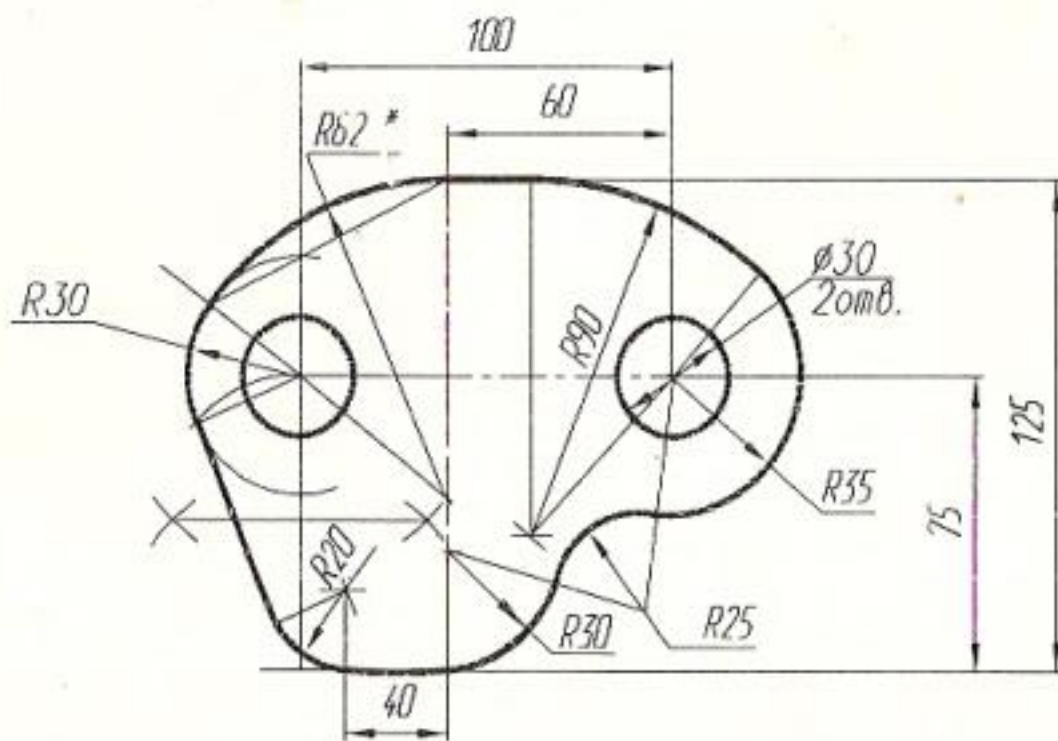


Ермакова В.А., Некрасова О.И., Андреев В.А., Бодрышев В.В.,  
Кожухова Е.А., Леонова С.А., Сухарева Л.А.

## ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ





УДК 744(075)

Авторы: Ермакова В.А., Некрасова О.И., Андреев В.А.; Бодрышев В.В., Кожухова Е.А., Леонова С.А., Сухарева Л.А.

Общие правила выполнения чертежей и геометрические построения: Методические указания к работе 1 /Авторы: Ермакова В.А., Некрасова О.И., Андреев В.А., Бодрышев В.В., Кожухова Е.А., Леонова С.А., Сухарева Л.А. – Москва, 2000 г. - 32 с.: ил.

В методических указаниях рассматриваются правила выполнения и оформления чертежей. Даны практические рекомендации по выполнению сопряжений плоских линий, окружностей и прямых.

Методические указания предназначены для студентов первого курса всех факультетов.

Рецензенты: Кафедра начертательной геометрии и графики РГО-ТУПС, Коржов Н.П.

ISBN5-93755-003-3

© Московский авиационный институт, 2000

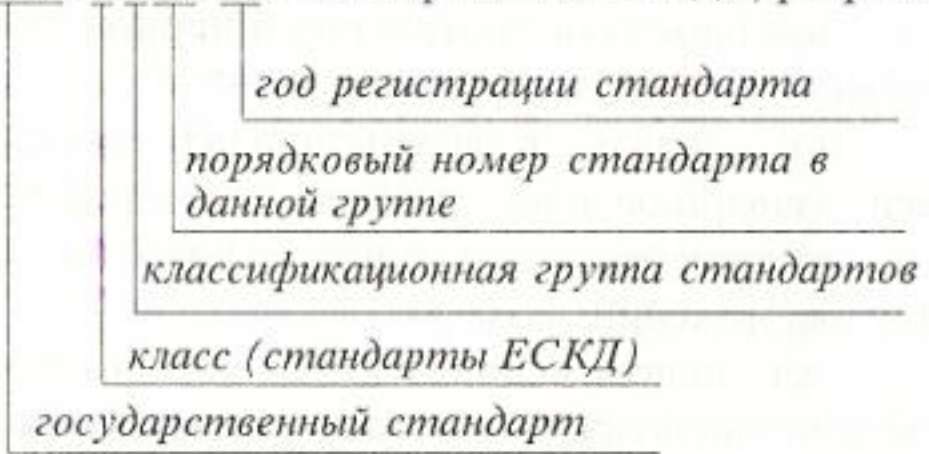
Редактор В.А. Ермакова  
Подготовка оригинал-макета В.В. Бодрышев  
Сдано в набор 24.07.2000. Подписано в печать 9.08. 2000.  
Бум. офсетная. Формат 60x84 1/16. Гарнитура Times.  
Печ. л. 2,0. Тираж 1000 экз.  
ЛР. №066129 от 9.09.98 г.  
Отпечатано в типографии ИЦ «Техинпресс»

Инженерная графика является одной из дисциплин, которые составляют основу общей инженерной подготовки современного специалиста.

В инженерной графике изучают правила выполнения, оформления и чтения различных конструкторских документов.

Чертежи, как один из видов конструкторской документации, выполняются и оформляются в соответствии с правилами, изложенными в комплексе государственных стандартов, объединенных в единую систему конструкторской документации (ЕСКД).

Обозначение стандартов ЕСКД строится по классификационному принципу. Например, ГОСТ 2.305-68 – Изображения – виды, разрезы, сечения.



В первых работах изучаются преимущественно стандарты классификационной группы «3» – «Общие правила выполнения чертежей».

1. ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ, СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ РАБОТЫ

Темы работы: 1. Общие правила выполнения чертежей. 2. Геометрические построения.

Цель работы:

- изучить общие правила выполнения и оформления чертежей;
- изучить основы геометрических построений, необходимых при конструировании формы деталей;
- освоить приемы работы с чертежными инструментами и принадлежностями;
- приобрести навыки в вычерчивании линий, написании букв и цифр;
- освоить приемы работы со справочной литературой.



Содержание работы:

- построение очертания изображения детали;
- нанесение необходимых размеров;
- выполнение требуемых надписей.

Пример работы представлен на рис. 1.

Последовательность выполнения работы:

- изучить перечисленные ниже стандарты (см. п.2);
- изучить по [7,8,9], а также по настоящим методическим указаниям комплекс вопросов, связанных с выполнением геометрических построений, в частности, с построением сопряжений;
  - ознакомиться с заданием, наметить последовательность построения отдельных участков очертания изображения предмета;
  - проработать построения в черновом варианте (на черновике размеры и надписи не наносятся);
  - подготовить для работы лист чертежной бумаги; начертить по размерам внешнюю и внутреннюю рамки формата;
  - нанести основную надпись и дополнительную графу (см. п. 2.1 об их расположении, размерах);
  - установить, используя черновик, в каком месте поля чертежа будет выполнено изображение; при этом необходимо предусмотреть место для нанесения размеров, обозначений, надписей, а также учесть, что поле чертежа должно быть заполнено равномерно;
  - выполнить все необходимые построения в тонких линиях;
  - вычертить выносные и размерные линии и, сделав сетку для цифр и знаков, нанести размерные числа;
  - выполнить в тонких линиях необходимые надписи и обозначения на поле чертежа, в основной надписи и дополнительной графе; поставить в графе «разработал» основной надписи подпись и указать дату выполнения работы;
  - предъявить преподавателю выполненный в тонких линиях лист на первую подпись;
  - обвести чертеж, предъявить его на проверку, доработать и получить вторую подпись.

*Примечание: все работы должны быть сохранены до конца семестра и предъявлены на зачете.*

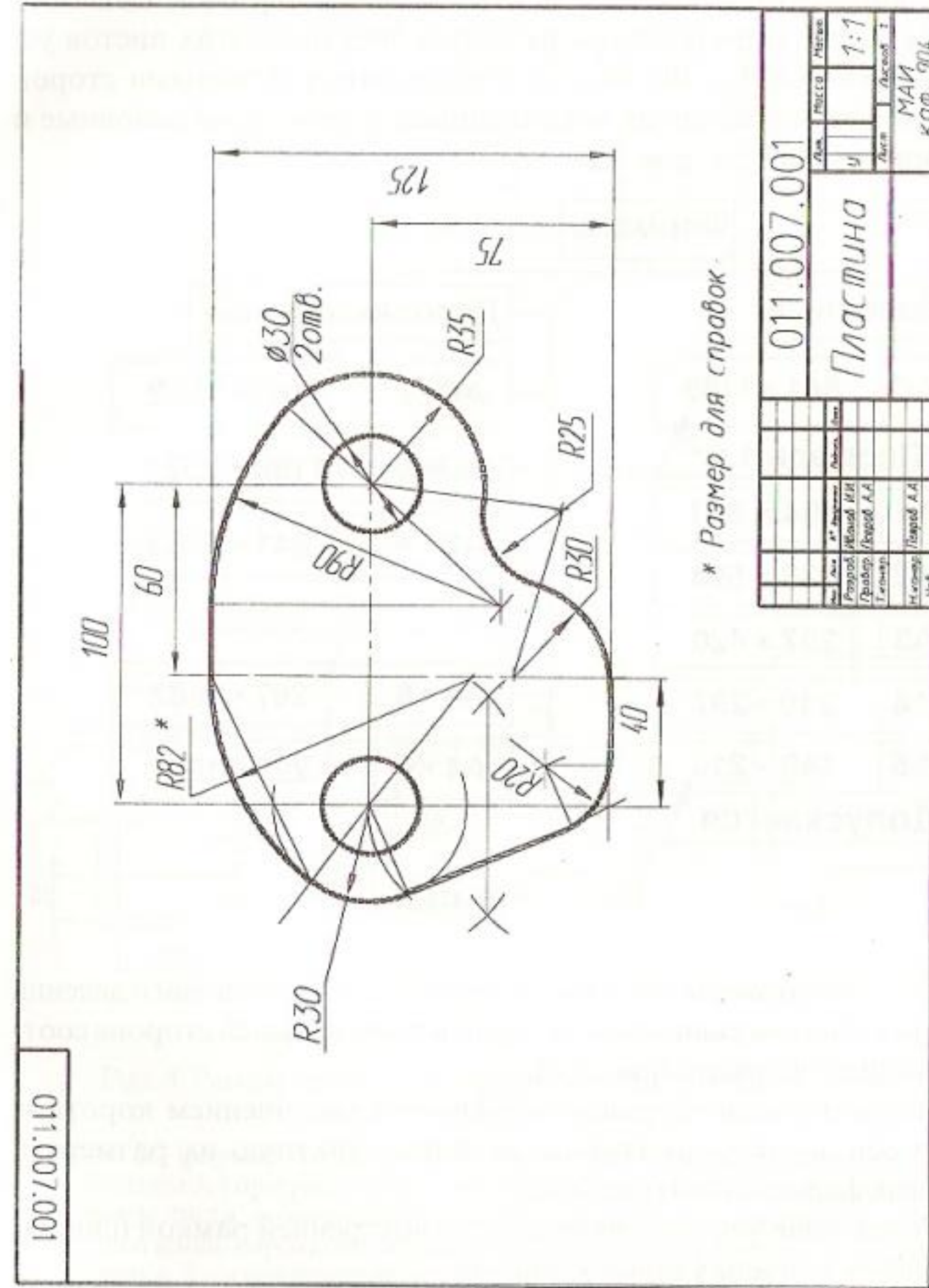


Рис. 1. Пример выполнения задачи серии А



## 2. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

### 2.1. ФОРМАТЫ. ОСНОВНЫЕ НАДПИСИ

Все конструкторские документы, включая чертежи, выполняются на листах определенных размеров. Форматы этих листов устанавливает ГОСТ 2.301-68, они определяются размерами сторон внешней рамки (сплошная тонкая линия) и делятся на основные и дополнительные (см. рис. 2).

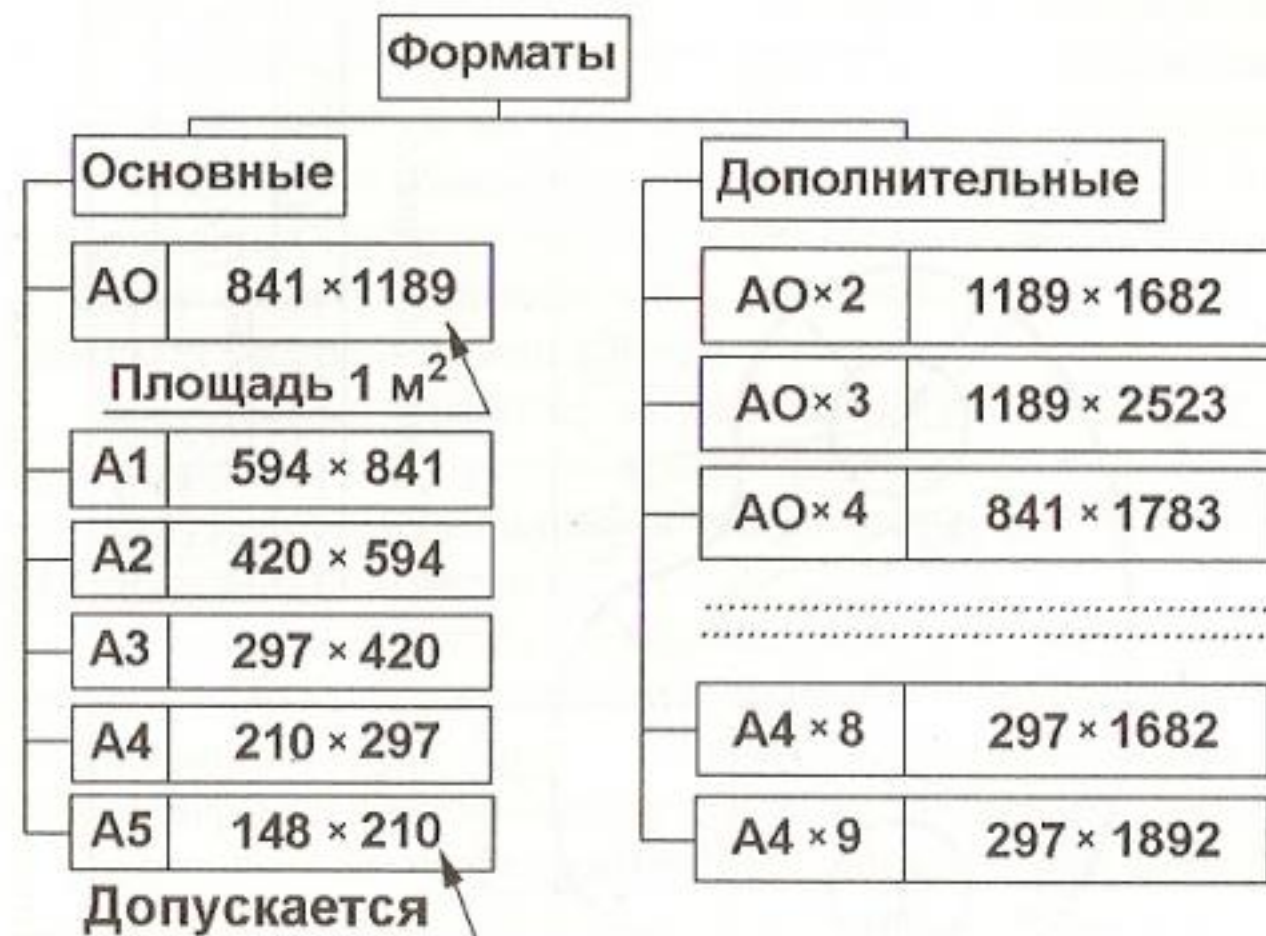


Рис. 2. Форматы

Основные форматы образуются путем последовательного деления формата A0 на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата (рис. 3, а).

Дополнительные форматы образуются увеличением коротких сторон основных форматов на величину кратную их размерам, например, формат A4×4 (рис. 3, б).

Рабочее поле чертежа определяется внутренней рамкой (сплошная толстая основная линия) (рис. 4).

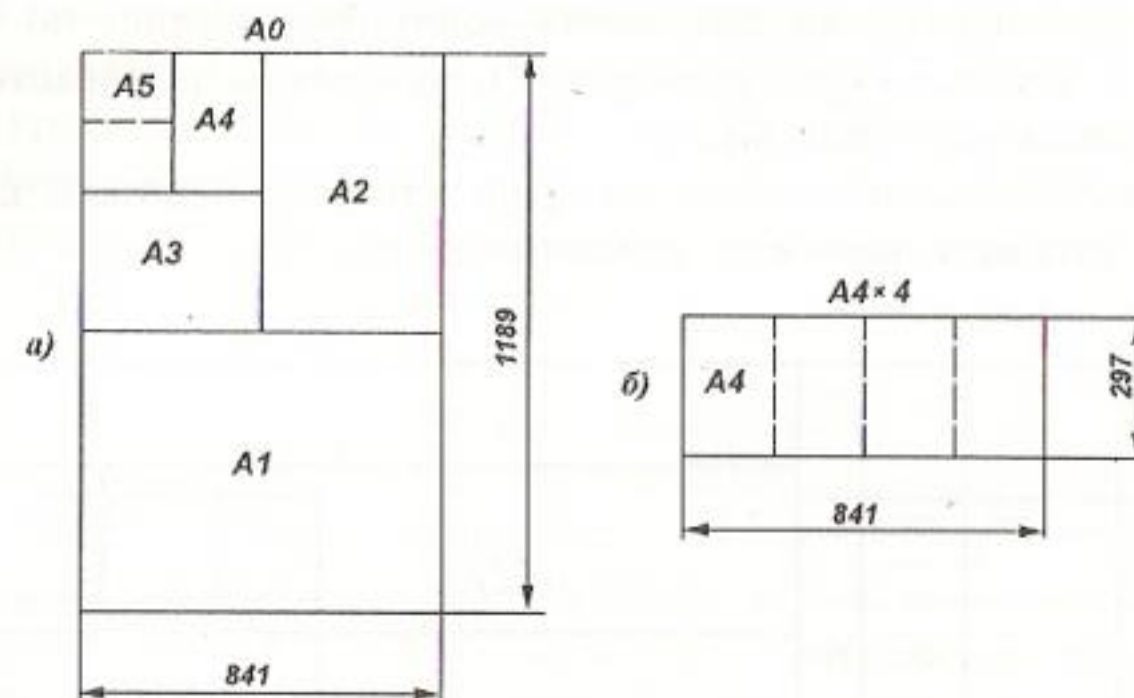


Рис. 3. Основные (а) и дополнительные (б) форматы

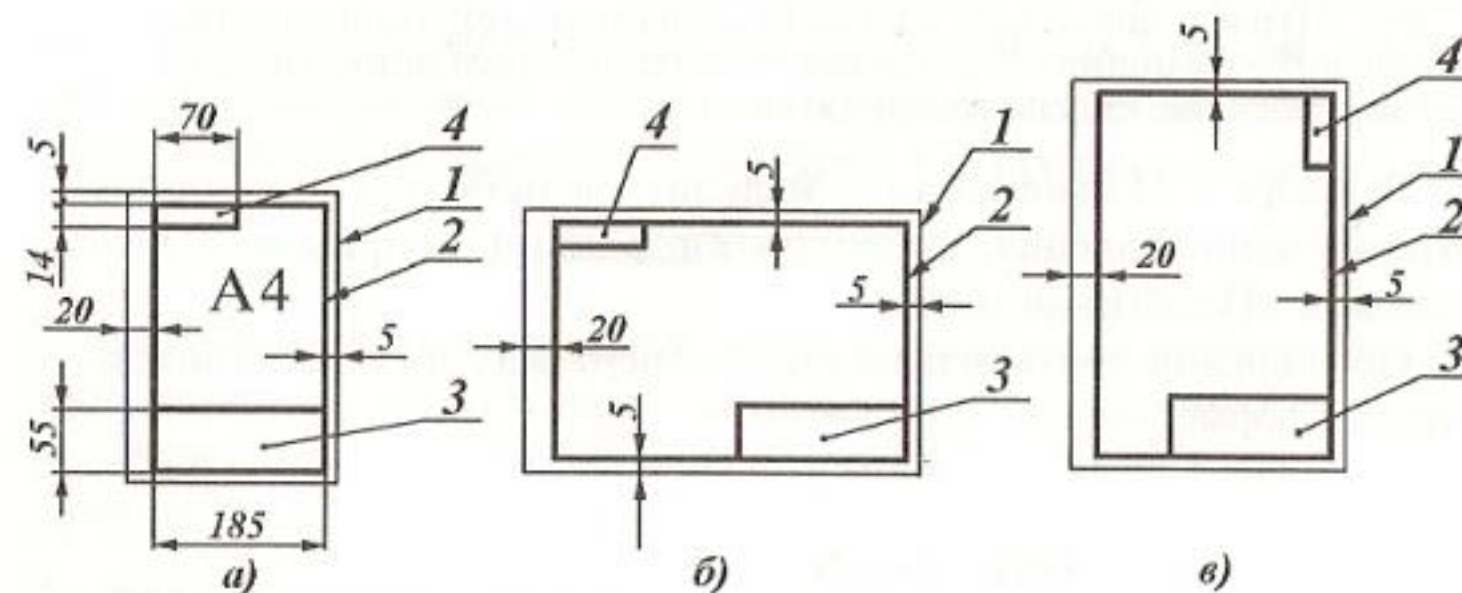


Рис. 4. Расположение основной надписи и дополнительной графы на формате:

а - формат A4 (располагается только вертикально); б - формат больше A4 при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа; в - формат больше A4 при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа; 1 - внешняя рамка; 2 - внутренняя рамка; 3 - основная надпись; 4 - дополнительная графа



Каждый чертеж должен иметь основную надпись по форме 1 (штамп 1 имеется в препараторской), которая располагается в правом нижнем углу (рис. 4).

Расположение и содержание граф основной надписи, заполняемых на учебных чертежах, показано на рис. 5.

						(2)				
							Лист	Масштаб		
Разраб.						(1)	(6)			(3)
Провер.							Лист (4)	Листов (5)		
Т.контр.										
	(7)	(8)	(9)							(10)
И.контр.										
Удв.										

Рис. 5. Расположение и содержание граф основной надписи:

1 - наименование изделия; 2 - обозначение документа; 3 - масштаб; 4 - порядковый номер листа (графу не заполняют на документах выполненных на одном листе); 5 - общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе); 6 - литера документа; 7 - фамилии; 8 - подписи; 9 - дата подписи документа; 10 - наименование, индекс предприятия

В графе «Наименование изделия» в работе 1 указывают наименование изделия, указанного в задании, например: «Прокладка», «Пластина» и т.п.

Обозначение документа на учебных чертежах образуется по следующей форме:

061.024.001  
 номер задачи  
 номер варианта задания  
 номер работы  
 номер факультета

В рассматриваемой работе:

- В графе «Масштаб» указывают 1:1 (см. п. 2.2).
- Графу «Лист» не заполняют.

– В графе «Листов» указывают общее количество листов данного чертежа – 1.

– В графе «Литера» в первой колонке на учебном чертеже записывают букву «У».

– В графе «Разработал» указывается фамилия студента.

– В графах «Проверил» и «Утвердил» указывают фамилию преподавателя.

Все графы, кроме подписей и дат, заполняются стандартным шрифтом (о начертании букв и цифр, о размерах шрифтов, которые применяют для выполнения всех надписей, см. п. 2.4).

Если чертеж занимает два или более листов, то на первом листе основную надпись выполняют по форме 1, а на последующих листах допускается форма 2а (см. [10, разд. II.6]).

На чертежах наносят различные дополнительные графы (на учебном чертеже – только дополнительную графу 4, положение и размеры которой показаны на рис. 4). В этой дополнительной графе записывают обозначение чертежа, повернутое на 180° для формата А4 (рис. 4, а) и для форматов, больших А4, основная надпись на которых расположена вдоль длинной стороны листа (рис. 1 и 4, б). На форматах, больших А4, при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа обозначение должно быть повернуто на 90° (рис. 4, в) против часовой стрелки.

## 2.2. МАСШТАБЫ

Изображения на чертежах могут выполняться как в натуральную величину, так и с уменьшением или с увеличением.

Величины масштабов устанавливает ГОСТ 2.302-68. Различают следующие типы масштабов:

- натуральный масштаб: 1 : 1;
- масштабы увеличения: 2 : 1; 2,5 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1 и др.;
- масштабы уменьшения: 1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 4; 1 : 5; 1 : 10 и др.

Масштаб указывают в основной надписи в графе «Масштаб» по типу 1 : 1, 2 : 1, 1 : 2 и т.п.



### 2.3. ЛИНИИ

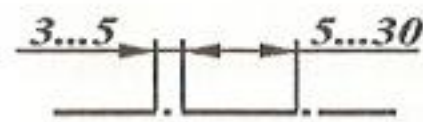
ГОСТ 2.303-68 устанавливает начертания, толщины и основные назначения 9 типов линий, применяемых на чертежах. В рассматриваемой задаче серии А – три или четыре типа линий:



**Сплошная толстая основная линия.** Толщина  $s \approx 0,5 \dots 1,4$  мм (на учебных чертежах рекомендуется  $s \approx 0,8 \dots 1$  мм); назначение: линии видимого контура; линии перехода видимые; линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза); внутренняя рамка чертежа.



**Сплошная тонкая линия.** Толщина от  $s/3$  до  $s/2$ ; назначение: линии контура наложенного сечения; линии размерные и выносные; линии штриховки; линии – выноски; полки линии – выносок и подчеркивание надписей; линии для изображения пограничных деталей («обстановка»); линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях; линии перехода воображаемые; линии построения характерных точек при специальных построениях, внешняя рамка чертежа.



**Штрихпунктирная тонкая линия.** Толщина от  $s/3$  до  $s/2$ ; назначение: линии осевые и центровые; линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений.



**Сплошная волнистая линия** (применяется в ряде заданий). Толщина линии от  $s/3$  до  $s/2$ ; назначение: линии обрыва; линии разграничения вида и разреза.

Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами (см. рис. 1). Штрихпунктирную линию, применяемую в качестве центровой линии окружности с диаметром менее 12 мм, рекомендуется заменять сплошной тонкой линией. Штрихи (также промежутки между ними) должны быть приблизительно одинаковой длины.

### 2.4. ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ

ГОСТ 2.304-81 устанавливает термины, определения, типы, размеры шрифта, начертания букв, цифр и знаков.

Размер шрифта  $h$  определяется высотой прописных букв в миллиметрах. Высота цифр для шрифта данного размера равна высоте прописных букв (рис. 6), она измеряется перпендикулярно основанию строки.

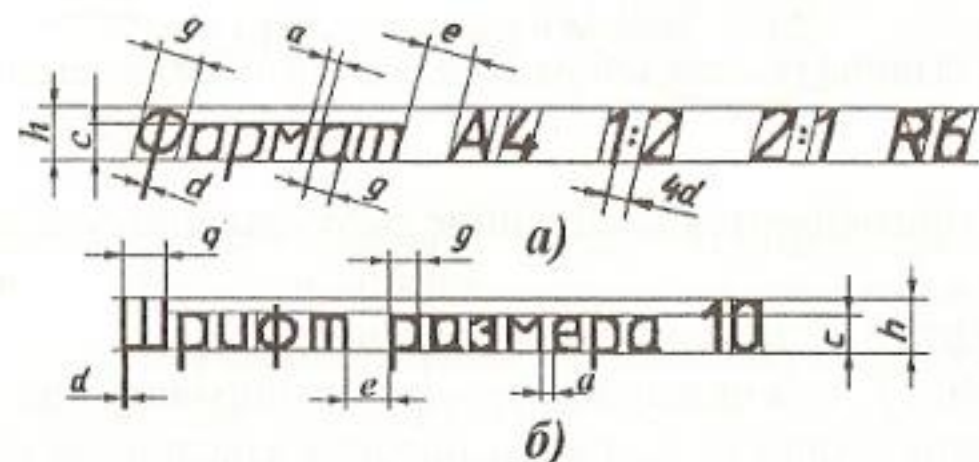


Рис. 6. Примеры надписи:  
а – буквы и цифры с наклоном;  
б – буквы и цифры без наклона

Устанавливаются следующие размеры шрифта: 1,8 (применение не рекомендуется); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 40.

Высота  $c$  строчных букв, ширина букв и цифр  $q$ , а также толщина линий шрифта  $d$  измеряются, как показано на рис. 6.

При написании букв и цифр может использоваться вспомогательная сетка, шаг которой равен толщине шрифта  $d$  (рис. 7).

Стандарт устанавливает следующие типы шрифта:

- тип А без наклона ( $d = h/14$ );
- тип А с наклоном около  $75^\circ$  ( $d = h/14$ );
- тип Б без наклона ( $d = h/10$ );
- тип Б с наклоном около  $75^\circ$  ( $d = h/10$ ).

На учебных чертежах рекомендуется использовать шрифт типа Б с наклоном (для размерных чисел, для всех надписей, кроме обозначения документа) и шрифт типа Б без наклона только для обозначения документов в основной надписи и дополнительной графе.



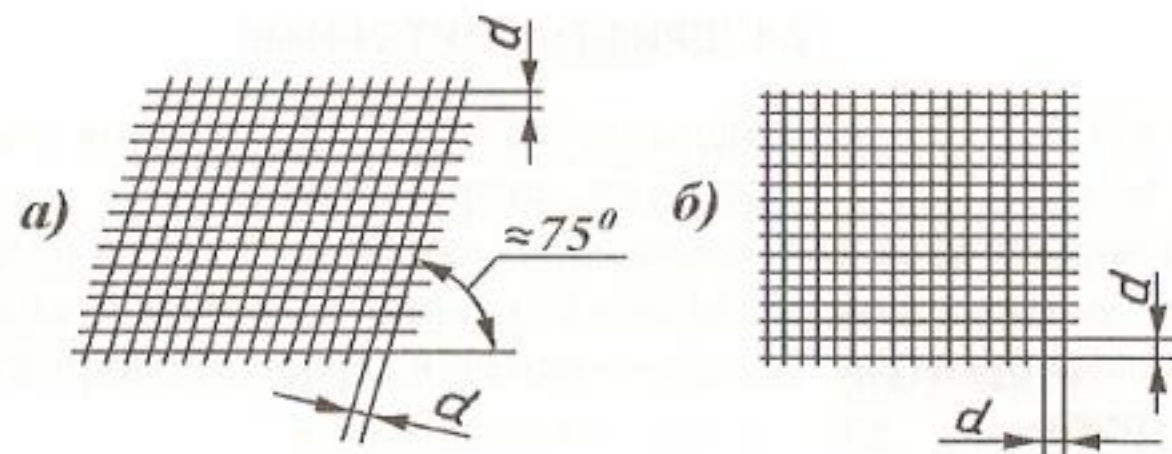


Рис. 7. Вспомогательная сетка:  
а - для шрифта с наклоном; б - для шрифта без наклона

В работе 1 применяются следующие размеры шрифта типа Б с наклоном:

- размер шрифта 5 – для цифр размерных чисел;
- размер шрифта 7 – для надписи «Размеры для справок» (см. п. 2.5.3);
- размер шрифта 10 (или 7) – для наименования изделия (см. п. 2.1.).

Для обозначения документа применяется шрифт типа Б без наклона размера 10 в основной надписи и размера 7 в дополнительной графе. Начертание букв и цифр показано в приложении 1.

## 2.5. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Величины изображенных на чертежах изделий задают, как правило, размерными числами, которые не зависят от масштаба изображения. Рассмотрим некоторые правила нанесения размеров, установленные ГОСТ 2.307–68.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями.

### 2.5.1. Размерные и выносные линии

При указании размера отрезка прямой размерную линию проводят параллельно отрезку, а выносные линии – перпендикулярно ему (рис. 8). В случае, показанном на рис. 8, размерная, выносные линии и отрезок образуют параллелограмм (размер 22).

При нанесении размера угла размерная линия является дугой окружности с центром в вершине угла, выносные линии проводят радиально (рис. 9).

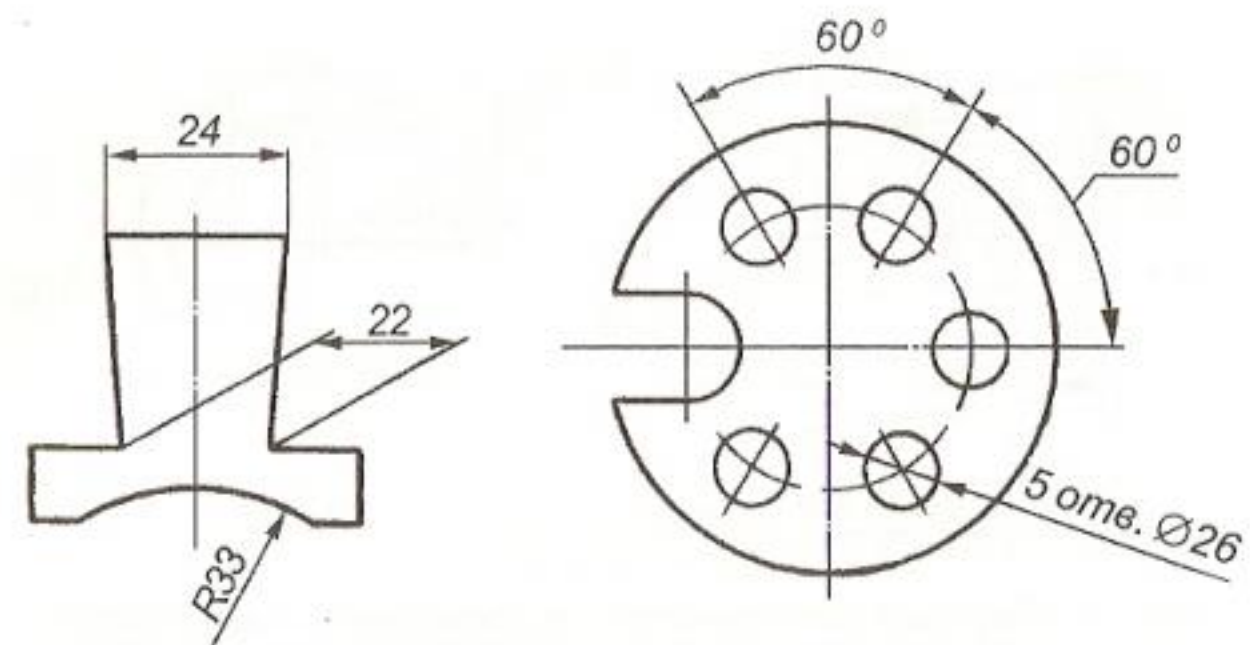


Рис. 8. Примеры нанесения размеров отрезков и радиуса

Рис. 9. Примеры нанесения размеров углов и отверстий

При нанесении размера радиуса дуги окружности размерную линию проводят, как правило, из ее центра, радиально; перед размерным числом помещают прописную букву *R* (см. рис. 1 и 8).

При нанесении размера диаметра перед размерным числом становится знак  $\varnothing$  (о начертании знака см. приложение 1).

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Требуется избегать пересечения размерных и выносных линий.

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

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной линией и линией контура – 10 мм.

### 2.5.2. Размерные стрелки

Размерную линию с обоих концов в общих случаях ограничивают стрелками. Их начертание показано на рис. 10. Для учебных чертежей рекомендуются стрелки, изображенные на рис. 10, в.

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то их наносят на продолжениях размерных линий, как показано на рис. 11, а.



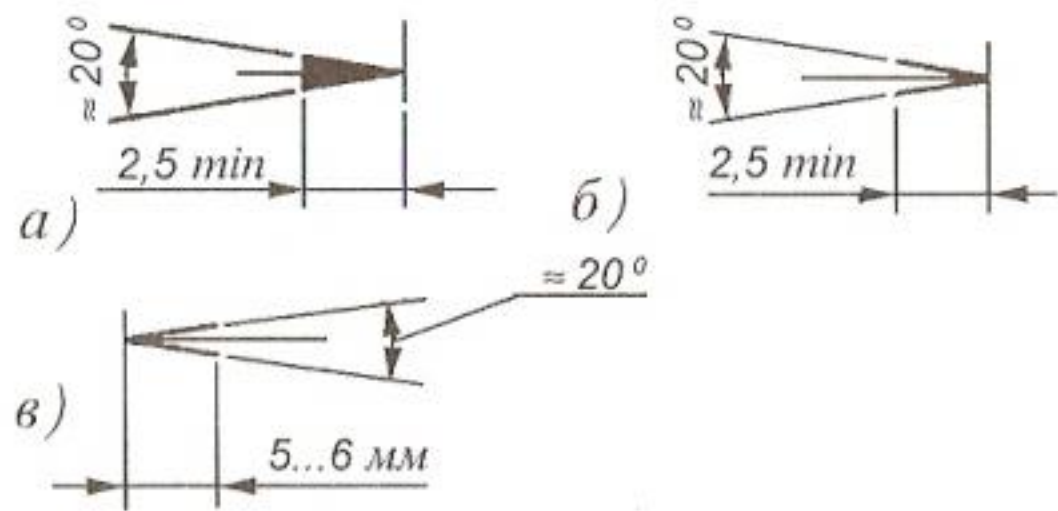


Рис. 10. Формы и размеры стрелок, рекомендуемые стандартом (а и б); рекомендуемые для учебных чертежей (в)

Если размерные линии расположены цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом  $45^\circ$  к размерным линиям (рис. 11, б), или точками (рис. 11, в).

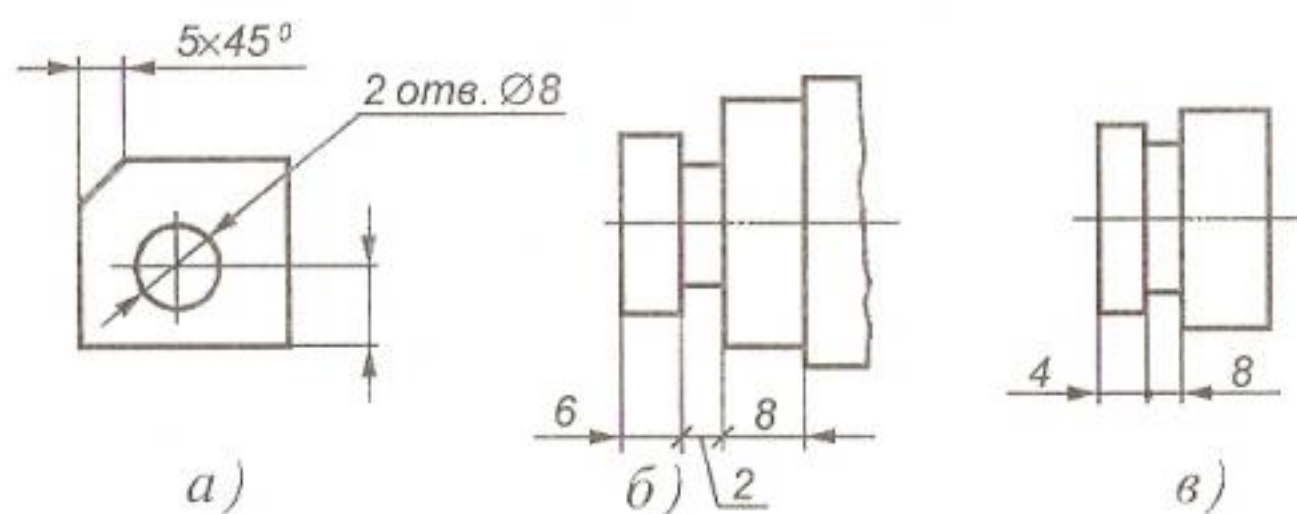


Рис. 11. Примеры нанесения стрелок при недостаточной длине размерной линии (а) и нанесение размеров цепочкой (б и в)

При недостатке места для стрелки из-за близко расположенных контурной или выносной линий, их допускается прерывать (рис. 12).

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

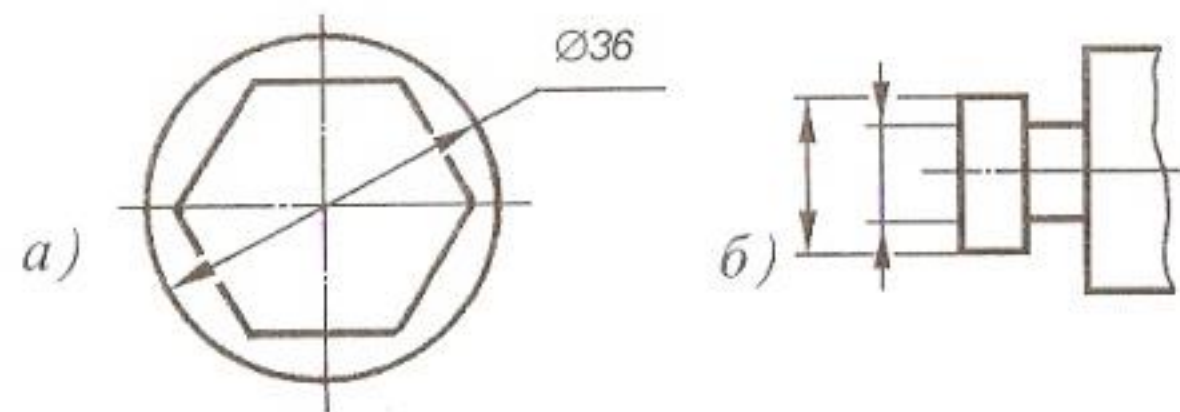


Рис. 12. Примеры прерывания основной (а) и выносной (б) линий для стрелки

### 2.5.3. Нанесение размерных чисел

Линейные размеры указывают в миллиметрах (без обозначения единицы измерения (см. рис. 1)).

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например,  $75^\circ 15' 30''$ .

Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине.

При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий (рис. 13).

Если размерные линии расположены параллельно или концентрично на небольших расстояниях друг от друга, то размерные числа над ними рекомендуется наносить в шахматном порядке (рис. 14).

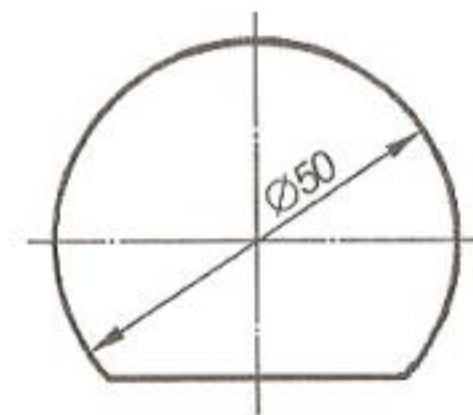


Рис. 13. Пример нанесения диаметра окружности

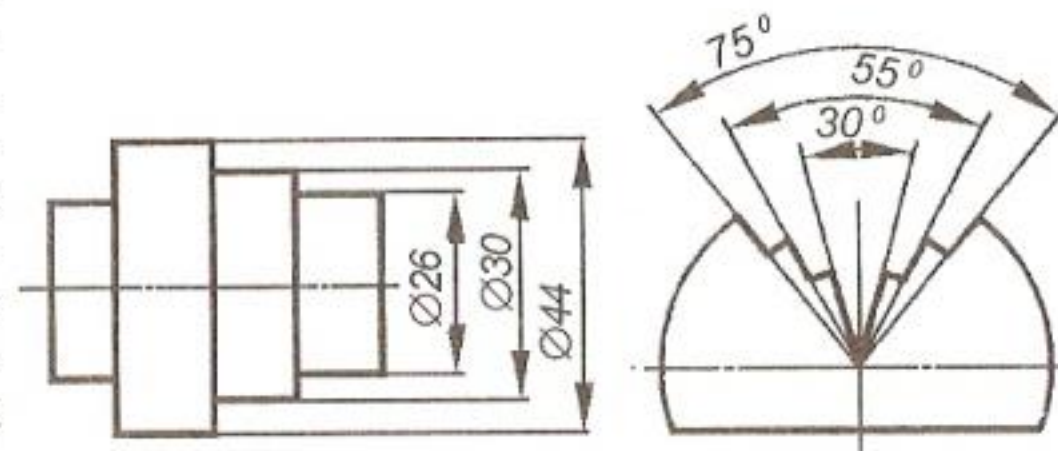


Рис. 14. Примеры нанесения размеров при параллельном и концентричном расположении размерных линий



Размерные числа линейных и угловых размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рис. 15. В заштрихованной зоне размерные числа помещают на полках линий-выносок.

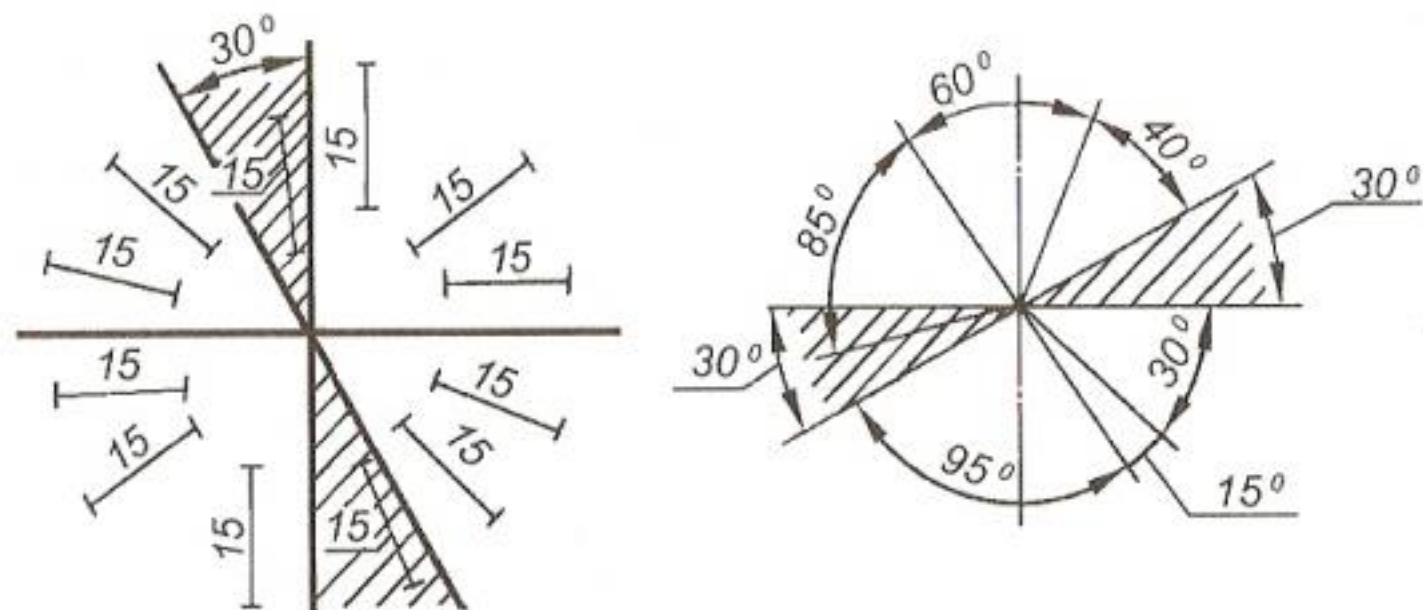


Рис. 15. Примеры нанесения размерных чисел при различных наклонах размерных линий

Если места для нанесения размерного числа над размерной линией недостаточно, его наносят, как показано на рис. 16.

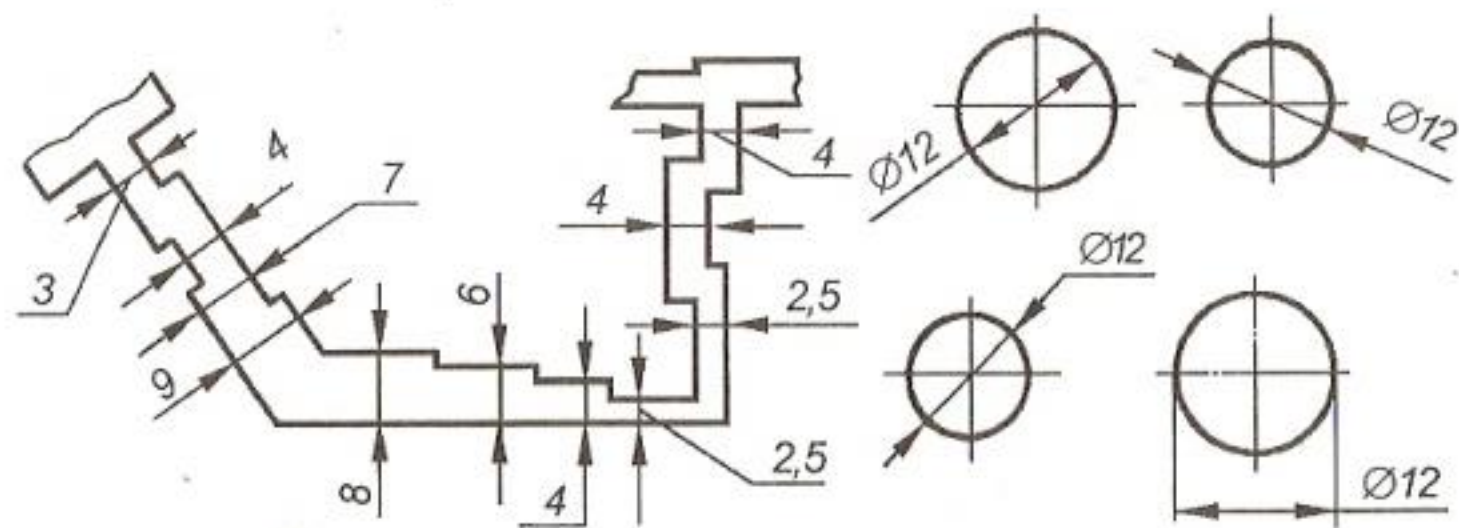


Рис. 16. Примеры нанесения размерных чисел при недостатке места над размерной линией

Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими-либо линиями чертежа. В местах нанесения размерного чис-

ла осевые, центровые линии и линии штриховки прерываются (рис. 17). Линию контура прерывать нельзя.

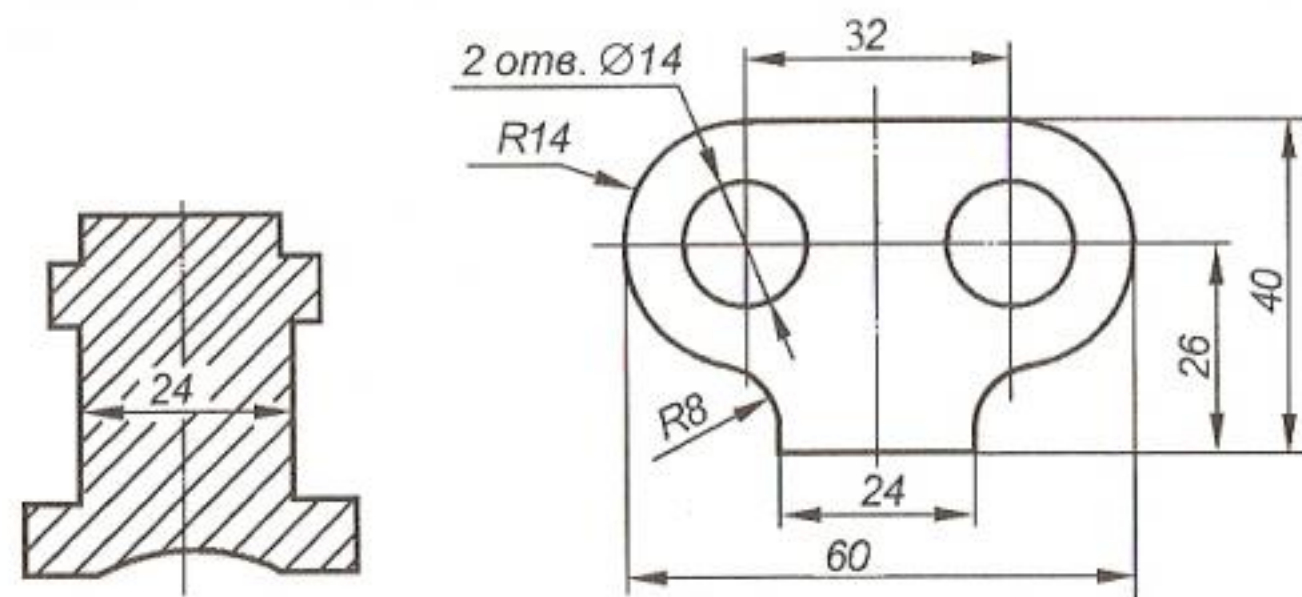


Рис. 17. Прерывание осевой линии и линий штриховки в месте нанесения размерного числа

Рис. 18. Нанесение размеров симметрично расположенных элементов

Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия, за исключением отверстий, наносят один раз без указания количества, группируя их, как правило, в одном месте (рис. 18).

