отдельные размеры приводятся как справочные.

Учитывая, что сортамент материала (например, проволока диаметром 6 мм), указанного в основной надписи, вполне определяет форму и размер поперечного сечения витка пружины, на чертежах этот размер не указывается или приводится как справочный (см. рис. 376 и 377).

В отличие от пружин сжатия, у которых в свободном состоянии между витками имеются зазоры (см. рис. 376), пружины растяжения выполняются без зазоров между витками (см. рис. 377), т.е. они в свободном состоянии имеют шаг  $t$ , равный диаметру проволоки  $d$ .

Рис. 378, б иллюстрирует построение витков пружины растяжения.

Эти витки пружины растяжения (за исключением зацепов) являются рабочими.

Длина пружины растяжения (без зацепов)  $H_0 = d(n + 1)$ , где  $n$  — число витков пружины. Для пружин с зацепами, представленными на рис. 377, можно подсчитать длину пружины в свободном состоянии между зацепами:  $H_0' = H_0 + 2(D - d)$ , где  $D$  — наружный диаметр пружины;  $d$  — диаметр проволоки.

Радиус изгиба зацепов

$$R = \frac{D + 2d}{2}.$$

Расстояние между торцом зацепа и ближайшим витком пружины можно принимать равным  $D/3$ .

На чертежах пружины (за исключением пружин кручения) изображаются только с правой навивкой, направление же навивки указывается в технических требованиях.

В технических требованиях указывается также число рабочих витков  $n$ , а для пружин сжатия и полное число витков  $n_1$ .

На производственных чертежах некоторые параметры пружин записывают в технические требования в определенной последовательности.

Если к изготовленной пружине предъявляется требование относительно развиваемых ею усилий, то на производственном чертеже пружины помещают диаграмму испытаний, на которой показывают зависимость нагрузки от деформации (или наоборот).

Длина развернутой пружины определяется:

1) для пружины сжатия (по рис. 376)

$$L = n_1 \sqrt{[\pi(D - d)]^2 + t^2},$$

где выражение под радикалом представляет собой длину витка пружины;

2) для пружины растяжения (по рис. 377)

$$L \approx \pi(D - d) \cdot (n + 2).$$

На табл. 37 показаны некоторые примеры изображения пружин на сборочных чертежах.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какая разница между эскизом и рабочим чертежом?
2. Что подразумевается под чтением чертежа?
3. Как изображаются на чертежах пружины?
4. В каком месте чертежа детали записывают технические требования?
5. Какие размеры называются справочными?
6. Какие чертежи называются эскизами?
7. Как изображается линия сгиба?

## Г Л А В А 4 3

### РАЗЪЕМНЫЕ И НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Все существующие соединения деталей можно разделить на разъемные и неразъемные.

Разборка неразъемных соединений может быть осуществлена только такими средствами, которые приводят к частичному разрушению деталей, входящих в соединении.

К неразъемным соединениям относятся: клепаные, сварные, полученные пайкой, склеиванием, шшиванием, а также соединения, полученные путем запрессовки деталей с натягом. На чертежах используют условные изображения швов сварных соединений по ГОСТ 2.312—72 и соединений, получаемых клепкой, пайкой, склеиванием, шшиванием и т.д., по ГОСТ 2.313—82.

Разъемное соединение позволяет многократно выполнять его разборку и последующую сборку, при этом целостность деталей, входящих в соединение, не нарушается.

К неразъемным соединениям относятся: резьбовые соединения с помощью штифтов, клиньев и

шпонок, а также зубчатые (шлицевые) соединения.

#### § 1. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Помимо резьбовых соединений, осуществляемых с помощью стандартных крепежных деталей (болтов, шпилек и винтов), находят широкое применение резьбовые соединения, в которых резьба выполняется непосредственно на деталях, входящих в соединении. Это соединение осуществляется навинчиванием одной детали на другую.

На рис. 379 представлено соединение трубы 1 со штуцером 2, осуществляемое с помощью накидной гайки 3 и втулки 4, прижимающей коническую развальцованную часть трубы к штуцеру.

#### § 2. СОЕДИНЕНИЕ КЛИНОМ

Соединение клином применяется в случаях необходимости быстрой разборки и сборки сое-

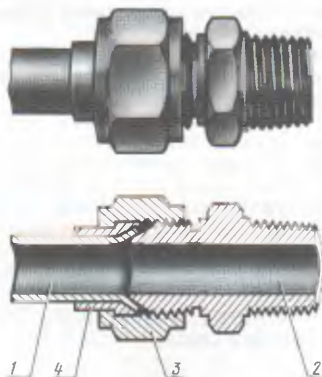


РИС. 379

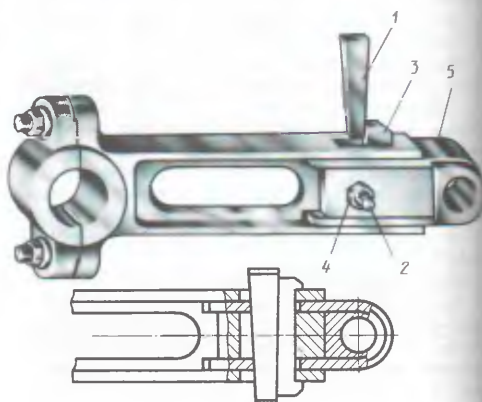


РИС. 380