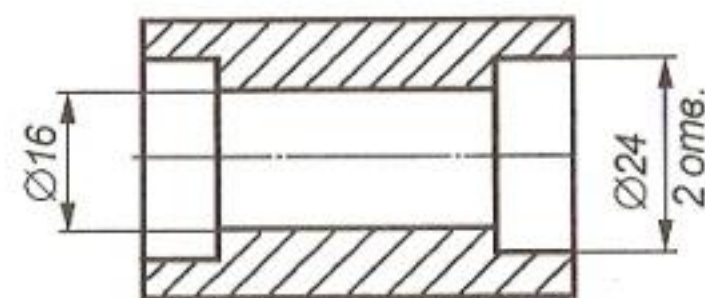


Рис. 19. Нанесение размеров отверстий

Размеры одинаковых отверстий наносят только один раз (см. рис. 9, 18 и 19), указывая их количество.

Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для удобства пользования чертежом, называют справочными.

Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «\*» (звездочка), при этом в технических требованиях записывают «\* Размеры для справок». Это указание помещают над основной надписью на расстоянии не менее 10 мм (рис. 1).

На учебных чертежах надпись «\* Размеры для справок» выполняют шрифтом размера 7; звездочка при этом имеет высоту 3 мм.



### 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

В работе требуется построить изображение детали, контур которой очерчен отрезками прямых и дуг окружностей. Чаще всего эти линии плавно (т.е. без точек излома) переходят одна в другую. Такие плавные переходы называются сопряжениями линий, а точки перехода – точками сопряжений. Сопряжения выполняются на основе свойств прямых, касательных к окружностям, или касающихся между собой окружностей.

#### 3.1. СОПРЯЖЕНИЕ (КАСАНИЕ) ПРЯМОЙ И ОКРУЖНОСТИ

При построении сопряжения прямой и окружности используется известный признак касания этих линий: прямая, касательная к окружности, составляет прямой угол с радиусом, проведенным в точку касания (см. рис. 20).

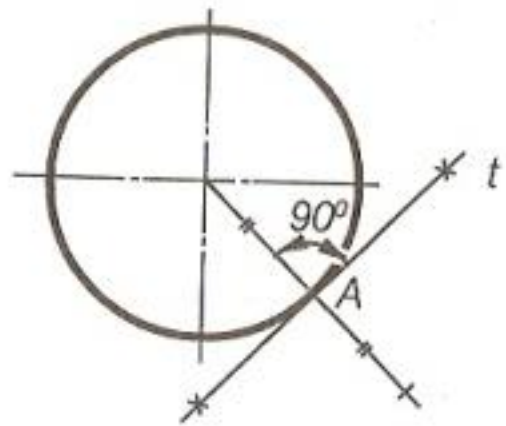


Рис. 20. Касание окружности и прямой

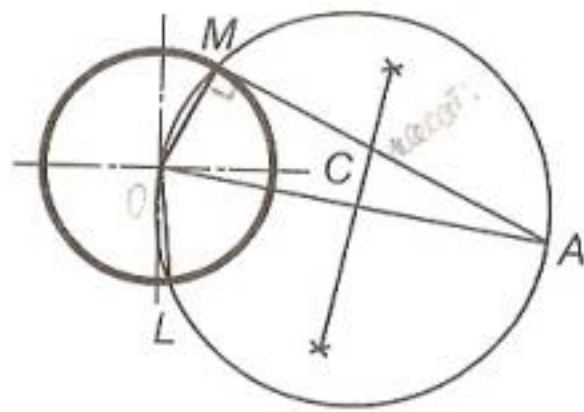


Рис. 21. Построение касательной прямой к окружности

##### 3.1.1. Построение касательной к окружности

Для проведения касательной к окружности через точку, лежащую вне окружности, необходимо:

- соединить заданную точку  $A$  (рис. 21) с центром окружности  $O$ ;
- отрезок  $AO$  разделить пополам и провести вспомогательную окружность радиуса  $CO$  (или  $CA$ );
- точку  $M$  (или  $L$  – задача имеет два решения) соединить с точкой  $A$ ; линия  $AM$  (или  $AL$ ) является касательной к заданной окружности.

Рисунок 20 иллюстрирует также один из способов точного графического построения двух перпендикулярных прямых (касательной и радиуса).

##### 3.1.2. Построение прямой, касательной к двум окружностям

При внешнем касании (рис. 22) (обе окружности лежат по одну сторону от прямой):

- через центр  $O_1$  большей окружности  $k_1$  проводим вспомогательную окружность  $v$  радиуса  $R_1 - R$ ;
  - строим касательную к этой окружности из точки  $O$  (см. 3.1);
  - точку  $M$  соединяем с центром  $O_1$  и продолжаем эту линию до пересечения в точке  $A$  с окружностью  $k_1$ ;
  - через точку  $O$  проводим радиус, параллельный линии  $AO_1$ ;
  - через точки  $A$  и  $C$  проводим касательную  $t_1$ .
- Заметим, что задача имеет два решения.

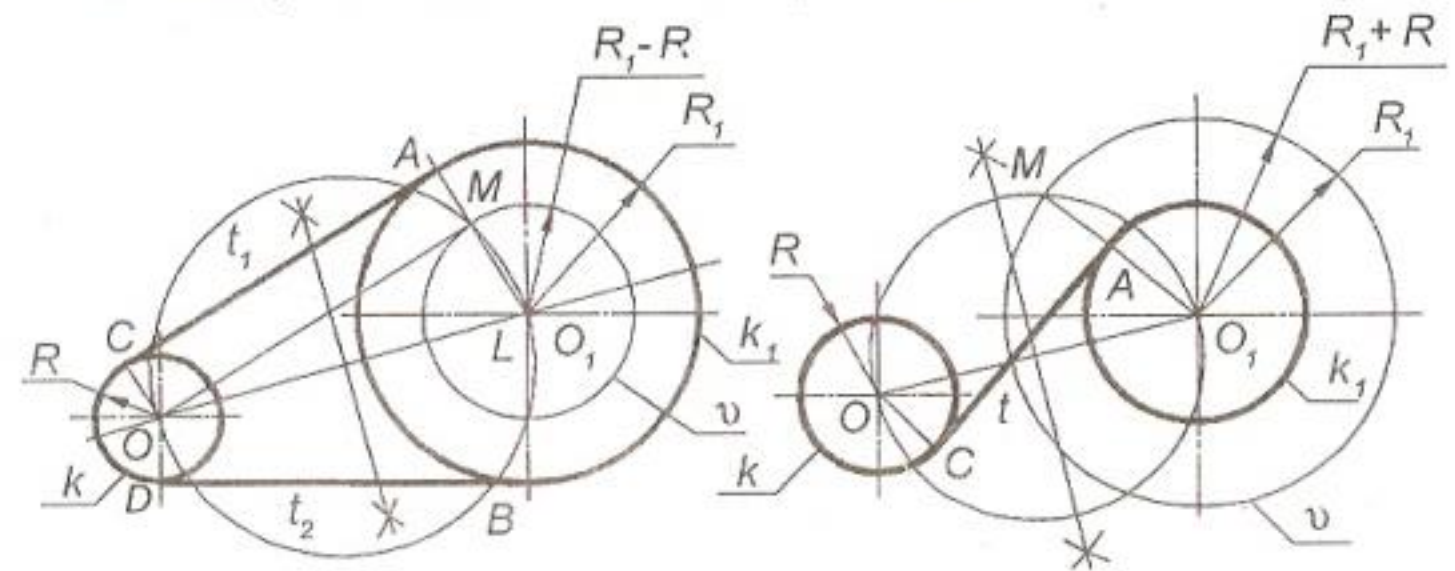


Рис. 22. Построение внешней касательной к двум окружностям

Рис. 23. Построение внутренней касательной к двум окружностям

Внутреннее касание двух окружностей (рис. 23) (окружности лежат по разные стороны от прямой) выполняется по аналогии с внешним касанием с той лишь разницей, что через центр  $O_1$  большей окружности проводится вспомогательная окружность радиуса  $R_1 + R$ .

##### 3.1.3. Сопряжение пересекающихся прямых дуг окружности заданного радиуса

Построение (рис. 24) сводится к проведению окружности радиуса  $R$ , касающейся одновременно обеих заданных линий. Для нахождения центра этой окружности проводим две вспомогательные прямые, параллельные заданным, на расстоянии  $R$  от каждой из



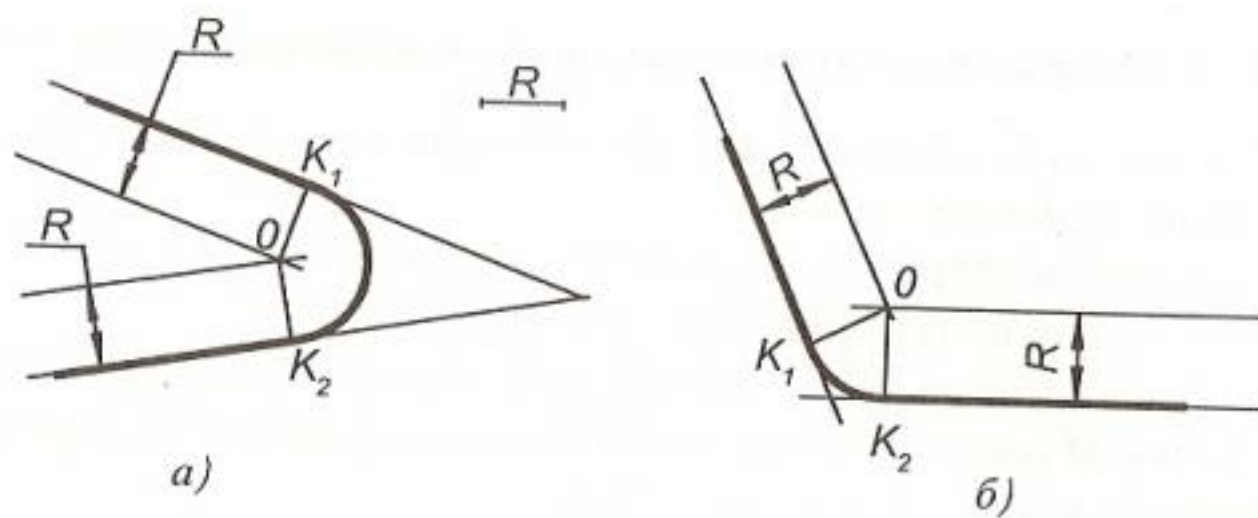


Рис. 24. Сопряжение пересекающихся прямых дугой окружности

Точка пересечения этих прямых является центром  $O$  дуги сопряжения. Перпендикуляры, опущенные из центра  $O$  на заданные прямые, определяют точки сопряжения (касания)  $K_1$  и  $K_2$ .

### 3.1.4. Сопряжение окружности и прямой дугой окружности заданного радиуса

Рисунок 25 иллюстрирует примеры построения сопряжений окружности и прямой дугой заданного радиуса  $R$ .

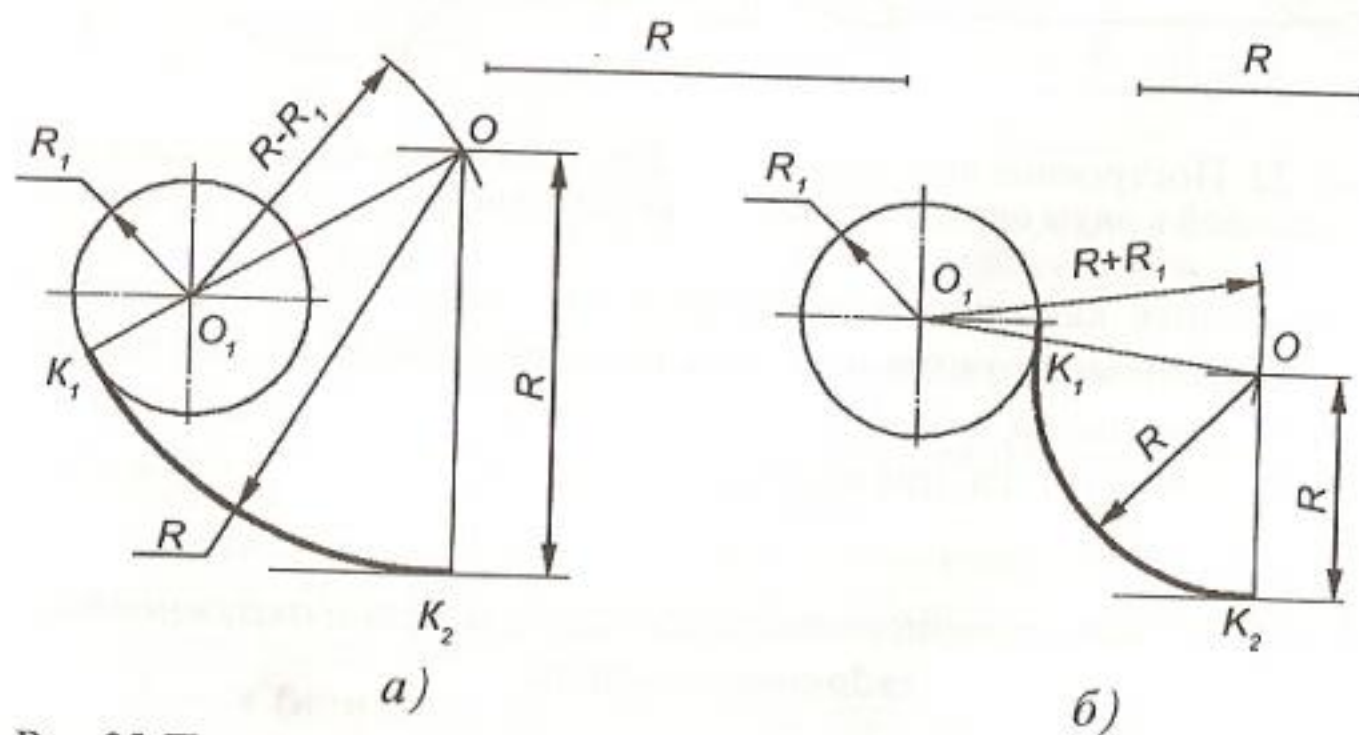


Рис. 25. Построение сопряжения окружности и прямой дугой заданного радиуса  $R$

## 3.2. СОПРЯЖЕНИЕ (КАСАНИЕ) ОКРУЖНОСТЕЙ

Различают внешнее (рис. 26, а) и внутреннее (рис. 26, б) касание окружностей.

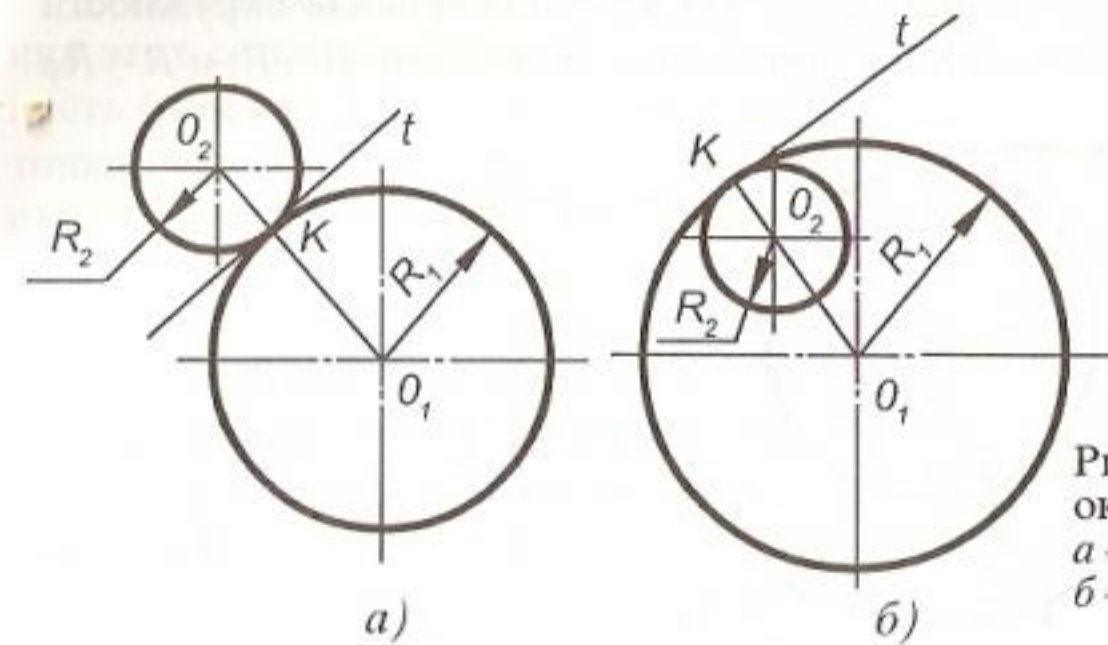


Рис. 26 Касание двух окружностей:  
а – внешнее;  
б – внутреннее

Основные свойства:

1. Точка касания  $K$  лежит на линии, соединяющей центры касающихся окружностей (линии центров).

2. Расстояние  $|O_1 O_2|$  между центрами касающихся окружностей при внешнем касании:  $|O_1 O_2| = R_1 + R_2$ ; при внутреннем:  $|O_1 O_2| = R_1 - R_2$ .

### 3.2.1. Сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса

Построение сопряжения двух окружностей дугой заданного радиуса основывается на основных свойствах, изложенных в п.п. 3.2.

При внешнем касании (рис. 27) из центров  $O_1$  и  $O_2$  проводят

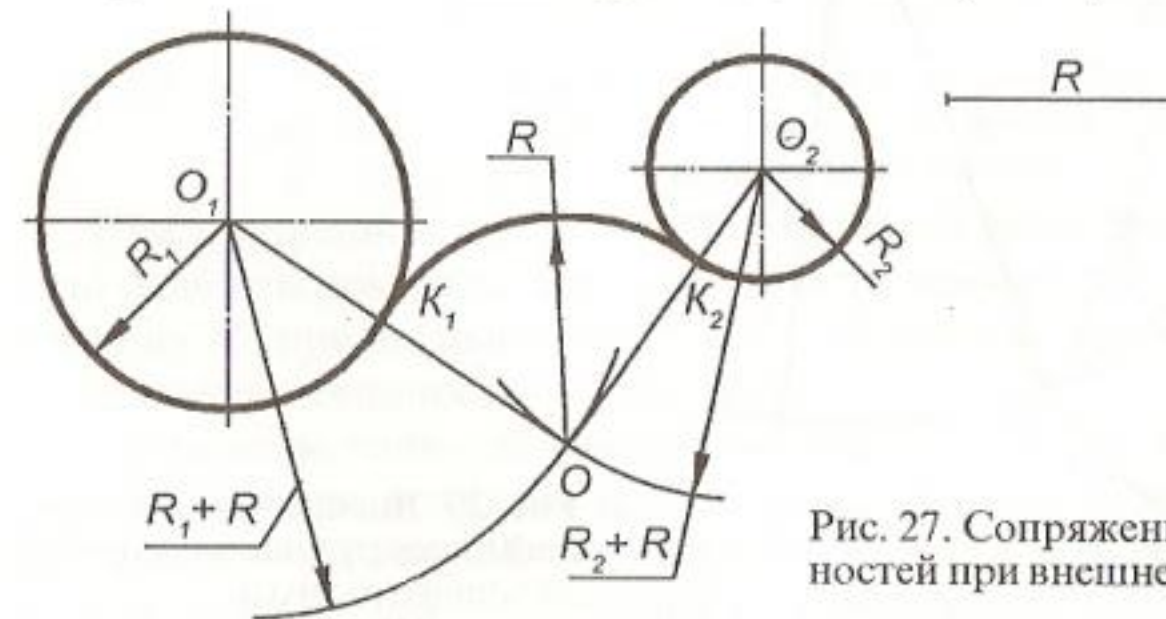


Рис. 27. Сопряжение двух окружностей при внешнем касании



две вспомогательные окружности радиусов  $R_1 + R$  и  $R_2 + R$ , где  $R$  – радиус заданной дуги. Точка их пересечения  $O$  является центром сопрягающей дуги, а точки  $K_1$  и  $K_2$  – точками касания.

При внутреннем касании (рис. 28) вспомогательные окружности из центров данных окружностей проводятся радиусами  $R - R_1$  и  $R - R_2$ .

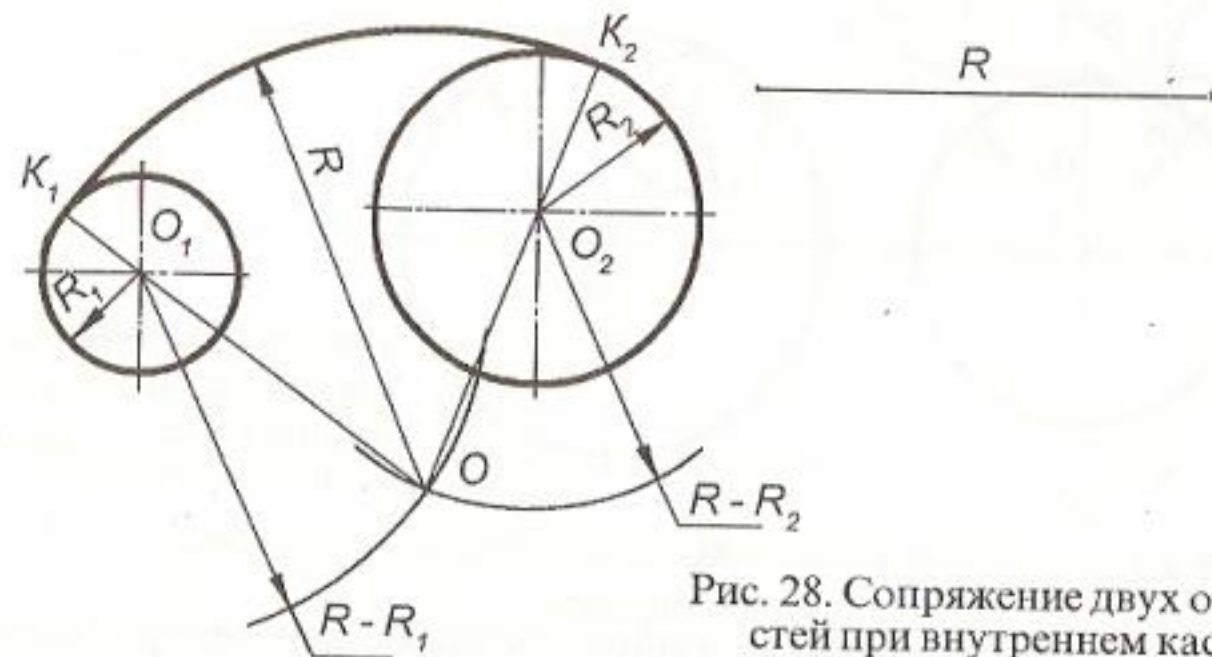


Рис. 28. Сопряжение двух окружностей при внутреннем касании

На рис. 29 показано построение внешне-внутреннего касания окружностей дугой заданного радиуса  $R$ .

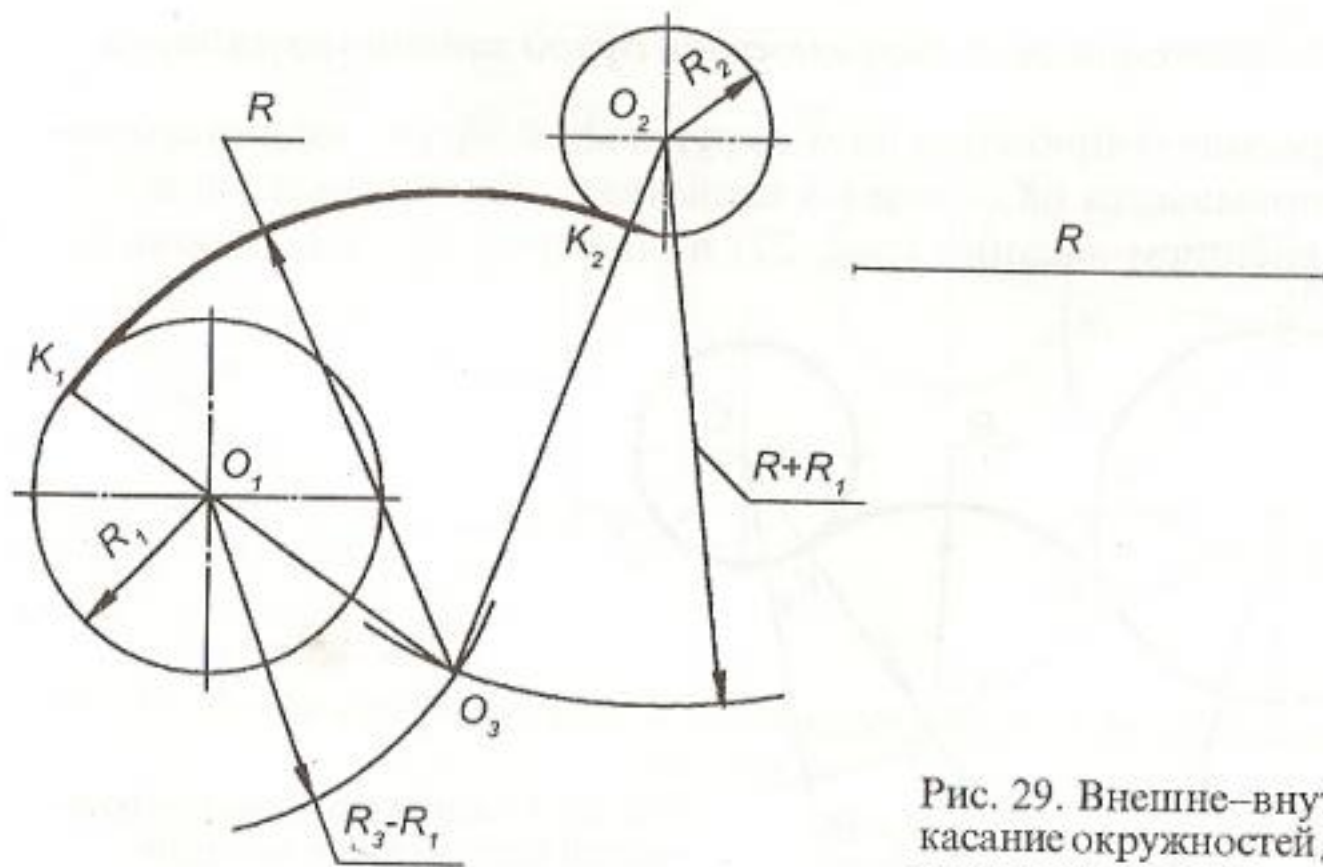


Рис. 29. Внешне-внутреннее касание окружностей дугой  $R$  заданного радиуса.

### 3.3. Построение сопряжений дугой окружности радиуса $R_x$ , определяемого построением

В исходные данные для выполнения этих сопряжений входят: окружность (или дуга) известного радиуса, точка, через которую проходит дуга окружности первоначально неизвестного радиуса ( $R_x$ ), а также линия, на которой находится ее центр. На рис. 30 это: окружность  $k$  радиуса  $R$ , линия  $p$  и точка  $B$  на ней. На рис. 31, а, б показано решение задачи способом вспомогательной окружности, концентрической с искомой.

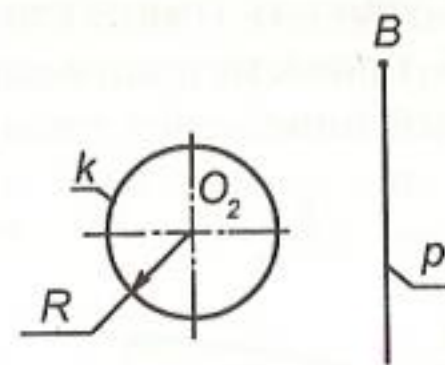


Рис. 30. Исходные данные для выполнения сопряжения

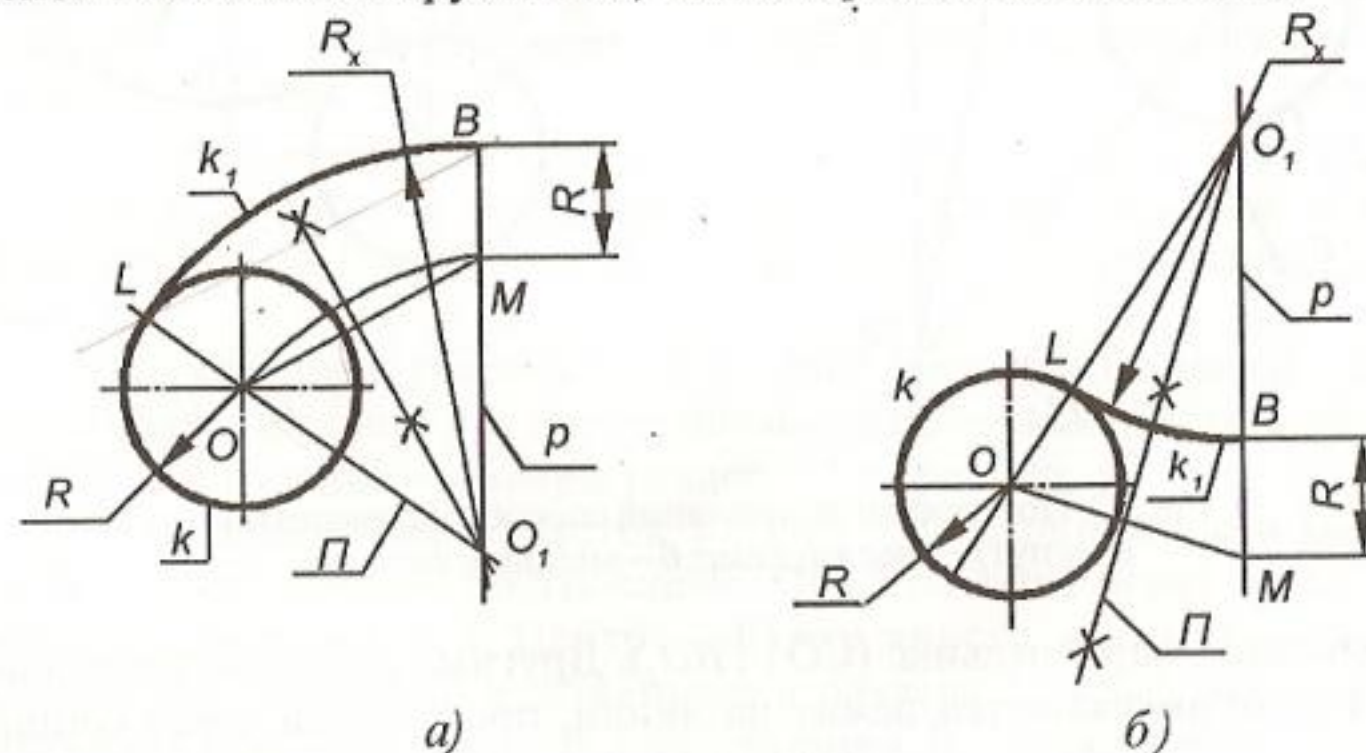


Рис. 31. Сопряжение дугой окружности радиуса  $R_x$  способом вспомогательной концентрической окружности  
а – внутреннее касание; б – внешнее касание

При внутреннем касании заданной и искомой окружностей (рис. 31, а) радиус вспомогательной окружности меньше радиуса искомой на величину  $R$ , при внешнем (рис. 31, б) – больше на эту же величину.

Последовательность построений:

- отмечаем точку  $M$  (на расстоянии  $R$  от точки  $B$ );
- соединяем точки  $M$  и  $O$  и, рассматривая отрезок  $|OM|$  как хорду вспомогательной окружности, проводим перпендикуляр через его середину до пересечения с линией  $p$  в точке  $O_1$ ;



– проводим линию центров  $O_1 O$  и определяем точку  $L$  касания заданной и искомой окружностей; отрезок  $|O_1 L| = R_x$ .

В примерах, показанных на рис. 32, а, б используется способ гомотетии. Сущность гомотетии: если через точку  $L$  касания двух окружностей провести произвольную прямую  $a$  (см. рис. 33), то радиусы, проходящие через точки ее пересечения с касающимися ок-

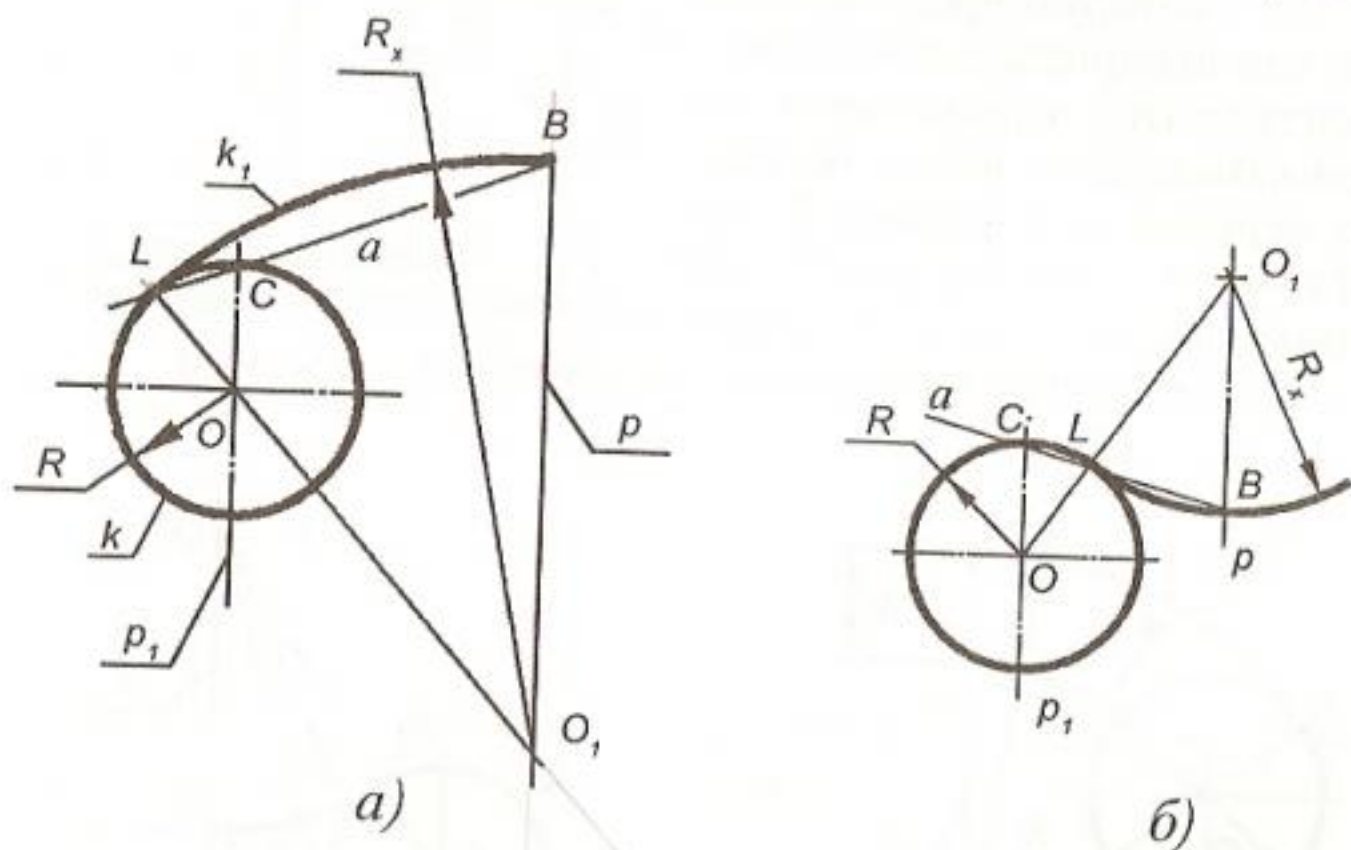


Рис. 32. Построение сопряжений способом гомотетии  
а – внутреннее касание; б – внешнее касание

ружностями, параллельны:  $(CO \parallel BO_1)$ . Другими словами: точка касания двух окружностей лежит на линии, проходящей через концы параллельных радиусов.

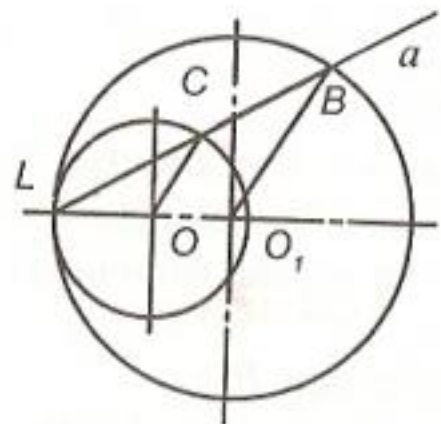


Рис. 33. Гомотетия двух касающихся окружностей

Вспользуемся вышесказанным: точки  $C$  и  $B$  (рис. 32, а, б) лежат на двух параллельных радиусах заданной и искомой окружностей. Следовательно, если через них провести прямую, она пройдет через точку  $L$  касания этих окружностей. Проведя прямую  $LO$  до пересечения с прямой  $p$ , получаем центр  $O_1$  искомой окружности;  $|O_1 L| = R_x$ .

#### 4. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Рассмотрим последовательность построения очерка пластины, изображенной на рис. 34, а. Для удобства последующих объяснений отдельные участки очерка обозначим цифрами (рис. 34, б), изображение с линиями построений показано на рис. 34, в.

1. Проводим осевые линии и строим участки, параметры которых известны непосредственно из задания: 1, 2, 3, 5, 6, окружности 4 диаметром 30 мм.

2. Последовательность дальнейших построений может быть различной. Начнем, например, с построения участка 9. Очевидно, что 9 – это касательная из точки  $A$  к окружности радиуса  $R30$ . Выполняем все необходимые построения (см. раздел 3.1.1, рис. 21).

3. Строим участок 11. Это – дуга окружности радиуса  $R20$ , касающаяся двух пересекающихся прямых – 9 и 5. Построения – смотри раздел 3.1.3, рис. 24, б.

4. Следующий этап – участок 7. Это – дуга окружности радиуса  $R25$ , внешним образом касающаяся двух заданных дуг:  $R30$  (участок 3) и  $R35$  (участок 2). Построения – смотри раздел 3.2.1, рис. 27.

5. Переходим к участку 8. Это – дуга окружности радиуса  $R90$ , касающаяся прямой 6 и внутренним отрезком касающаяся дуги 2 ( $R35$ ). Построения – смотри раздел 3.1.4, рис. 25, а.

6. Завершает очерк участок 10. Это – дуга окружности радиуса  $R_x$ , определяемого построением. Она проходит через точку  $B$  и касается окружности 1. Центр этой окружности лежит на линии  $p$ . Способом гомотетии, изложенным в разделе 3.3 (рис. 32, а), определяем центр сопрягающей дуги радиуса  $R_x$ , точки сопряжения и величину радиуса.

Обращаем внимание читателя, что все построения должны быть выполнены тщательно и сохранены вплоть до обводки чертежа.

7. Наносим выносные и размерные линии, выполняем разметку для размерных чисел.

**Внимание!** Радиус  $R_x$  заменяем его числовым значением  $R...$  и отмечаем его звездочкой (это – справочный размер).

Над основной надписью (штампом) на расстоянии от нее не менее 10 мм выполняем пояснительную надпись: «\* Размер для справок», см. рис. 1.

8. Заполняем основную надпись и дополнительную графу.



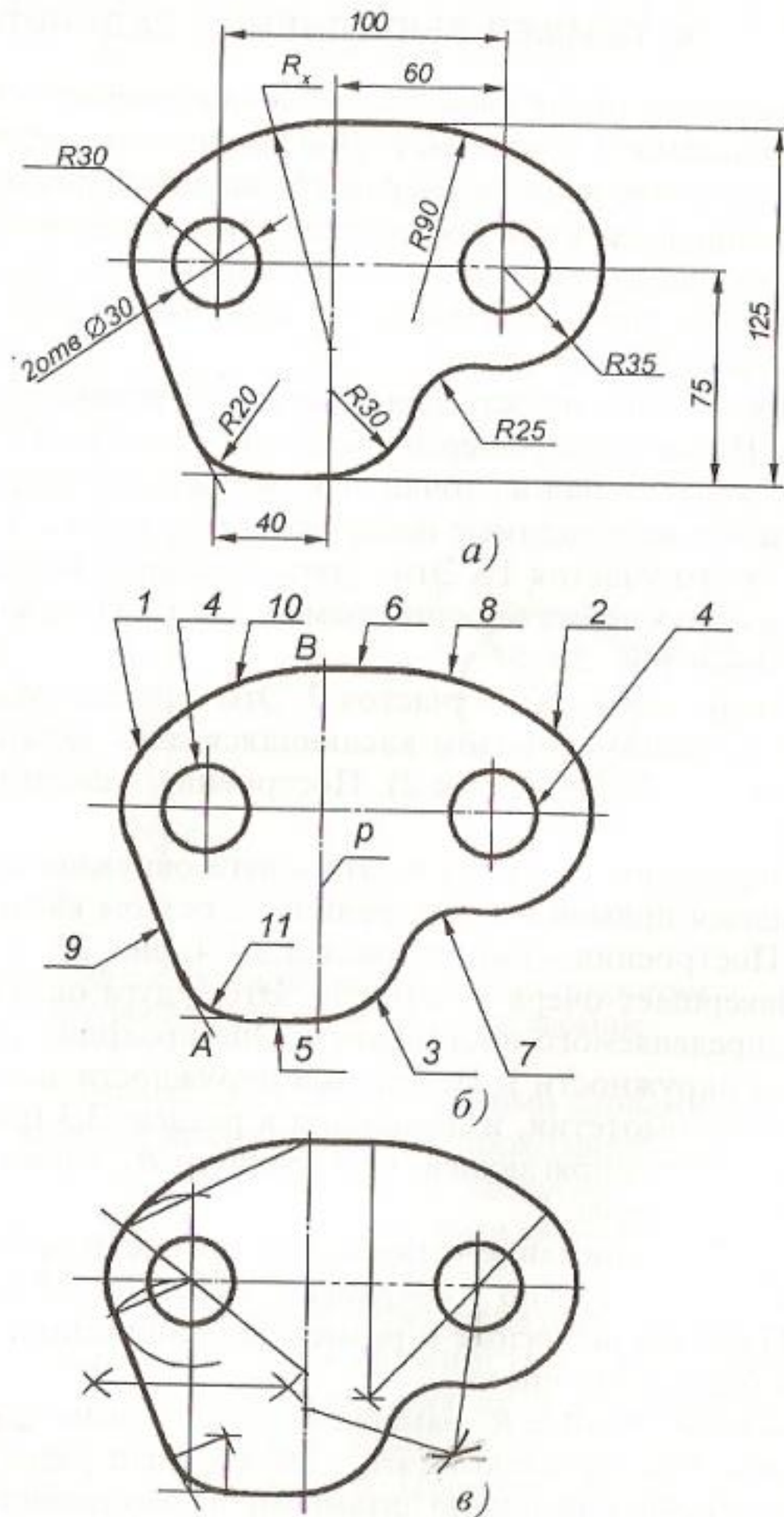


Рис. 34. К построению очерка пластины

## 5. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

### 5.1. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА В ТОНКИХ ЛИНИЯХ

После проработки построений на черновике подготавливают формат А3, наносят внутреннюю рамку, основную надпись и дополнительную графу (см. п. 2.1).

Построения начинают с осевых и центровых линий. Линии должны быть выбраны таким образом, чтобы построения, размеры, надписи не выходили за пределы внутренней рамки чертежа, не попадали на основную надпись и дополнительную графу.

Далее выполняют последовательно все необходимые построения; лишние участки линий убирают (см. раздел 3).

Все построения выполняют карандашами Т и 2Т тонкими линиями без нажима. Наносят выносные и размерные линии. Размечают сетку для всех цифр и знаков с учетом того, что размерные числа должны отстоять от размерной линии приблизительно на 1 мм. После этого наносят цифры размерных чисел, знаки  $R$  и  $\varnothing$  и т.д.

Выполняют вспомогательную разметку для каждой надписи на поле чертежа, в основной надписи и в дополнительной графе (см. п. 2.1). Размеры шрифтов указаны в п. 2.4. Начертание букв и цифр приведено в приложении 1.

Предпочтительно пользоваться деревянными линейками, угольниками, рейсшиной, так как они меньше пачкают чертеж. Карандаши затачиваются «лопаточкой» (только для линий) или «на конус» (для надписей).

Все тонкие линии должны быть четкими, аккуратно вычерченными. Надписи также выполняют предварительно тонкими линиями без нажима.

На первую подпись представляют лист, полностью законченный в тонких линиях.

### 5.2. ОБВОДКА ЧЕРТЕЖА

При обводке чертежа требуется вспомнить о начертании линий, их толщине (см. п. 2.3). Обводку следует начинать с тонких линий (сплошные тонкие, штрихпунктирные тонкие, т.е. с осевых, центро-



вых, размерных, выносных, с линий построения). Вспомогательная сетка для букв и цифр не обводится.

После тонких линий обводятся толстые основные линии: сначала кривые (окружности), затем прямолинейные участки. После линий обводят стрелки, цифры размерных чисел, надписи на поле чертежа и в дополнительной графе. Тонкие линии рекомендуется обводить карандашами Т, 2Т; основные – карандашами ТМ, М; буквы и цифры – карандашами ТМ, М, 2М. Не следует забывать об обводке всех надписей и размерных чисел; напоминаем, что толщина линий шрифта  $d=h/10$ , где  $h$  – размер шрифта.

Необходимо тщательно проверить правильность и полноту обводки. Чертеж должен быть выполнен аккуратно. Все линии и надписи должны быть яркими, так как в настоящее время копии могут получаться непосредственно с чертежей, выполненных в карандаше.

После окончательной доработки чертеж предъявляют на вторую подпись.

Шрифт чертежный (тип Б) по ГОСТ 2.304-81 (СТ СЭВ 851-78 ... СТ СЭВ 855-78)		
Наименование	Ширина	Конструкция букв, цифр и знаков
Прописные буквы	5d	Г Е Э С 
	6d	Б В Й К И Н О П Р Т У Ц Ч Ъ Ъ Я
	7d	А Д М Х Ы Ю
	8d	Ж Ф Ш Щ Ъ 
Строчные буквы	5d	а б в г д е з и к л н о п р с х ц ч ъ ѣ я 
	6d	м њ ю
	7d	ж п ф ш щ о → е → с → у
Цифры	3d	1
	5d	2 3 4 5 6 7 8 9 0 3
Латинские буквы		R X Y Z Z
Знаки		№ ° φ □ ▽ ▹ ▸ ▹ ▸
Примеры		ГАЗ Газ R5 φ7 30°



Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм								
			1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Размер шрифта-высота прописных букв и цифр	<i>h</i>	(10/10) <i>h</i>	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Высота строчных букв	<i>c</i>	(7/10) <i>h</i>	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	
Ширина прописных букв и цифр <i>Г, Е, З, С</i> <i>Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П,</i> <i>Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, Я</i> <i>А, Д, М, Х, Ы, Ю</i> <i>Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ</i> <i>l</i> <i>0, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9</i>	<i>q</i>	(5/10) <i>h</i>	0,9	1,25	1,75	2,5	3,5	5	7	10	
		(6/10) <i>h</i>	1,1	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12	
		(7/10) <i>h</i>	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	
		(8/10) <i>h</i>	1,4	2	2,8	4	5,6	8	12	16	
		(3/10) <i>h</i>	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4,2	6	
Ширина строчных букв <i>c</i> <i>а, б, в, г, д, е, и, й, к, л, н,</i> <i>о, п, р, у, х, ц, ч, ъ, э, я</i>  <i>м, ь, ы, ю</i> <i>ж, т, ф, ш, щ</i>	<i>q</i>	(4/10) <i>h</i>	0,8	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	
		(5/10) <i>h</i>	0,9	1,25	1,75	2,5	3,5	5	7	10	
		(6/10) <i>h</i>	1,1	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12	
		(7/10) <i>h</i>	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	
Толщина линий шрифта	<i>d</i>	(1/10) <i>h</i>	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	
Расстояние между буквами	<i>a</i>	(2/10) <i>h</i>	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	
Минимальный шаг строк	<i>b</i>	(17/10) <i>h</i>	3,1	4,3	6	8,5	12	17	24	34	
Минимальное расстояние между словами	<i>e</i>	(6/10) <i>h</i>	1,1	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12	

Содержание  
33-40

Литература

1. ЕСКД ГОСТ 2.104-68. Основные надписи. – М.: Изд-во стандартов, 1984, с. 53-62.
2. ЕСКД ГОСТ 2.301-68. Форматы. – М.: Изд-во стандартов, 1984, с. 3-4.
3. ЕСКД ГОСТ 2.302-68. Масштабы. – М.: Изд-во стандартов, 1984, с. 5.
4. ЕСКД ГОСТ 2.303-68. Линии. – М.: Изд-во стандартов, 1984, с. 3 - 11.
5. ЕСКД ГОСТ 2.304-81. Шрифты чертежные. – М.: Изд-во стандартов, 1984, с. 12-39.
6. ЕСКД ГОСТ 2.307-68. Нанесение размеров и предельных отклонений. – М.: Изд-во стандартов, 1984, с. 69-102.
7. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей. – М.: Высшая школа, 1998 г. - 442 с.
8. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1986. – 447 с.
9. Ерамакова В.А., Некрасова О.И. Оформление чертежей и геометрические построения плоских кривых. Методические указания к работе 1. М.: Изд-во МАИ, 1988.
10. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. – Л.: Машиностроение, 1984. – 416 с.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

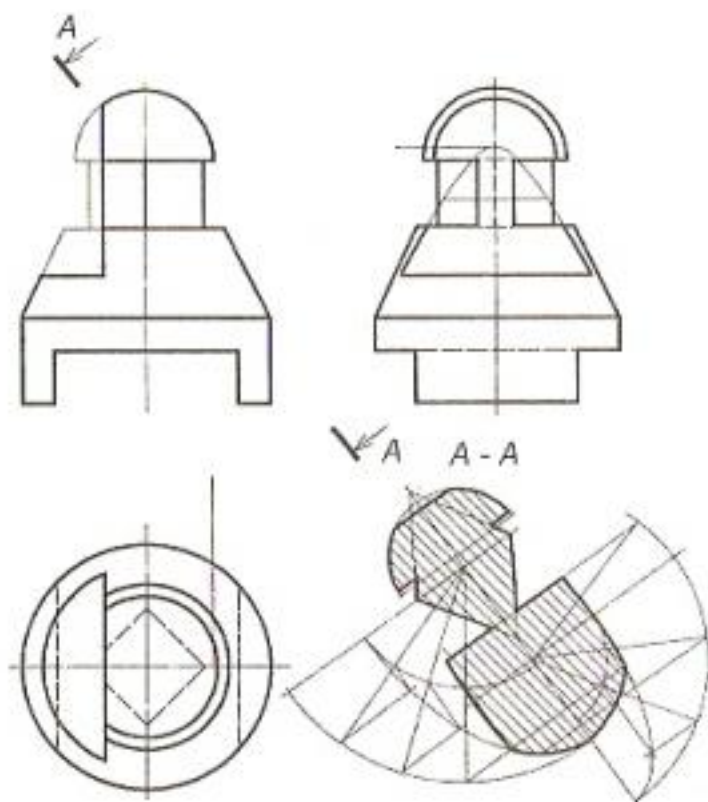
Введение .....	3
1. Основные темы, содержание и объем работы .....	3
2. Общие правила выполнения чертежей .....	6
2.1. Форматы. Основные надписи .....	6
2.2. Масштабы .....	9
2.3. Линии .....	10
2.4. Шрифты чертежные .....	11
2.5. Нанесение размеров .....	12
2.5.1. Размерные и выносные линии .....	12
2.5.2. Размерные стрелки .....	13
2.5.3. Нанесение размерных чисел .....	15
3. Геометрические построения .....	18
3.1. Сопряжение (касание) прямой и окружности .....	18
3.1.1. Построение касательной к окружности .....	18
3.1.2. Построение прямой, касательной к двум окружностям .....	19
3.1.3. Сопряжение пересекающихся прямых дугой окружности заданного радиуса .....	19
3.1.4. Сопряжение окружности и прямой дугой окружности заданного радиуса .....	20
3.2. Сопряжение (касание) окружностей .....	21
3.2.1. Сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса .....	21
3.3. Построение сопряжений дугой окружности радиуса $R_x$ , определяемого построением .....	23
4. Пример выполнения задания .....	25
5. Последовательность выполнения чертежа .....	27
5.1. Выполнения чертежа в тонких линиях .....	27
5.2. Обводка чертежа .....	27
Приложение 1 .....	29
Литература .....	31



МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(государственный технический университет)

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

# Изображения (виды, разрезы, сечения) предметов



Москва 2005

*[Handwritten signature]*



Ермакова В.А., Иванникова Е.Г., Слесарева Т.А., Андреев В.А., Бодрышев В.В., Бобрик Л.П., Миролубова Т.И. Изображения (виды, разрезы, сечения) предметов:

Учебное пособие. – М.: МАИ, 2001. – 40 с. ил.

В учебном пособии содержится изложение правил выполнения изображений предметов на чертежах и даны рекомендации по выполнению учебных заданий по первой части курса «Инженерная графика».

Учебное пособие предназначено для студентов первого курса всех факультетов.

Рецензенты: Российский Государственный технический университет путей сообщения, кафедра начертательной геометрии и инженерной графики; к.т.н., доцент Корн Г.В.

ISBN 5-9232-0014-7

© Ермакова В.А., Иванникова Е.Г., Слесарева Т.А., Андреев В.А., Бодрышев В.В., Бобрик Л.П., Миролубова Т.И. 2001

Большое внимание в курсе инженерной графики уделяется изучению правил выполнения изображений предметов, при этом следует различать две стороны:

1. Изучение теоретических основ выполнения изображений предметов.

2. Изучение общих правил выполнения изображений предметов (изделий), предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретические основы построения изображений представлены только основными сведениями об изображении простейших предметов (тел) и простейшими задачами. Цель этих сведений – не заменить учебники и другие пособия, а показать, какие построения и каким образом должны быть выполнены на учебных чертежах.

Темы, изучаемые студентами при выполнении работы, принадлежат к важнейшим, фундаментальным темам курса инженерной графики.

*Основные темы:*

1. Изображение предметов (виды, разрезы, сечения).
2. Общие правила выполнения чертежей предметов.

*Содержание работы:*

- 1) выполнить изображение предметов;
- 2) Нанести размеры;
- 3) Сделать необходимые надписи.

Требуется сохранять все необходимые вспомогательные построения. При обводке чертежа они выполняются сплошными тонкими линиями так же ярко, как выносные, размерные и другие линии.

*Цель работы:*

- изучить теоретические основы построения изображения предметов;
- изучить правила выполнения изображения предметов;
- расширить и углубить знания об общих правилах выполнения чертежей;
- закрепить навыки, приобретенные в процессе работы с учебниками, со справочной литературой;
- закрепить навыки, приобретенные в работе с чертежными инструментами;
- закрепить навыки в вычерчивании линий, написании букв и цифр.

В итоге приобрести знания, умения и навыки, необходимые при выполнении чертежей деталей.



## 1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

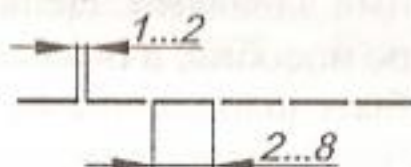
При выполнении работы студенты должны повторить общие правила выполнения чертежей [12].

В данных указаниях расширяются сведения о линиях на чертеже, о правилах нанесения размеров предметов.

### 1.1. ЛИНИИ

Типы линий, их начертание и назначение устанавливает ГОСТ 2.303-68.

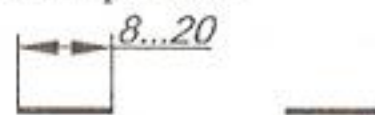
*Штриховая линия.* Ее начертание



толщина от  $S/3$  до  $S/2$  ( $S$  – толщина сплошной толстой основной линии,  $S = 0,5 \dots 1,4$  мм; на учебных чертежах  $S \approx 0,8 \dots 1$  мм); назначение: линии невидимого контура, невидимые линии перехода.

Длина штрихов должна быть на изображении приблизительно одинаковой и зависеть от его величины.

*Разомкнутая линия.* Ее начертание



толщина линии от  $S$  до  $3/2 S$ ; назначение: линия сечения (см. разд. 3, п. 3.3, 3.4).

### 1.2. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Правила нанесения размеров предметов устанавливает ГОСТ 2.307-68.

Предварительно рекомендуется повторить правила, приведенные в методических указаниях к работе 1.

#### 1.2.1. Общие положения

Нельзя повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, за исключением ряда справочных размеров (эти исключения в работе не встречаются).

Размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи (рис. 1, размеры 10, 20, 30 образуют замкнутую цепь, один из них, например 10, не должен указываться, так как определяется другими заданными размерами).

Если элемент предмета изображен с отступлениями от масштаба изображения, то размерное число подчеркивают (рис. 2).

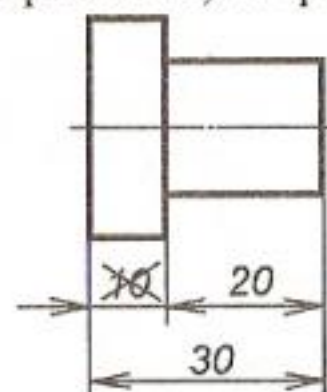


Рис. 1

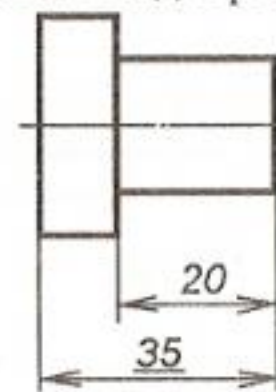


Рис. 2

#### 1.2.2. Размерные и выносные линии

Допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим линиям (рис. 3 и 4).

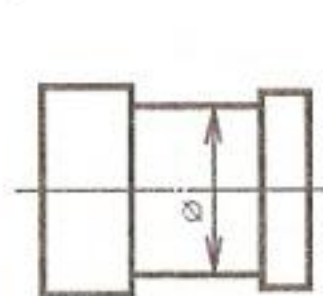


Рис. 3

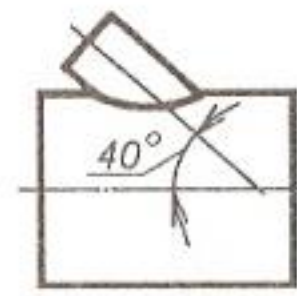


Рис. 4

Выносные линии проводят от линий видимого контура (рис. 1, 2). В случае, когда при нанесении размеров на невидимом контуре отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения, выносные линии проводят от линий невидимого контура (рис. 5).

Если требуется показать координаты вершины скругляемого угла, то выносные линии проводят от точки пересечения его сторон (рис. 6).

Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии (рис. 7 а, б) или с обрывом (рис. 7, в), то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом. Обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва изображения предмета.

Допускается также размерную линию проводить с обрывом при указании размера диаметра окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично. Обрыв



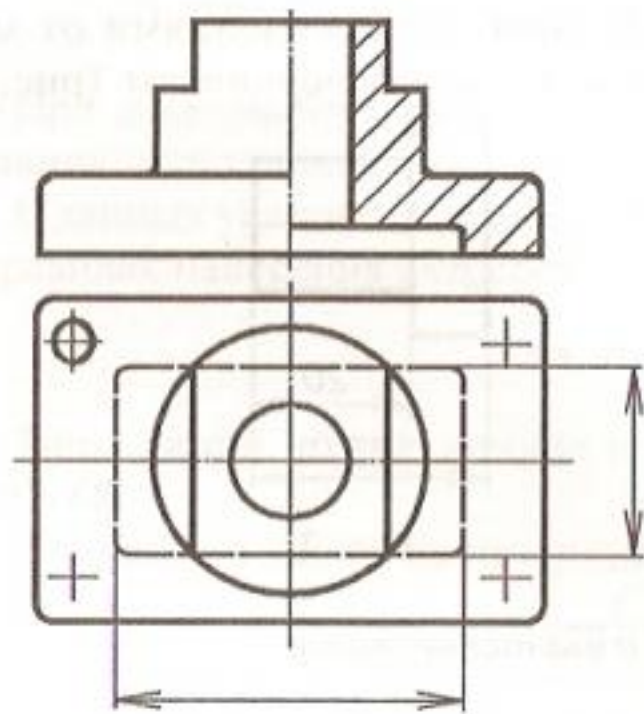


Рис. 5

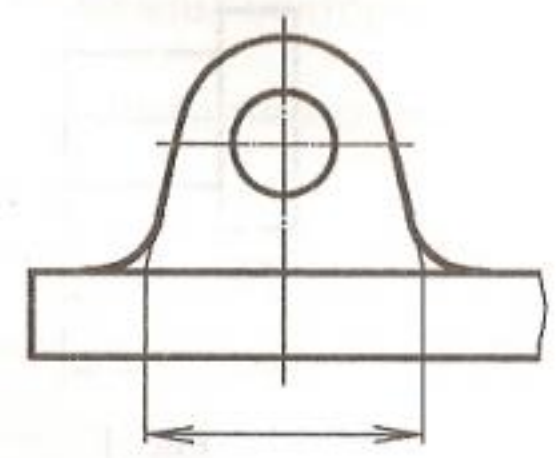


Рис. 6

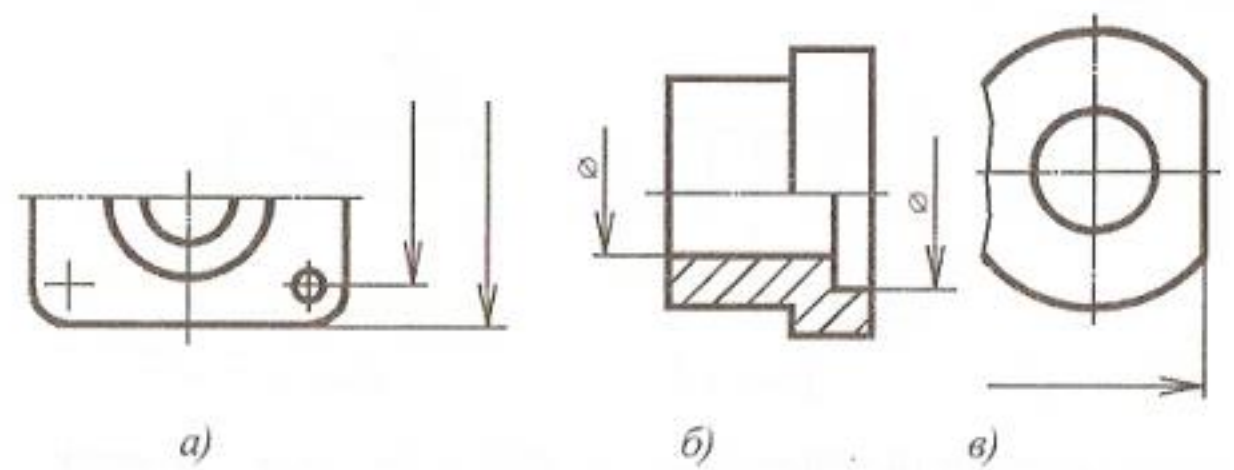


Рис. 7

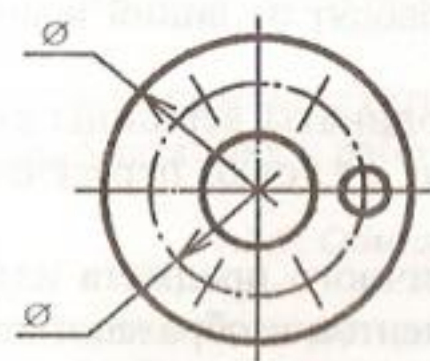


Рис. 8

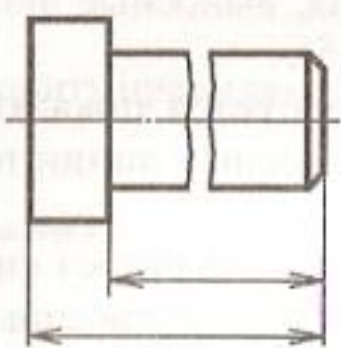


Рис. 9

размерной линии в этом случае делают дальше центра окружности (рис. 8).

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рис. 9).

### 1.2.3. Нанесение размеров отдельных элементов предмета

Размеры, относящиеся к одному конструктивному элементу (фланцу, отверстию, пазу и т.п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 10).

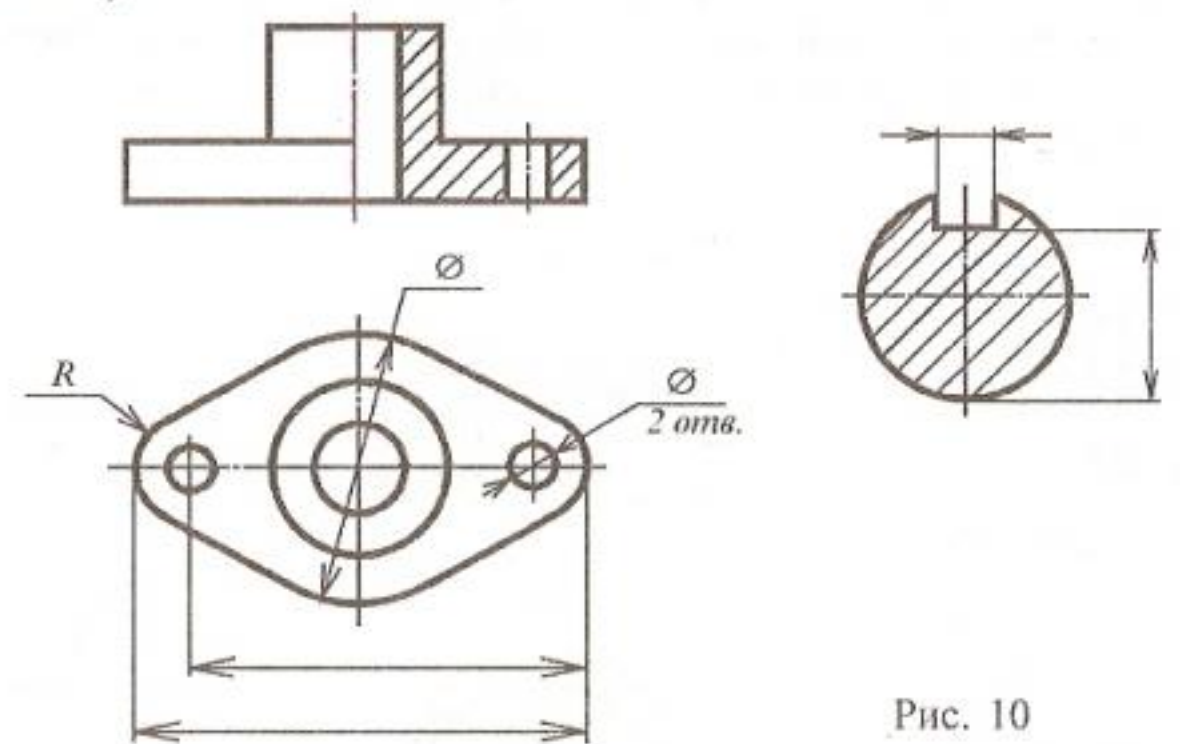


Рис. 10

Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы наносят знак  $\emptyset(R)$  без надписи «сфера». Если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, то перед размерным числом диаметра (радиуса) допускается наносить слово «сфера» или знак  $\circ$ , например, «Сфера  $\emptyset 20$ », « $\circ R 12$ » (рис. 11).

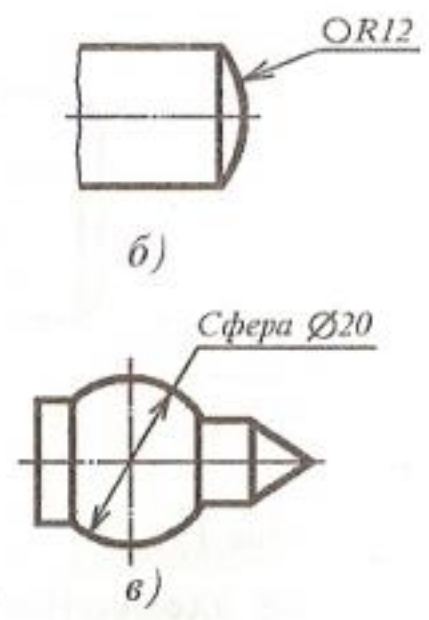
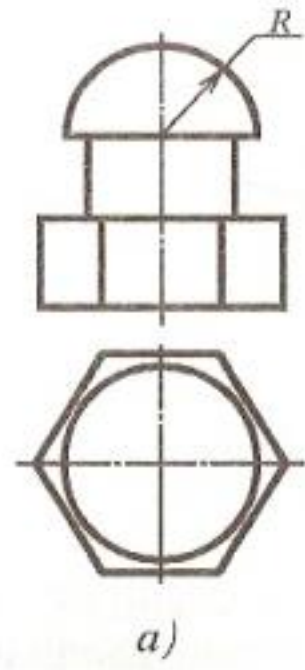


Рис. 11

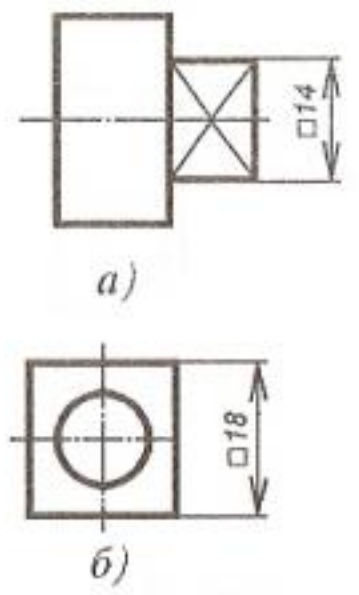


Рис. 12



Перед размером квадрата наносят знак □ (рис. 12).

Диаметр знака сферы и высота знака квадрата должны быть равны высоте цифр размерных чисел.

Размер фасок под углом  $45^\circ$  наносят, как показано на рис. 13.

Размеры фасок под другими углами задаются линейными и угловыми размерами или двумя линейными (рис. 14).

Размеры одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (рис. 15, а – рекомендуется, рис. 15, б – допускается).

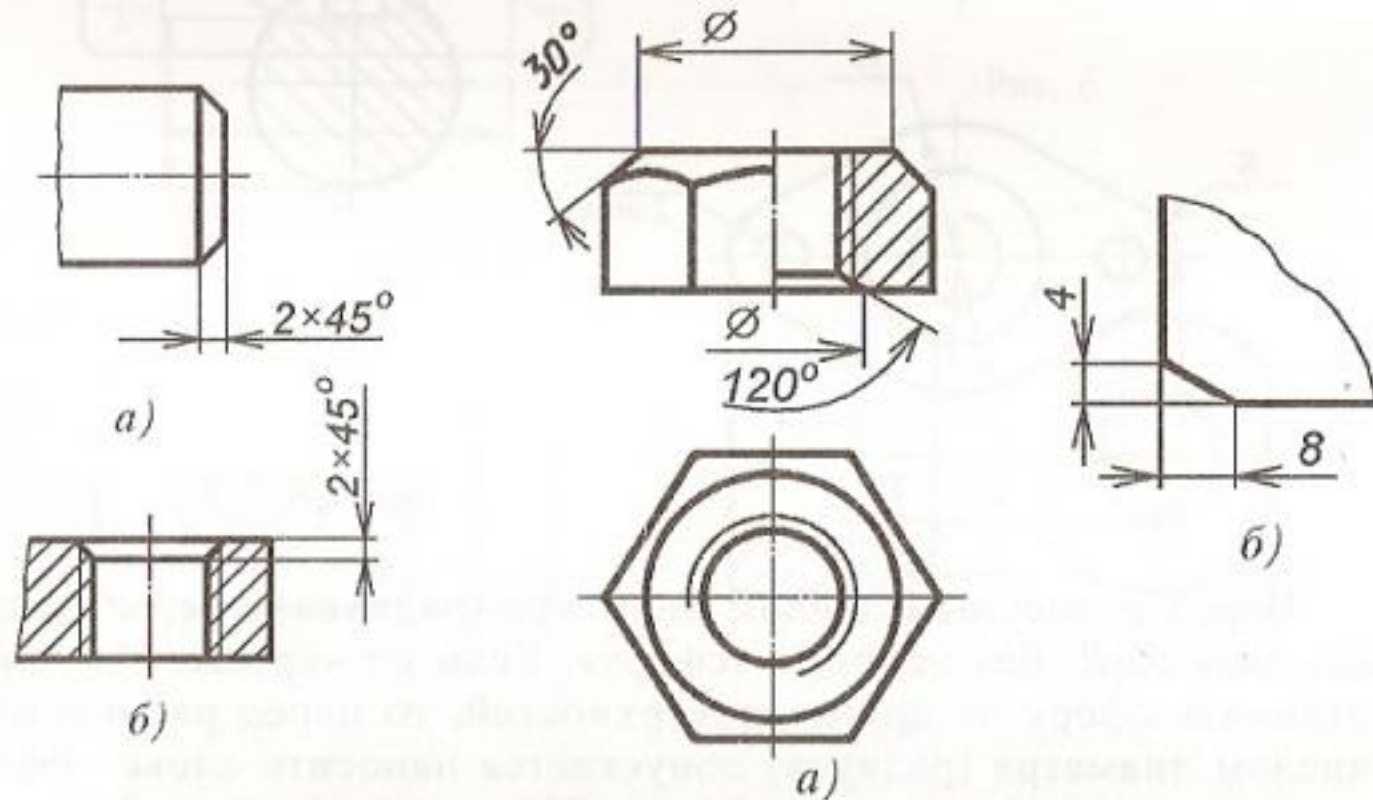


Рис.13

Рис.14



Рис.15

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия, например, отверстий, высту-

пов, вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (рис. 16).

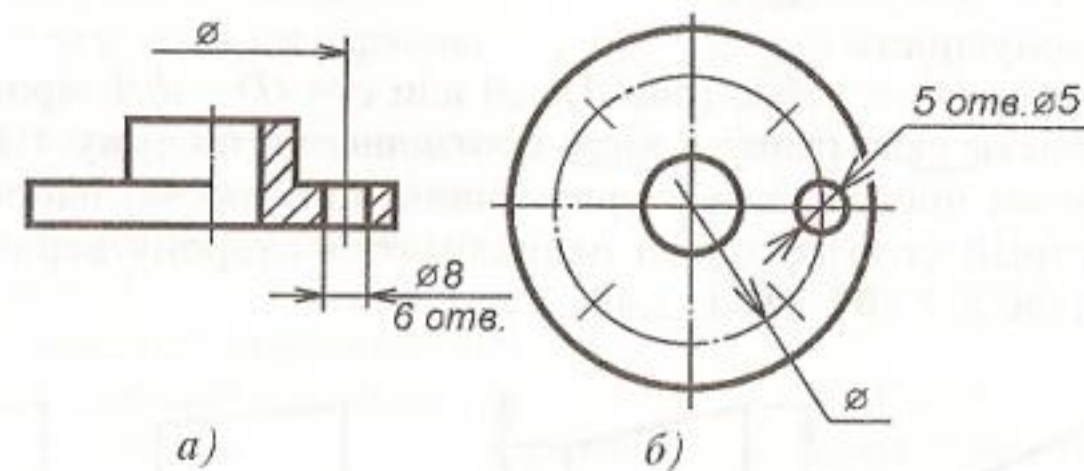


Рис.16

### 1.3. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ КОНУСОВ

Правила нанесения размеров нестандартных конусов устанавливает ГОСТ 2.320-82.

Величину и форму конуса определяют нанесением любых трех из перечисленных ниже размеров (рис. 17):

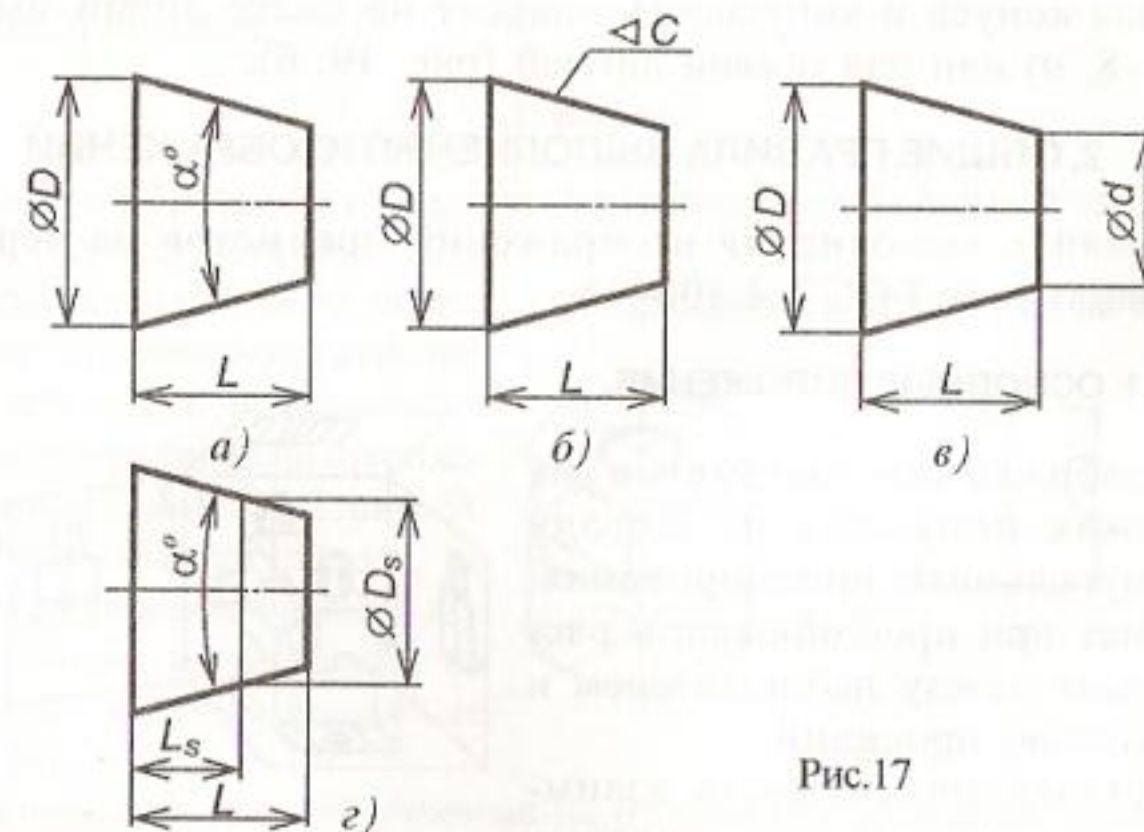


Рис.17

- 1) диаметр большого основания  $D$ ;
- 2) диаметр малого основания  $d$ ;



3) диаметр в заданном поперечном сечении  $D_s$ , имеющем заданное осевое положение  $L_s$ ;

4) длина конуса  $L$ ;

5) угол конуса  $\alpha$ ;

6) конусность  $c$ .

Конусность  $c = D/L$  (рис. 18, а) или  $c = (D - d)/L$  (рис. 18, б). Конусность указывают в виде соотношения по типу 1:5. Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак «▷» острый угол которого направляют в сторону вершины конуса (ГОСТ 2.307-68 п. 2.40).

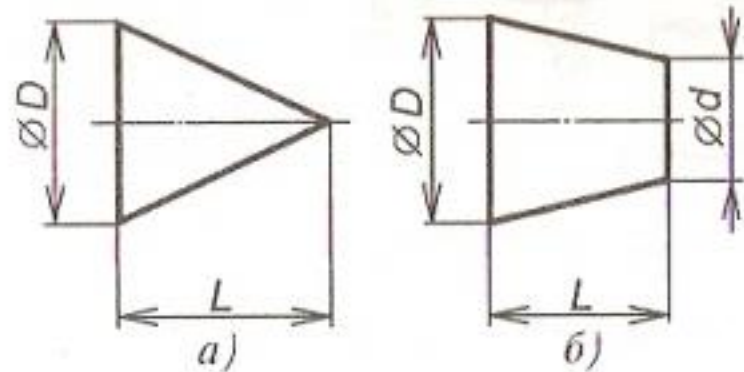


Рис. 18

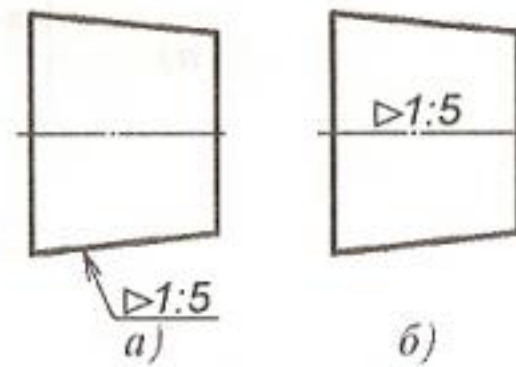


Рис. 19

Знак конуса и конусность наносят на полке линии-выноски (рис. 18, а) или над осевой линией (рис. 19, б).

## 2. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Правила выполнения изображений предметов на чертежах устанавливает ГОСТ 2.305-68.

### 2.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Изображения предметов на чертежах получают по методу прямоугольного проецирования. Предмет при проецировании располагают между наблюдателем и плоскостью проекций.

Устанавливают шесть взаимно перпендикулярных *основных плоскостей* проекций (рис. 20):

1 – фронтальная;

2 – горизонтальная нижняя;

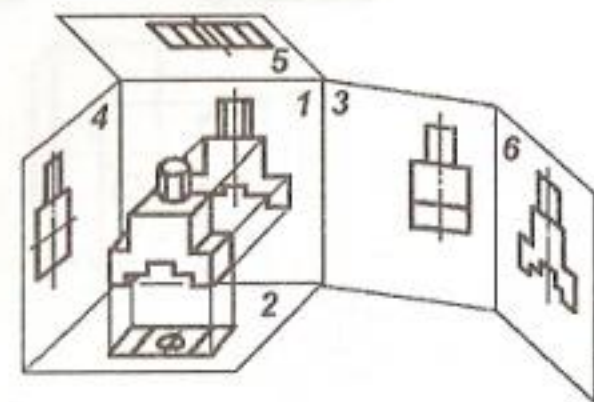


Рис. 20

- 3 – профильная правая;
- 4 – профильная левая;
- 5 – горизонтальная верхняя;
- 6 – задняя.

На чертеже изображения предметов, полученные на основных плоскостях, располагают, как показано на рис. 21.

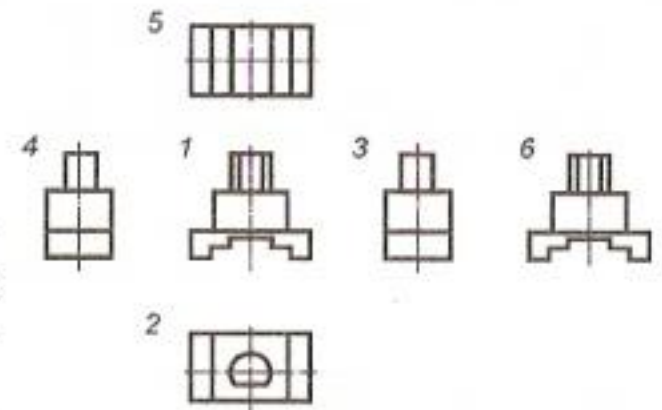


Рис. 21

Изображение 1 на фронтальной плоскости проекций принимают на чертеже в качестве *главного*. Предмет размещают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней дало наибольшее представление о форме и размерах предмета.

Если плоскость проекций не параллельна ни одной из основных плоскостей проекций, ее называют *дополнительной*.

Изображения в зависимости от содержания разделяют, как показано на рис. 22, на виды, разрезы и сечения.

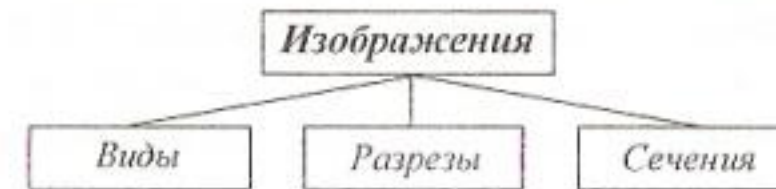


Рис. 22

### 2.2. ВИДЫ

*Вид* – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета (рис. 23).

Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий (см. п. 1.2.2, рис. 5).

В зависимости от того, на каких плоскостях проекций получают виды, их разделяют на основные и дополнительные (рис. 24).

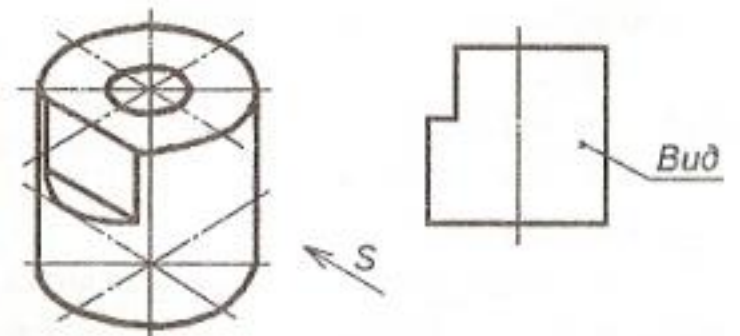


Рис. 23

*Основные виды*, получаемые на основных плоскостях проекций (рис. 21), называют:

- 1 – вид спереди (главный вид);
- 2 – вид сверху;
- 3 – вид слева;
- 4 – вид справа;
- 5 – вид снизу;
- 6 – вид сзади.





Рис. 24

Если основные виды не расположены так, как показано на рис. 21, т.е. в непосредственной проекционной связи с главным изображением, или они разделены с ним какими-то другими изображениями, то эти виды должны быть отмечены на чертеже прописной буквой, расположенной над видом (рис. 25); направление взгляда должно быть указано стрелкой (рис. 26), над стрелкой пишут прописную букву, в данном примере «А». При этом применяют прописные буквы русского алфавита, кроме букв Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь.

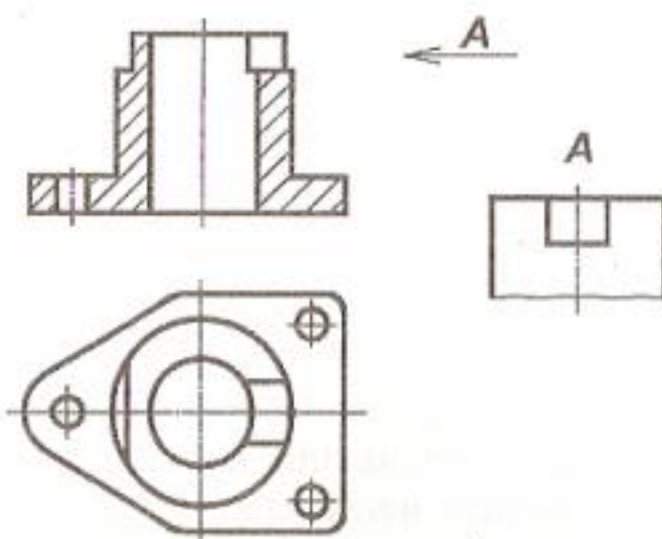


Рис. 25

Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке, как правило, без пропусков, независимо от общего количества листов чертежа. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше высоты цифр размерных чисел приблизительно в два раза.

Если какая-либо часть предмета не может быть показана без искажения ее формы и размеров на основных плоскостях проекций, то применяют дополнительные плоскости проекций (см. п. 3.1).

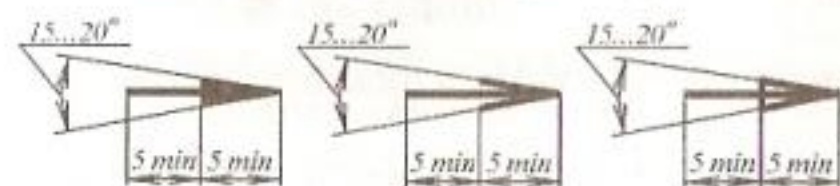


Рис. 26

Виды, получаемые на дополнительных плоскостях проекций, называют

дополнительными (рис. 27, вид А). Они отмечаются прописной буквой. Направление взгляда указывают стрелкой с буквенным обозначением (стрелка А на рис. 27).

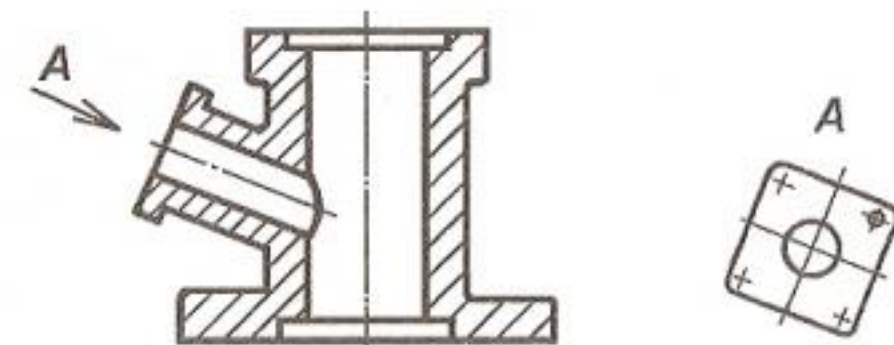


Рис. 27

Если дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят. Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении. При этом обозначение вида должно быть дополнено графическим обозначением  $\odot 30^\circ$ . При необходимости указывают угол поворота, например, А  $\odot 30^\circ$ . «Диаметр» знака  $\odot$  не менее 5 мм.

Если изображен не весь предмет, а только его отдельный элемент (паз, фланец, отверстие и т.п.), то вид называют местным (вид А на рис. 25 и вид А на рис. 27). Местный вид может быть ограничен (рис. 25) или не ограничен (рис. 27) линией обрыва. Местный вид отмечают так же, как дополнительный.

### 2.3. РАЗРЕЗЫ

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и за ней. Часть, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удаляют (рис. 28).

Разрезы классифицируются, как показано на рис. 29.

Горизонтальный разрез – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (рис. 30, разрез А – А).

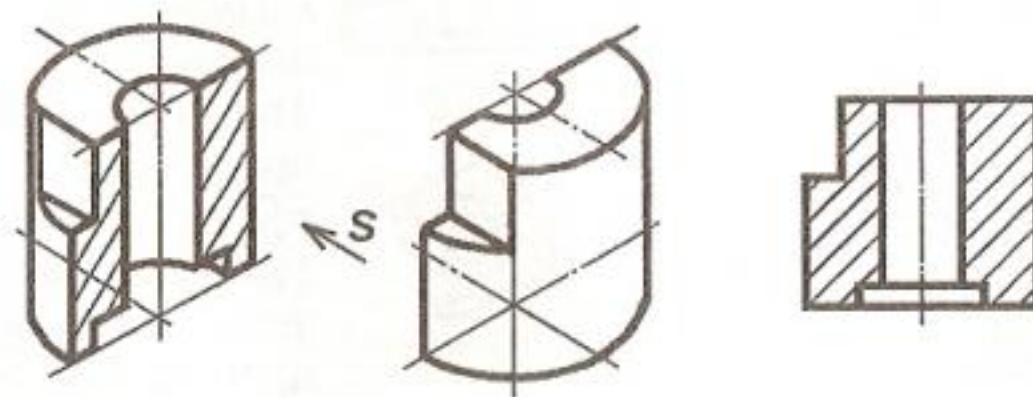


Рис. 28





Рис. 29

Наклонный разрез – секущая плоскость не параллельна и не перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (рис. 30, разрез  $B - B$ ).

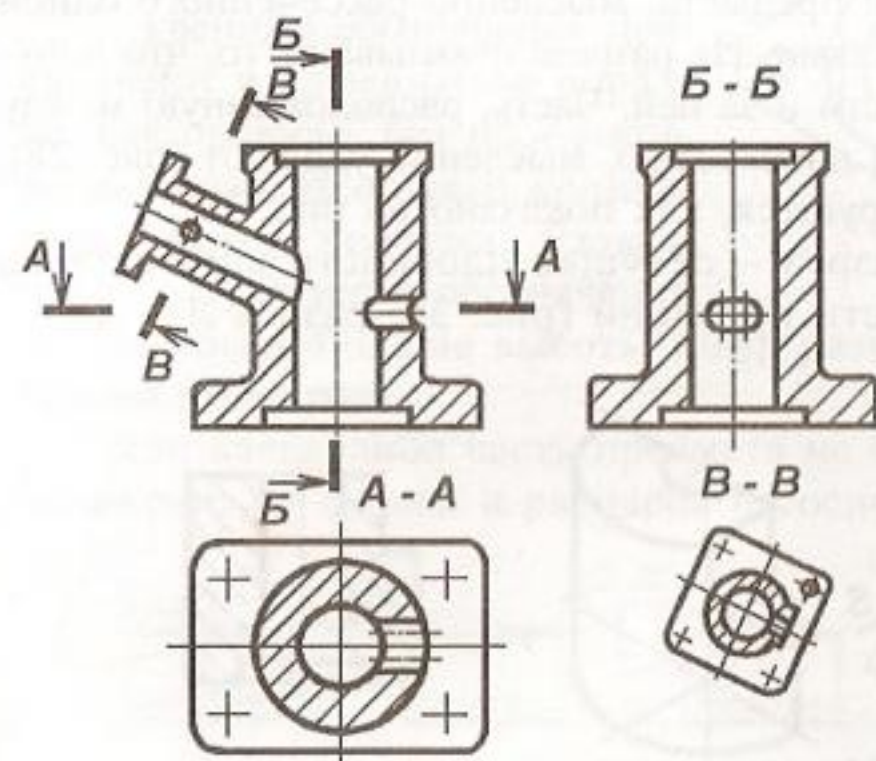


Рис. 30

Вертикальный разрез – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций.

Вертикальный разрез называют *фронтальным*, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 30, главное изображение – фронтальный разрез), и *профильным*, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости

проекций (рис. 30, разрез  $B - B$ ).

Фронтальным и профильным разрезам, как правило, придают положение такое же, как у главного изображения предмета.

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (рис. 30 – разрезы фронтальный, горизонтальный, профильный).

Наклонный разрез и вертикальный разрез, не являющийся фронтальным или профильным, должны строиться и располагаться в соответствии с направлением, указанным на линии сечения стрелками. Такие разрезы допускается располагать в любом месте чертежа (рис. 30 – разрез  $B - B$ ).

Допускается также располагать такие разрезы с поворотом до положения, соответствующего принятому для данного предмета на главном изображении. В данном случае к надписи над разрезом добавляют обозначение  $\odot$  (рис. 31 – наклонный разрез  $B - B$ ).

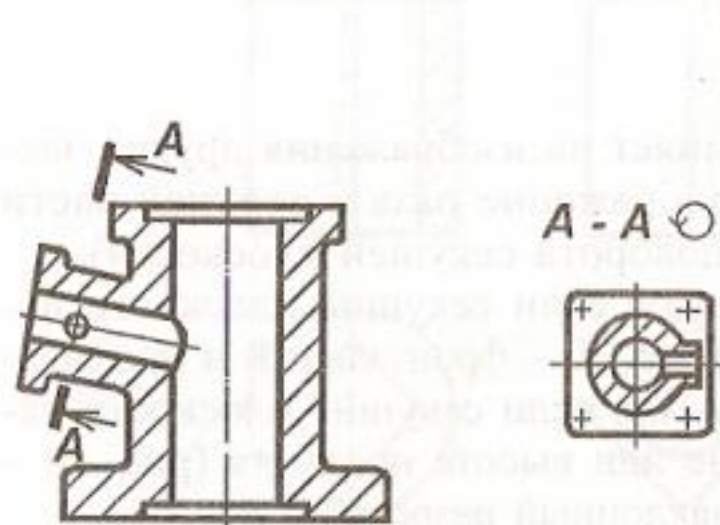


Рис. 31

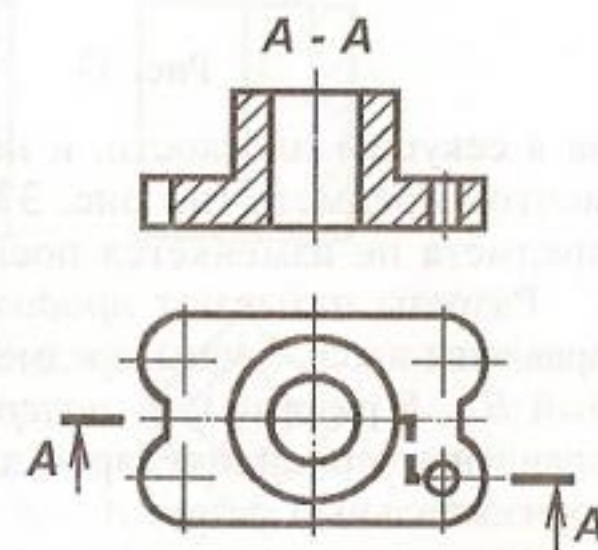


Рис. 32

Простые разрезы получают при одной секущей плоскости (рис. 30), сложные – при нескольких секущих плоскостях (рис. 32, 33 – разрез  $A - A$ ).

Сложные разрезы разделяются на *ступенчатые*, если секущие плоскости параллельны (рис. 32 – разрез  $A - A$ ), и *ломаные*, если секущие плоскости пересекаются (рис. 33 – разрез  $A - A$ ).

При ломаных разрезах секущие плоскости условно повертывают до совмещения в одну плоскость. Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (на рис. 33 разрез  $A - A$  помещен на месте главного вида).

Поворот относится только к той фигуре, которая расположе-



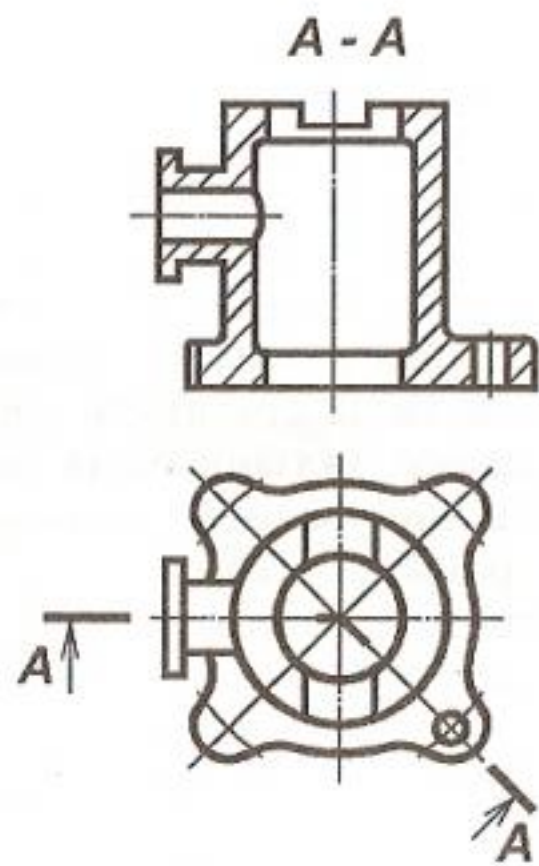


Рис. 33

на в секущей плоскости, и не влияет на изображения других элементов предмета (на рис. 33 изображение паза в верхней части предмета не изменяется после поворота секущей плоскости).

Разрезы называют *продольными*, если секущие плоскости направлены вдоль длины предмета (рис. 30 – фронтальный и профильный  $B - B$  разрезы), и *поперечными*, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета (рис. 30 – горизонтальный разрез  $A - A$  и наклонный разрез  $B - B$ ).

*Местным* называют разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте (рис. 34). На виде местный разрез выделяется сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломами.

Часть вида и часть соответствующего разреза, например, часть главного вида и часть фронтального разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 35, *a*) или сплошной тонкой линией с изломами.

Если соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей их линией является ось симметрии (рис. 35, *б*).

Если при этом на ось симметрии попадает линия контура, то разделяющей будет волнистая линия или тонкая линия с изломом, которые проводятся с учетом того, что линия контура должна быть нанесена как линия видимого контура (рис. 36).

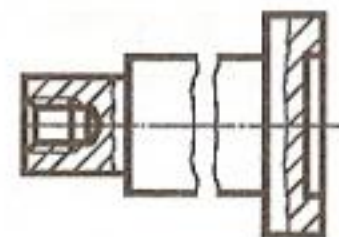
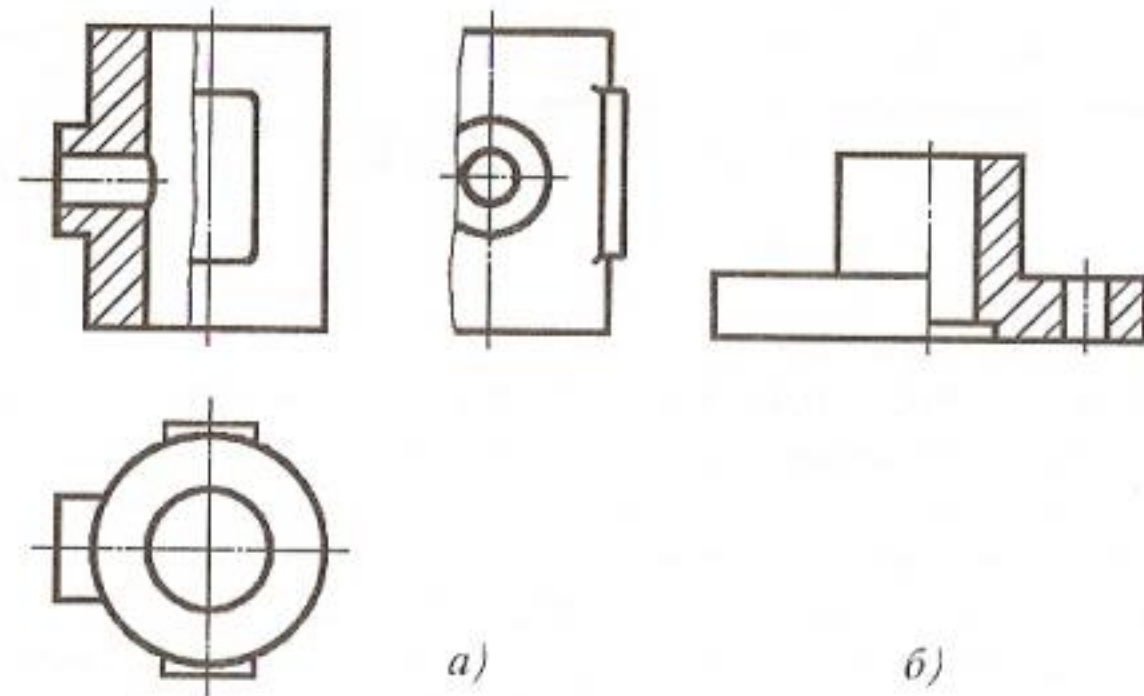


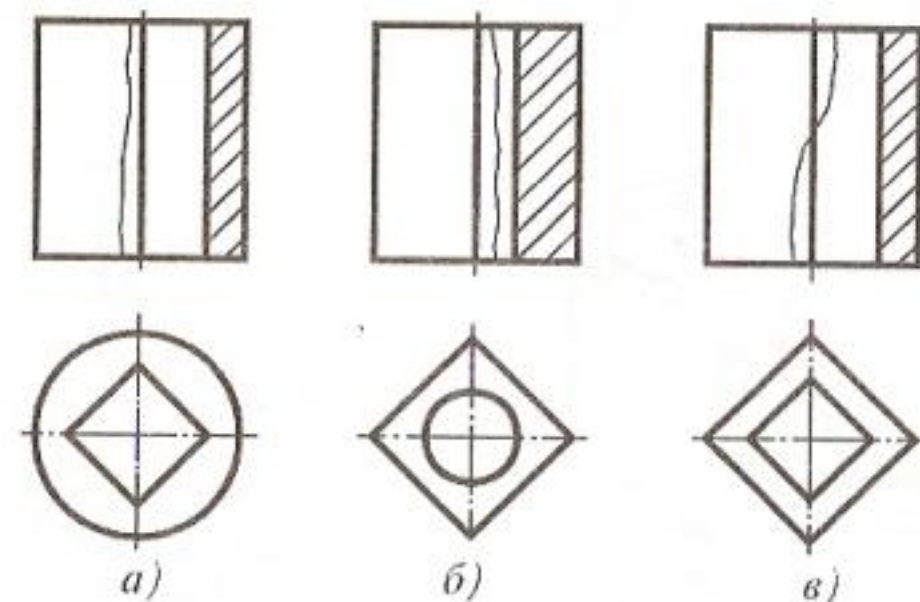
Рис.34



*a)*

*б)*

Рис. 35



*a)*

*б)*

*в)*

Рис. 36

*Обозначение разрезов* осуществляется по следующим правилам.

Положение секущей плоскости наносят линией сечения – разомкнутой линией (см. п. 1.1). При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей для ломаных разрезов (рис. 33) или у мест перехода от одной секущей плоскости к другой для ступенчатых разрезов (рис. 32). Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения.

Перпендикулярно начальному и конечному штрихам наносят стрелки, указывающие направление взгляда. Стрелки отстоят на 2...3 мм от конца штриха (рис. 37).

У начала и конца линии сечения ставят одну и ту же пропис-



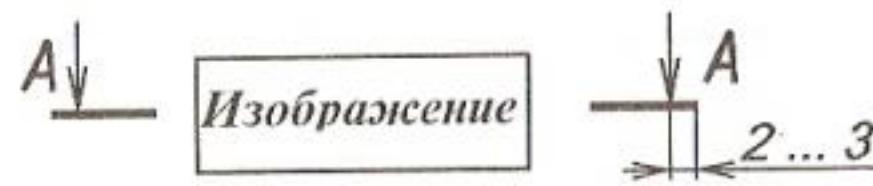


Рис. 37

ную букву русского алфавита. Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда со стороны внешнего угла. О бук-

вах и их размерах см. п.2.2.

Над размером располагают надпись по типу  $A - A$ .

Разрезы, являющиеся фронтальными, горизонтальными или профильными, не обозначаются в том случае, когда секущая плоскость является плоскостью симметрии предмета, при этом горизонтальные и профильные разрезы расположены в непосредственной проекционной связи относительно главного изображения и не разделены какими-либо другими изображениями с ним (рис. 30, 31, 35, 36 – фронтальные разрезы).

Тонкие стенки типа ребер жесткости показывают незаштрихованными при продольном разрезе, т.е. когда секущая плоскость направлена вдоль этого элемента (рис. 38). При

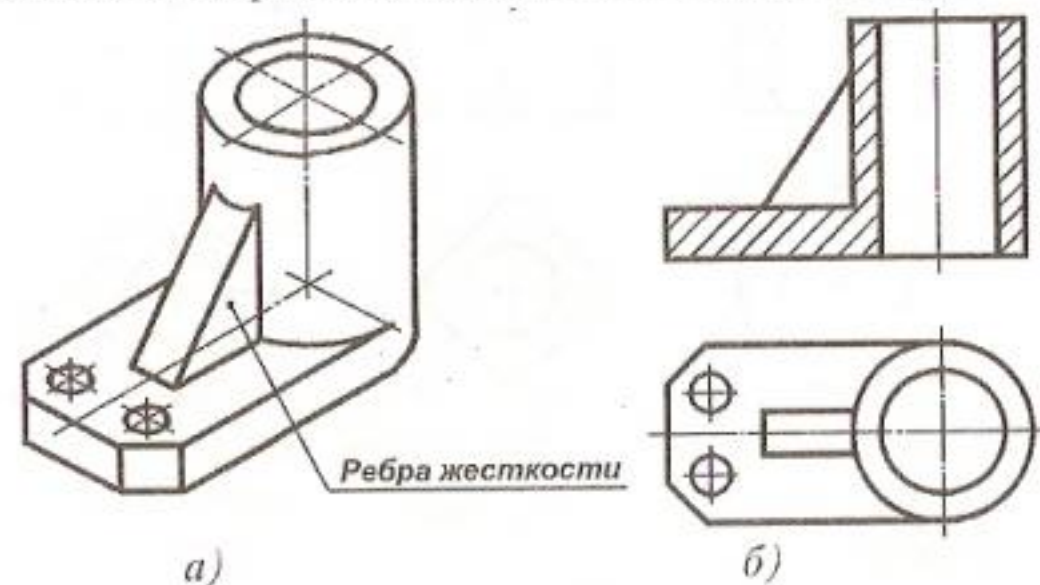


Рис. 38

других положениях секущей плоскости тонкие стенки показываются заштрихованными.

#### 2.4. СЕЧЕНИЯ

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении фигуры одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Классификация сечений показана на рис. 39.



Рис. 39

Вынесенные сечения (рис. 40) являются предпочтительными. Контур вынесенного сечения (рис. 40) и сечения, входящего в состав разреза (рис. 38), изображают сплошными толстыми линиями.

Контур *наложенного* сечения выполняют сплошными тонкими линиями. Контур изображения в том месте, где располагается наложенное сечение, не прерывают (рис. 41).

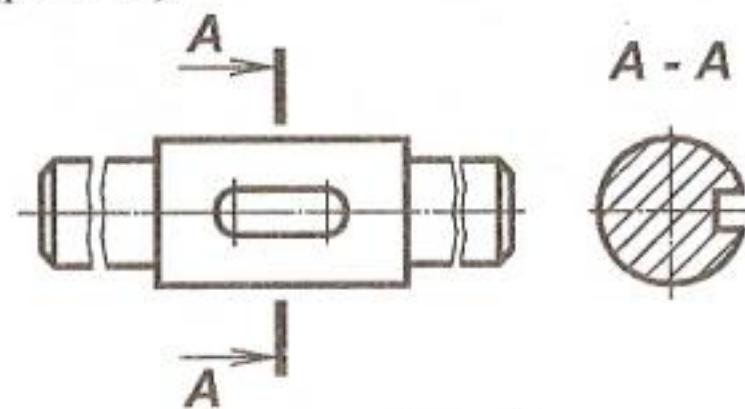


Рис. 40

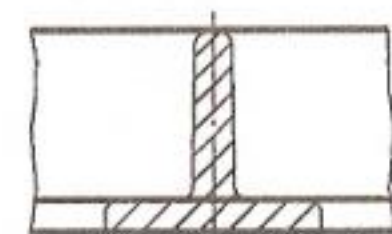


Рис. 41

Сечение сопровождают надписью по типу  $A - A$  (рис. 40). Положение секущей плоскости указывают линией сечения. Для линии сечения применяют разомкнутую линию. Направление взгляда показывают стрелками (рис. 40) и у стрелок наносят буквы русского алфавита, как изложено в п. 2.3 (обозначение разрезов).

Если наложенное или вынесенное сечение – симметричная фигура, то его ось симметрии указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками. Линию сечения (разомкнутую линию) при этом не проводят (рис. 41, 42).

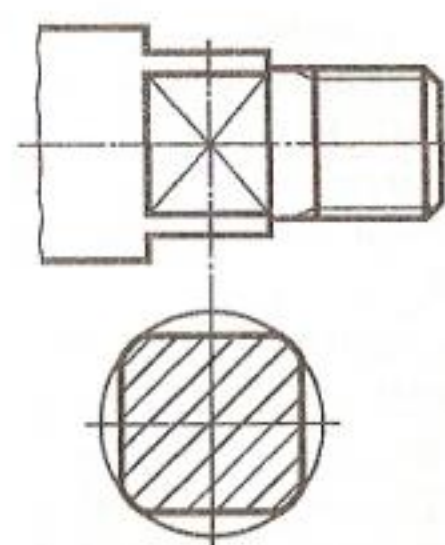


Рис. 42

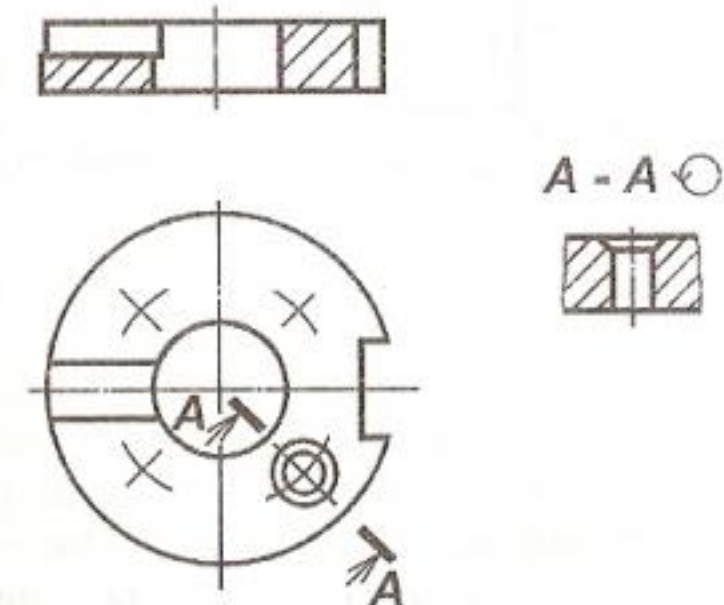


Рис. 43



Сечение по положению и построению должно соответствовать направлению, указанному стрелками (рис. 40). Допускается располагать сечение в любом месте поля чертежа, а также с поворотом с добавлением графического обозначения  $\odot$  (рис. 43).

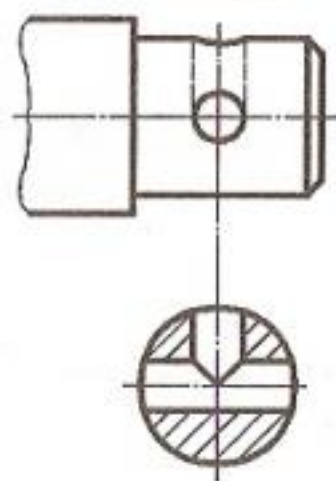


Рис. 44

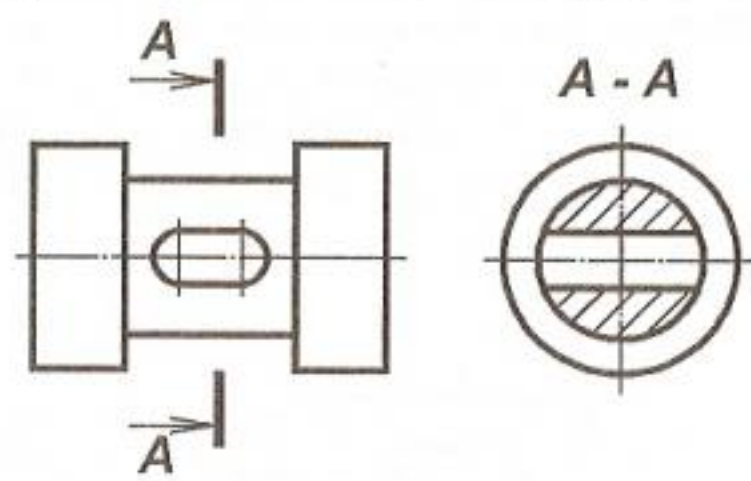


Рис. 45

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 43, 44).

Если сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрез (рис. 45).

### 2.5. ВЫНОСНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Выносной элемент – отдельное, обычно увеличенное, изображение какой-либо части предмета, поясняющее ее форму, содержащее размеры и другие данные.

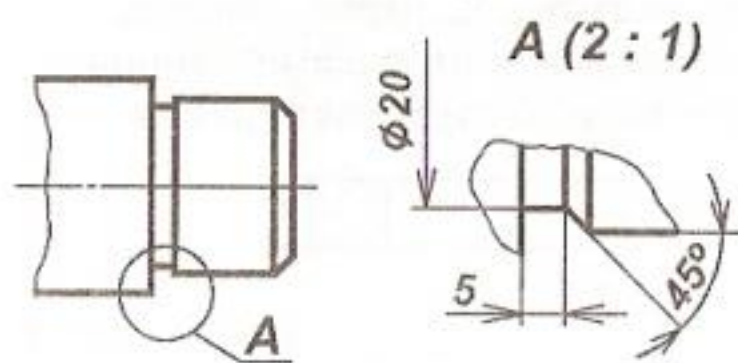


Рис. 46

Выносной элемент может содержать данные, не указанные на соответствующем изображении, и может отличаться от него по содержанию (изображение может быть видом, а выносной элемент разрезом).

При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой тонкой линией (окружностью, овалом и т.п.) с обозначением выносного элемента прописной буквой или сочетанием прописной буквы с арабской цифрой на полке линии-выноски. Над изображением выносного элемента укажут обозначение и масштаб, в котором он выполнен (рис. 46).

### 3. ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

Графические обозначения материалов в сечениях и правила их нанесения устанавливает ГОСТ 2.306–68.

Общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида материалов должно соответствовать рис. 47.

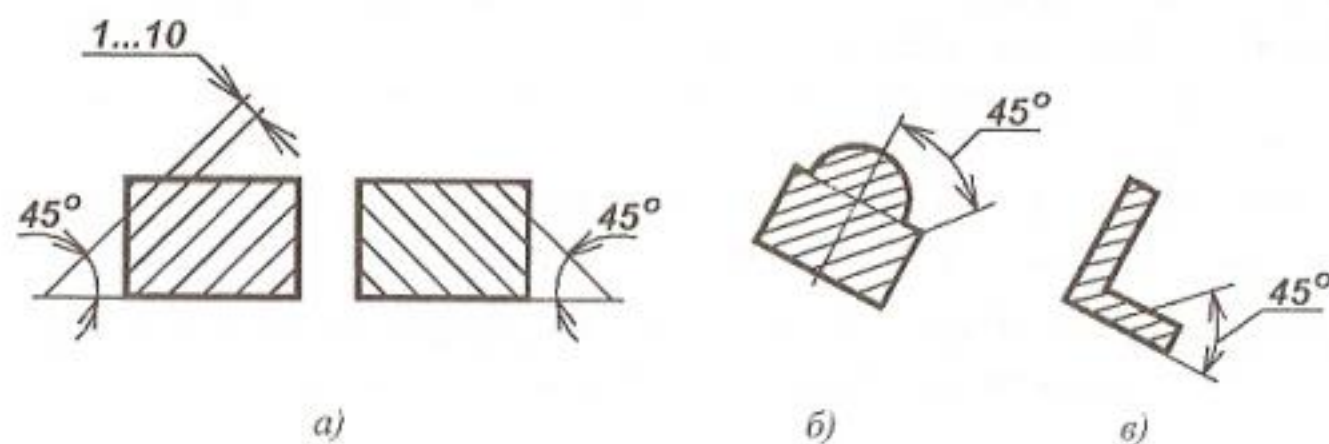


Рис. 47

Параллельные линии штриховки должны проводиться под углом  $45^\circ$ :

a) к линиям рамки чертежа (рис. 47, a); б) к оси изображения (рис. 47, б); или в) к контуру сечения (рис. 47, в).

Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом  $45^\circ$ , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми, то их проводят под углом  $30^\circ$  и  $60^\circ$  (рис. 48).

Расстояние между параллельными линиями штриховки должно быть от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки и от необходимости разнообразить штриховку сечений смежных предметов. Эти расстояния должны быть, как правило, одинаковыми для всех выполняемых в одном и том же масштабе сечений данного предмета.

Линии штриховки наносятся в одну и ту же сторону (с наклоном влево или с наклоном вправо) на всех сечениях одного и того же предмета, независимо от количества листов, на которых расположены сечения (рис. 30 – штриховка сечений, входящих в состав разрезов).

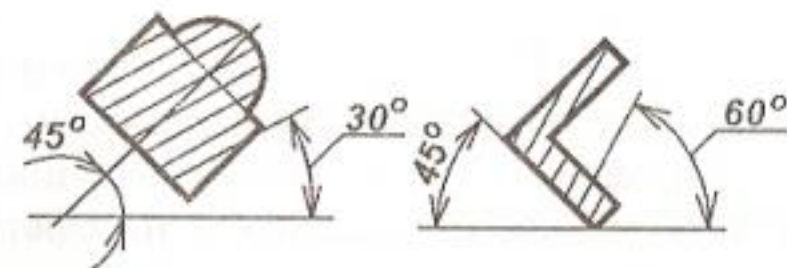


Рис. 48



## 4. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА НА ЧЕРТЕЖАХ

### 4.1. ПОВЕРХНОСТИ, НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ В ПРАКТИКЕ

К поверхностям общего назначения, наиболее распространенным в практике, относятся плоскости, призматические и пирамидальные поверхности, цилиндрические и конические поверхности вращения, сферы, торы.

Поверхности предметов изделий нередко состоят из частей таких поверхностей.

Вначале рассмотрим простейшие предметы – тела, ограниченные частями перечисленных поверхностей.

### 4.2. ИЗОБРАЖЕНИЯ ТЕЛ. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ТОЧЕК ПРИНАДЛЕЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТЯМ ТЕЛ. ПЛОСКИЕ СЕЧЕНИЯ

#### 4.2.1. Шар

Поверхность шара – сфера. Любая плоскость пересекает сферу по окружности.

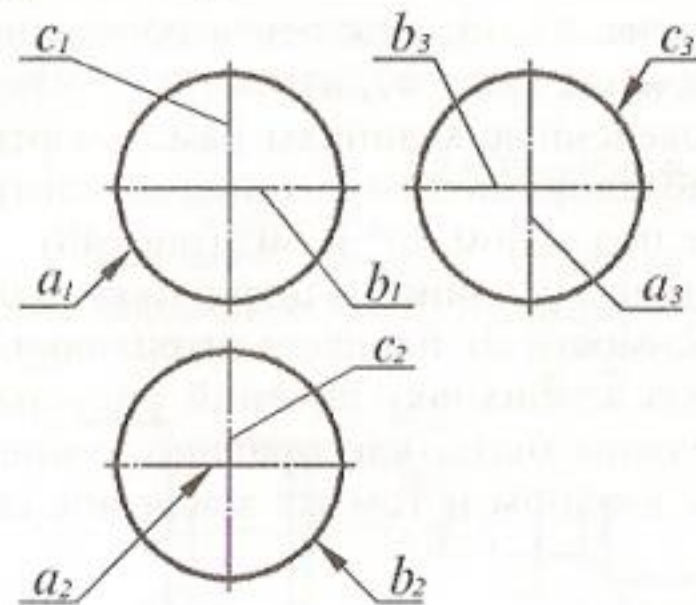


Рис. 49

Проекция шара – круги. На рис. 49 показаны виды спереди, сверху и слева шара. Обозначены проекции окружностей, являющихся контурными линиями на сфере относительно фронтальной (окружность  $a$ ), горизонтальной ( $b$ ) и профильной ( $c$ ) плоскостей проекции. Проекция ( $a_1$ ,  $b_2$ ,  $c_3$ ) этих линий являются очертаниями изображений сферы.

Точки принадлежат поверхности, если они находятся на

некоторой линии этой поверхности.

Проекция точек, принадлежащих сфере, строят с помощью окружностей, находящихся на сфере. Плоскости окружностей расположены параллельно плоскостям проекций.

На рис. 50 приведены примеры построения точек сферы  $A(A_1)$ ,  $B(B_2)$ ,  $C(C_3)$ ,  $D(D_1)$ ,  $E(E_2)$ ,  $F(F_3)$ . В скобках указаны заданные проекции точек. При построении проекций учитывалось, что заданные изображения тела являются видами. На чертеже обозначения проекций точек, невидимых относительно

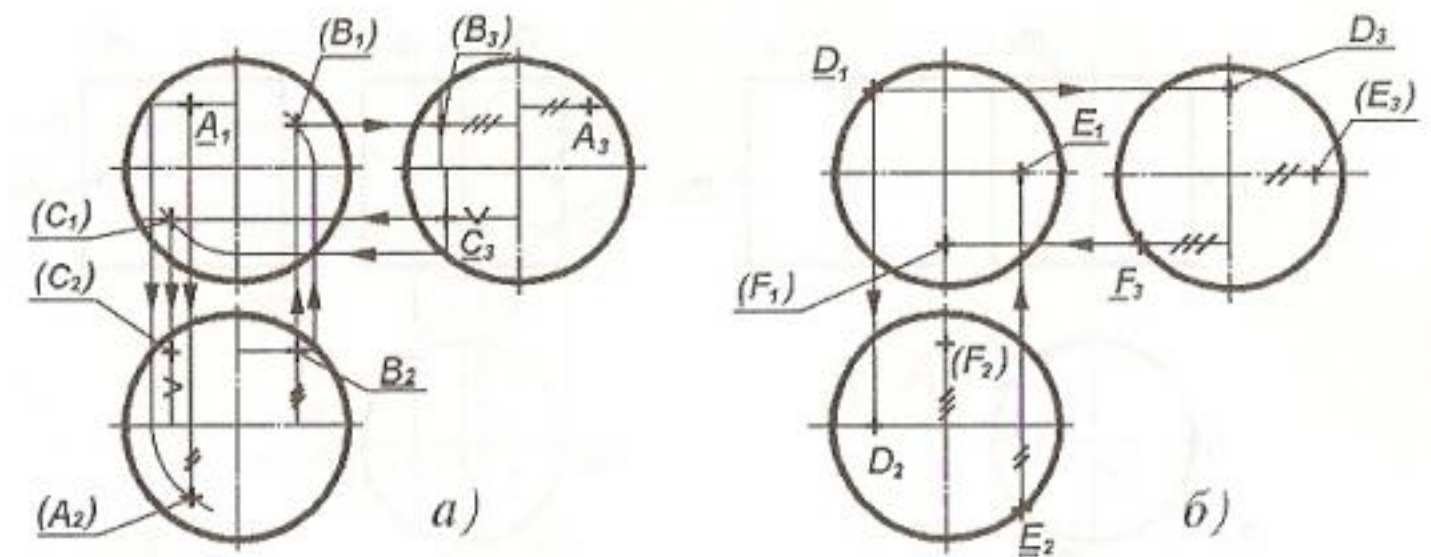


Рис. 50

соответствующей плоскости проекций, заключены в скобки.

На рис. 51 показано построение сечения части шара плоскостью  $A - A$ . Сечение ограничено дугой окружности с центром  $O$  и радиусом  $r$ .

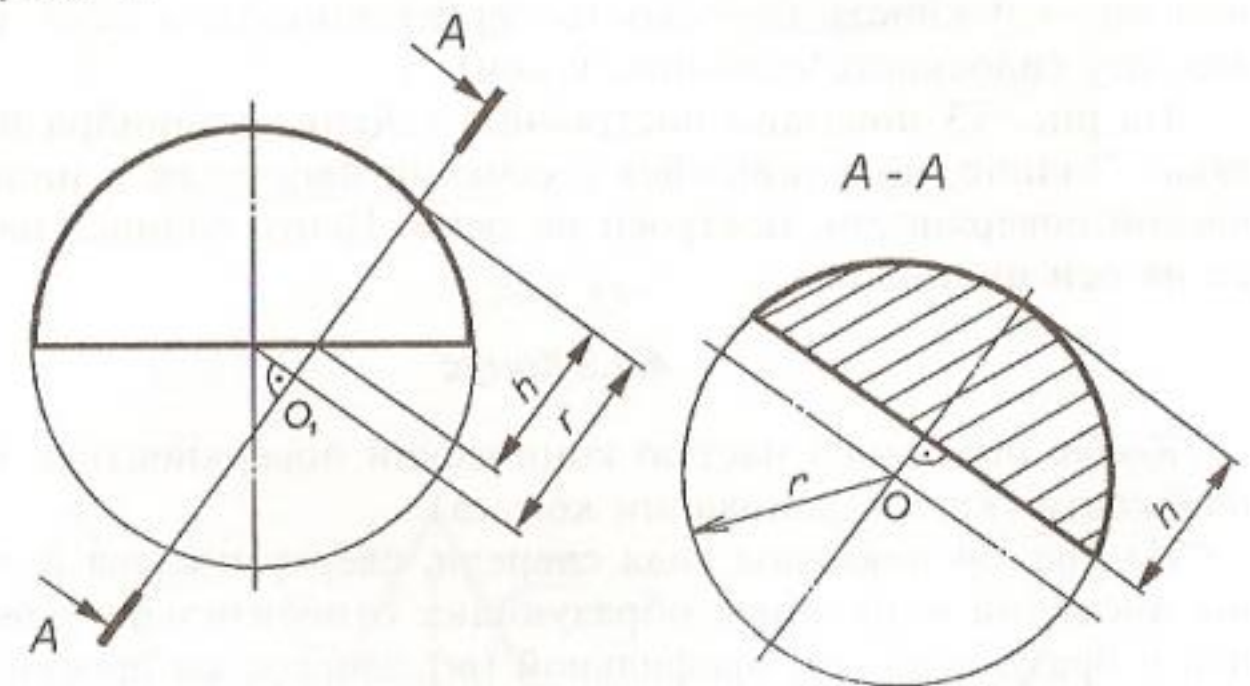


Рис. 51

#### 4.2.2. Цилиндр

Цилиндр ограничен частью цилиндрической поверхности вращения и частями двух плоскостей (кругами).

На рис. 52,  $a$  показаны виды спереди, сверху и слева, обозначены проекции контурных образующих относительно фронтальной (образующая  $l$ ) и профильной ( $m$ ) плоскостей проекций. Горизонтальная проекция цилиндрической поверхности  $\Phi$  – окружность  $\Phi_2$ .



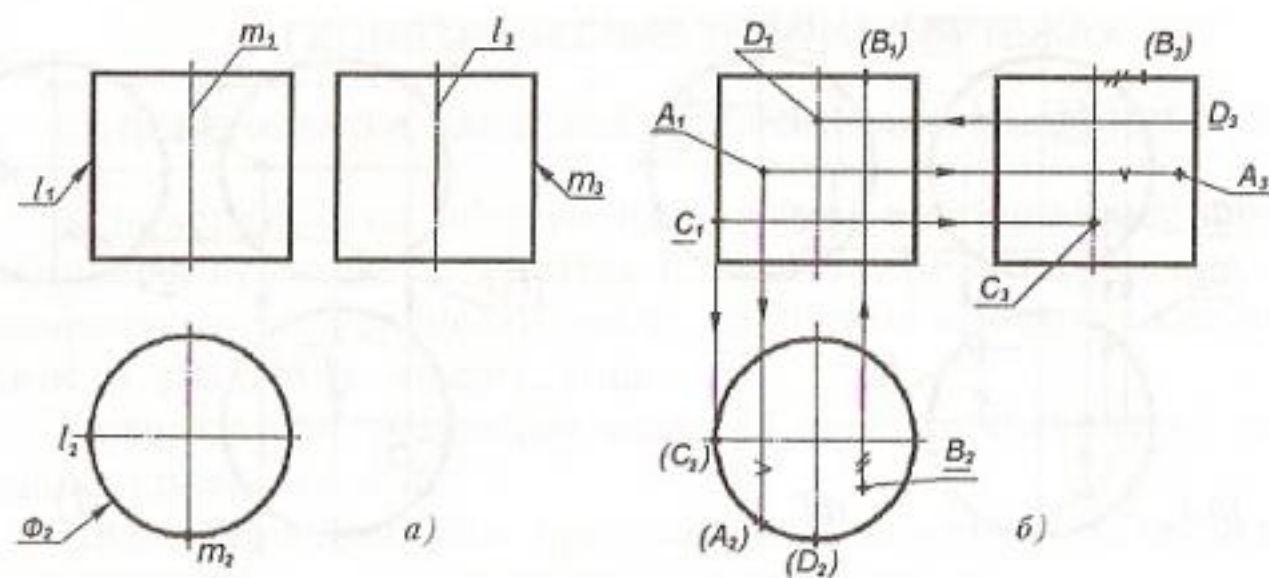


Рис. 52

На рис. 52, а представлены проекции точек, принадлежащих поверхности цилиндра.

Цилиндрическая поверхность пересекается плоскостями по двум образующим (плоскость параллельна оси поверхности), или по окружности (плоскость перпендикулярна оси), или по эллипсу (плоскость наклонна к оси).

На рис. 53 показано построение сечения цилиндра плоскостью. Эллипс, получившийся в сечении плоскости и цилиндрической поверхности, построен по осям. Центр эллипса находится на оси цилиндра.

#### 4.2.3 Конус

Конус ограничен частью конической поверхности и частью плоскости (круг в основании конуса).

На рис. 54 показаны вида спереди, сверху и слева и отмечены проекции контурных образующих относительно фронтальной (образующая  $l$ ) и профильной ( $m$ ) плоскостей проекций; отмечены проекции окружности  $a$  – границы основания конуса.

Коническая поверхность пересекается плоскостью по следующим линиям (рис. 55):

- 1) по двум образующим (плоскость проходит через вершину поверхности);
- 2) по окружности (плоскость перпендикулярна оси поверхности);
- 3) по эллипсу (плоскость наклонна к оси и пересекает все образующие поверхности);
- 4) по параболе (плоскость параллельна одной образующей и пересекает все остальные);

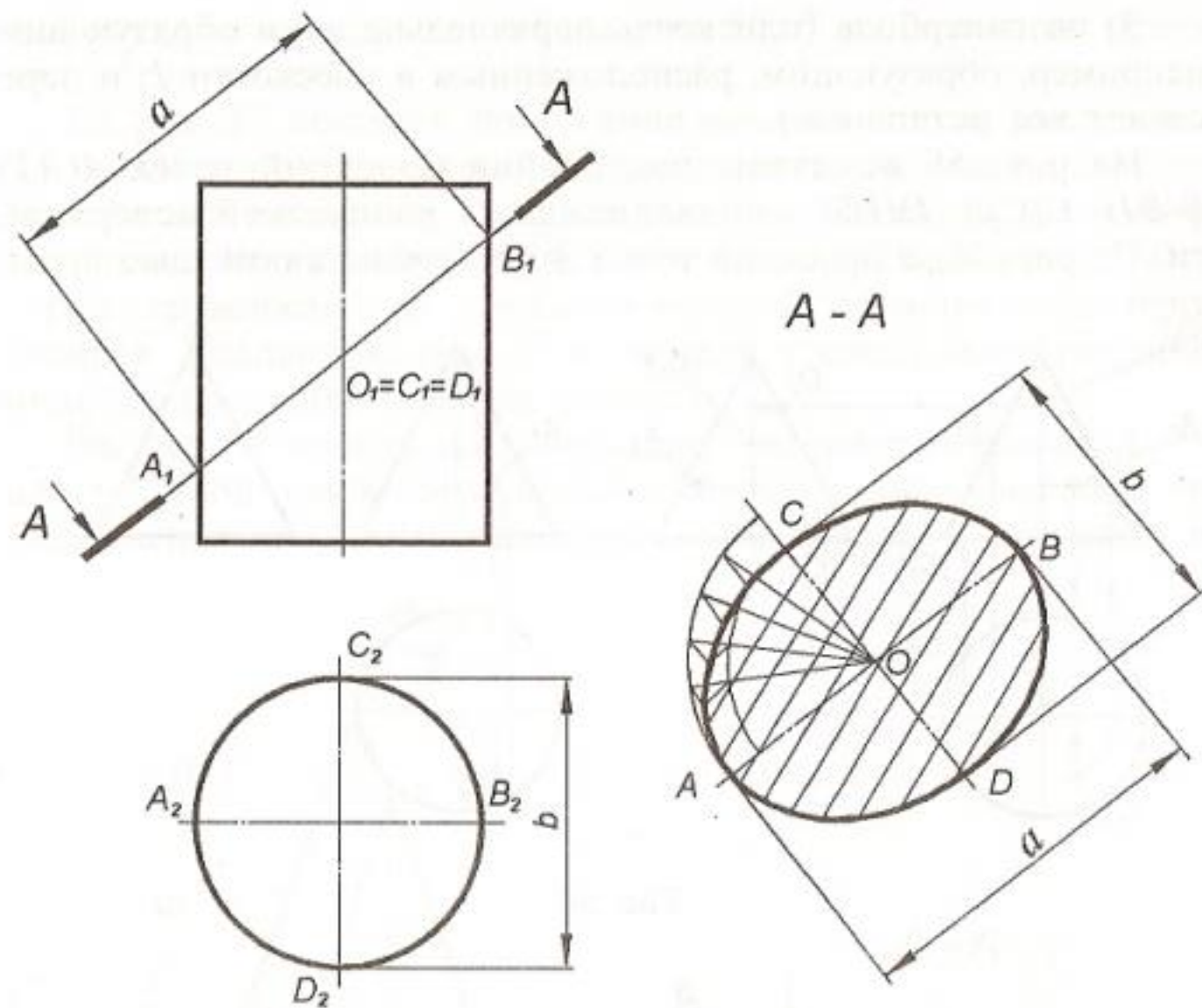


Рис. 53

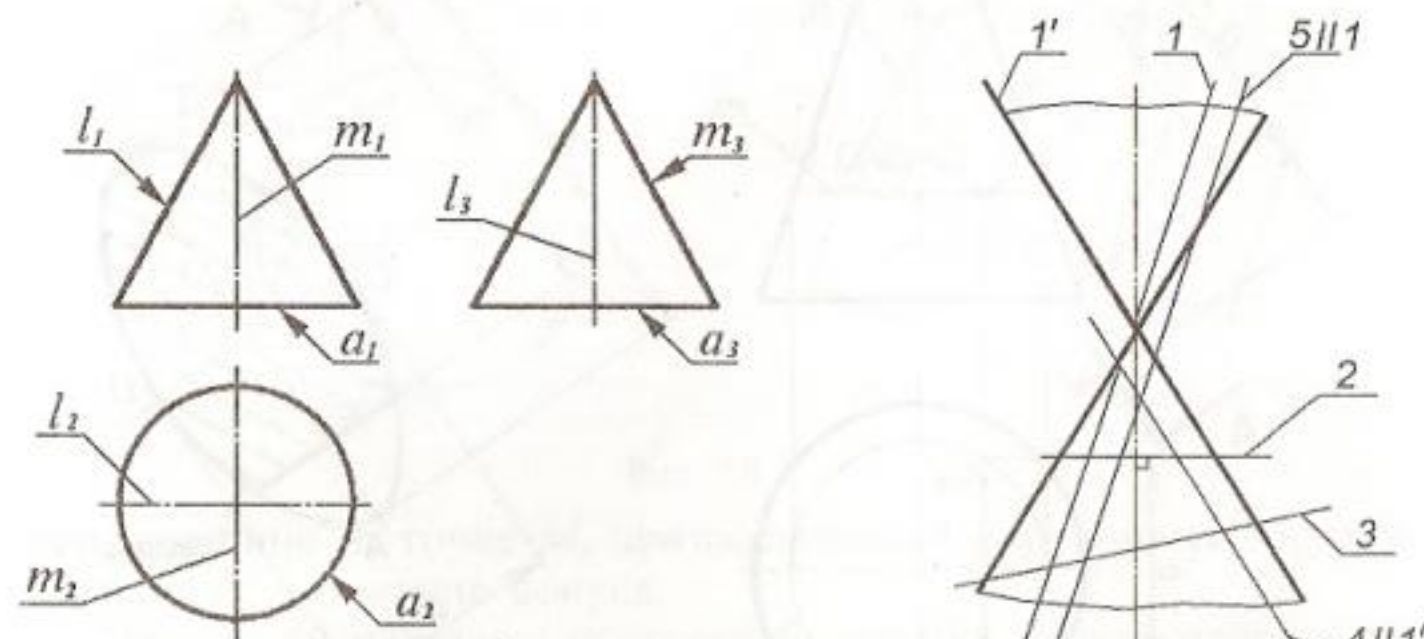


Рис. 54

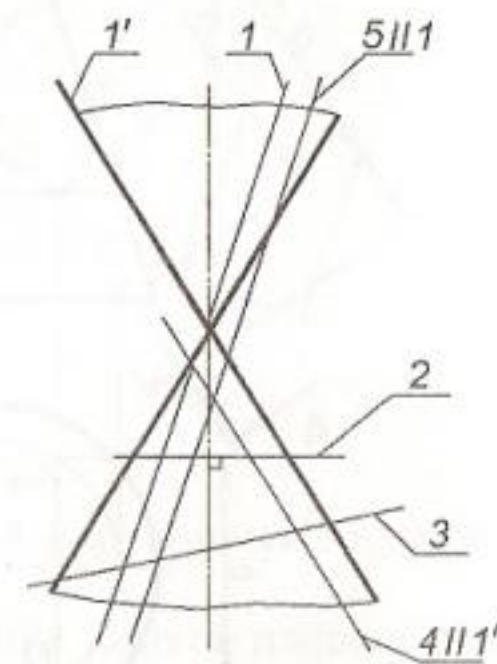


Рис. 55



5) по гиперболе (плоскость параллельна двум образующим, например, образующим, расположенным в плоскости  $I$ , и пересекает все остальные).

На рис. 56 показаны построения проекций точек  $A(A1)$ ,  $B(B1)$ ,  $C(C2)$ ,  $D(D3)$ , принадлежащих конической поверхности. На рис. 56, *а* проекции точки  $A$  построены с помощью проек-

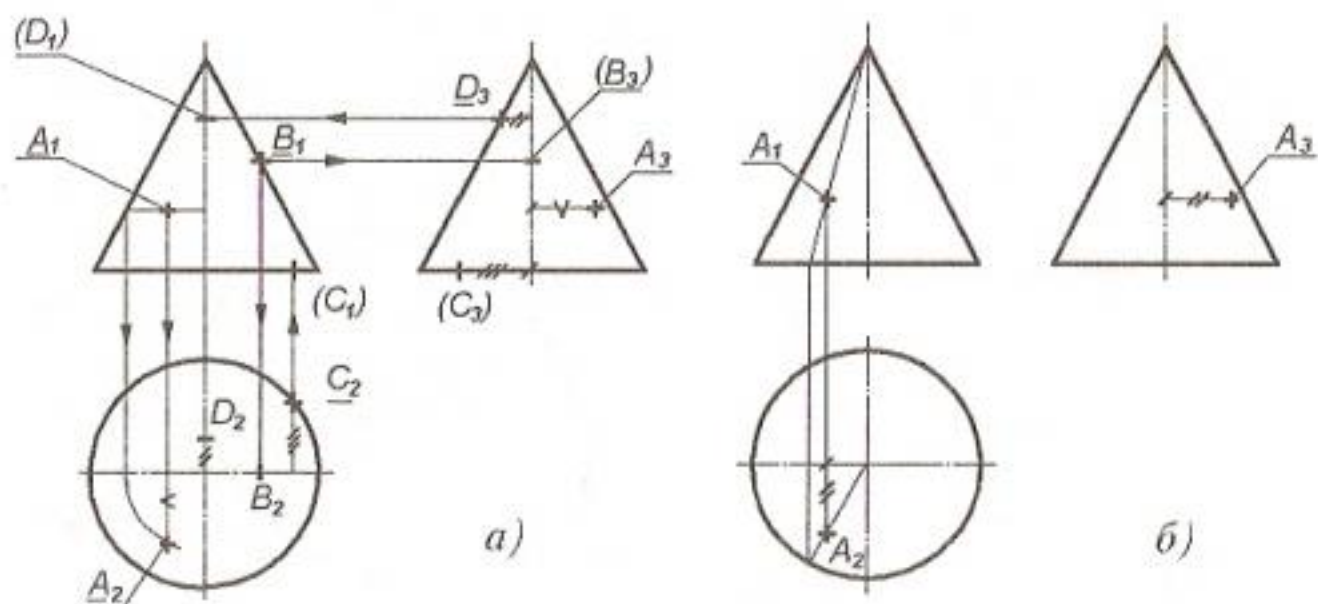


Рис. 56

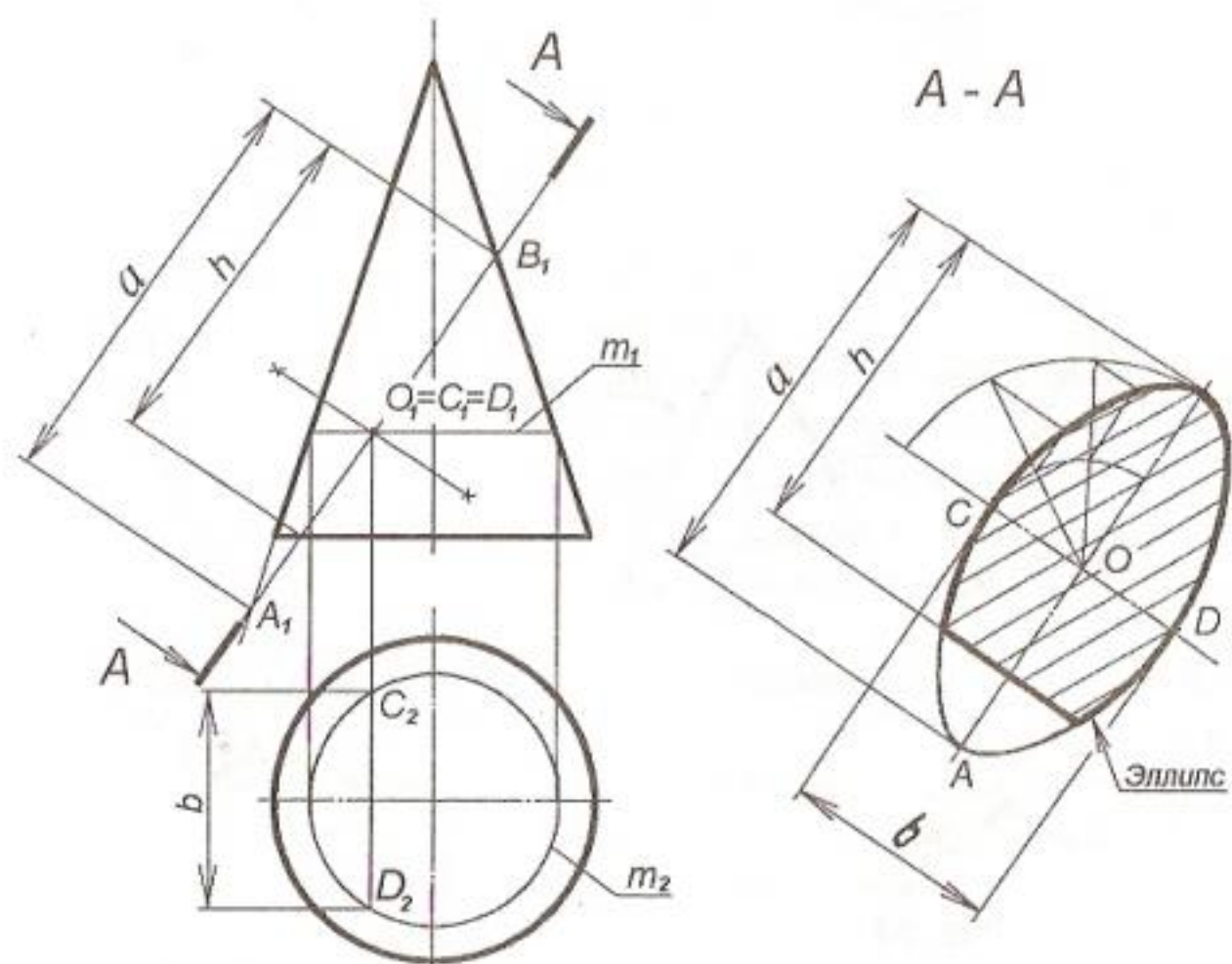


Рис. 57

ций параллели (окружности), на рис. 56, *б* – с помощью проекций образующей.

На рис. 57 показано построение сечения конуса плоскостью  $A - A$ . Эллипс, получившийся при пересечении конической поверхности и плоскости, построен по осям. Проекция  $O1$  центра  $O$  эллипса является серединой отрезка  $A1B1$ , малая ось  $CD$  – хорда окружности –  $m$ , плоскость которой проходит через центр эллипса. Условно на рис. 51 и на ряде последующих рисунков индексы проекций точек не нанесены.

На рис. 58 выполнено построение сечения плоскостью  $A - A$ , параллельной одной образующей  $l$ . Парабола, получающаяся при пересечении плоскости и конической поверхности, построена по

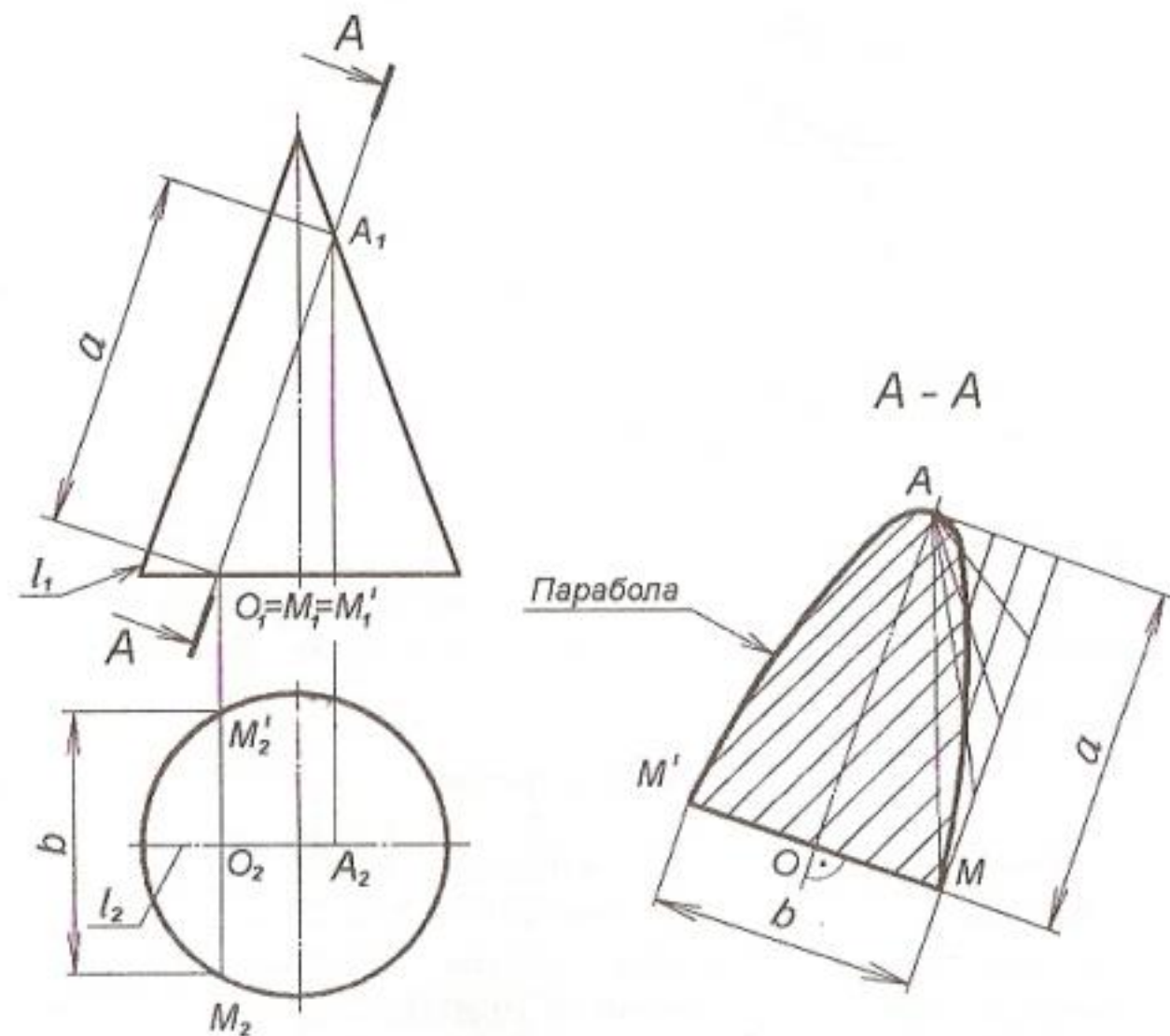


Рис. 58

оси, вершине  $A$ , точке  $M$ , принадлежащей окружности, ограничивающей основание конуса.

На рис. 59 показаны построения сечения конуса плоскостью  $A - A$ , параллельной двум образующим  $l$  и  $l'$ , которые расположены в плоскости, параллельной плоскости сечения и проходящей через вершину конуса (на рис. 58  $l$  и  $l'$  не показаны).



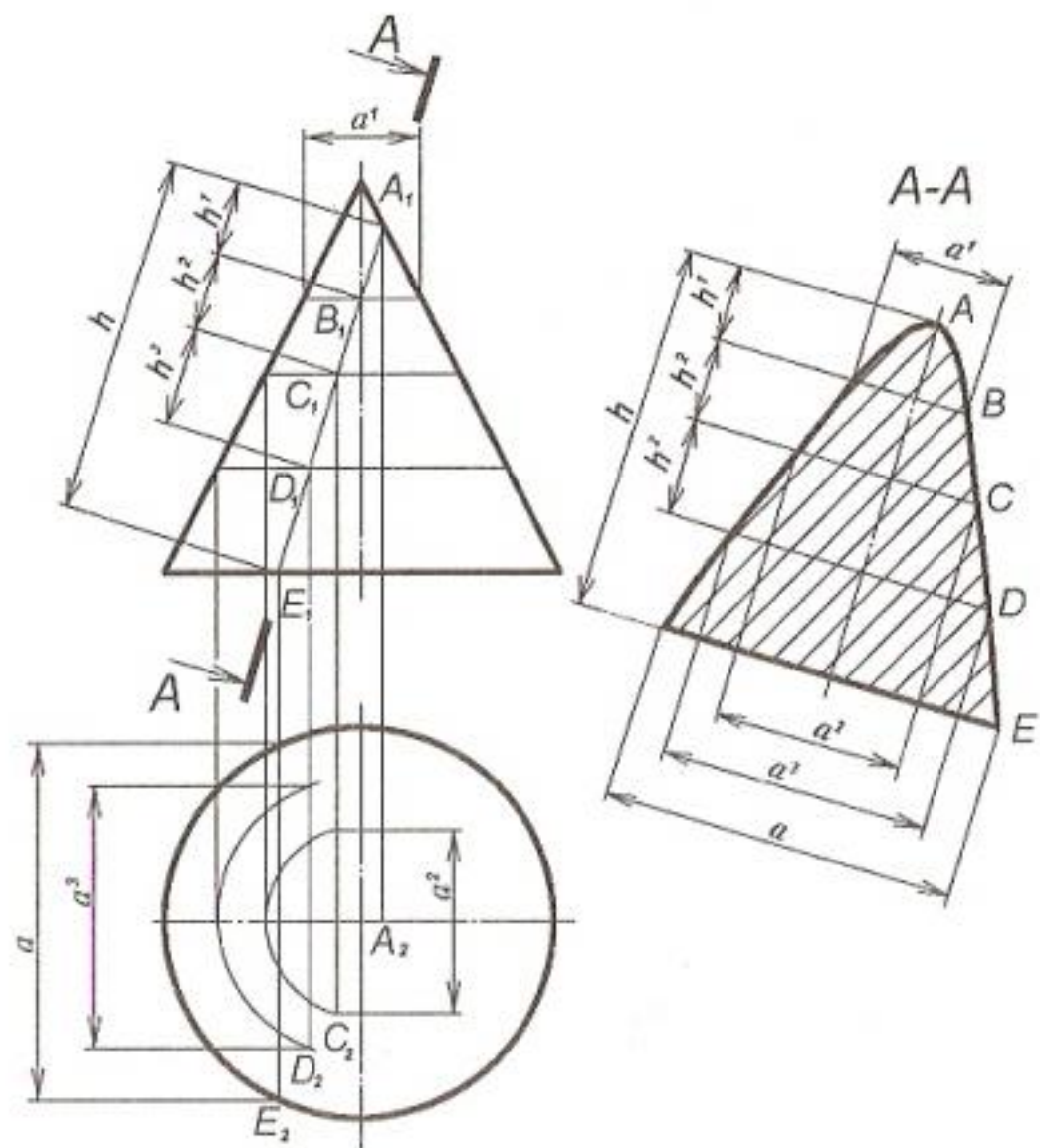


Рис. 59

Гипербола, получающаяся при пересечении плоскости и конической поверхности, построена по точкам. Точка А вершина гиперболы.

#### 4.2.4. Призма

На рис. 60 показаны виды спереди, сверху, слева шестигранной призмы и построены проекции точек  $A(A_1)$ ,  $B(B_1)$ ,  $C(C_2)$ , принадлежащих поверхности призмы. Ломаная линия  $\Phi_2$  – горизонтальная проекция боковой призматической поверхности.

На рис. 61 и 62 выполнены построения сечений призм плоскостями  $A - A$ . Призма, как и любой многогранник, пересекается плоскостью по многоугольнику, вершины которого принадлежат ребрам призмы. Показано построение вершин многоугольников.

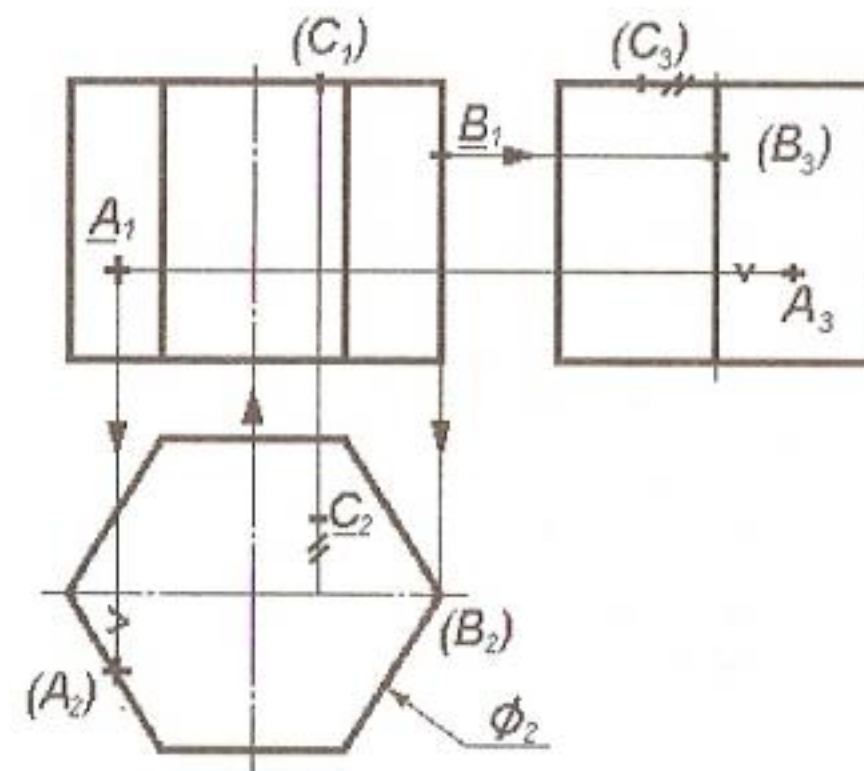


Рис. 60

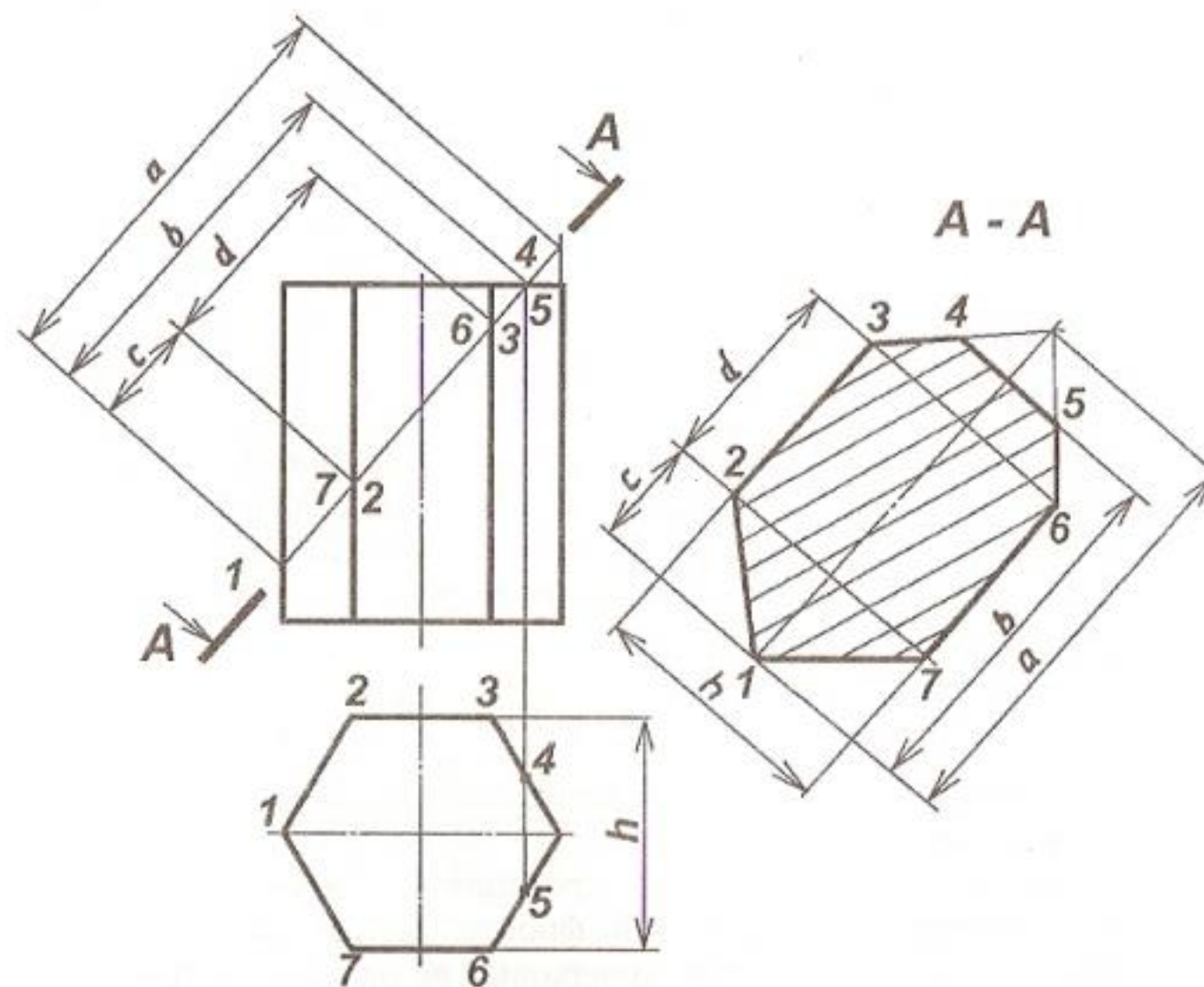


Рис. 61



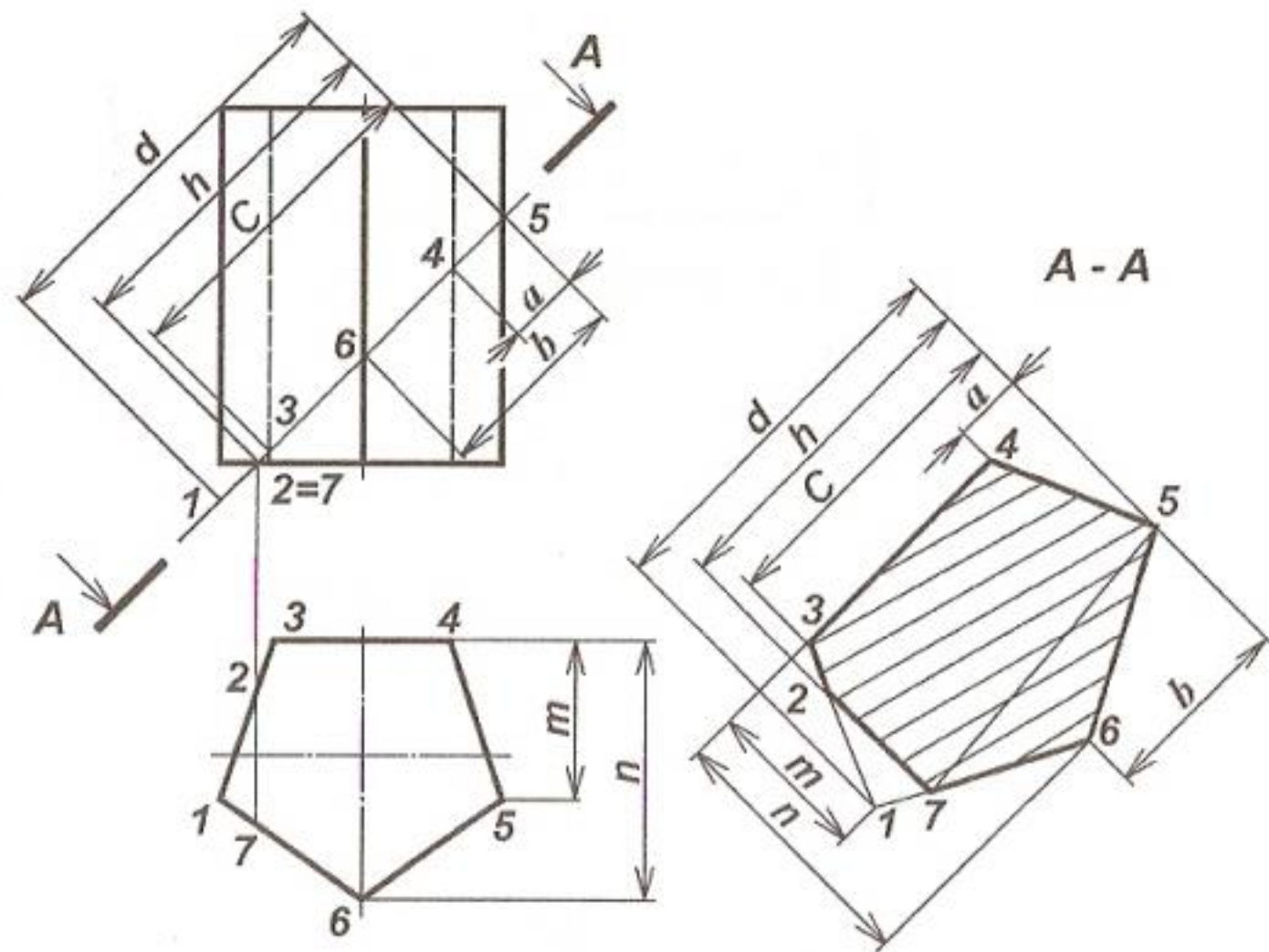


Рис. 62

#### 4.2.5. Пирамида

На рис. 63 показаны виды спереди, сверху, слева пирамиды и построены проекции точек  $A(A_1)$ ,  $B(B_1)$ ,  $C(C_2)$ ,  $D(D_2)$ .

На рис. 64, 65 выполнены построения сечений пирамид плоскостями  $A-A$ . Обозначены проекции вершин полученных многоугольников.

#### 4.2.6. Торы

На рис. 66 представлены виды спереди, сверху, слева тела, поверхность которого – тор.

Отмечены проекции оси  $i$  (проекция  $i_2$  – точка) тора и его главных меридианов относительно фронтальной (окружность  $l$  – полу-меридиан) и профильной (полу-меридиан  $m$ ) плоскостей проекций, наибольшей ( $a$ ) и наименьшей ( $b$ ) параллелей, т.е. экватора и горловины (горловина  $b$  не видна относительно фронтальной и профильной плоскостей проекций).

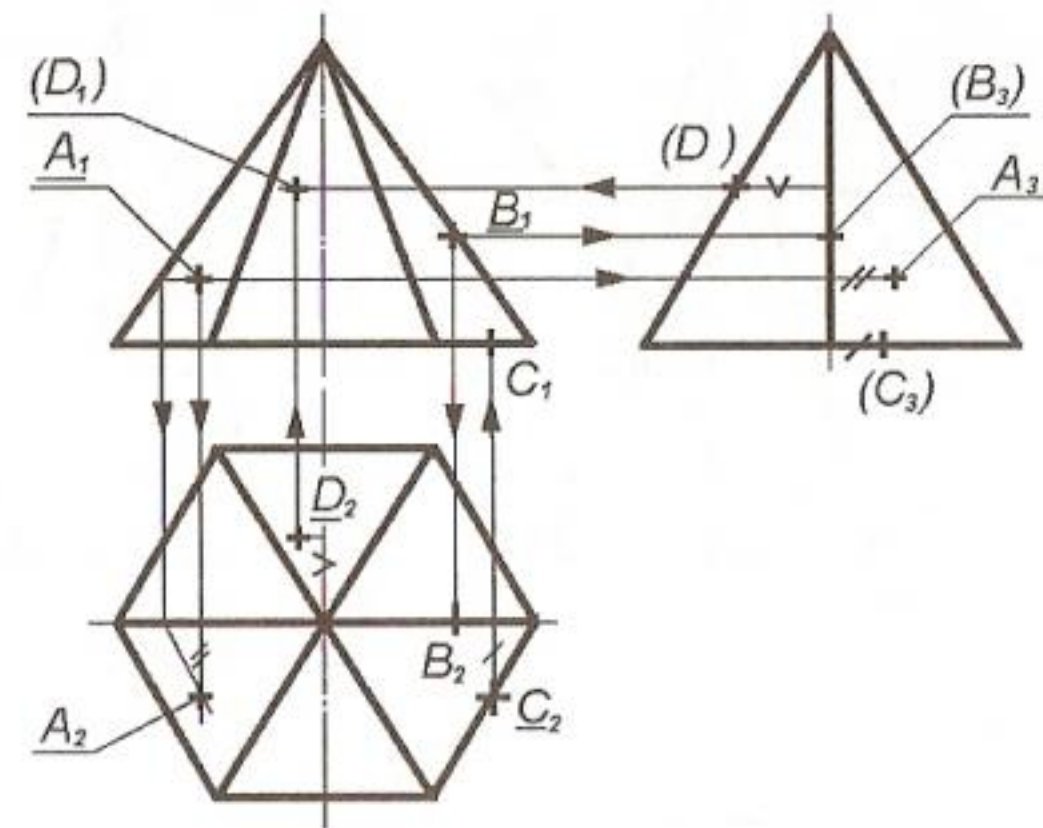


Рис. 63

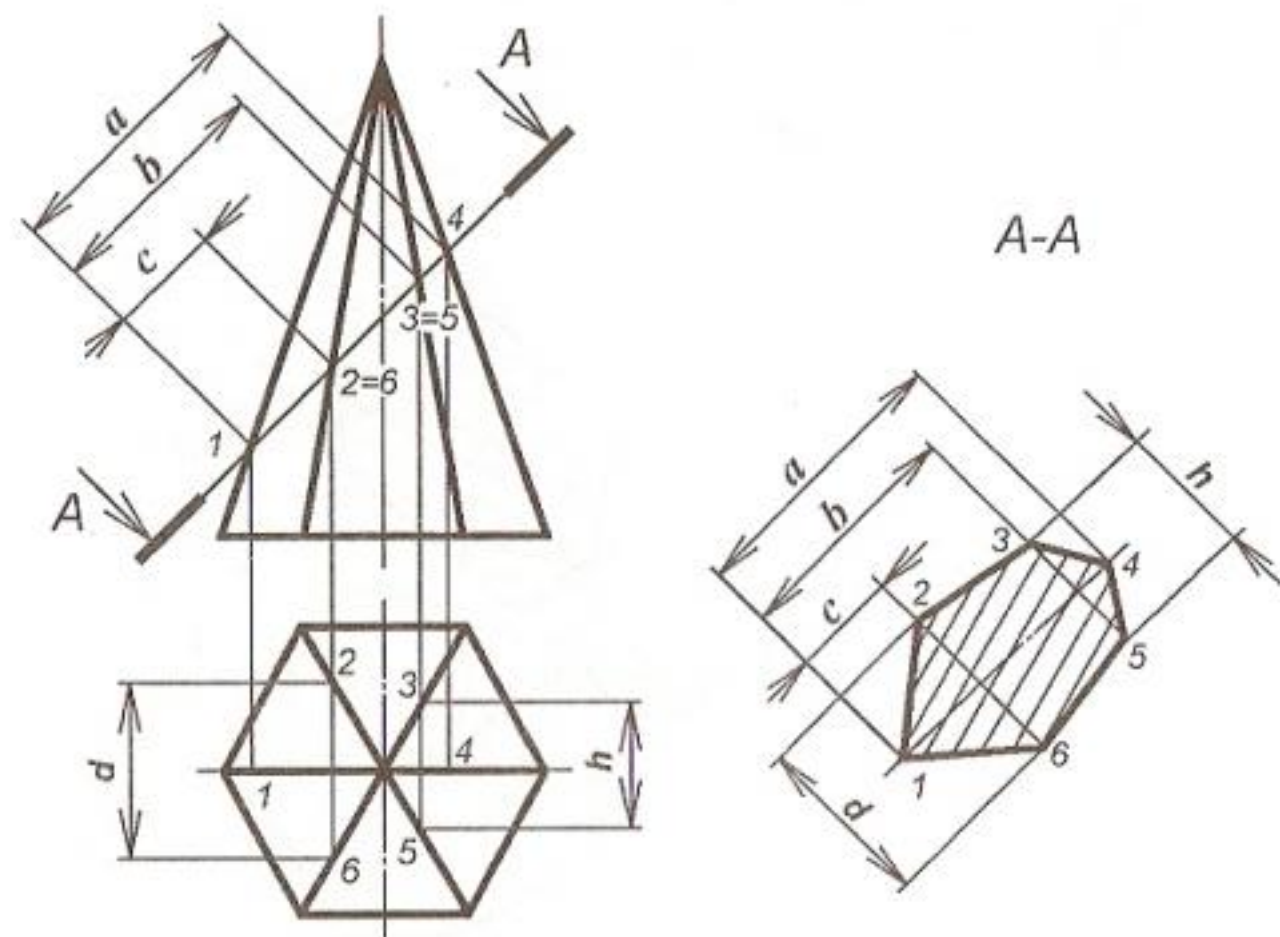
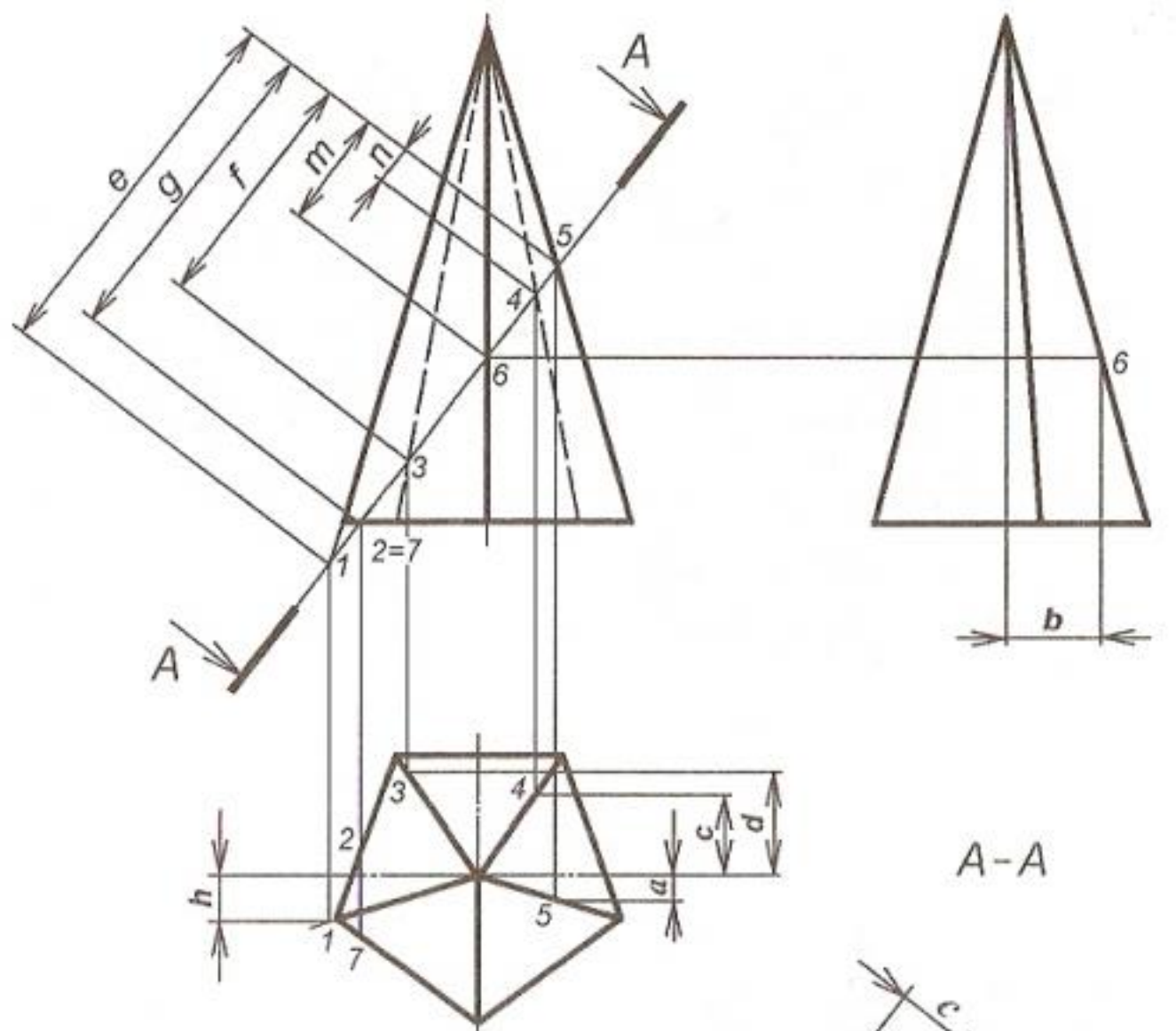


Рис. 64





A-A

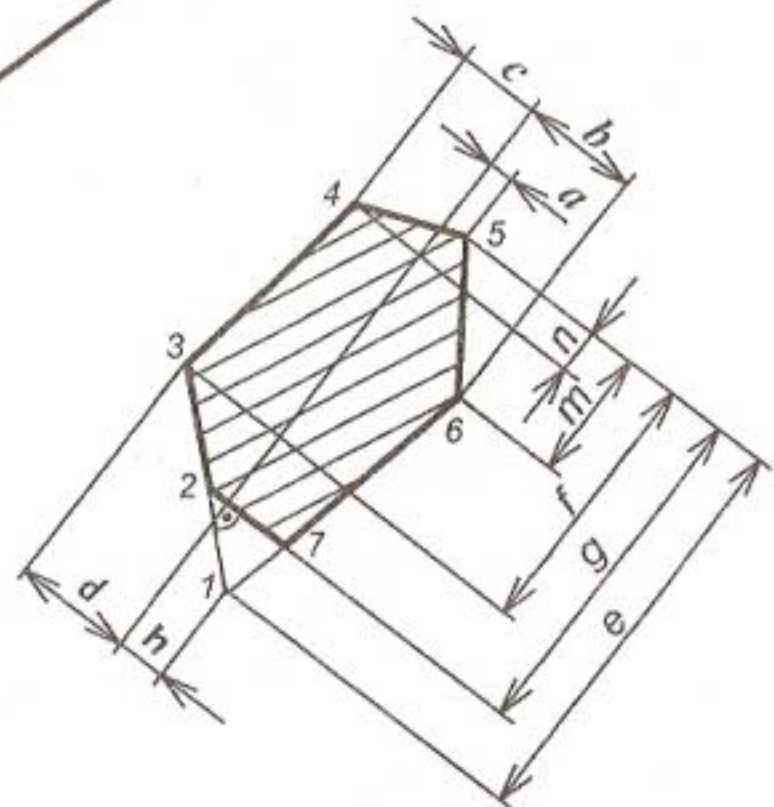


Рис. 65

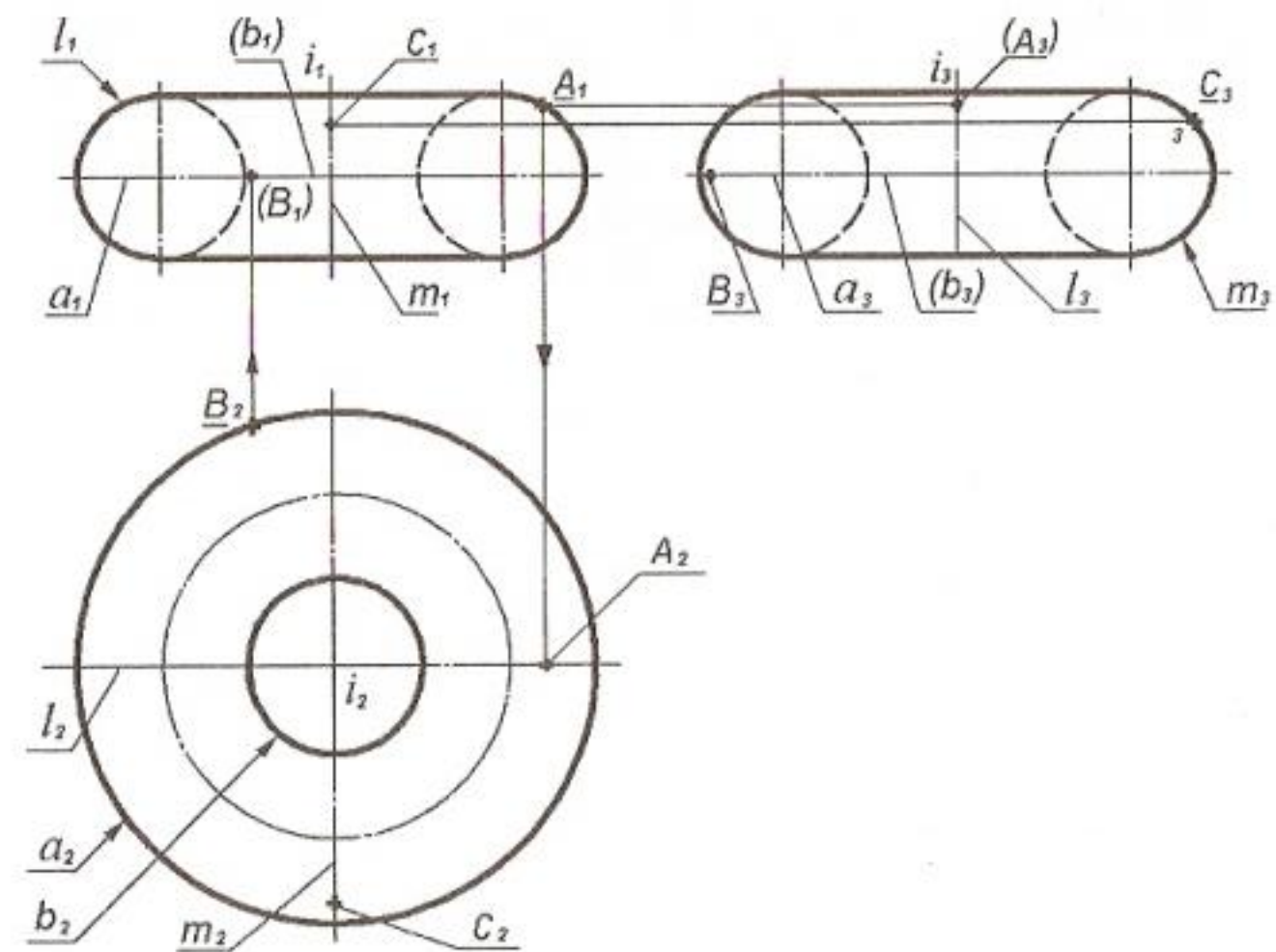


Рис. 66

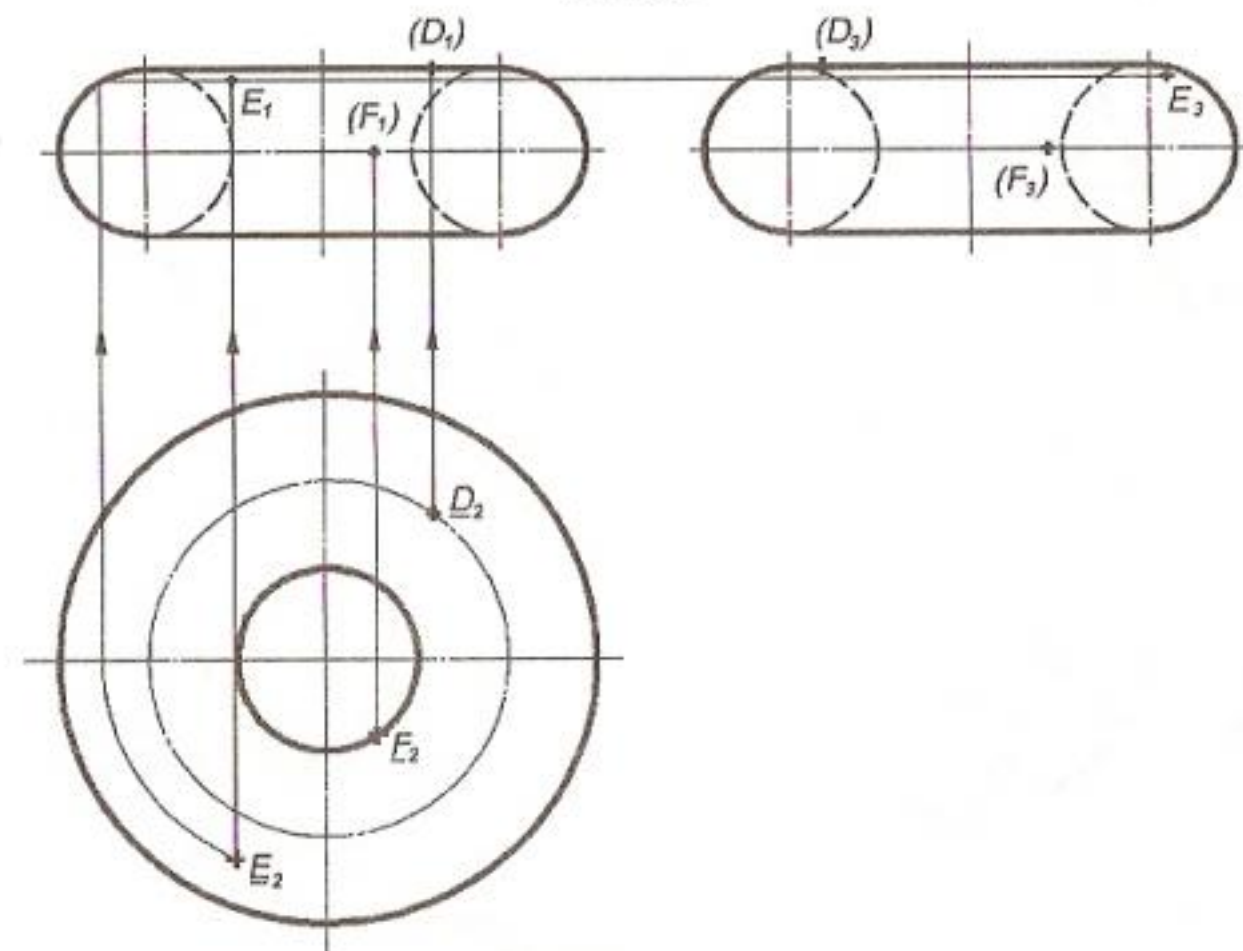


Рис. 67



На рис. 66 и 67 показаны построения точек  $A(A1)$ ,  $B(B2)$ ,  $C(C3)$ ,  $D(D2)$ ,  $E(E2)$ ,  $F(F2)$  принадлежащих тору.

Тор пересекается плоскостью по кривой четвертого порядка, которая может распадаться на две окружности, в частности, на две параллели или два меридиана.

На рис. 68 выполнены построения сечения тела, ограниченного частью поверхности тора и двумя кругами, расположенными в горизонтальных плоскостях. Дуга кривой четвертого порядка, являющаяся частью очертания сечения, построена по точкам, принадлежащим боковой поверхности тела.

Основные положения, рассмотренные в разд. 5, могут быть использованы при построении изображений предметов (см. разд. 6) независимо от их сложности.

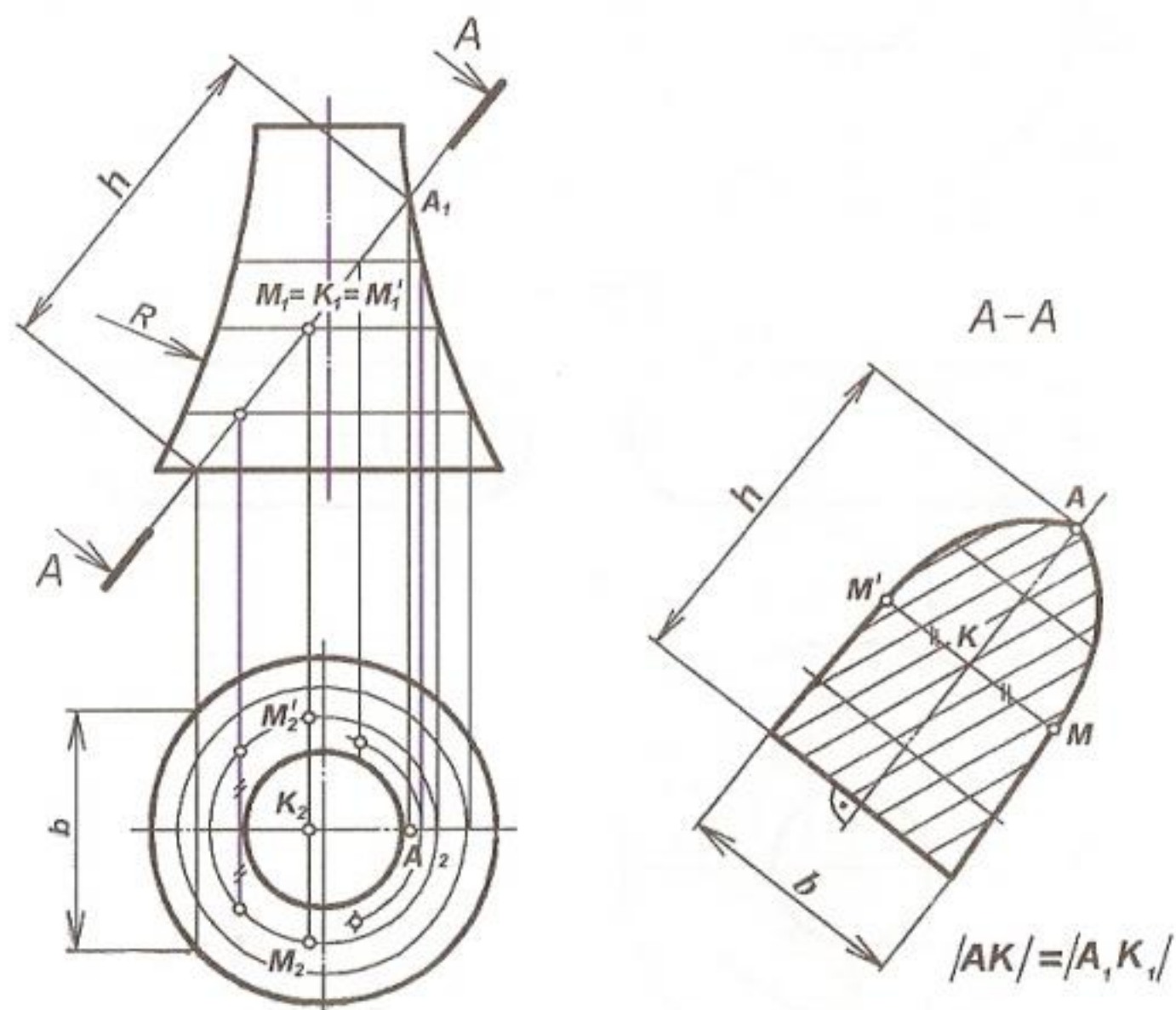


Рис. 68

## 5. ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРЕДМЕТОВ

Пример 1. По двум видам: спереди (главному) и сверху построить вид слева предмета и сечение плоскостью  $A - A$  (рис. 69).

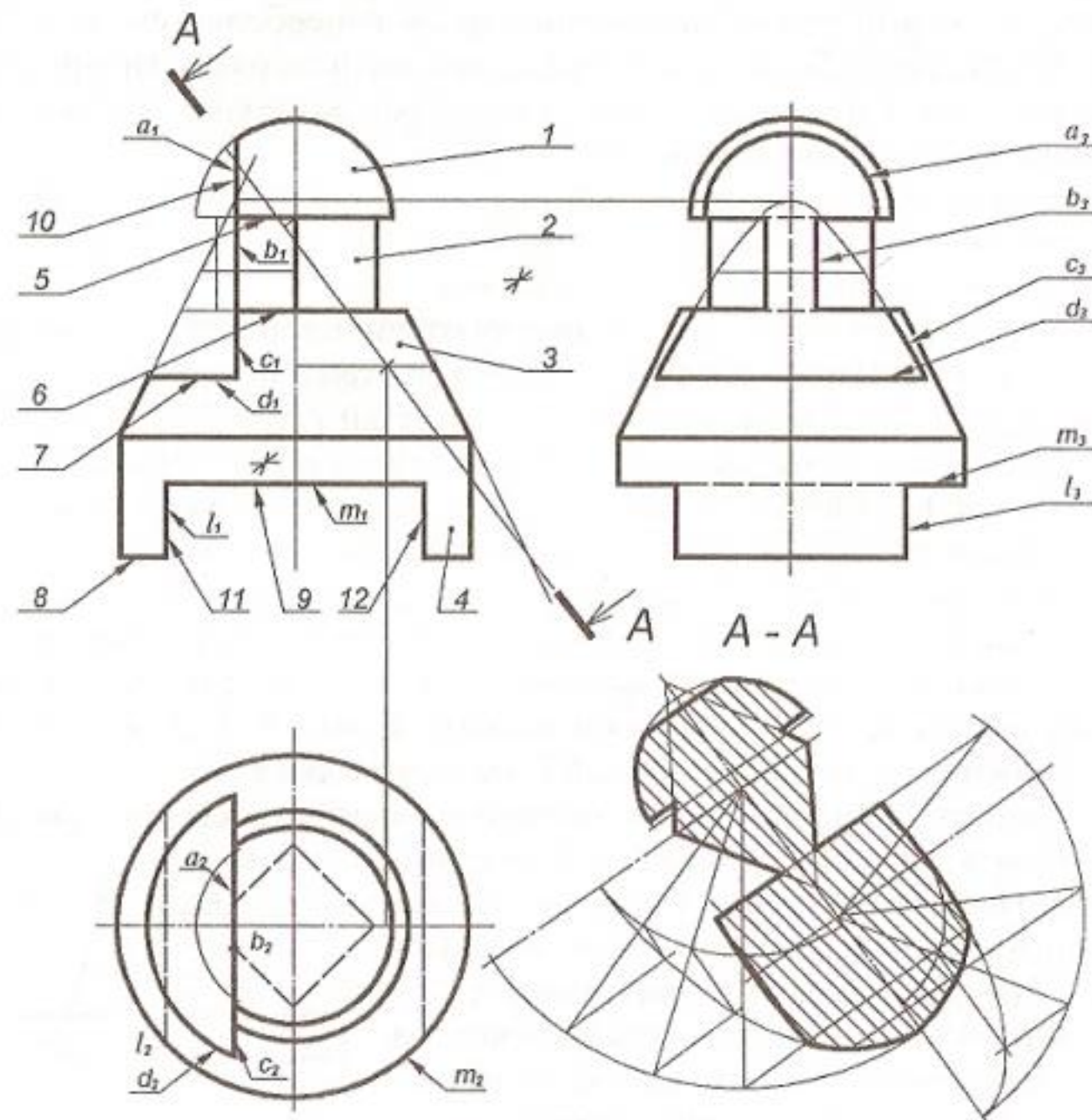


Рис. 69

Поверхность данного предмета составлена из частей сферы (1), призматической поверхности (2), конической (3) и цилиндрической (4) поверхностей вращения и плоских областей (горизонтальные плоскости 5, 6...9), профильные плоскости (10, 11, 12).

Профильная плоскость 10 среза пересекает полу сферу 1 по полуокружности  $a$  (проекции  $a1$ ,  $a2$  – отрезки прямой,  $a3$  – полуокружность). Часть призматической поверхности пересекается этой плоскостью по двум симметричным отрезкам пря-



мых, проекции одного из них – отрезка  $b$  – отмечена на чертеже (проекция  $b2$  – точка,  $b1, b3$  – вертикальные отрезки).

Коническая поверхность 3 плоскостью 10 пересекается по гиперболе. Проекция дуги  $c$  гиперболы обозначены на чертеже ( $c1, c2$  – отрезки прямой,  $c3$  – дуга гиперболы). Построена вершина дуги и показано построение точек гиперболы (см. рис. 56, а). Части гиперболы, расположенные на поверхности предмета, выделены линией видимого контура, остальная часть дуги выполнена сплошной тонкой линией.

Плоскость 7 пересекает коническую поверхность по окружности. На чертеже построены проекции ее дуги  $d$  ( $d1, d3$  – отрезки прямой,  $d2$  – дуга окружности).

Плоскости 11 и 12 паза пересекают цилиндрическую поверхность 4 по четырем образующим. На чертеже построены проекции отрезка  $l$  одной из них (11, 13 – отрезки прямой, 12 – точка).

Плоскость 9 пересекает цилиндрическую поверхность по окружности. Проекция одной из дуг  $m$ , расположенной на поверхности предмета, обозначены на чертеже ( $m1, m3$  – отрезки прямой,  $m2$  – дуга окружности).

Построение сечения предмета наклонной плоскостью  $A - A$  заключается в построении сечений плоскости с отдельными частями предмета, ограниченными поверхностями 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10. Построения показаны на рис. 69, см. также разд. 4.

*Пример 2.* По двум видам: спереди (главному) и сверху (рис. 70) построить три изображения, выполнив разрезы. Построить сечения предмета плоскостью  $B - B$ , параллельной одной образующей  $l$  (11, 12) конической поверхности.

Фронтальный разрез расположен на месте главного вида. Половина вида слева соединена с половиной профильного разреза (учитывается, что каждое из этих изображений – симметричная фигура). Выполнен вид сверху.

Требуемые изображения представлены на рис. 71. Показаны необходимые построения.

Линии невидимого контура на разрезах не предусмотрены правилами, но для полноты выявления формы предмета с учебной целью эти линии нанесены на разрезах.

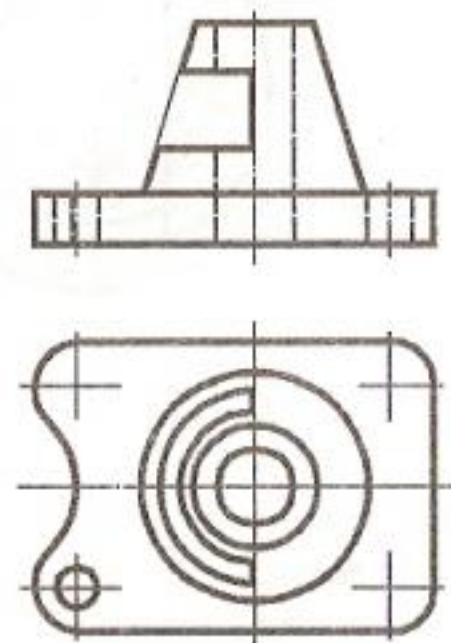


Рис. 70

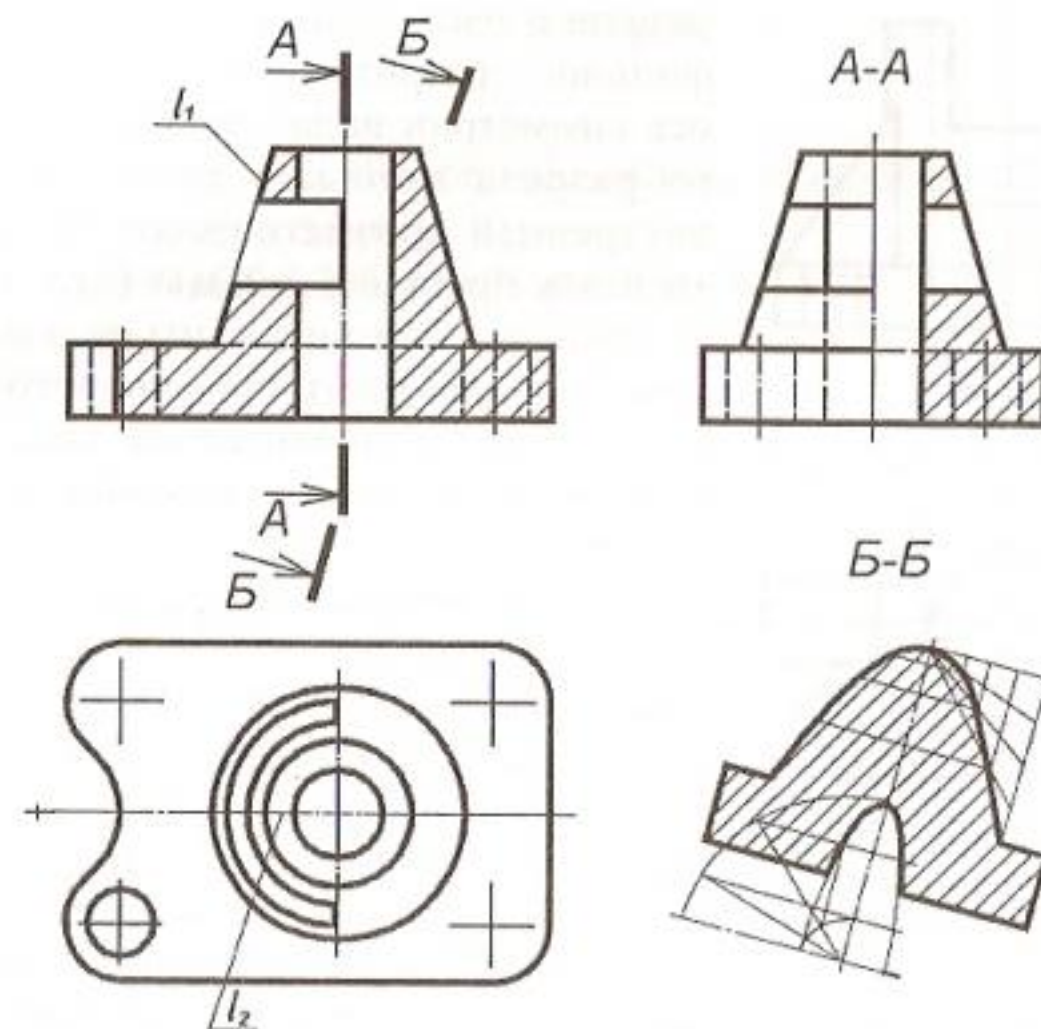


Рис. 71

При выполнении разрезов учитывалось, по каким линиям пересекают поверхность предмета секущие плоскости.

Часть сечения, входящего в состав профильного разреза, не заштрихована, так как в этом месте секущая плоскость не пересекает предмет, а как бы скользит по его поверхности, т.е. участок плоскости входит в состав поверхности предмета.

Фронтальный разрез не сопровождается надписью и секущая плоскость не отмечается, так как эта плоскость является плоскостью симметрии для предмета (см. п.2.3).

При пересечении конической поверхности и секущей плоскости  $B - B$  получается парабола (см. п.4.2.3). Дуга параболы построена по оси, вершине и точке, принадлежащей нижнему основанию конуса. Цилиндрическая поверхность пересекается по эллипсу, дуга которого построена по осям (см. п.4.2.2).

*Пример 3.* По двум видам построить три изображения, выполнив разрезы (рис. 72).

Учитывая, что каждое из изображений (виды главный и слева, фронтальный и профильный разрезы) – симметричные фигуры, соединим половину главного вида с половиной фронтального



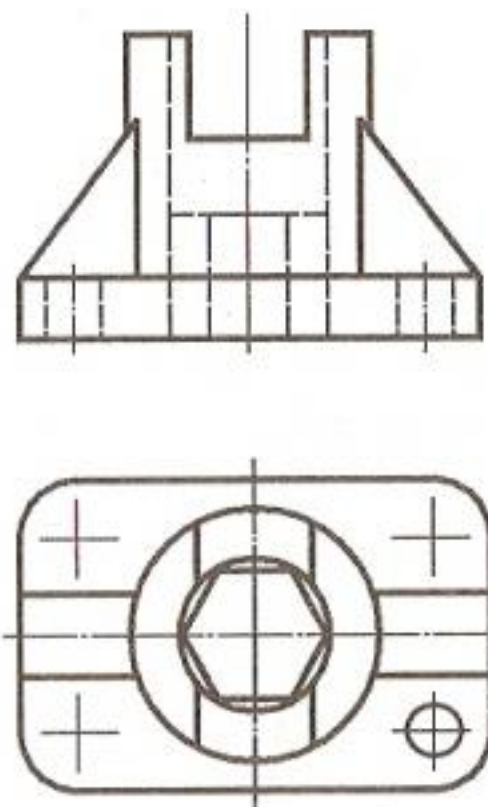


Рис. 72

Наклонная грань тонкой стенки пересекает цилиндрическую поверхность по дуге эллипса. Профильная проекция дуги построена по ее вершине и концам. О построении проекций образующих, по которым плоскости верхнего паза пересекают внешнюю и внутреннюю цилиндрические поверхности (см. пример 1).

В учебных целях на разрезах нанесены линии невидимого контура.

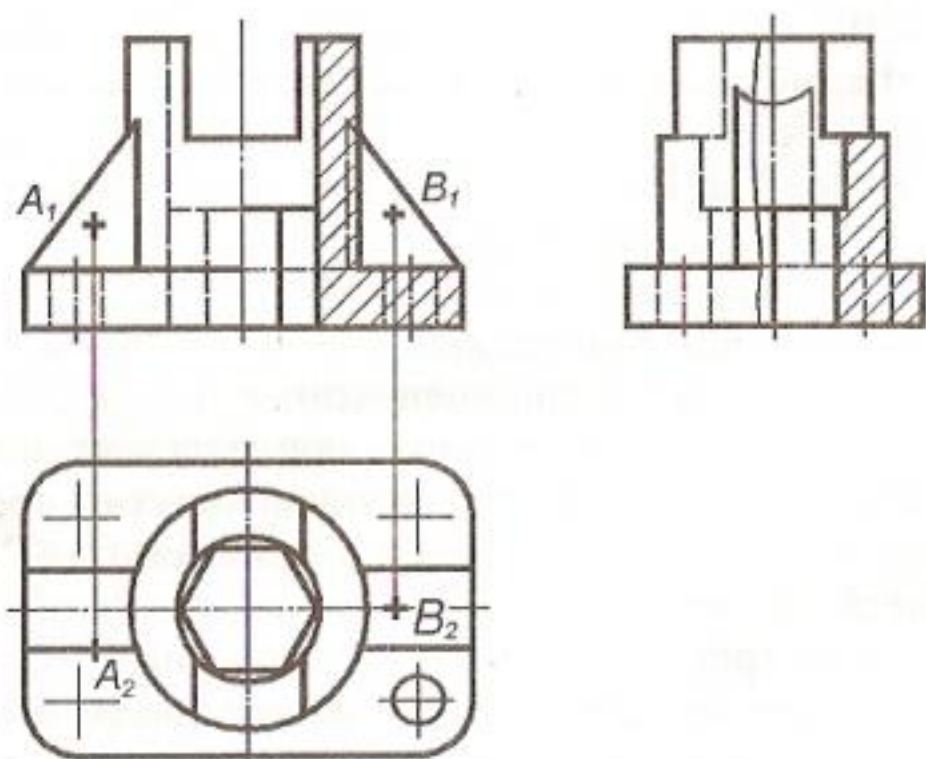


Рис. 73

разреза и часть вида слева с частью профильного разреза (рис. 73). Так как на ось симметрии вида слева и профильного разреза попадает проекция ребра внутренней призматической поверхности и эта проекция должна быть показана линией видимого контура, выполняется большая часть профильного разреза, которая отделяется от вида слева сплошной волнистой линией (см. п.2.3, рис. 36, а).

На фронтальном разрезе тонкая стенка не заштрихована, так как секущая плоскость направлена вдоль нее (см. п.3.3, рис. 38). Показаны горизонтальные проекции точек *A* и *B*, заданных фронтальными проекциями *A1* и *B1*.

## Литература

1. ЕСКД ГОСТ 2.104–68. Основные надписи. – М: Изд-во стандартов, 1995. с. 53–62.
2. ЕСКД ГОСТ 2.301–68. Форматы. – М: Изд-во стандартов, 1995. с. 3–4.
3. ЕСКД ГОСТ 2.302–68. Масштабы. – М: Изд-во стандартов, 1995. с. 5.
4. ЕСКД ГОСТ 2.303–68. Линии. – М: Изд-во стандартов, 1995. с. 6–11.
5. ЕСКД ГОСТ 2.304–68. Шрифты чертежные. – М: Изд-во стандартов, 1995. с. 12–39.
6. ЕСКД ГОСТ 2.305–68. Изображения – виды, разрезы, сечения. – М: Изд-во стандартов, 1995. с. 40–61.
7. ЕСКД ГОСТ 2.306–68. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах. – М: Изд-во стандартов, 1995. с. 62–68.
8. ЕСКД ГОСТ 2.307–68. Нанесение размеров и предельных отклонений. – М: Изд-во стандартов, 1995. с. 69–102.
9. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей. – М.: Высшая школа, 1998. – 442 с.
10. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1986 г. – 447 с.
11. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. – Л.: Машиностроение, 1984. – 416 с.
12. Ермакова В.А., Некрасова О.Н. и др. Общие правила выполнения чертежей и геометрические построения. Методические указания к работе №1. – М.: МАИ, 2000. – 32 с.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
1. Общие правила выполнения чертежей .....	4
1.1. Линии .....	4
1.2. Нанесение размеров .....	4
1.2.1. Общие положения .....	4
1.2.2. Размерные и выносные линии .....	5
1.2.3. Нанесение размеров отдельных элементов предмета .....	7
1.3. Нанесение размеров конусов .....	9
2. Общие правила выполнения изображений .....	10
2.1. Основные положения .....	10
2.2. Виды .....	11
2.3. Разрезы .....	13
2.4. Сечения .....	18
2.5. Выносные элементы .....	20
3. Графическое обозначение материалов на чертежах .....	21
4. Геометрические тела на чертежах .....	22
4.1. Поверхности, наиболее распространенные в практике ....	22
4.2. Изображение тел. Построение точек принадлежащих поверхностям тел. Плоские сечения .....	22
4.2.1. Шар .....	22
4.2.2. Цилиндр .....	23
4.2.3. Конус .....	24
4.2.4. Призма .....	28
4.2.5. Пирамида .....	30
4.2.6. Торы .....	30
5. Примеры построения изображений предметов .....	34
Литература .....	39

Учебное издание.

План издания 2001 г., поз. 2

Редактор В. А. Ермакова

Подготовка оригинал-макета В. В. Бодрышев

Сдано в набор 20. 06. 2001. Подписано в печать 01. 07. 2001. Бумага офсетная.

Формат 60×84 1/16. Гарнитура Times.

Печ. л. 2,5. Уч.-изд.л. 2,9. Тираж 1000 экз. Заказ 14

ЛР. № 066129 от 29.09.98 г.

Отпечатано в типографии ИЦ «Техинпресс»

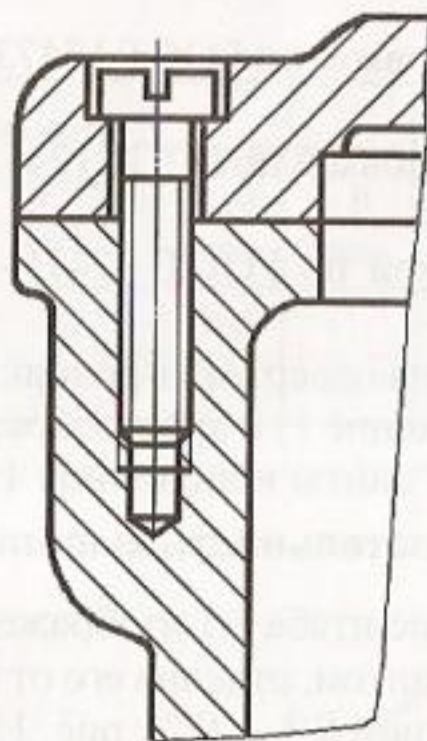
Адрес: Москва, ул. Дм. Ульянова, д. 44, корп. 1, тел. (095) 123-41-41



МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(государственный технический университет)

Андреев В.А. , Бодрышев В.В., Бирюков В.И., Кожухова Е.А.,  
Леонова С.А., Сухарева Л.А.

# СОЕДИНЕНИЕ ВИНТОМ





Настоящие методические указания предназначены для самостоятельной работы студентов при выполнении задания по теме «Соединения». Они посвящены одной из задач темы – изображению и обозначению на чертежах резьбового соединения винтом. Работа предполагает предварительное изучение теоретических вопросов, связанных с изображением на чертежах резьбы и крепежных деталей, в частности винтов.

По назначению винты делятся на крепежные и установочные. Крепежные винты предназначены для разъемного соединения двух или нескольких деталей, установочные винты – для фиксирования деталей при их соединении.

Как и все крепежные детали, винты стандартизованы, т.е. выпускаются вполне определенной конструкции и с размерами, установленными действующими стандартами (ГОСТ или ОСТ).

Крепежный винт представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом. Винты изготавливаются преимущественно с метрической резьбой (с крупным и мелким шагом) и различаются по форме головки.

В настоящей работе рассматриваются крепежные винты с:

- цилиндрической головкой по ГОСТ 1491–80 (см. приложение: рис. 1, табл. 1);
- полукруглой головкой по ГОСТ 17473–80 (см. приложение: рис. 2, табл. 2);
- полупотайной головкой по ГОСТ 17474–80 (см. приложение: рис. 3, табл. 3);
- потайной головкой по ГОСТ 17475–80 (см. приложение: рис. 4, табл. 4).

Шлицы (прорези для отверток) в головках крепежных винтов могут быть прямыми (исполнение 1) и крестообразными (исполнение 2). В работе рассматриваются винты исполнения 1.

**Последовательность выполнения задания**

1. Выполнить в масштабе 1:1 изображение фрагмента конструкции по месту соединения винтом, отделив его от остальной конструкции волнистой линией (толщиной  $S/3 \dots S/2$ ), рис. 1.

*Примечание:* при выполнении изображений следует отступить сверху на 50÷60 мм от рамки чертежа для размещения в последующем необходимых надписей.

1.1. В присоединяемой детали выполняется отверстие диаметром  $d_1$  под стержневую часть винта (см. рис. 2, а). Диаметр  $d_1$  определяется из ГОСТ 11284-75 (см. табл. 1) в зависимости от диаметра резьбы винта  $d$ , указанного в задании.

Помимо отверстия  $d_1$  в присоединяемой детали могут быть выполнены так называемые опорные поверхности под головки винтов (поверхности, на которые устанавливаются – опираются – головки винтов). Форму и размеры этих поверхностей устанавливает ГОСТ 12876-83.

Для винтов с цилиндрической по ГОСТ 1491–80 и полукруглой по ГОСТ 17473–80 головками опорная поверхность представляет собой цилиндрическое отверстие (углубление), размеры которого – диаметр и глубину – определяют в зависимости от диаметра резьбы винта  $d$  (см. рис. 2, б, табл. 2 и рис. 3).

*Внимание!* В ряде заданий опорной поверхностью под эти винты является верхняя плоскость присоединяемой детали.

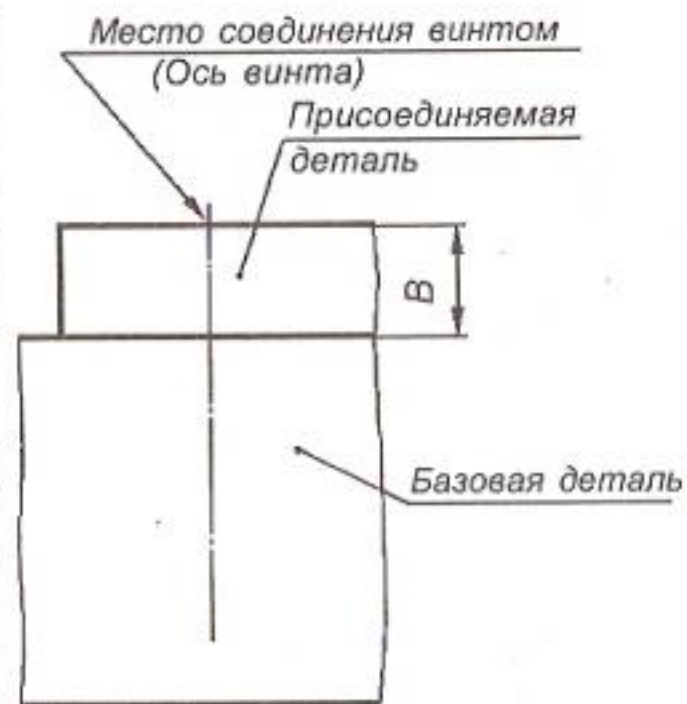


Рис. 1

Таблица 1.

Диаметр крепежной детали $d$	$d_1$		Диаметр крепежной детали $d$	$d_1$		Диаметр крепежной детали $d$	$d_1$	
	1-й ряд	2-й ряд		1-й ряд	2-й ряд		1-й ряд	2-й ряд
6	6,4	6,6	10	10,5	11	14	15	16
8	8,4	9	12	13	14	16	17	18

*Примечание:* в учебных чертежах рекомендуется применять значения диаметров по 2-му ряду.

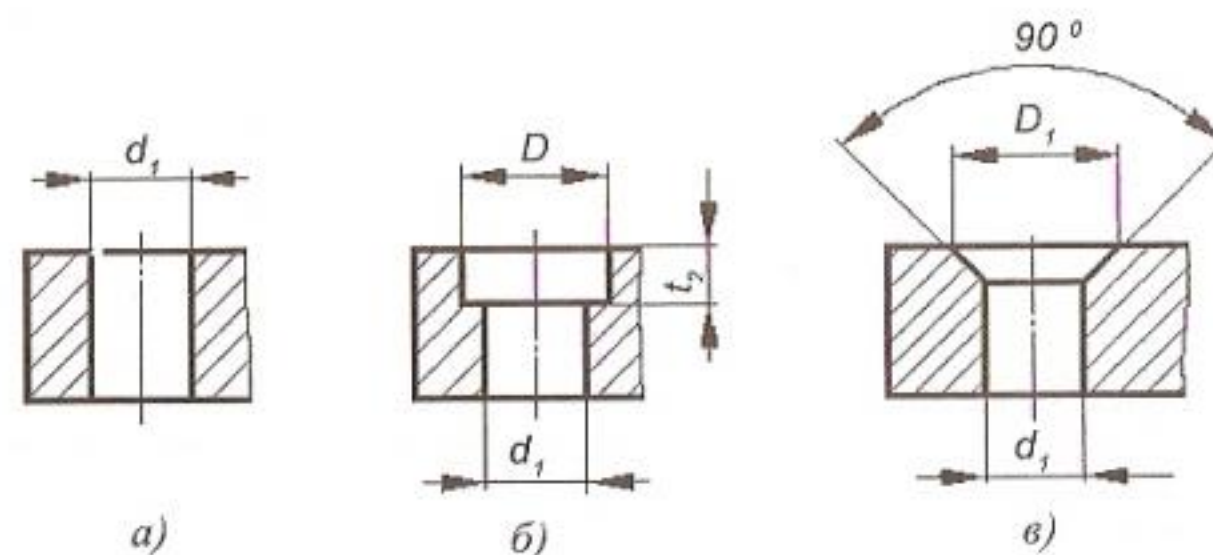


Рис. 2



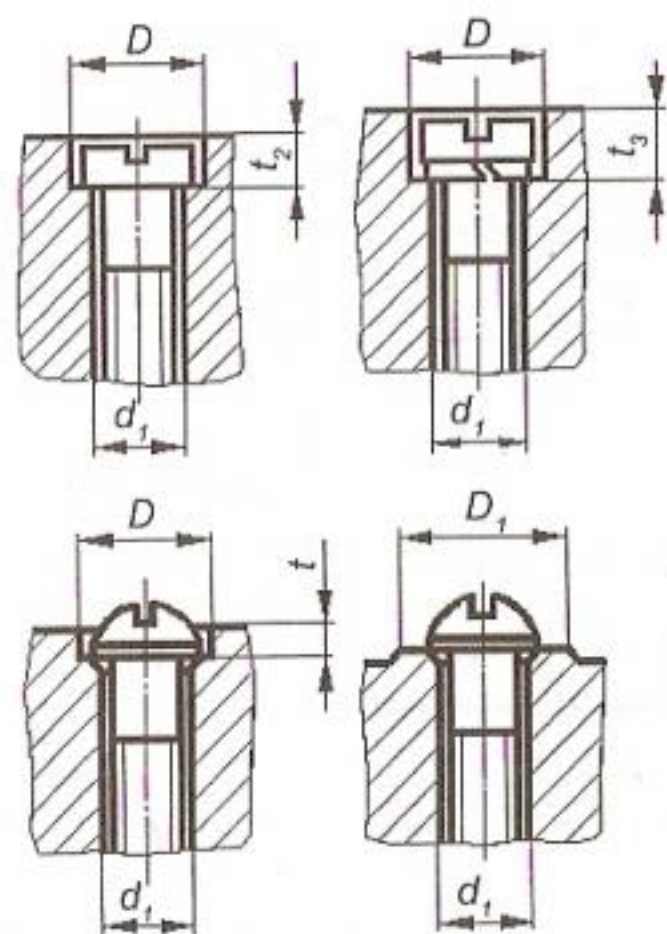


Рис. 3

Для винтов с полупотайной по ГОСТ 17474-80 и потайной по ГОСТ 17475-80 головками опорной поверхностью является отверстие (углубление) конической формы, размеры которого также определяются по ГОСТ 12876-83 в зависимости от диаметра  $d$  резьбы винта, (см. рис. 2, в и рис. 4, табл. 3).

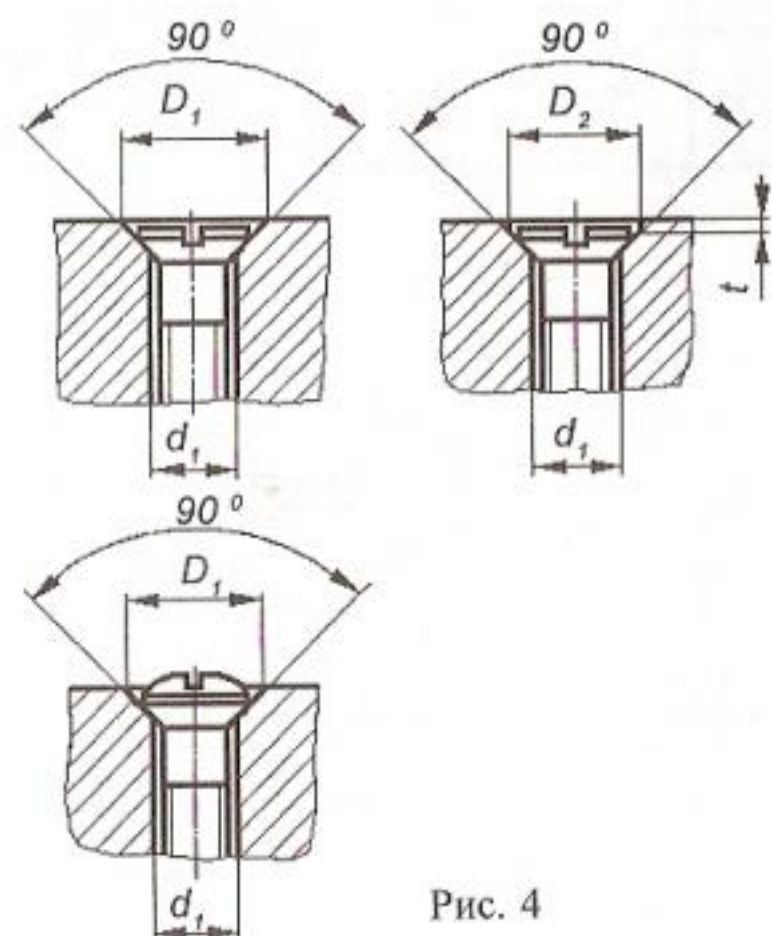


Рис. 4

Таблица 3.

$d$	$D_1$	$D_2$	$t$
6	12,4	11,5	0,4
8	16,4	15	0,7
10	20,4	19	0,7
12	24,4	23	1,0
14	28,4	26	1,0
16	32,4	30	1,2

$d_1$  - по ГОСТ 11284-75

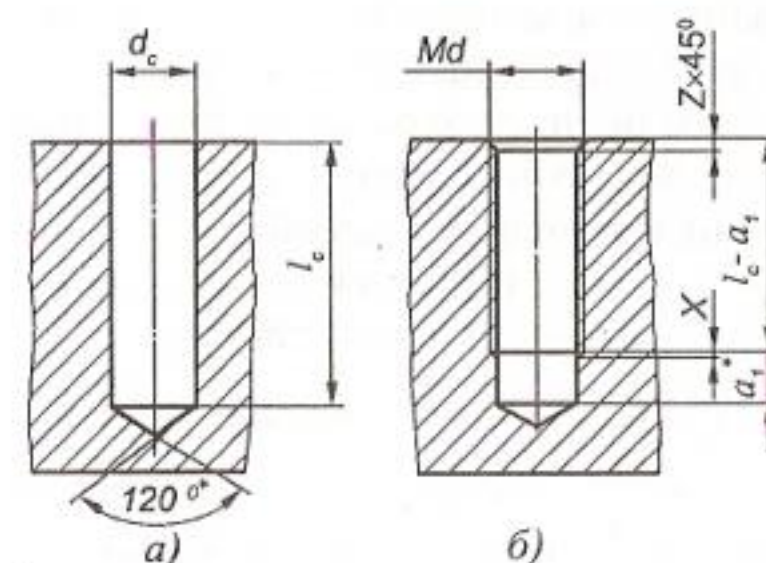
Таблица 2.

$d$	$D$	$D_1$	$t_2$	$t_3$
6	11	18	4,7	6,5
8	15	20	6	8
10	18	24	7	9,5
12	20	26	8	11
14	24	30	9	12,5
16	26	34	10,5	14

$d_1$  - по ГОСТ 11284-75

$t \leq 1/3H$ , где  $H$  - высота головки винта.

1.2. В базовой детали под резьбовой конец винта выполняется отверстие с резьбой, называемое гнездом. Технология изготовления этих гнезд состоит из трех последовательных операций: сверления гладкого отверстия, выполнения фаски и нарезания резьбы. При выполнении изображения гнезда фактически повторяется та же последовательность: сначала вычерчивается гладкое (сверленное) отверстие, затем - фаска, а затем в этом отверстии изображается резьба (см. рис. 5).



\* - на чертежах не наносятся

Рис. 5

Диаметр  $d_c$  сверленного отверстия зависит от диаметра и шага резьбы винта, указанного в задании, и определяется по ГОСТ 19257-73 (см. табл. 4).

Глубина  $l_c$  (см. рис. 5, а) этого отверстия для винтов с цилиндрической и полукруглой головками, опирающихся непосредственно на верхнюю плоскость присоединяемой детали, а также для винтов с полупотайной и потайной головками рассчитывается по формуле:

$$l_c = l + a_1 + 2P - B,$$

$$l_c = 30 + 8 + 2 - 14$$

$$l_c = 16$$

Таблица 4.

Диаметр резьбы $d$	Шаг резьбы $P$	Диаметр отверстия $d_c$	Диаметр резьбы $d$	Шаг резьбы $P$	Диаметр отверстия $d_c$	Диаметр резьбы $d$	Шаг резьбы $P$	Диаметр отверстия $d_c$
6	0,5	5,52	10	1,25	8,75	14	1	13,0
	0,75	5,23		1,5	8,50		1,25	12,75
	1,0	5,0		0,5	11,52		1,5	12,5
8	0,5	7,52	12	0,75	11,23	16	2,0	11,95
	0,75	7,23		1,0	11,0		0,5	15,52
	1,0	7,0		1,25	10,75		0,75	15,23
	1,25	6,75		1,5	10,50		1,0	15,0
10	0,5	9,52	14	1,75	10,25		1,5	14,50
	0,75	9,23		0,5	13,52		2,0	13,95
	1,0	9,0		0,75	13,23			



где  $l$  – длина винта (известна из задания);

$a_1$  – величина нормального недореза резьбы в глухом (несквозном) отверстии, образующаяся в силу наличия на резбонарезающем инструменте – метчике – заборного конуса (участка с уменьшенной высотой профиля). Недорез  $a_1$  определяется по ГОСТ 27148-86 в зависимости от диаметра резьбы винта, см. табл. 5;

$P$  – шаг резьбы;

$B$  – толщина присоединяемой детали (берется путем замера с чертежа фрагмента конструкции по месту соединения винтом).

Таблица 5.

Диаметр резьбы $d$	Сбег $X$ резьбы	Недорез $a_1$ нормальный
6	2,0	6,0
8	2,5	8,0
10	3,0	9,0
12	3,5	11,0
14;16	4,0	11,0

Если под головки винтов с цилиндрической и полукруглой головками в присоединяемой детали выполняется опорная поверхность, глубина сверления  $l_c$  равна:

$$l_c = l + a_1 + 2P + t_2 \text{ (или } t) - B,$$

где  $t_2$  – глубина опорной поверхности для винтов с цилиндрической головкой (или  $t$  – то же для винтов с полукруглой головкой).

Фаска в отверстии определяется двумя размерами – высотой  $Z$  и углом. Размер  $Z$  зависит от диаметра резьбы и устанавливается по ГОСТ 12414-94, см. табл. 6. Угол фаски равен  $45^\circ$ .

Наружный диаметр резьбы в отверстии изображают сплошной тонкой линией, длина резьбы равна  $l_c - a_1$  (см. рис. 5, б). Диаметр резьбы в отверстии равен диаметру резьбы винта, под резьбовой конец которого и выполнено данное отверстие (гнездо).

**2. Выполнить изображение соединения деталей винтом.**

Размеры элементов винтов выбираются по одной из таблиц 1...4 Приложения в соответствии с указанным в задании ГОСТом. Длину резьбы  $l_0$  винтов рекомендуется выбирать нормальную. Размер  $Z$  резьбовых фасок определяют по табл. 6.

Таблица 6.

На главном изображении винты всегда изображаются нерассеченными. На участке резьбы винта, находящегося в гнезде, предпочтение отдается линиям винта (см. рис. 6).

$d$	6	8	10	12	14	16
$Z$	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,0

На виде сверху шлиц в головке винта в соединении изображают повернутым на  $45^\circ$  вправо от вертикальной оси.

После выполнения изображения от винта отводится тонкая ( $S/2$ )

Винт  $Md \times P \times L$ . 58 ГОСТ 1491-80

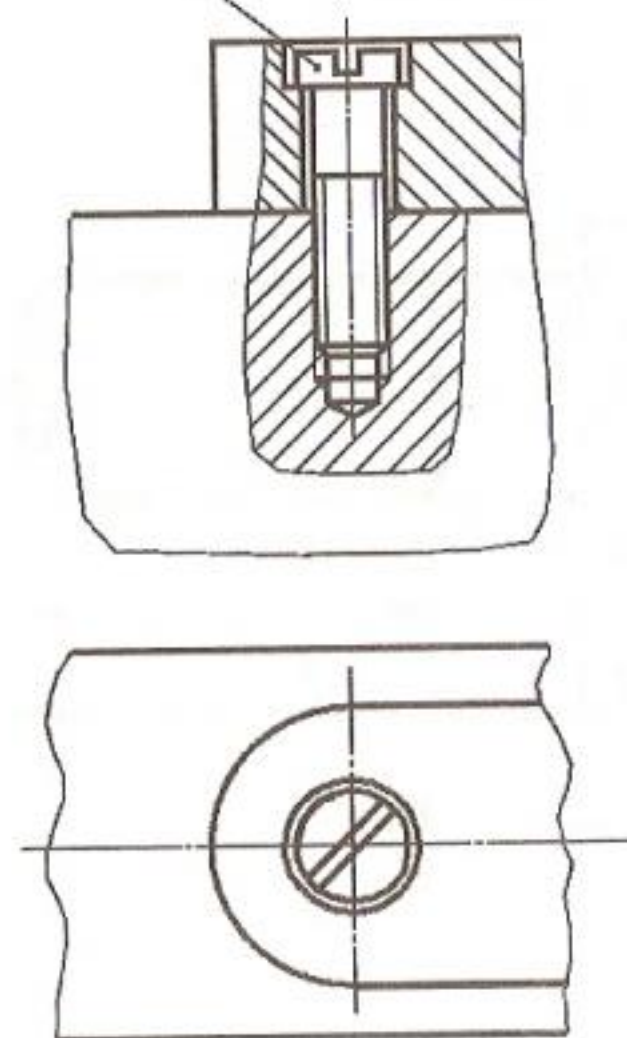


Рис. 6

линия, заканчивающаяся горизонтальной полкой. В теле винта эта линия заканчивается видимой точкой. На полке приводится условное обозначение винта. Оно выполняется наклонным шрифтом размера №7 и включает в себя наименование изделия, стандартное обозначение его резьбы (напомним, что крупный шаг не указывается), длину винта, характеристику прочности материала и номер стандарта.

Например, для винта с потайной головкой диаметром резьбы  $d = 10$  мм, с мелким шагом  $P = 1,25$  мм и длиной  $l = 40$  мм обозначение имеет вид:

*Винт M10×1,25×40.58 ГОСТ 17475–80.*

То же для резьбы с крупным шагом: *Винт M10×40.58 ГОСТ 17475–80*, где 58 – число, обозначающее класс прочности 5.8 материала винта по ГОСТ 1759.4–87. Строку обозначения располагают примерно на 1 мм выше полки линии-выноски.

**3. Чертеж предъявить преподавателю на проверку. После первой подписи преподавателя выполнить обводку чертежа.**



Крепежные винты с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491-80  
(Исполнение 1)

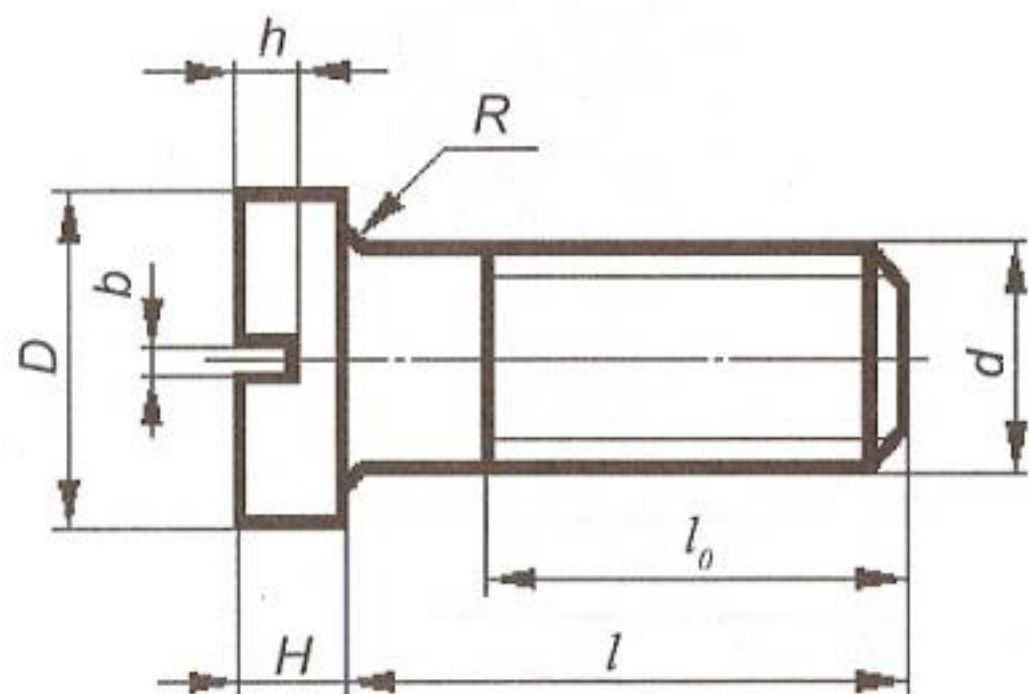


Рис.1

Таблица 1.

Диаметр резьбы		6	8	10	12	14	16
Шаг резьбы	крупный	1,0	1,25	1,5	1,75	2	2
	мелкий	—	1,0	1,25	1,25	1,5	1,5
Длина винта		от 7 до 60	от 12 до 60	от 18 до 100	от 18 до 100	от 22 до 100	от 28 до 100
Длина резьбы $l_0$	удлиненная	28	34	40	46	52	58
	нормальная	18	22	26	30	34	38
Диаметр головки $D$		10	13	16	18	21	24
Высота головки $H$		3,9	5	6	7	8	9
Ширина шлица $b$		1,6	2,0	2,5	3	3	4
Глубина шлица $h$		2	2,5	3	3,5	4	4,5
Радиус под головкой $R$		0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6

Крепежные винты с полукруглой головкой по ГОСТ 17473-80  
(Исполнение 1)

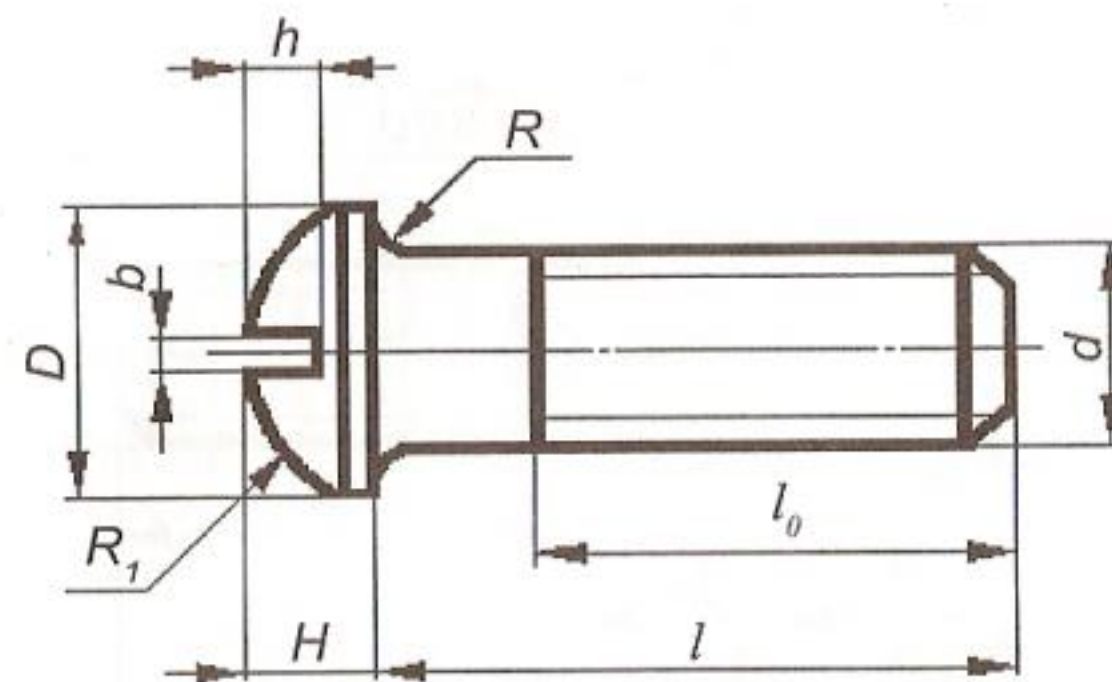


Рис. 2

Таблица 2.

Диаметр резьбы		6	8	10	12	14	16
Шаг резьбы	крупный	1,0	1,25	1,5	1,75	2	2
	мелкий	—	1,0	1,25	1,25	1,5	1,5
Длина винта $l$		от 7 до 55	от 12 до 70	от 18 до 70	от 22 до 80	от 25 до 90	от 30 до 95
Длина резьбы $l_0$		18	22	26	30	34	38
Диаметр головки $D$		10	13	16	18	21	24
Высота головки $H$		4,2	5,6	7,0	8,0	9,5	11,0
Ширина шлица $b$		1,6	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0
Глубина шлица $h$		2,5	3,5	4	4,2	4,5	5,0
Радиус сферы $R_1$		5,1	6,6	8,1	9,1	10,6	12,1
Радиус под головкой $R$		0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6



Крепежные винты с полупотайной головкой по ГОСТ 17474-80  
(Исполнение 1)

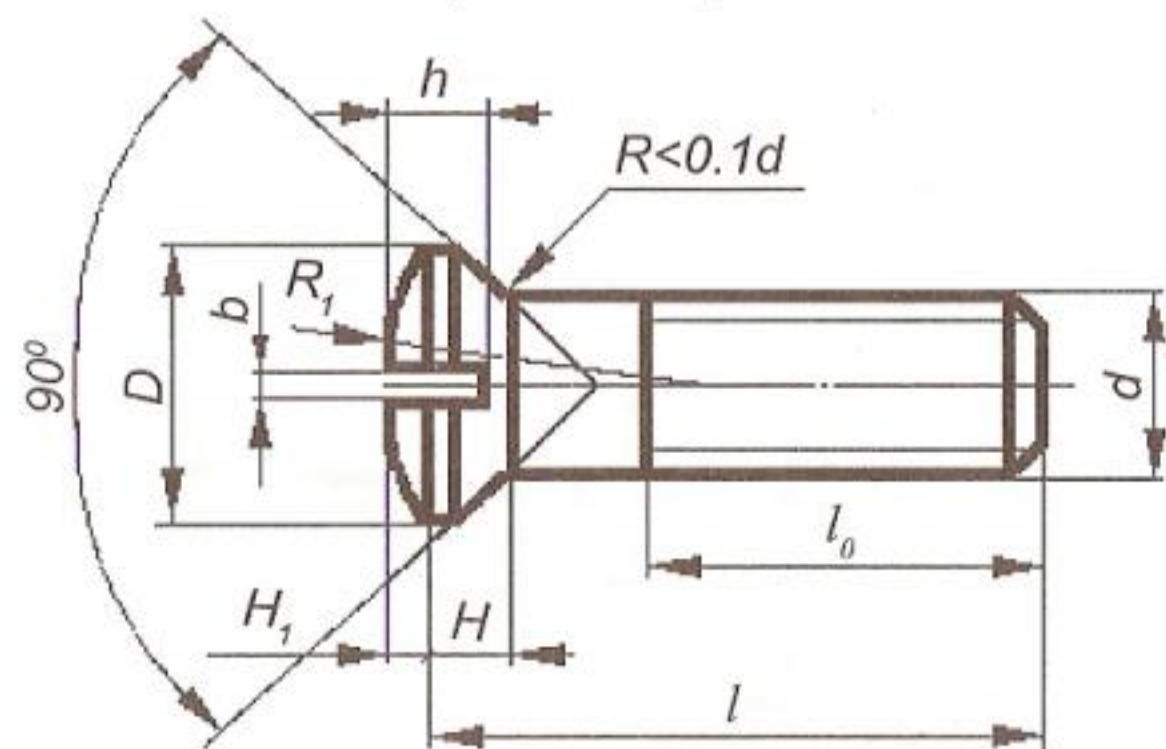


Рис. 3

Таблица 3.

Диаметр резьбы		6	8	10	12	14	16
Шаг резьбы	крупный	1,0	1,25	1,5	1,75	2	2
	мелкий	—	1,0	1,25	1,25	1,5	1,5
Длина винта $l$		от 8 до 100	от 10 до 100	от 12 до 100	от 16 до 100	от 25 до 100	от 30 до 100
Длина резьбы $l_0$	удлиненная	28	34	40	46	52	58
	нормальная	18	22	26	30	34	38
Диаметр головки $D$		11	14,5	18	21,5	25	28,5
Высота головки $H$		3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Высота головки $H_1$		1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Ширина шлица $b$		1,6	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0
Глубина шлица $h$		2,6	3,5	4,3	5,2	6,0	6,8
Радиус сферы $R_1$		12	15	19	22,5	26	30

Крепежные винты с потайной головкой по ГОСТ 17475-80  
(Исполнение 1)

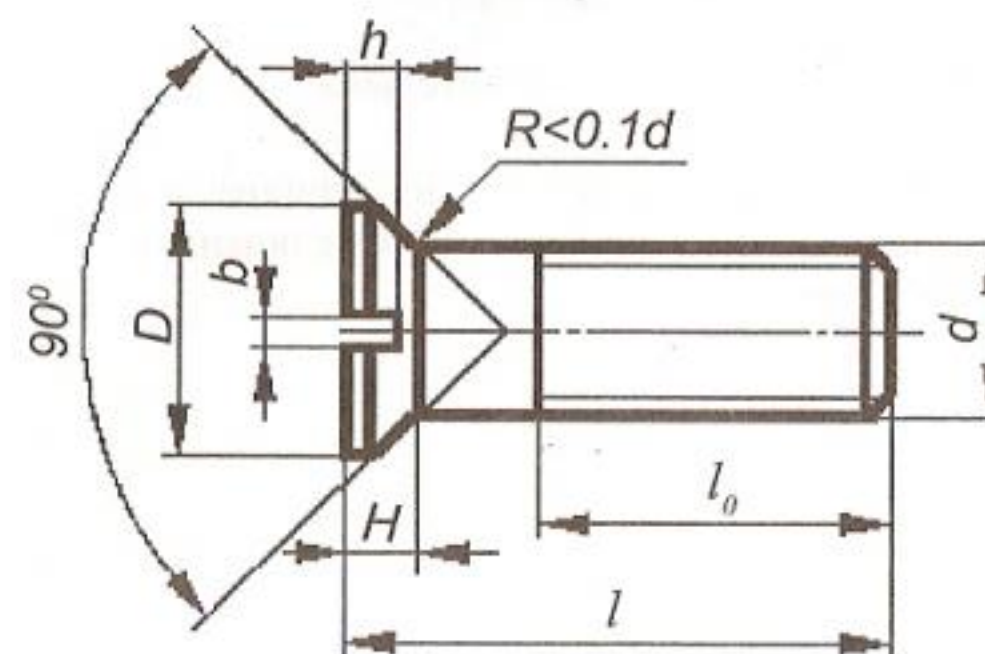


Рис. 4

Таблица 4.

Диаметр резьбы		6	8	10	12	14	16
Шаг резьбы	крупный	1,0	1,25	1,5	1,75	2	2
	мелкий	—	1,0	1,25	1,25	1,5	1,5
Длина винта		от 7 до 60	от 8 до 80	от 11 до 100	от 16 до 100	от 30 до 100	от 32 до 100
Длина резьбы $l_0$	удлиненная	28	34	40	46	52	58
	нормальная	18	22	26	30	34	38
Диаметр головки $D$		11	14,5	18	21,5	25	28,5
Высота головки $H$		3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Ширина шлица $b$		1,6	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0
Глубина шлица $h$		1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0



### Литература

1. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. – М., Высшая школа, 1998, 351 с.
2. Бирюков В.И., Кожухова Е.А., Пшеничнова Н.В. и др. Справочно-информационный материал по теме: «Соединения». – М., Издательство МАИ, 1991, 26 с.

© Московский авиационный институт, 2003  
Кафедра «Инженерная графика»



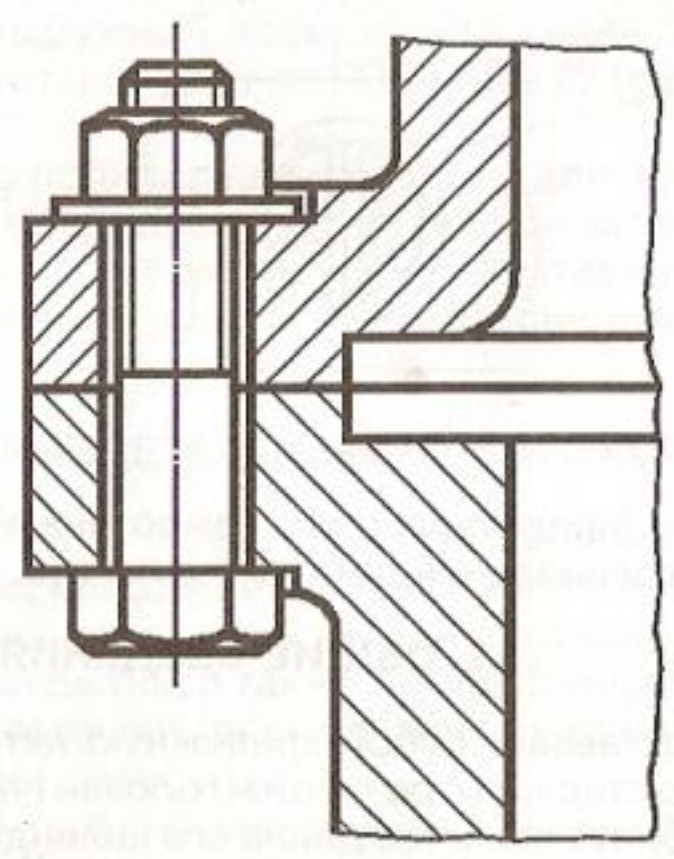
IV

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(государственный технический университет)

Андреев В.А., Бодрышев В.В., Бирюков В.И., Кожухова Е.А.,  
Леонова С.А., Сухарева Л.А.

# СОЕДИНЕНИЕ БОЛТОВЫМ КОМПЛЕКТОМ





## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее методическое пособие предназначено для самостоятельной работы студентов при выполнении задания по теме «Соединения». Оно посвящено одной из задач темы — изображению и обозначению на чертежах резьбовых соединений с помощью болтового комплекта. В состав рассматриваемого в задании комплекта входят: болт, гайка, шайба и шплинт (см. рис. 1). Болт пропускают через отверстия в соединяемых деталях, на его резьбовую часть навинчивают гайку, под которую предварительно подкладывают шайбу.

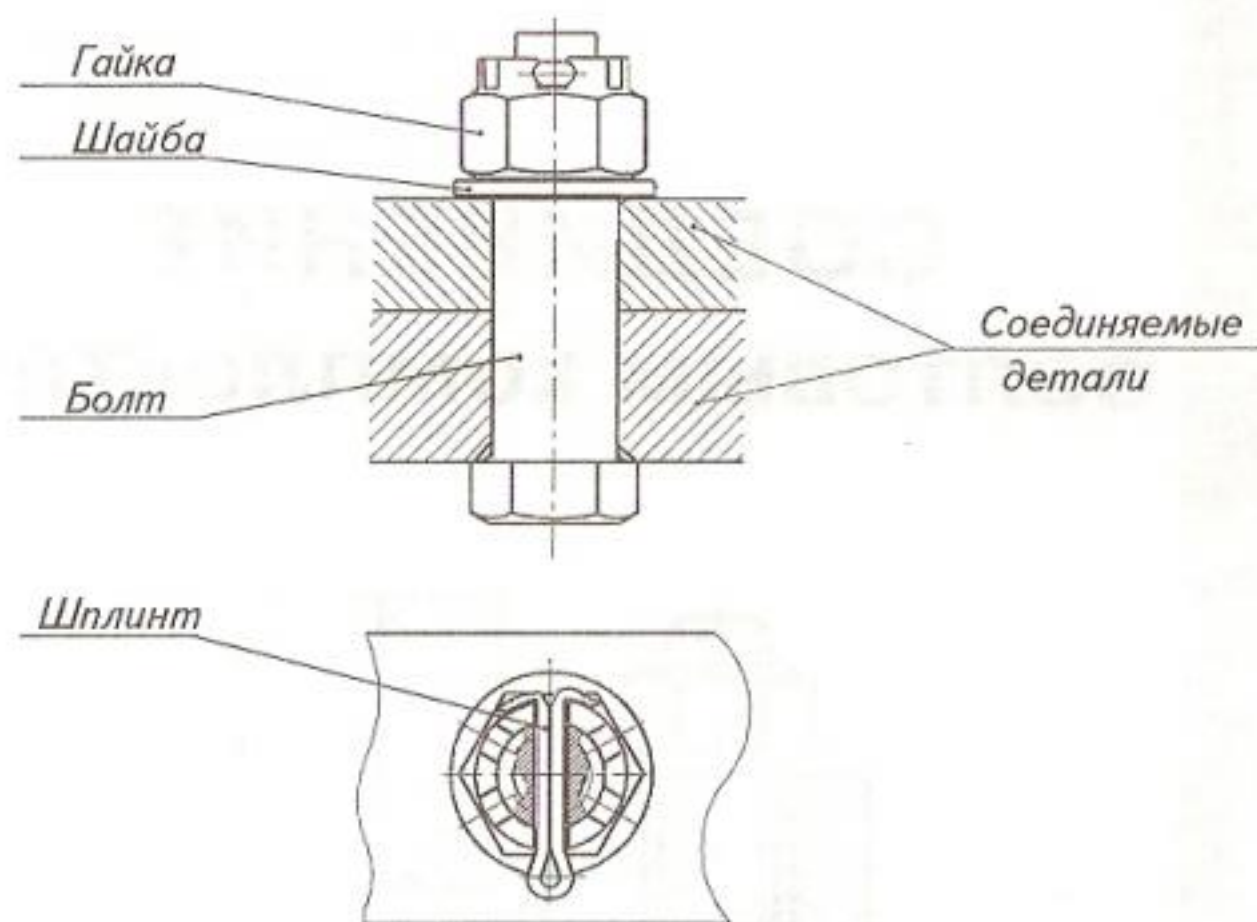


Рис. 1

Стопорение (предотвращение самоотвинчивания) обеспечивается применением специальной детали — шплинта.

### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

*Болт* представляет собой крепежную деталь, состоящую из цилиндрического стержня с резьбой и головки (чаще всего — шестигранной). Длиной болта является длина его цилиндрической части (без головки). Резьба у болтов метрическая, с крупным или мелким шагом.

Конструкция и размеры болтов стандартизованы. В зависимости от качества обработки и технологии изготовления болты бывают нормальной, повышенной и грубой точности.

В задании на работу «Соединения» рассматриваются болты с шестигранной головкой:

— по ГОСТ 7805-70 (повышенной точности), см. Приложение, рис. 1, табл. 1,3;

— по ГОСТ 7808-70 (с уменьшенной головкой), см. там же, табл. 2, 3;

— по ГОСТ 7817-80 (с уменьшенной головкой, для отверстий из под развертки), см. там же, рис. 2, табл. 4, 5.

Для характеристики механических свойств болтов, изготовленных из углеродистых и легированных сталей, установлено 11 классов прочности. Для болтов, рассматриваемых в заданиях, класс прочности — 5.8.

По своим конструктивным особенностям болты имеют несколько исполнений. В заданиях на работу рассматриваются болты 2-го исполнения, имеющие в резьбовой части отверстия под шплинты.

*Гайки* в болтовых соединениях, рассматриваемых в задании, — это крепежные детали, имеющие резьбовые отверстия и прорезы под шплинт. Их изготавливают по ГОСТ 5932-73, см. Приложение, рис. 3, табл. 6. Они имеют два исполнения: прорезные (исполнение 1) и корончатые (исполнение 2).

*Шплинт* (см. Приложение, рис. 4) — это деталь, выполненная из мягкой стальной проволоки полукруглого сечения, имеющая ушко и два конца разной длины. Шплинт пропускают через отверстие в болте и через прорезы в гайке, а затем его концы разводят в разные стороны по наружной поверхности гайки (см. рис. 1, вид сверху). Шплинты изготавливают по ГОСТ 397-79 (см. Приложение, табл. 7).

Под гайки обычно подкладывают *шайбы* для предотвращения смятия поверхностей соединяемых деталей при затяжке гаек. Шайбы — плоские детали с отверстиями — изготавливают по ГОСТ 11371-78 (см. Приложение, рис. 5, табл. 8); они имеют два исполнения.

#### 1.1. ОБОЗНАЧЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ БОЛТОВОГО КОМПЛЕКТА

В соответствии с ГОСТ 1759.0-87 в обозначение болта и гайки входят: наименование, класс точности, исполнение, условный символ резьбы, размерная характеристика, информация о материале (класс прочности) и покрытии, а также номер стандарта. Некоторые из этих позиций не указывают по умолчанию (например, первое исполнение, крупный шаг резьбы).

Обозначение шайб и шплинтов выполняется в соответствии со стандартами на эти детали. Кроме первого исполнения и крупного шага, не указываемых по умолчанию для болта и гайки, на учебных чертежах для всех деталей болтового комплекта допускается не указывать класс точности и информацию о покрытии.



Обращаем внимание читателя на то, что определяющим размером для всех деталей, входящих в состав болтового комплекта, является диаметр резьбы болта.

Пример обозначения деталей болтового комплекта:

**Болт 2М20 × 100.58 ГОСТ 7805-70.** Здесь приведен болт второго исполнения с метрической резьбой диаметра 20 мм с крупным шагом, длиной 100 мм, класса прочности материала 5.8 (низко- и среднеуглеродистая сталь), по ГОСТ 7805-70. То же для болта с мелким шагом резьбы: **Болт 2М20 × 1,5 × 100.58 ГОСТ 7805 70.**

**Гайка М20.5 ГОСТ 5932-73.** Здесь: гайка первого исполнения (прорезная) с метрической резьбой диаметра 20 мм с крупным шагом (заметьте, что резьба гайки одинакова с резьбой болта), класса прочности материала 5, по ГОСТ 5932 -73. То же для корончатой гайки с мелким шагом резьбы: **Гайка 2М20 × 1,5.5 ГОСТ 5932-73.**

**Шайба 20 ГОСТ 11371-78.** Здесь приведена шайба первого исполнения с условным внутренним диаметром 20 мм (для соединения болтом с резьбой диаметра 20 мм); номинальный же внутренний диаметр шайбы несколько больше, см. Приложение, табл. 8). То же для шайбы второго исполнения: **Шайба 2 20 ГОСТ 11371-78.**

На обозначении шплинта остановимся более подробно. В его размерную характеристику входят диаметр  $d_0$  и длина  $l$ . Диаметр  $d_0$  шплинта, приводимый в обозначении, является *условным*, он равен диаметру  $d_3$  отверстия в резьбовой части болта. Номинальный диаметр шплинта  $d_{ш}$  несколько меньше размера  $d_3$  (см. Приложение, табл. 7).

Длина  $l$  шплинта зависит от исполнения гайки, так как в процессе установки шплинта этот размер должен быть достаточным для его прохождения через всю гайку по месту расположения в ней прорезей, а также иметь некоторый запас (примерно 8 ... 15 мм) для возможности разводки и загиба его концов (см. рис. 1, вид сверху). Рекомендуемые размеры шплинтов  $d_0$  и  $l$  для рассматриваемого типа болтовых соединений приводятся в стандарте на гайки в зависимости от диаметра резьбы и исполнения гайки (см. Приложение, табл. 6). Размеры отдельных элементов шплинта — см. табл. 7 Приложения. Для рассматриваемого нами в качестве примера болтового комплекта шплинт имеет обозначение: **Шплинт 4 × 40 ГОСТ 397-79** (для гайки первого исполнения — прорезной) или **Шплинт 4 × 36 ГОСТ 397-79** (для гайки второго исполнения — корончатой).

## 2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1. В масштабе 1:1 выполнить в тонких линиях изображение фрагмента конструкции по месту соединения болтовым комплектом, отде-

лив его от остальной части конструкции волнистой линией (толщиной  $s/2$  ...  $s/3$ ), см. рис. 2.

*Примечание: следует отступить от верхней рамки чертежа на 90... 100 мм для размещения в последующем необходимых надписей.*

2.2. В соединяемых деталях выполнить сквозное отверстие диаметра  $d_1$  (см. рис. 3). Для болтов по ГОСТ 7805-70 и ГОСТ 7808-70 числовое значение этого диаметра выбирается из ГОСТ 11284-75 (см. Приложение, табл. 9) в зависимости от диаметра резьбы болта, указанного в задании (на учебных чертежах рекомендуется применять значения  $d_1$  из второго ряда).

Для болтов по ГОСТ 7817-80 размер  $d_1$  берется равным диаметру  $d_1$  гладкой части этих болтов, см. Приложение, табл. 4.

2.3. Выполнить расчет длины болта для заданного места соединения. Напомним, что в задании указываются номер стандарта на болт, а также диаметр и шаг его резьбы. Длину  $l$  болта (см. рис. 4) рассчитывают по формуле:

$$l = b_1 + b_2 + \dots + b_n + S + H + e,$$

где  $b_1, b_2, \dots, b_n$  — толщины соединяемых деталей (эти размеры определяются путем замера фрагмента конструкции);

Место соединения болтом  
(ось болта)

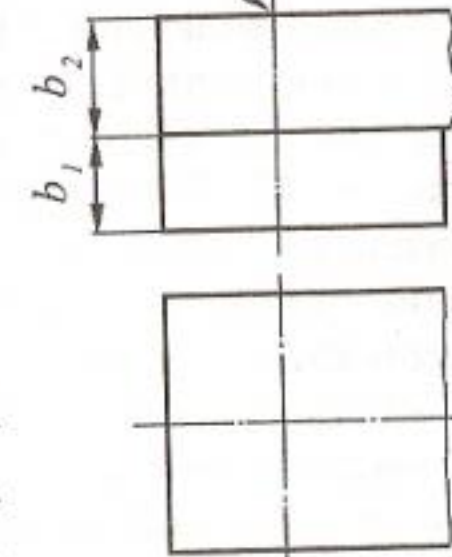


Рис. 2

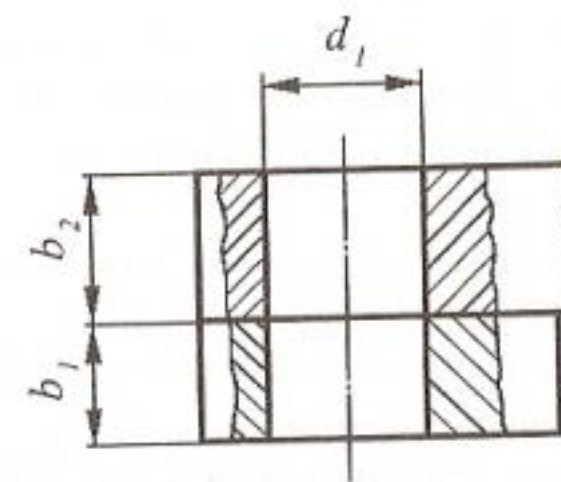


Рис. 3

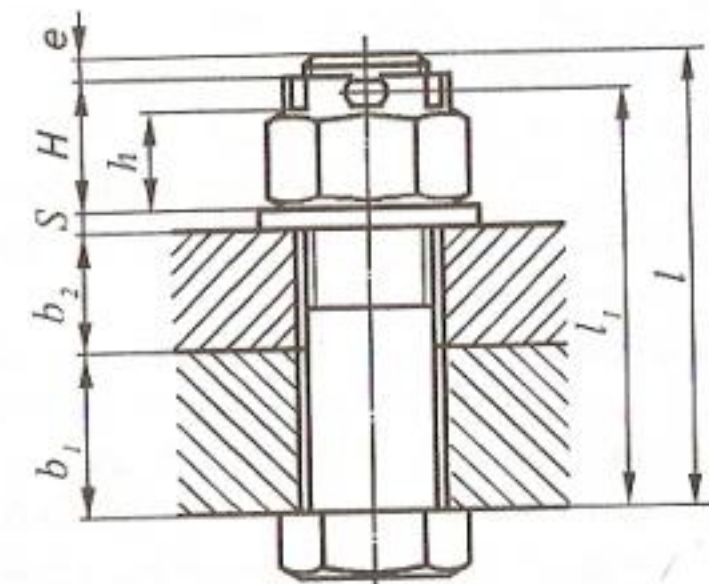


Рис. 4



$S$  — толщина шайбы по ГОСТ 11371-73, см. Приложение, табл. 8;  
 $H$  — высота гайки по ГОСТ 5932-73, см. Приложение, табл. 6;  
 $e$  — запас резьбы на выходе из гайки, принимается в пределах 1...2 шагов резьбы.

Полученная величина округляется до ближайшего стандартного значения длины болта в соответствии со стандартом на него, см. Приложение, табл. 3 для болтов по ГОСТ 7805-70 и ГОСТ 7808-70 и табл. 5 для болтов по ГОСТ 7817-80. По этим же таблицам устанавливается длина резьбовой части болта и расстояние  $l_1$  от опорной поверхности головки болта до оси отверстия под шплинт.

**Внимание!** Определив расстояние  $l_1$ , необходимо проверить возможность установки шплинта таким образом, чтобы его ось находилась примерно на середине прорези в гайке. Для этого следует провести контрольный расчет размера  $l_1$  по формуле:

$$l_1^* = b_1 + b_2 + \dots + b_n + S + h + (H - h)/2,$$

где  $H$  — высота гайки,  $h$  — расстояние до основания прорези в гайке;  $(H - h)$  — глубина прорези (см. рис. 4). Если эта величина практически совпадает со стандартным значением  $l_1$  (разница составляет доли миллиметра), нормальная установка шплинта в таком соединении возможна. Если эта величина существенно (на 1 и более мм для диаметров резьбы 16 ... 20 мм и на 1,5 и более мм для диаметров резьбы 22 ... 30 мм) больше стандартного значения  $l_1$ , следует уменьшить толщину одной из соединяемых деталей. Если же полученная величина оказывается настолько же меньшей стандартного значения  $l_1$ , необходимо увеличить толщину одной из соединяемых деталей.

**2.4.** Выполнить два изображения (главное и вид сверху) соединения болтовым комплектом.

На главном изображении (см. рис. 5) болт располагают головкой вниз, а шайба, гайка и шплинт находятся на верхней плоскости соединяемой конструкции. Выбор исполнения гайки и шайбы предоставляется студентам. Все детали комплекта изображаются нерассеченными.

Головка болта и гайка располагаются таким образом, чтобы на фронтальную плоскость проецировались три грани. Для линий пересечения конических фасок с гранями головки болта и гайки (гипербол) должны быть выполнены все необходимые построения, см. рис. 6.

При выполнении изображения соединения болтом по ГОСТ 7817-80 необходимо учитывать наличие скругления (галтели) радиуса  $r$  при пе-

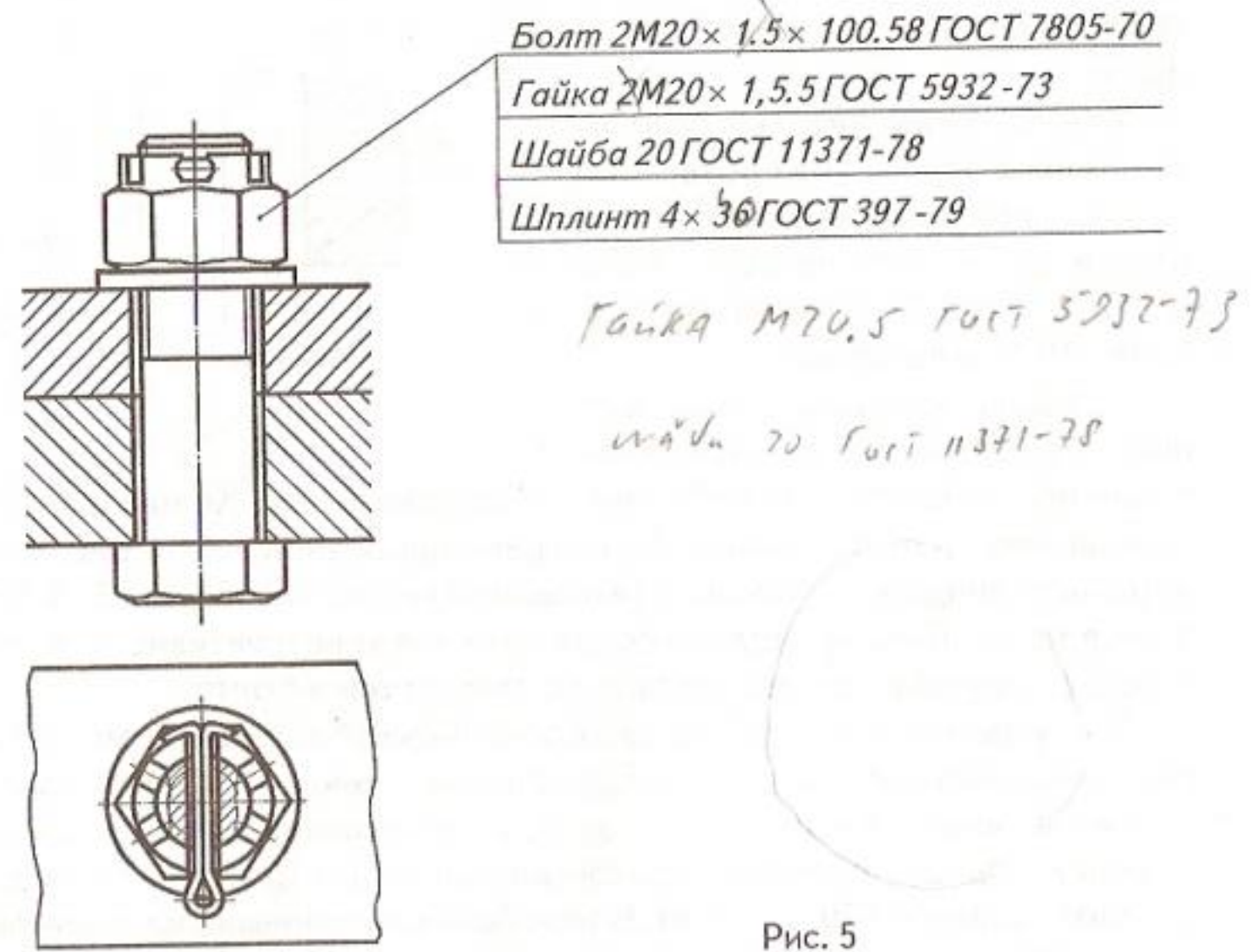


Рис. 5

реходе головки болта к его стержневой части. В связи с этим в детали, примыкающей к головке болта, следует выполнить фаску, высота которой должна быть примерно на 0,5 мм больше величины скругления  $r$ ; угол фаски — 45°, см. рис. 7. Для болтов по ГОСТ 7805-70 и

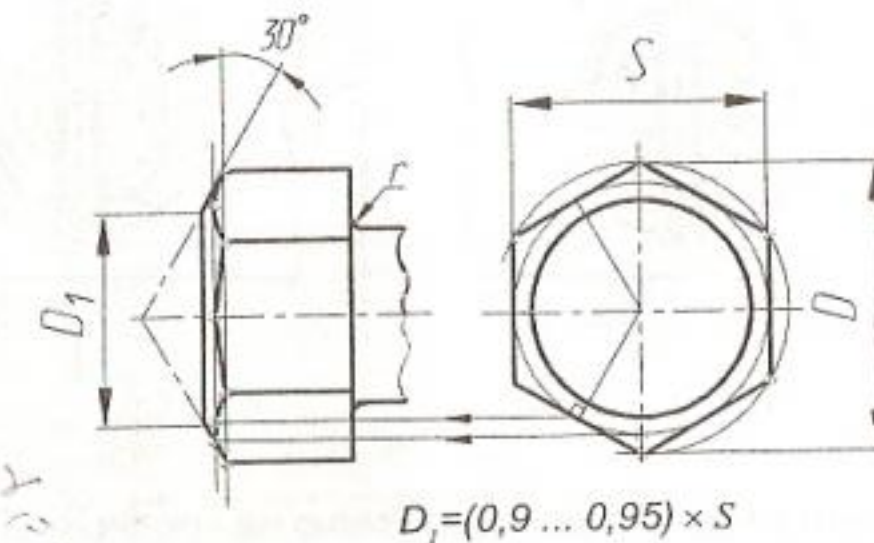


Рис. 6



ГОСТ 7808-70 необходимости в такой фаске нет.

Все размеры деталей болтового комплекта берутся из соответствующих стандартов, см. Приложение. Фаски для болтов по ГОСТ 7805-70 и ГОСТ 7808-70 определяются по табл. 10 Приложения.

На виде сверху необходимо выполнить местный разрез болта, изображающий прохождение шплинта через отверстие в нем. Концы шплинта изображаются отогнутыми либо на грани прорезной гайки (рис. 8, а), либо на цилиндрическую часть («коронку») корончатой, рис. 8, б. При этом должны быть тщательно сохранены все конструктивные зазоры между шплинтом, прорезами гайки и отверстием в болте.

После выполнения изображения соединения болтовым комплектом от одной из его составных частей (предпочтительно от болта) отводится линия-выноска (толщиной  $s/2 \dots s/3$ ), заканчивающаяся рядом расположенных одна под другой горизонтальных полочек (расстояние между полками примерно 10 ... 12 мм). В теле болта линия-выноска оканчивается видимой точкой. На полках приводятся условные обозначения деталей комплекта в соответствии со стандартами на них (см. разд. 1.1). Обозначения выполняются наклонным стандартным шрифтом размера №7 с предварительной разметкой. Строки обозначений располагают примерно на 1мм выше полочек, см. рис. 5.

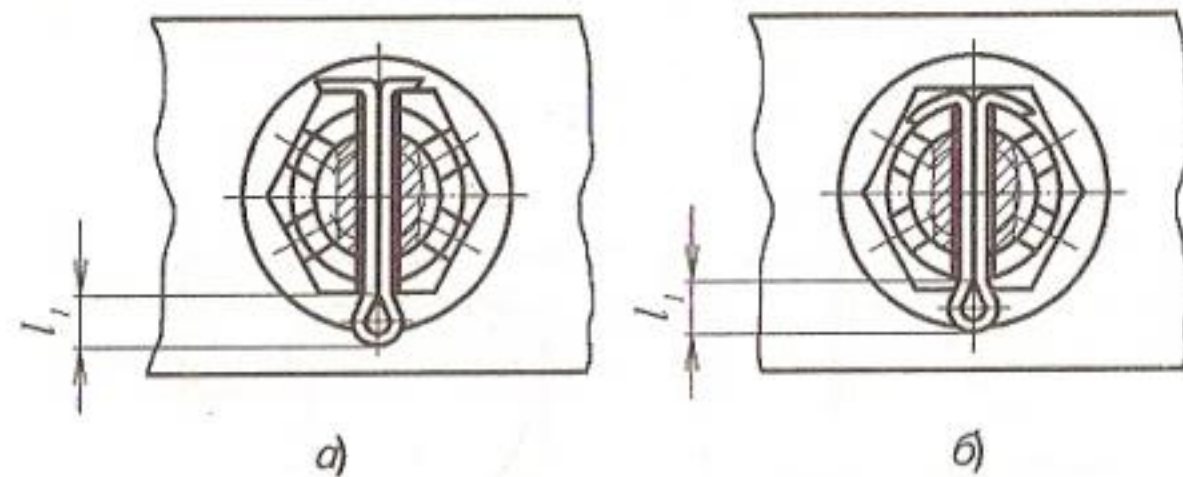
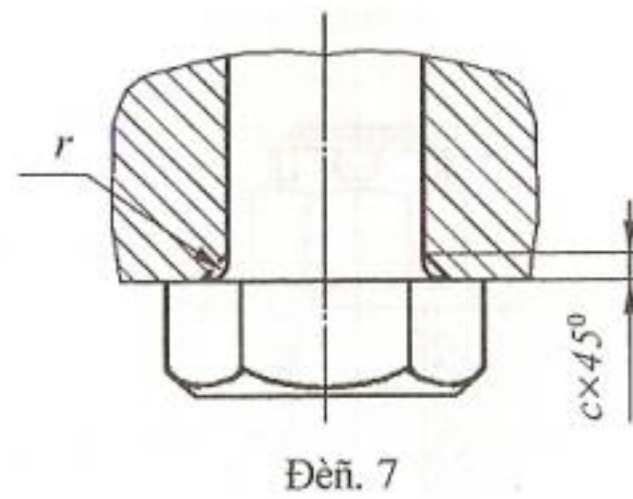


Рис. 8

2.5. Чертеж предъявить преподавателю на проверку. После получения первой подписи выполнить обводку чертежа.



**Болты с шестигранной головкой (повышенной точности):**

- по ГОСТ 7805-70;
- по ГОСТ 7808-80 (с уменьшенной головкой).

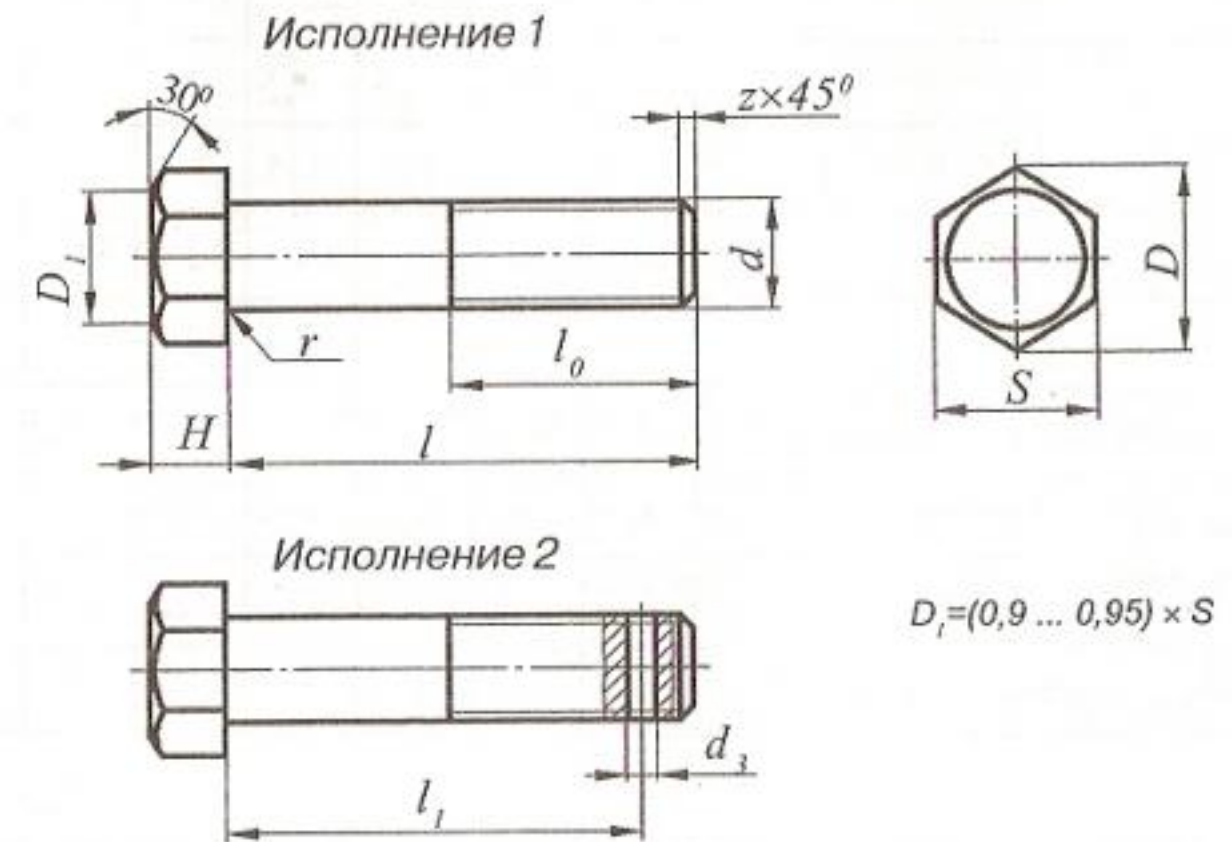


Рис. 1

Таблица 1

Номинальный диаметр резьбы $d$		ГОСТ 7805-70						
		16	18	20	22	24	27	30
Шаг резьбы	крупный	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Размер под ключ $S$		24	27	30	32	36	41	46
Высота головки $H$		10	12	13	14	15	17	19
Диаметр описанной окружности $D$		26,8	30,1	33,5	35,7	40,0	45,6	51,3
Радиус $r$ под головкой	не менее	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1	1
	не более	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,7	1,7
Диаметр отверстия в стержне $d_3$		4	4	4	5	5	5	6,3



Таблица 2

Номинальный диаметр резьбы $d$		ГОСТ 7808-70						
		16	18	20	22	24	27	30
Шаг резьбы	крупный	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Размер под ключ $S$		22	24	27	30	32	36	41
Высота головки $H$		9	10	11	12	13	15	17
Диаметр описанной окружности $D$		24,5	26,8	30,2	33,6	35,8	40,5	45,9
Радиус $r$ под головкой	не менее	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1	1
	не более	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,7	1,7
Диаметр отверстия в стержне $d_3$		4	4	4	5	5	5	6,3

Таблица 3

$d$	16		18		20		22		24		27		30	
$l$	$l_1$	$l_0$	$l_1$	$l_0$	$l_1$	$l_0$	$l_1$	$l_0$	$l_1$	$l_0$	$l_1$	$l_0$	$l_1$	$l_0$
60	54	38	54	42	54	46	53	50	53	x	52	x	51	x
65	59	38	59	42	59	46	58	50	58	54	57	x	56	x
70	64	38	64	42	64	46	63	50	63	54	62	60	61	x
75	69	38	69	42	69	46	68	50	68	54	67	60	66	66
80	74	38	74	42	74	46	73	50	73	54	72	60	71	66
85	79	38	79	42	79	46	78	50	78	54	77	60	76	66
90	84	38	84	42	84	46	83	50	83	54	82	60	81	66
95	89	38	89	42	89	46	88	50	88	54	87	60	86	66
100	94	38	94	42	94	46	93	50	93	54	92	60	91	66
105	99	38	99	42	99	46	98	50	98	54	97	60	96	66
110	104	38	104	42	104	46	103	50	103	54	102	60	101	66

Примечание: Знаком "x" отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.

**Болты с шестигранной уменьшенной головкой для отверстий из-под развертки по ГОСТ 7817-80**

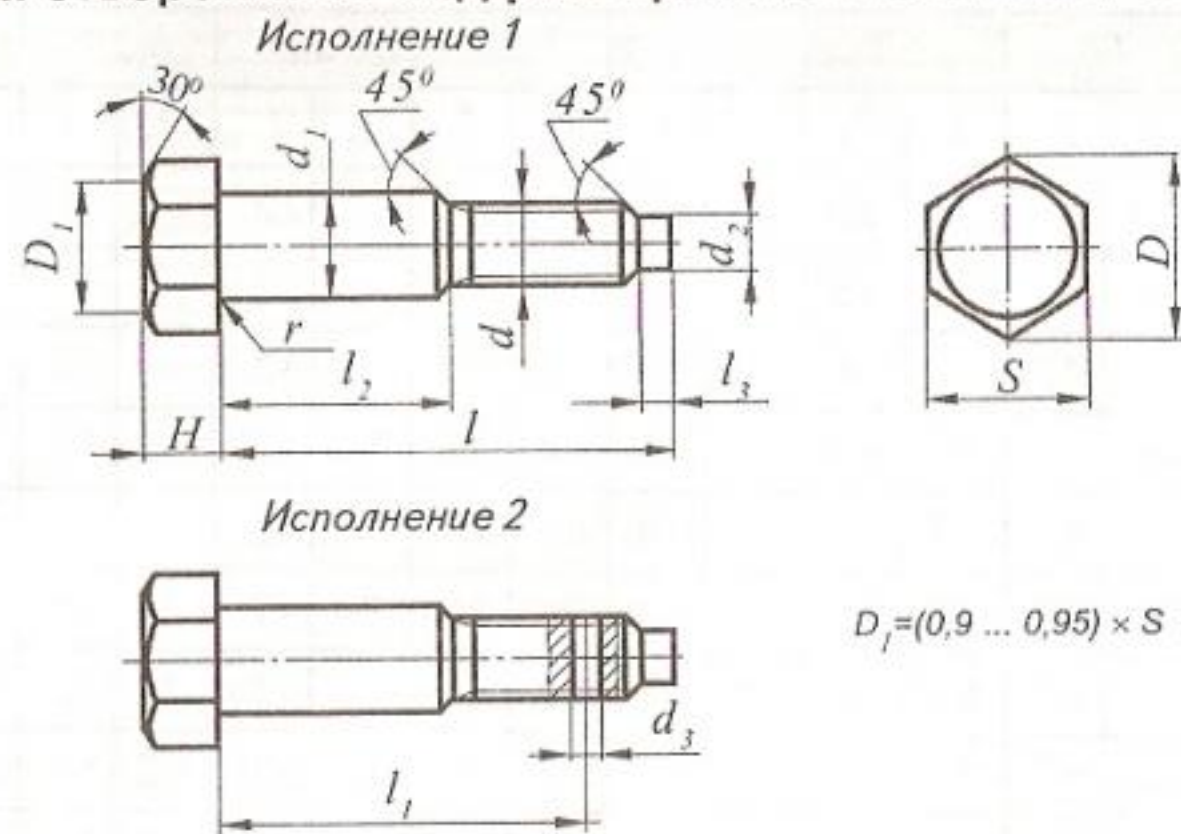


Рис. 2

Таблица 4

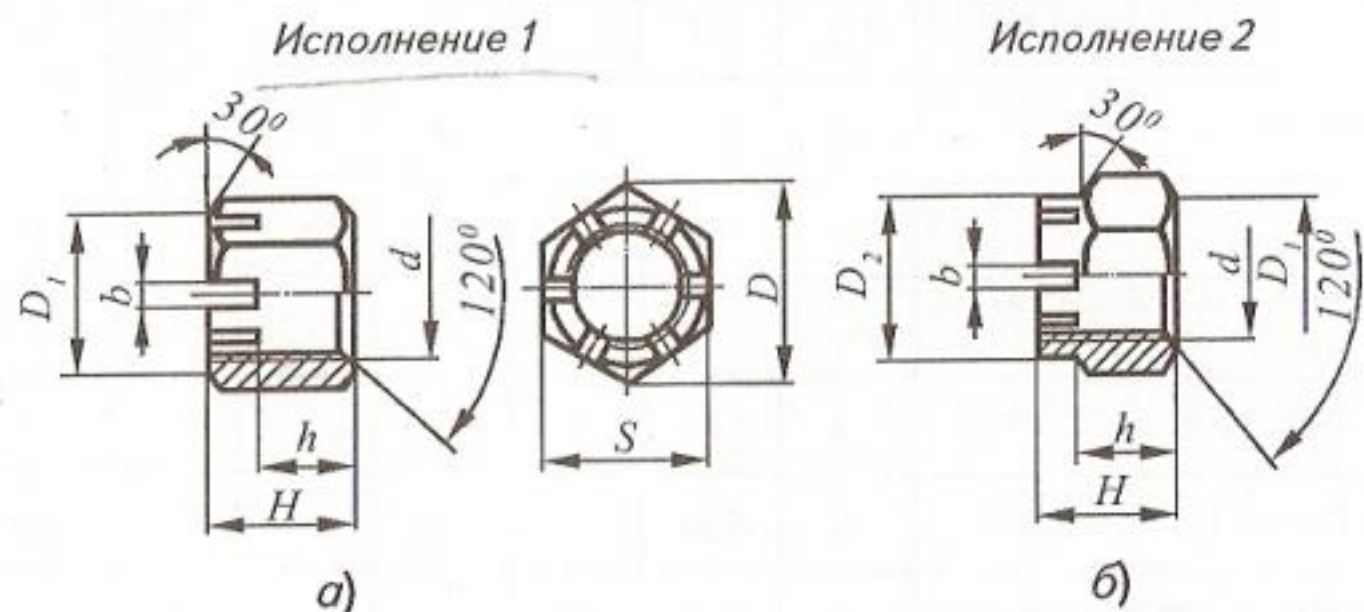
Номинальный диаметр резьбы $d$		ГОСТ 7817-80						
		16	18	20	22	24	27	30
Шаг резьбы	крупный	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2
Диаметр стержня $d_1$		17	19	21	23	25	28	32
Размер под ключ $S$		22	24	27	30	32	36	41
Высота головки $H$		10	12	13	14	15	17	19
Диаметр описанной окружности $D$		24,5	26,8	30,1	33,5	35,8	40,3	45,9
Диаметр конца болта $d_2$		12	13	15	17	19	21	23
Длина конца болта $l_3$		4	4,6	5	5,5	6	6,7	7,5
Радиус $r$ под головкой		0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1	1
Диаметр отверстия в стержне $d_3$		4	4	4	5	5	5	6,3



Таблица 5

<i>d</i>	16		18		20		22		24		27		30	
<i>l</i>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>
60	51	32	51	30	50	28	—	25	—	22	—	—	—	—
65	56	37	56	35	55	33	54	30	—	27	—	—	—	—
70	61	42	60	40	60	38	59	35	59	32	—	28	—	—
75	66	47	66	45	65	43	64	37	64	37	62	33	—	25
80	71	52	71	50	70	48	69	45	69	42	67	38	—	30
85	76	57	76	55	75	53	74	50	74	47	72	43	—	35
90	81	62	81	60	80	58	79	55	79	52	77	48	76	40
95	86	67	86	65	85	63	84	60	84	57	82	53	81	45
100	91	72	91	70	90	68	89	65	89	62	87	58	86	50
105	96	77	96	75	95	73	94	70	94	67	92	63	91	55
110	101	78	101	75	100	72	99	70	99	65	97	62	96	60

Гайки шестигранные прорезные и корончатые (повышенной точности) по ГОСТ 5932-73



$D_1 = (0,9...0,95) \times S$ , где *S* — размер под ключ.

Рис. 3

Таблица 6

Номинальный диаметр резьбы <i>d</i>	16	18	20	22	24	27	30
Шаг резьбы	крупный	2,0	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2
Размер под ключ <i>S</i>	24	27	30	32	36	41	46
Высота <i>H</i>	19	21	22	26	27	30	33
Диаметр описанной окружности <i>D</i>	26,8	30,2	33,6	35,8	40,3	45,9	51,6
Число прорезей	6	6	6	6	6	6	6
Ширина прорезей <i>b</i>	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5	5,5	7
Расстояние до основания прорези и коронки <i>h</i>	13	15	16	18	19	22	24
Диаметр коронки <i>D</i> <sub>2</sub>	22	25	28	30	34	38	42
Размер шпльнта по ГОСТ 397-79 для гаек	Исполнение 1	4 × 36	4 × 40	4 × 40	5 × 45	5 × 45	5 × 50
	Исполнение 2	4 × 32	4 × 36	4 × 36	5 × 40	5 × 40	5 × 45

Шпльнты по ГОСТ 397-79

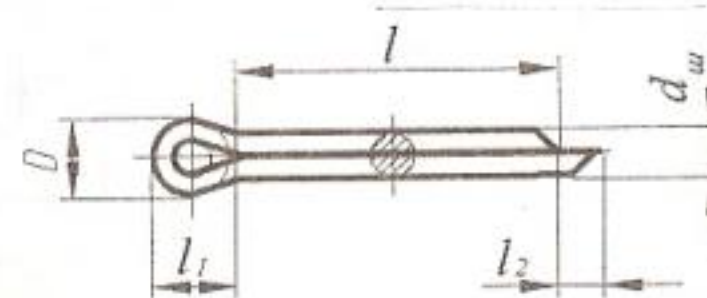


Рис. 4



Таблица 7

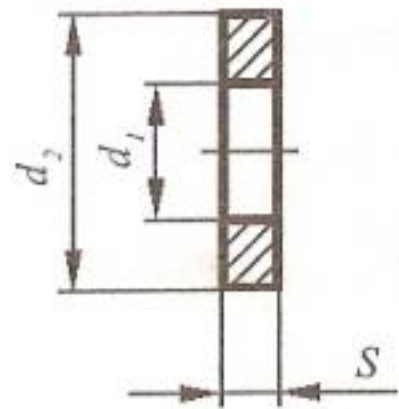
Шплинты по ГОСТ 397-79								
Условный диаметр шплинта $d_0^*$	$d_{ш}$		$l_2$		$l_1$	$D$		$l^{**}$
	наиб.	наим.	наиб.	наим.		наиб.	наим.	
3,2	2,9	2,7	3,2	1,6	6,4	5,8	5,1	От 14 до 63
(4)	3,6	3,5	4,0	2,0	8,0	7,4	6,5	От 18 до 80
5	4,6	4,4	4,0	2,0	10,0	9,2	8,0	От 22 до 100
6,3	5,9	5,7	4,0	2,0	12,6	11,8	10,3	От 32 до 125
8	7,5	7,3	4,0	2,0	16,0	15,0	13,1	От 40 до 160

Примечание: \* Условный диаметр шплинта  $d_0$  равен диаметру отверстия под шплинт в стержне болта.

\*\* Длина шплинта  $l$  выбирается из ряда 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160.

Шайбы по ГОСТ 11371-78 (нормальные)

Исполнение 1



Исполнение 2

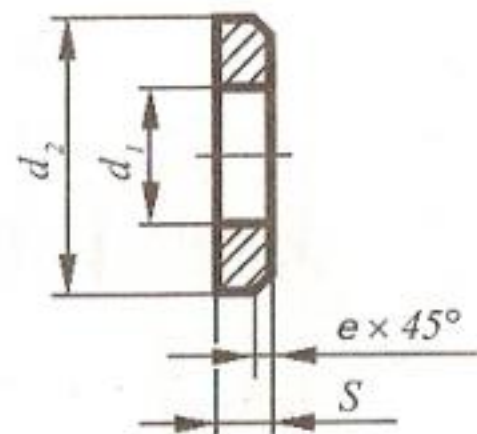


Рис. 5

Таблица 8

Параметры шайбы	Диаметр резьбы крепежной детали $d$						
	16	18	20	22	24	27	30
$d_1$	17	19	21	23	25	28	31
$d_2$	30	34	37	39	44	50	56
$S$	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
$e$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Таблица 9

Диаметр крепежной детали $d$	$d_1$		Диаметр крепежной детали $d$	$d_1$	
	1-й ряд	2-й ряд		1-й ряд	2-й ряд
16	17	18	22	23	24
18	19	20	24	25	26
(20)	21	(22)			

Таблица 10

$d$	16	18	20	22	24	27	30
$Z$	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5

$$l_1 = 70 + 5 + (5 \cdot 22 \cdot 16) / 2 = 92$$

$$d_1 = 22$$

$$p = 70 + 3 + 22 + 2,5 = 97,5$$

$$d \geq 100$$

$$p = 100$$

$$l_1 = 94 \quad l_2 = 46$$



## Литература

1. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. — М., Высшая школа, 1998, 351 с.
2. Бирюков В.И., Кожухова Е.А., Пшеничнова Н.В. и др. Справочно-информационный материал по теме: «Соединения». — М., Издательство МАИ, 1991, 26 с.

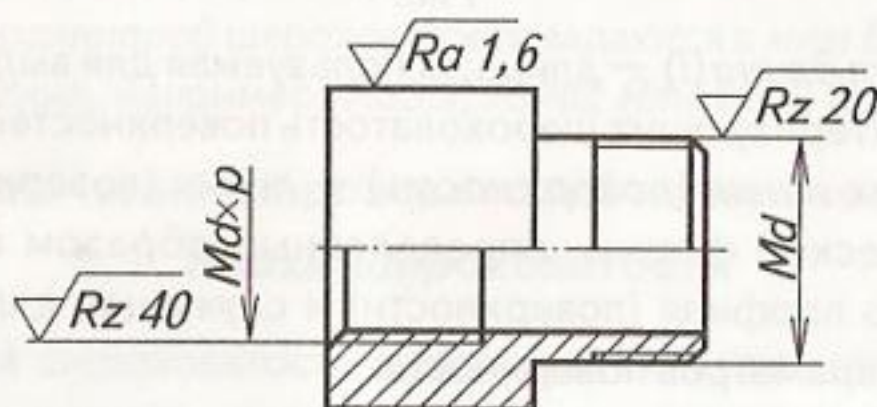




МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(государственный технический университет)

Андреев В.А., Бодрышев В.В., Бирюков В.И.,  
Кожухова Е.А., Т.Н. Кравчик, Сухарева Л.А.

# Шероховатость поверхностей



- **Знаки**
- **Параметры**
- **Правила нанесения**



## 1. Общие положения

**Шероховатость поверхности** — это совокупность ее микронеровностей в пределах ограниченного участка, называемого базовой длиной ( $l$ ), см. рис. 1.

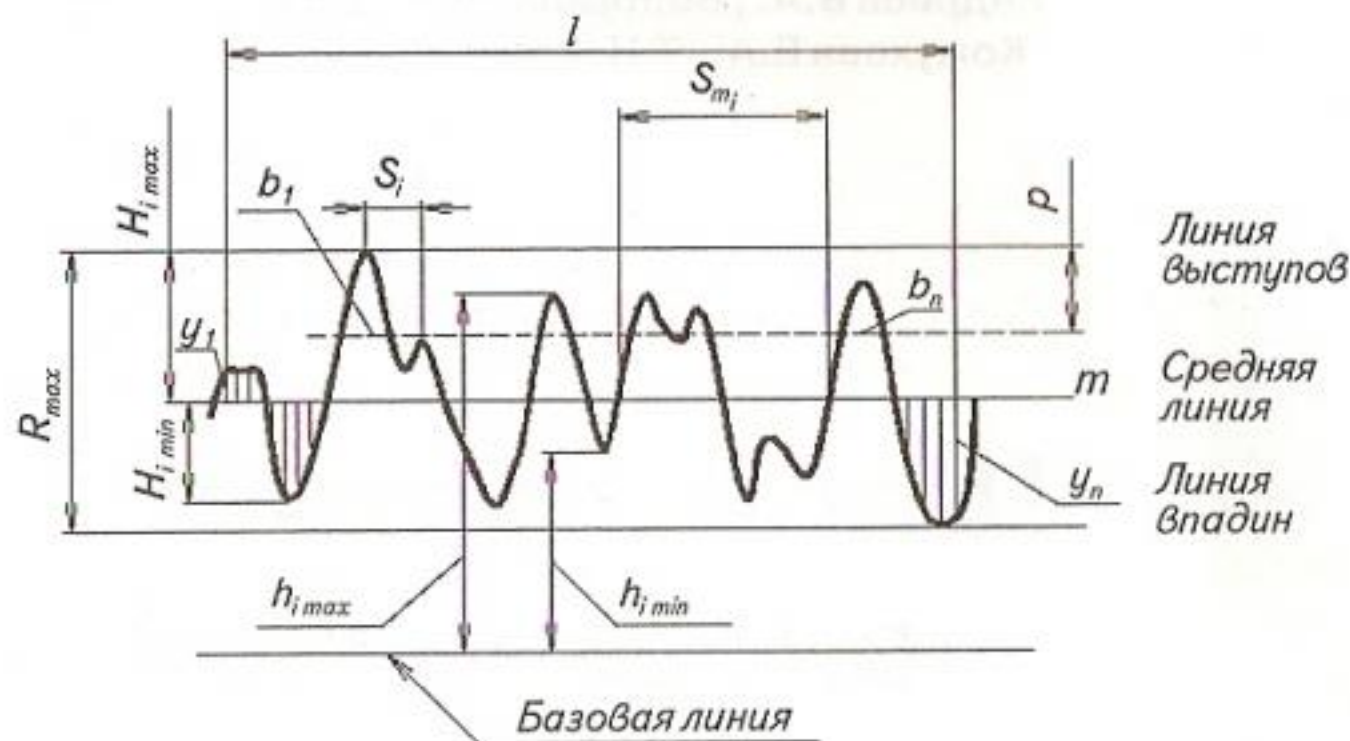


Рис. 1

**Базовая длина ( $l$ )** — длина, используемая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхностей.

**Базовая линия (поверхность)** — линия (поверхность) заданной геометрической формы, определенным образом проведенная относительно профиля (поверхности) и служащая для оценки геометрических параметров поверхности.

**Средняя линия профиля ( $m$ )** — базовая линия, имеющая форму номинального профиля и проведенная так, что в пределах базовой длины среднее квадратичное отклонение профиля до этой линии минимально.

Термины и определения шероховатости поверхностей установлены ГОСТ 25142-82, параметры и характеристики — ГОСТ 2789-73.

Неровность поверхности определяется приборами (профилометрами, профилографами). Для оценки качества поверхности установлено шесть параметров (см. рис. 1):

**$Ra$**  — среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля от средней линии в пределах базовой длины

$$Ra = 1/n \sum |y_i|, i = 1...n;$$

**$Rz$**  — высота неровностей профиля по 10 точкам в пределах базовой длины

$$Rz = 1/5 (\sum |H_{i_{max}}| + \sum |H_{i_{min}}|), i = 1...5;$$

**$R_{max}$**  — наибольшая высота профиля (см. рис. 1);

**$S_m$**  — средний шаг неровностей профиля

$$S_m = 1/n \sum S_{m_i}, i = 1...n,$$

где  $S_m$  — шаг неровностей профиля по средней линии;

**$S$**  — средний шаг местных выступов профиля

$$S = 1/n \sum S_i, i = 1...n,$$

где  $S_i$  — шаг местных выступов;

**$t_p$**  — относительная опорная длина профиля

$$t_p = 1/l \sum b_i, i = 1...n,$$

где  $b_i$  — длина линии контакта контактирующих поверхностей на заданном уровне  $P$  (см. рис. 1).

Значения параметров шероховатости задаются в мкм без указания единицы измерения, например:  $Ra3,2$ ,  $Rz40$ ;  $R_{max}6,3$ ;  $S_m0,8$ .

## 2. Обозначение шероховатости поверхностей

### 2.1. Знаки шероховатости

Обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.309-73 (взамен ГОСТ 2.309-68). Структура обозначения шероховатости поверхности в общем виде приведена на рис. 2.

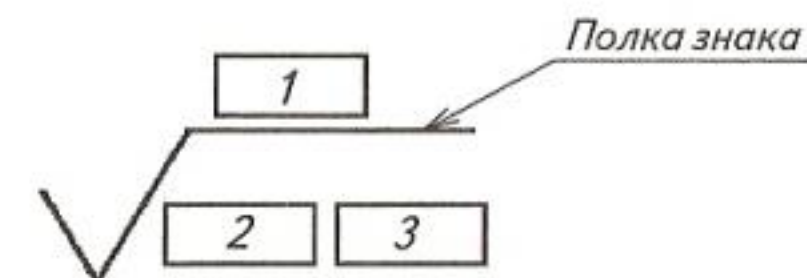


Рис. 2



Обозначение шероховатости поверхности включает в себя знак шероховатости и информацию, представленную на рис. 2 в виде прямоугольников:

1 — способ обработки поверхности и (или) другие дополнительные указания;

2 — условное обозначение направления неровностей;

3 — базовая длина по ГОСТ 2789-73/параметр (параметры) шероховатости по ГОСТ 2789-73 (через знак дроби).

Требования к шероховатости конкретной поверхности могут быть установлены либо одним параметром, либо, если это необходимо для обеспечения функционального назначения поверхности, несколькими параметрами. При указании двух и более параметров шероховатости в обозначении, эти параметры записываются сверху вниз в следующем порядке:

- параметр высоты неровностей профиля ( $Ra$ ,  $Rz$  или  $Rmax$ );
- параметр шага неровностей профиля ( $S$  или  $S_m$ );
- относительная опорная длина профиля  $t_p$ .

В соответствии с ГОСТ 2789-73 и международным стандартом ИСО ПМС-2632 параметр  $Ra$  в большинстве случаев является предпочтительным. Для нормирования шероховатости поверхностей сложных форм или малых размеров, например резьб, следует отдавать предпочтение параметру  $Rz$ . Это объясняется положениями международных стандартов и возможностями измерительных приборов.

Пример обозначения шероховатости поверхности по ГОСТ 2.309-73 приведен на рис. 3. В учебном процессе рекомендуется применять упрощенный вариант обозначения, представленный на рис. 4.

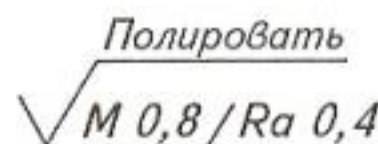


Рис. 3

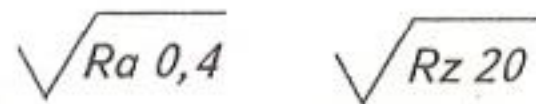


Рис. 4

В зависимости от способа получения той или иной поверхности для обозначения ее шероховатости применяют знаки (ГОСТ 2.309-73):

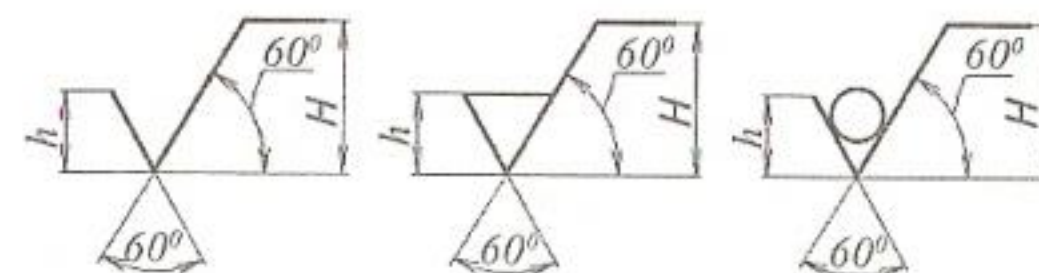
— для обозначения шероховатости поверхности, образованной удалением слоя материала (*механическая обработка — обрезка, сверление, точение, фрезерование, обточка и т.д.*).

— для обозначения шероховатости поверхности, образованной без удаления слоя материала (*литье,ковка, штамповка*).

— для обозначения шероховатости поверхности, способ получения которой конструктором не устанавливается (*выбор способа изготовления предоставляется технологю*).

При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

Размеры знаков:



Высота  $h$  приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел;  $H = 1,5h$ ; толщина линии знака равна половине толщины сплошной основной линии ( $s/2$ ).

## 2.2. Выбор параметров шероховатости поверхности

В курсе ИГ для обозначения шероховатости поверхности применяют параметры  $Ra$  и  $Rz$ . Значения параметра  $Ra$  выбирают из ряда:

50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,6; 0,8; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05; 0,025; 0,012.

Конкретные значения параметра  $Ra$  для наиболее часто встречающихся элементов деталей приведены в табл. 1.

Шероховатость поверхности резьбы регламентируют параметром  $Rz$ . Рекомендуемые значения параметра  $Rz$ :

резьбы наружные —  $Rz20...Rz10$  (рядовые);

$Rz10...Rz6,3$  (повышенной точности);

резьбы внутренние —  $Rz40...Rz20$  (рядовые);

$Rz20...Rz10$  (повышенной точности).



Таблица 1.

Наименование элементов деталей	Значение параметра $Ra$
Конические поверхности резьбовых концов под накидную гайку (уплотняющие конусы)	1,6...0,4
Привалочные (опорные) плоскости корпусов, крышек	3,2...0,8
Отверстия под крепежные детали	6,3...1,6
Опорные поверхности под головки болтов, винтов и под гайки	3,2...1,6
Торцы пружин сжатия	3,2...1,6
Свободные поверхности (проточки, фаски, торцы, нетрущиеся поверхности валов, нерабочие поверхности зубчатых колес и пр.)	6,3...3,2
Шестигранники и др. элементы с плоскими гранями	12,5...3,2
Стыки под прокладки:	
из мягких материалов	0,8...0,4
из неметаллов	1,6...0,4
Клапаны с коническими поверхностями:	
рабочая поверхность клапана	0,4...0,2
рабочая поверхность седла	0,8...0,4
Конические пробковые краны:	
рабочая поверхность пробки	0,2...0,1
рабочая поверхность отверстия	0,4...0,2
Прямозубые колеса (рабочие поверхности зубьев)	1,6...0,8
Шпоночные соединения (рабочие грани)	1,6...0,8
Центрирующие поверхности фланцев, крышек:	
отверстие	3,2...1,6
буртик	1,6...0,8
Стыки герметичные (металл по металлу с притиркой)	0,2...0,1
Гнезда и опорные поверхности под подшипники	1,6...0,8
Черновые необработанные поверхности (литые, штампованные, кованные)	12,5...3,2

### 3. Правила обозначения шероховатости поверхностей на чертежах деталей

Знаки шероховатости на изображениях деталей располагают:

- на линиях контура (кроме резьбы!);
- на выносных линиях (предпочтительно — в непосредственной близости от размерной линии);
- на полках линий-выносок; при этом линия-выноска заканчивается стрелкой, если она отводится от контура детали, см. рис. 5, а.

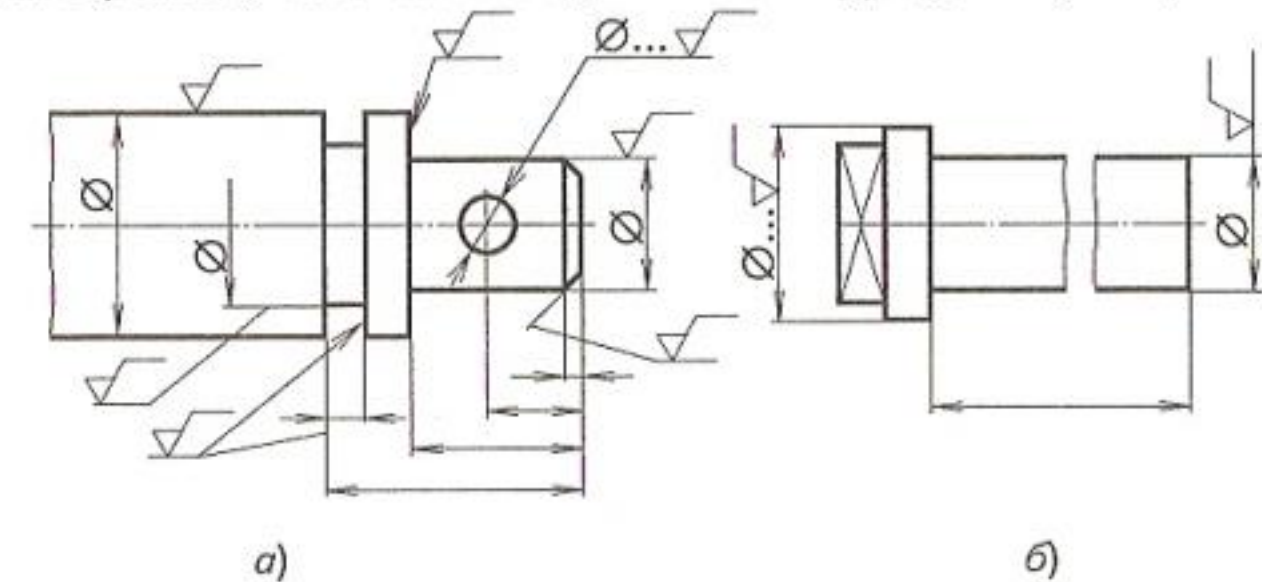


Рис. 5

При недостатке места допускается располагать обозначения шероховатости на размерных линиях (после размерного числа) или на их продолжениях (см. рис. 5, б).

Относительно основной надписи чертежа обозначения располагаются так, как показано на рис. 6. При расположении поверхности в заштрихованной зоне знаки шероховатости наносят только на полке линии-выноски.

При указании шероховатости, одинаковой для всех поверхностей детали, ее обозначение помещают в правом верхнем углу чертежа (см. рис. 7). Размеры и толщина линий знака в этом обозначении — в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, наносимых на поле чертежа.

При указании шероховатости, одинаковой лишь для части поверхностей, в правом верхнем углу помещают знак этой шероховатости вместе с условным обозначением ( $\sqrt{\quad}$ ) (рис. 8). Размеры и толщина линий знака шероховатости — в полтора раза больше размеров и толщины линий знаков, наносимых на изображении; размер знака в скобках и толщина его линий — одинакова с последними. На изображении детали наносят зна-



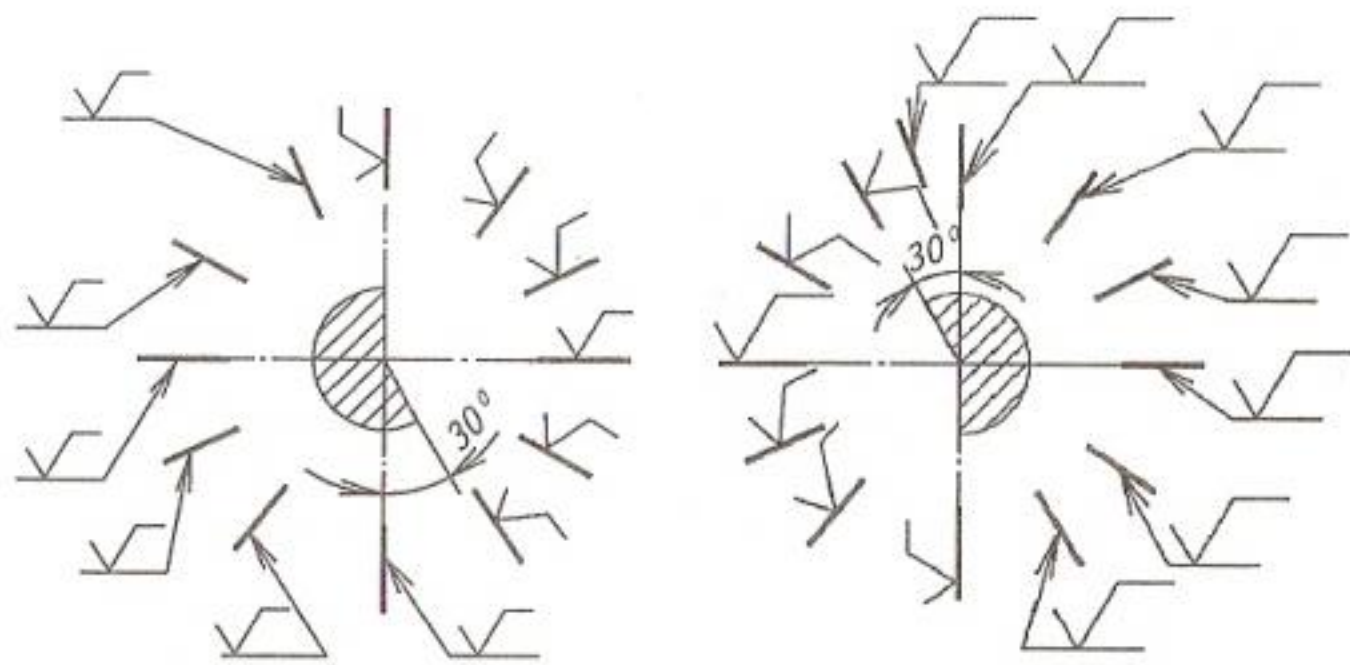


Рис. 6

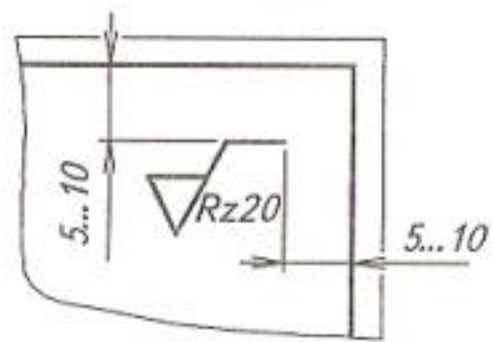


Рис. 7

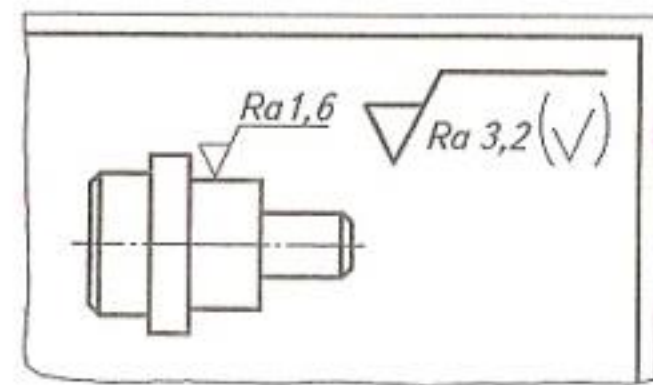


Рис. 8

ки только на тех поверхностях, чья шероховатость отличается от указанной в верхнем углу. При этом запись в правом верхнем углу читается: «Все поверхности, на которых не нанесены знаки шероховатости, имеют шероховатость, указанную перед скобками».

Если на чертежах деталей, изготовленных из сортамента\*, имеются поверхности, не обрабатываемые по данному чертежу и обозначение шероховатости этих поверхностей выносятся в правый верхний угол, то перед скобками помещают знак ✓ без указания параметра и его значения (рис. 9). На чертеже указывают шероховатость лишь тех поверхностей, которые были подвергнуты обработке, например, обрезке. При этом запись в углу следует читать: «Все поверхности, на которых отсутствует обозначение шероховатости, сохраняют в состоянии поставки сортамента».

Обозначение шероховатости поверхности резьбы наносят на вы-

\* Сортамент — материал определенного профиля и размера (лист, проволока, уголок, труба и пр.).

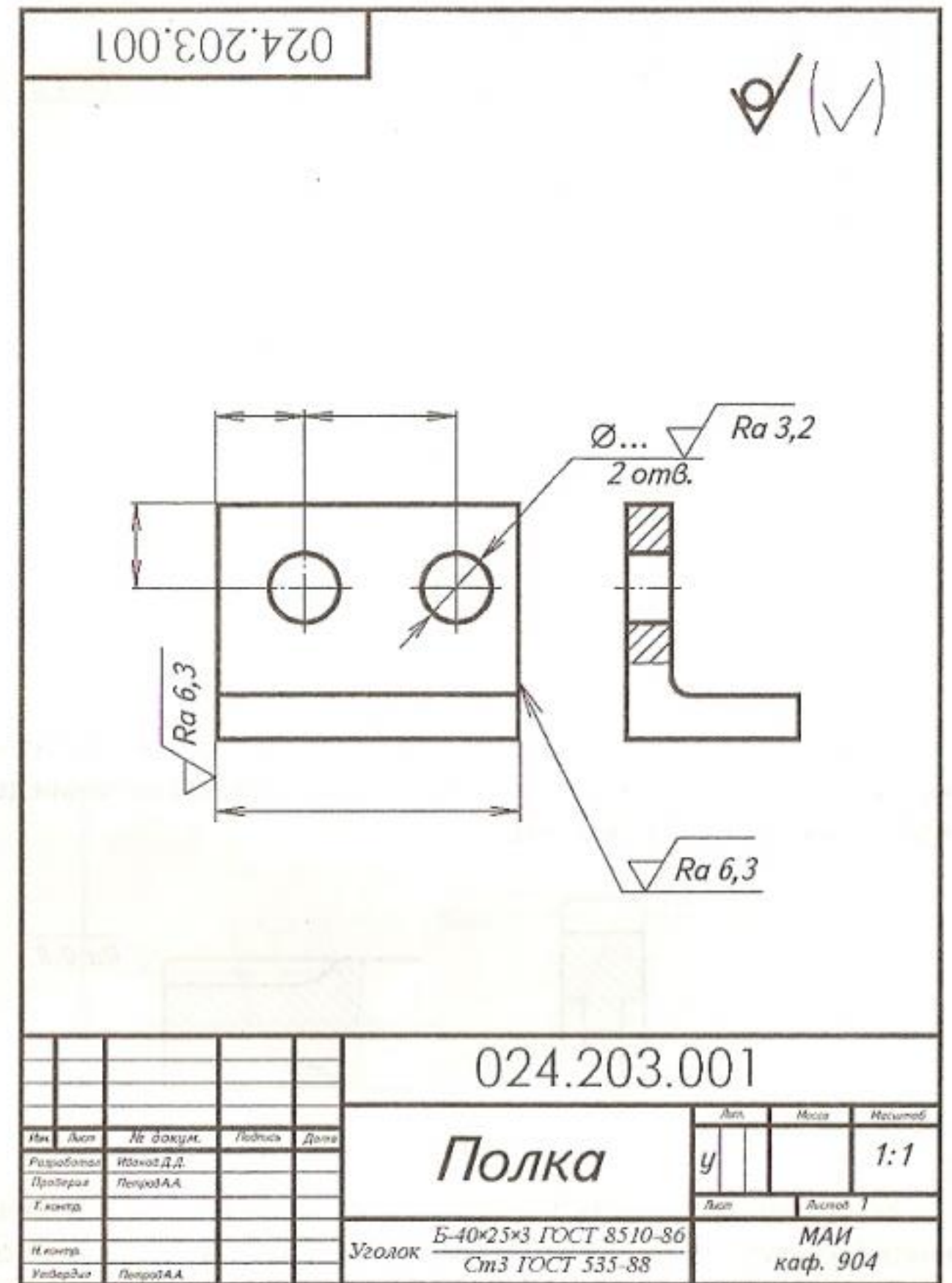


Рис. 9



носной линии для указания размера резьбы, на размерной линии или на ее продолжении (см. рис. 10).

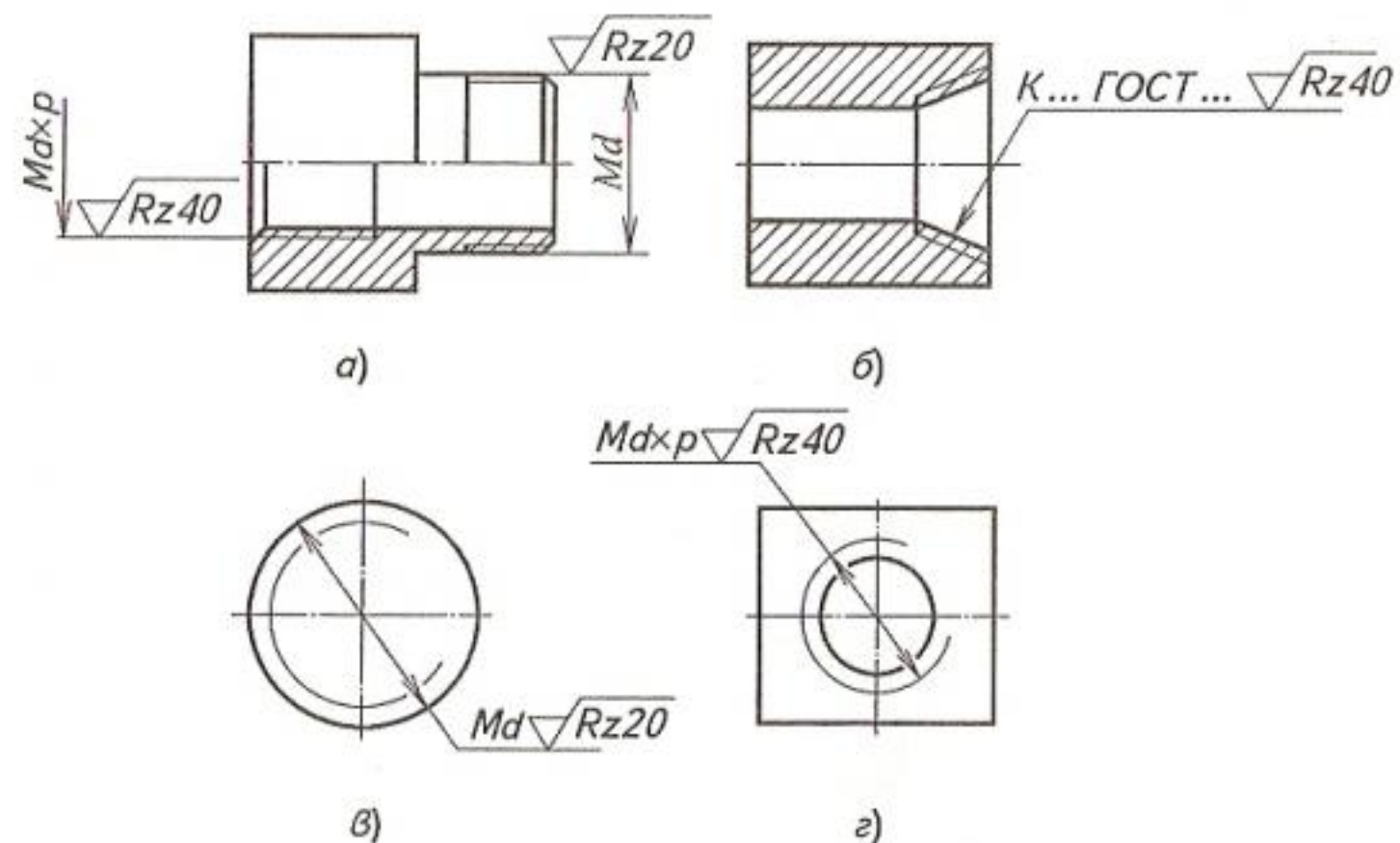


Рис. 10

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес и эвольвентных шлицев условно наносят на линии делительной поверхности (см. рис. 11).

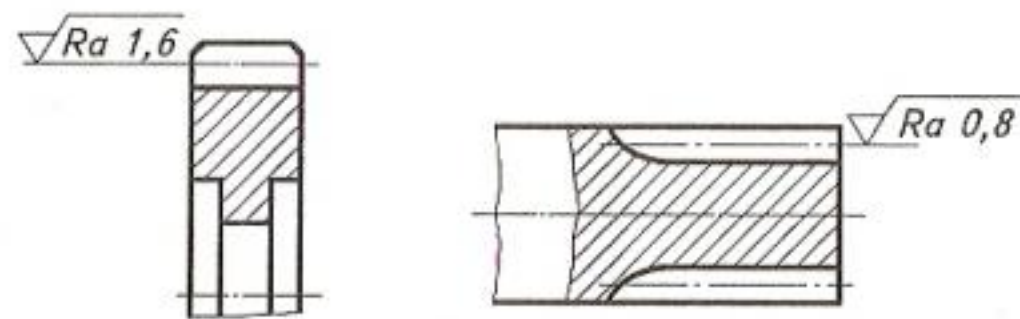


Рис. 11

Если шероховатость поверхностей, образующих ломаный замкнутый контур должна быть одинаковой, обозначение наносят один раз в соответствии с рис. 12, а. Диаметр вспомогательного знака  $\bigcirc$  — 4...5 мм. Знак читается: «Шероховатость по замкнутому контуру ....». В обозначении одинаковой шероховатости для поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак  $\bigcirc$  не наносят (рис. 12, б).

Примеры нанесения знаков шероховатости на чертежах литой и точеной деталей показаны на рис. 13 и 14 (фрагменты чертежей).

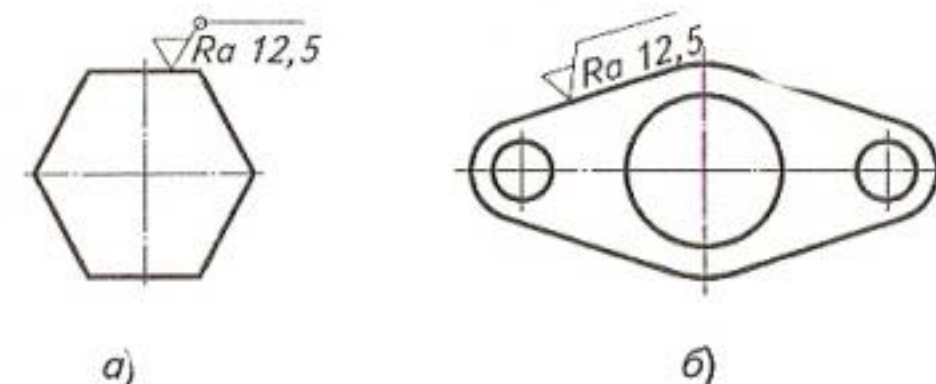


Рис. 12

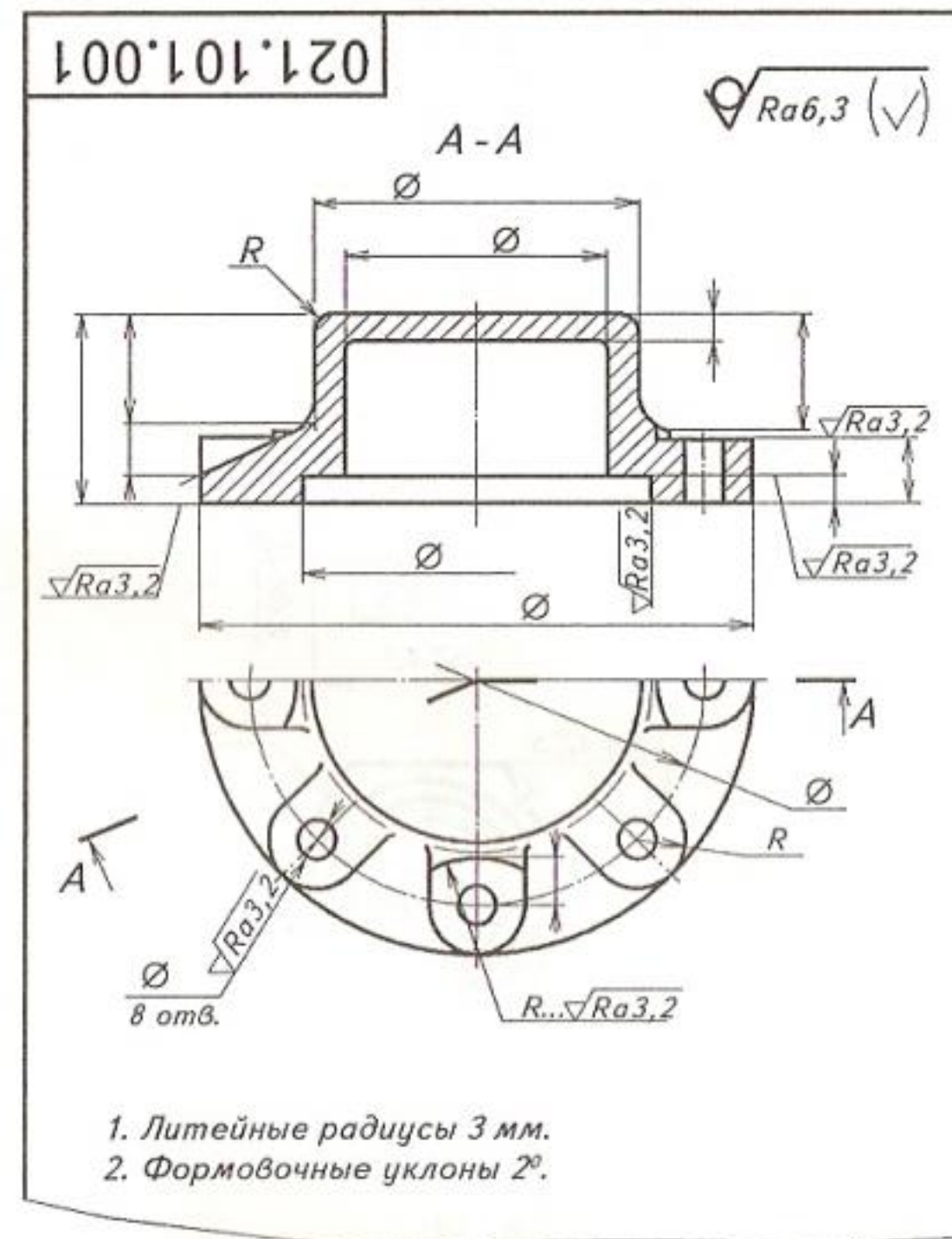


Рис. 13



021.101.001

$\sqrt{Ra 6,3}$  ( $\checkmark$ )

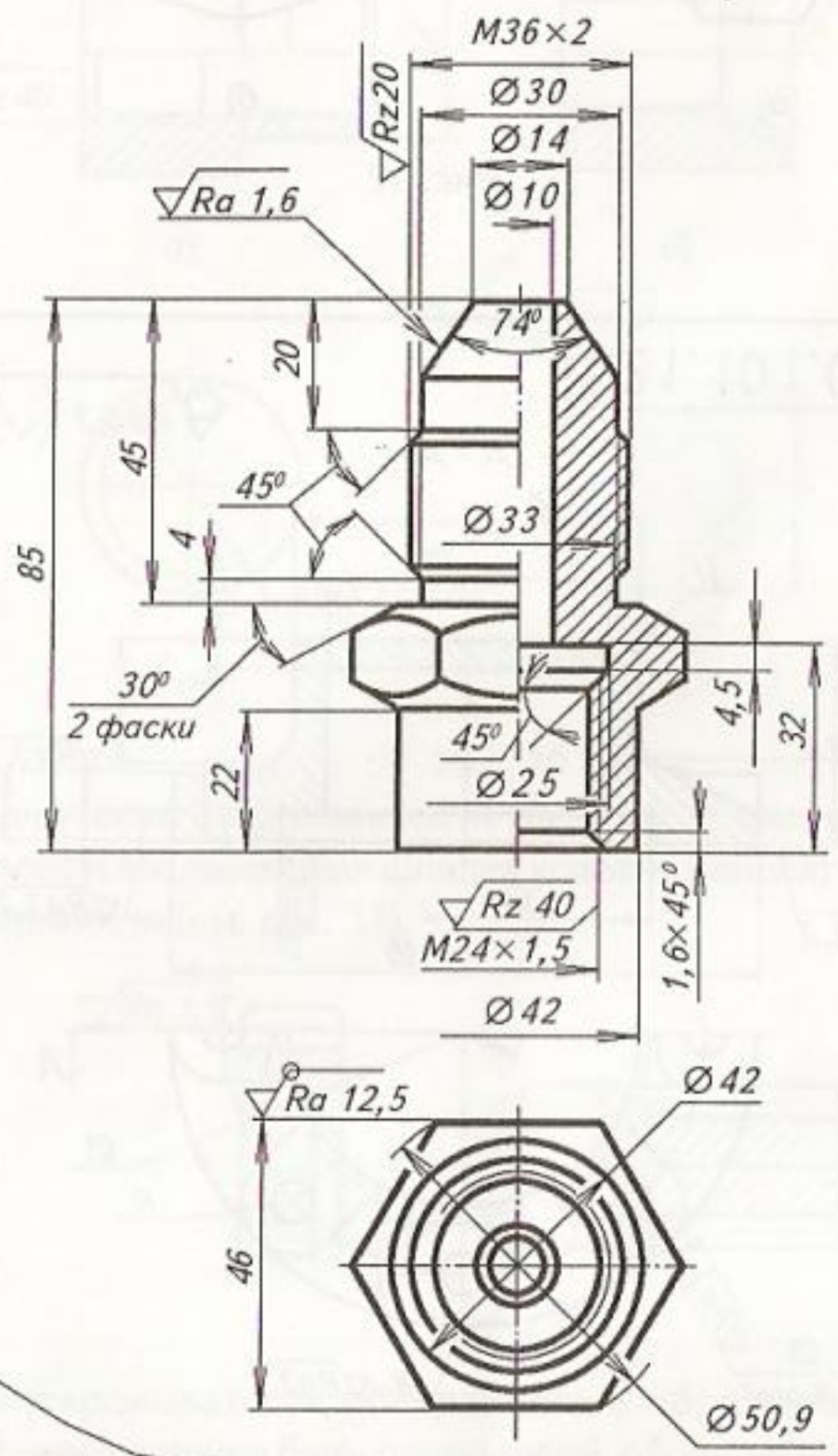


Рис. 14

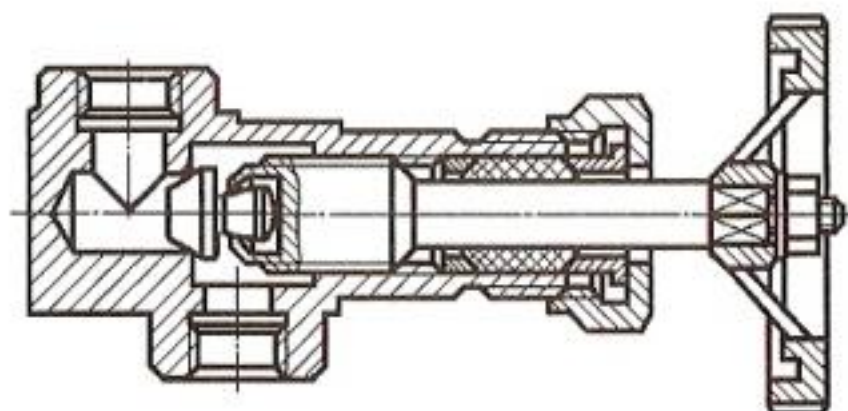


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(государственный технический университет)

Кожухова Е.А., Ульянов К.И., Шелухин А.С.

# Гидравлические и пневматические устройства ЛА



Москва 2003



Кожухова Е.А., Ульянов К.И., Шелухин А.С. Гидравлические и пневматические устройства ЛА:

Учебное пособие. – М.: МАИ, 2003 г. – 47 с. ил.

Пособие содержит систематизированные сведения о назначении и конструктивных особенностях пневмогидроагрегатов двух типов, применяемых в авиационной технике, а именно – клапанов и вентилях.

Поэлементное рассмотрение конструкции клапанов и вентилях дает студентам возможность осмысленно и технически грамотно выполнять чертежи этих изделий и их составных частей.

Пособие предназначено для студентов вузов при изучении тем «Составление сборочных чертежей» и «Чтение сборочных чертежей».

Рецензенты: Российский Государственный технический университет путей сообщения, кафедра начертательной геометрии и инженерной графики; к.т.н., доцент Корн Г.В.

## ВВЕДЕНИЕ

Пневмогидроагрегаты (ПГА) различных конструкций (клапаны, вентили, дроссели, реле, форсунки и пр.) широко применяются во всех отраслях промышленности. В частности, такие агрегаты являются обязательными элементами пневмо – и гидросистем (ПГС) различных узлов авиационной техники.

Это обстоятельство в значительной степени определило распространенность некоторых видов ПГА (например, клапанов, вентилях и др.) в качестве заданий в курсе инженерного черчения. Тем самым, помимо решения чисто предметных задач, касающихся изучения правил оформления и выполнения конструкторской документации на сборочные единицы, происходит знакомство студентов с конкретными видами изделий, находящих применение в агрегатах ЛА и стендовых установках.

Учебное пособие, являясь дополнением к существующим на кафедре методическим разработкам по второй части курса инженерного черчения (машиностроительное черчение), содержит материал, необходимый для осмысленного и технически грамотного выполнения чертежей изделий ПГА. В нем рассматриваются два вида ПГА – клапаны и вентили. Поэлементное рассмотрение конструкции этих изделий позволит студентам составить четкое представление об их функциональном назначении, даст возможность для самостоятельного синтеза изделий и будет способствовать приобретению первоначальных конструкторских навыков.

Авторы приносят благодарность Н.П. Гуровой, Л.А. Сухаревой, и В.А. Ермаковой за полезные советы в процессе работы над рукописью, а также рецензентам за ряд ценных замечаний, сделанных ими при рецензировании рукописи.



## 1. КЛАПАНЫ. ВЕНТИЛИ. КРАНЫ. НАЗНАЧЕНИЕ, КОНСТРУКЦИЯ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Клапаны, вентили и краны представляют собой устройства, осуществляющие управление расходом, давлением и направлением подачи рабочего тела (газа или жидкости) в пневмо-гидросистемах (сокращенно – ПГС) различного назначения.

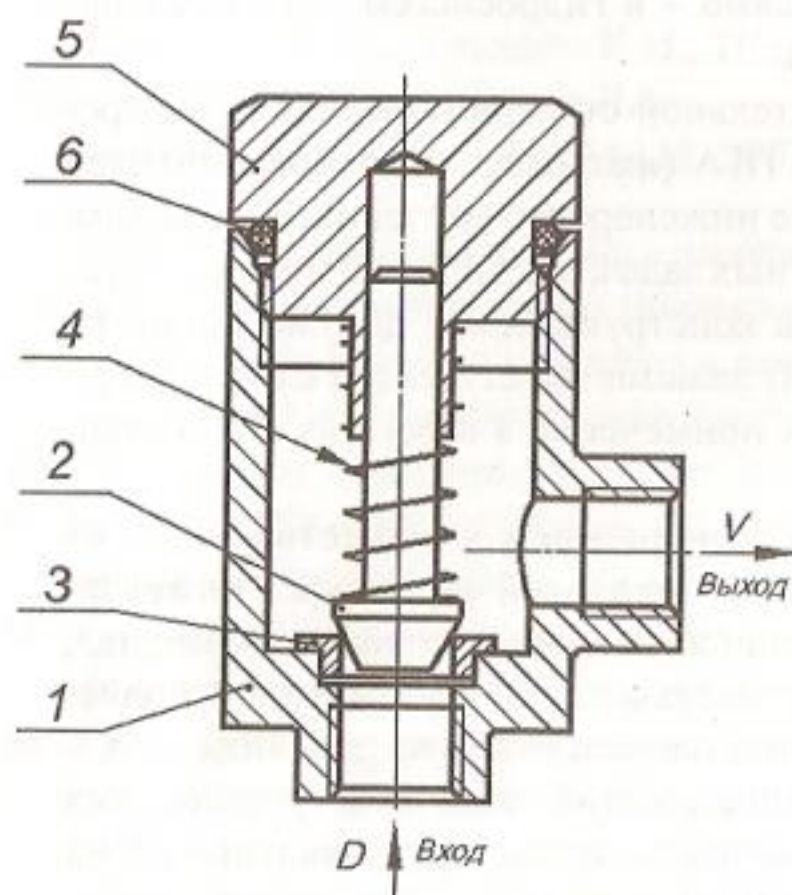


Рис. 1. Клапан:  
1 – корпус; 2 – затвор; 3 – седло; 4 – пружина; 5 – направляющая; 6 – кольцо уплотнительное.

запорной пары может быть открытым, такие клапаны носят название нормально-открытых, подобные клапаны в настоящем пособии не рассматриваются.

В нормально-закрытом клапане (рис. 1) прижатие затвора к седлу осуществляется с помощью пружины 4. Усилие прижатия рассчитывается таким образом, чтобы уравновесить давление рабочего тела в системе, где работает клапан. При возрастании давления в системе усилие рабочего тела преодолет усилие пружины, в результате чего затвор поднимется над седлом и откроет проходной канал  $D$ . Избыточное количество рабочего тела уйдет через канал  $V$  и давле-

Конструкция типового клапана приведена на рис. 1. Его основным функциональным органом является запорная пара, образуемая затвором 2 и седлом 3. Положение запорной пары, при котором клапан выполняет свои функции, называется ее рабочим состоянием. Оно может быть закрытым, когда затвор плотно прилегает к седлу и тем самым препятствует прохождению рабочего тела через клапан. Клапаны с таким рабочим положением запорной пары, называют нормально-закрытыми, к числу которых, в частности, относится клапан, изображенный на рис. 1. Рабочее состояние

ние в системе упадет до расчетного, а пружина вернет затвор в рабочее положение.

На рис. 2 изображен типовой вентиль. В нем основным функциональным органом также является запорная пара. В отличие от клапанов, управление затвором 3 осуществляется за счет принудительного перемещения шпинделя 2, соединенного с затвором. Вращением маховика 7 шпинделю сообщается вращательно-поступательное дви-

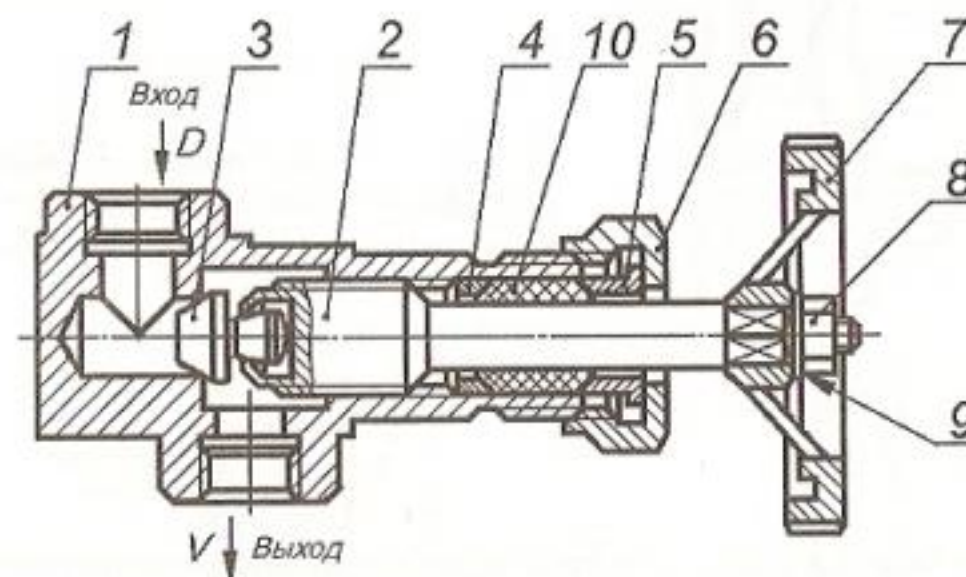


Рис. 2. Вентиль:

1 – корпус; 2 – шпиндель; 3 – затвор; 4 – кольцо опорное; 5 – втулка нажимная; 6 – гайка накидная; 7 – маховик; 8 – гайка; 9 – шайба; 10 – набивка.

жение, в результате чего затвор открывает проходное отверстие в корпусе 1 вентиля. Рабочее тело проходит из канала  $D$  в канал  $V$ . В некоторых конструкциях вентилях функции затвора выполняет сам шпиндель, пример такого вентиля приведен на рис. 3. Встречаются также вентили, в которых шпиндель совершает только вращательное движение, а затвор перемещается поступательно. Вентиль такой конструкции показан на рис. 25. Рабочим состоянием вентилях, рассматриваемых в пособии, является закрытое положение запорной пары.

Типовой пробковый кран показан на рис. 4. Он представляет собой устройство, в котором затвор 2, называемый пробкой (отсюда – название крана), поворачивается вокруг своей оси, скользя по контактной поверхности корпуса 1. Рабочим состоянием крана считается такое положение пробки, при котором направление отверстия  $B$  в ней совпадает с направлением отверстия в корпусе и рабочее тело беспрепятственно проходит из канала  $D$  в канал  $V$  корпуса 1. Для



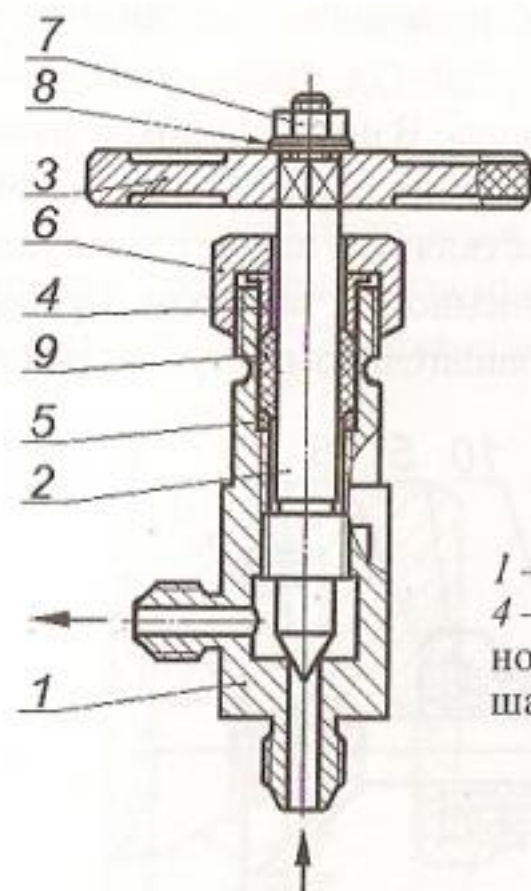


Рис. 3. Вентиль:

1 – корпус; 2 – шпindelь; 3 – маховик;  
4 – втулка нажимная; 5 – кольцо опорное;  
6 – гайка накидная; 7 – гайка; 8 – шайба; 9 – набивка.

перекрытия потока рабочего тела пробку поворачивают относительно ее оси с помощью рукоятки 5. Чаще всего пробки бывают коническими (с конусностью 1:7), но в гидросистемах высокого давления применяются краны с цилиндрическими пробками. Подробнее о конструкциях пробковых кранов см. [10].

Таким образом, принципиальное отличие клапанов от вентиля и кранов заключается в управлении затвором: в клапанах оно осуществляется при помощи пружины, а в вентилях и кранах за счет внешнего усилия, прикладываемого к шпинделю или пробке.

## 2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОСНОВНЫХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ КЛАПАНОВ И ВЕНТИЛЕЙ

### 2.1. ЗАПОРНЫЕ ПАРЫ

Запорные пары клапанов и вентилях состоят из затвора и седла.

*Затвор* – это часть запорной пары, с помощью которой осуществляется перекрытие проходного канала в клапане или вентиле (см. поз. 2 на рис. 1, поз. 3 на рис. 2)\*. Конструктивно он выполняется как отдельная деталь (см. поз. 2 на рис. 1) или как сборочная единица (см.

\* В технической литературе встречается также определение этой части запорной пары как клапана или золотника.

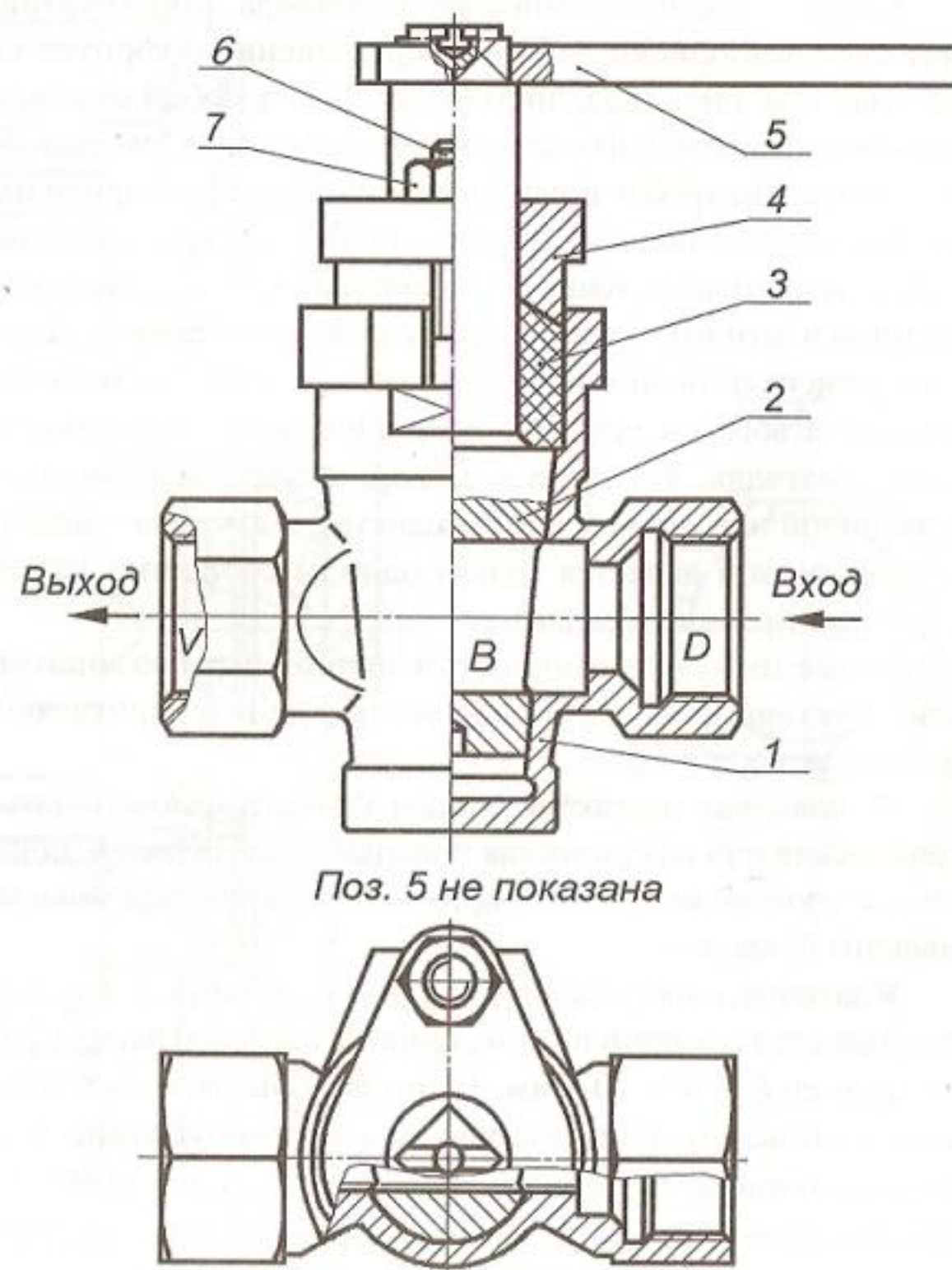


Рис. 4. Пробковый кран с конической пробкой; поджатие пробки – болтами:  
1 – корпус; 2 – пробка; 3 – набивка; 4 – крышка; 5 – рукоятка; 6 – болт; 7 – гайка.



поз.1 на рис. 5). В вентилях, подобных изображенному на рис. 3, затвор является конструктивным элементом шпинделя (его конический конец).

*Седло* – это посадочное место затвора. Конструктивно оно может быть выполнено либо непосредственно в корпусе клапана или вентиля (см. рис. 2, 5), либо представлять собой отдельную деталь, устанавливаемую в проходном канале корпуса (см. поз. 3 на рис. 1).

Основным требованием, предъявляемым к запорной паре, является обеспечение полного (герметичного) перекрытия потока рабочего тела в закрытом состоянии клапана или вентиля, что достигается созданием плотного контакта между затвором и седлом. Подобный контакт зависит от целого ряда факторов, в частности, от сочетания материалов затвора и седла. Это сочетание может быть двух типов: «металл – металл», т.е. когда и затвор, и седло выполнены из металла (различной или одинаковой твердости), и «металл – неметалл», когда металлической является только одна из составных частей запорной пары (как правило – седло).

Кроме того, герметичность запорной пары во многом зависит от конструктивного решения контактирующих (соприкасающихся) элементов затвора и седла.

В *затворах* контактирующим элементом может быть плоскость, коническая или сферическая поверхность. На рис. 6 показаны фрагменты простейших затворов, их контактирующие поверхности обозначены буквой А.

У затвора, изображенного на рис. 6, а, контактирующим элементом является плоский пояс, ширина которого равна примерно 2...3 мм, размер  $h = 0,5...0,8$  мм. Такие затворы называют плоскими. Затвор с контактирующим элементом в виде конуса (рис. 6, б) носит название конического; угол  $\alpha$  у него чаще всего равен  $60^\circ$ . Затвор, изображенный на рис. 6, в, называют сферическим (по форме его контактирующего элемента). Добавим к этому, что весьма распространены запорные пары, в которых в качестве затвора применяют готовые стандартные шарики (по ГОСТ 3722–81). Клапаны с подобным затвором носят название шариковых, пример такого клапана см. на рис. 21.

К качеству контактирующих элементов затворов предъявляются повышенные требования, их обрабатывают шлифованием с последующей доводкой; при этом достигается шероховатость  $Ra = 0,8...0,4$  мкм.

Наиболее распространенные формы контактирующих элементов

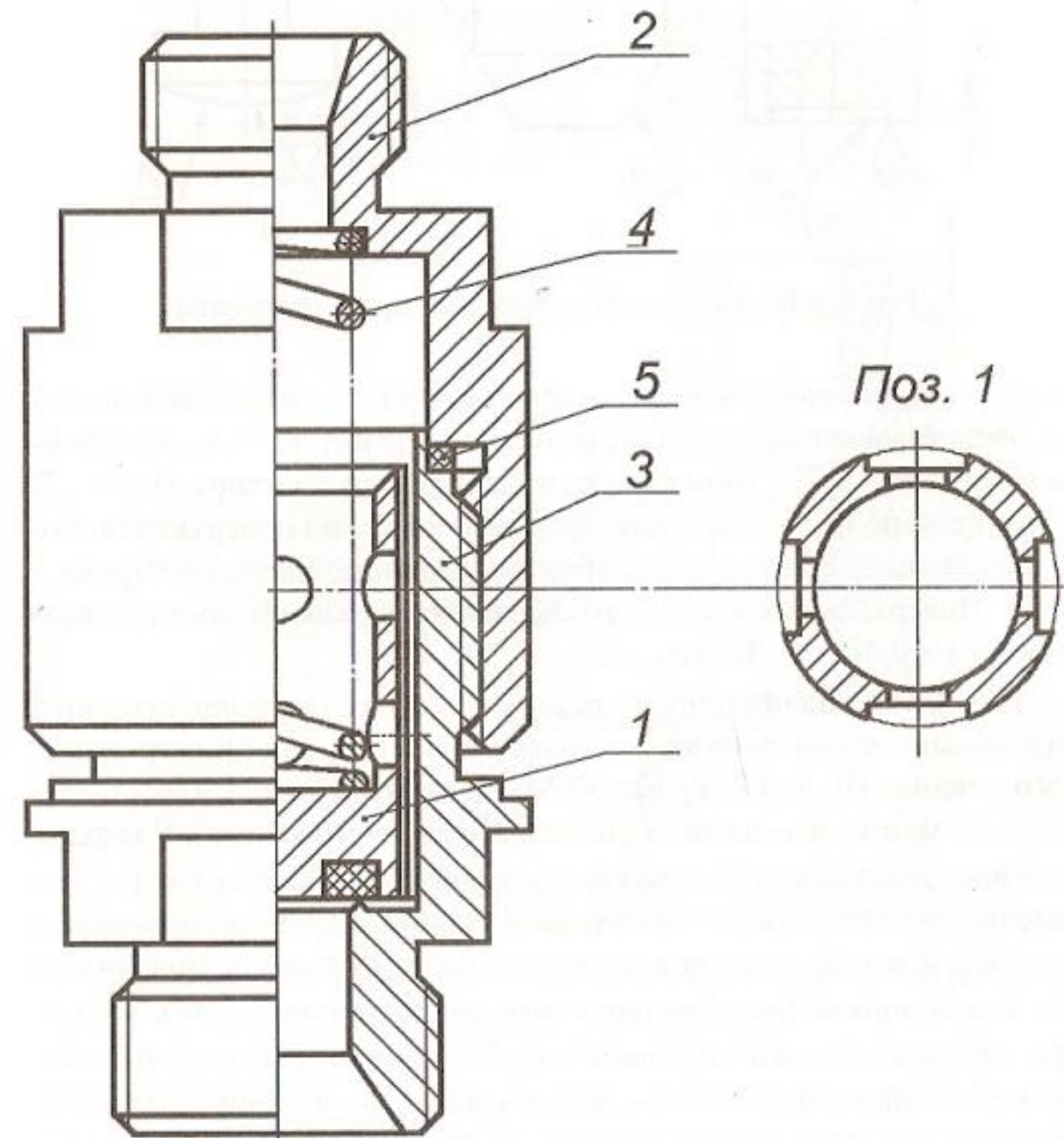


Рис. 5. Клапан :  
1 – затвор (с уплотнителем); 2 – крышка; 3 – корпус; 4 – пружина;  
5 – прокладка.



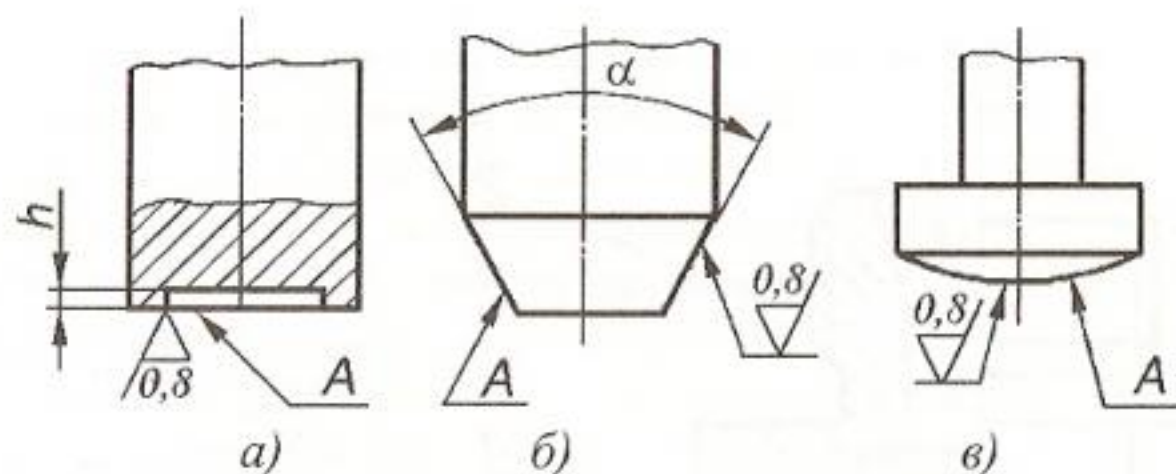


Рис. 6. Конструкции простейших затворов (фрагменты)

седла, выполненного непосредственно в корпусе клапана или вентиля, представлены на рис. 7. Седло, показанное на рис. 7, а – это кромка отверстия в проходном канале, прилегающем к затвору. На рис. 7, б изображено седло, имеющее форму конической поверхности. Коническое седло обычно имеет угол при вершине, равный  $60^\circ$  (реже –  $120^\circ$ ). Поверхность конического седла обрабатывают до шероховатости  $Ra = 0,40 \dots 0,20$  мкм.

Рис. 7, в–ж иллюстрируют разновидности седла, выполненного в виде кольцевого выступа прямоугольного, полукруглого или треугольного сечения. Ширина  $b$  прямоугольного выступа (рис. 7, в) составляет  $2 \dots 5$  мм (в зависимости от диаметра проходного канала). У кольцевого выступа, имеющего полукруглую форму (рис. 7, з), размер  $d_c$  определяется из расчета:  $d_c = d + 2R$ , где  $d$  – диаметр проходного канала, а  $R = 0,6 \dots 1$  мм. Треугольное сечение кольцевого выступа может быть несимметричным (рис. 7, д) или симметричным (рис. 7 е, ж). Угол  $\alpha_0$  при вершине для симметричного профиля у клапанов и вентилях с диаметром проходного канала до 5 мм равен  $60^\circ$ , а свыше 6 мм –  $90^\circ$ . Острые кромки кольцевого выступа обычно притупляются. Диаметр  $d_c$  для седла по рис. 7, д превышает диаметр  $d$  проходного канала на 0,6 мм, а для седла по рис. 7, е – на  $1,2 \dots 2$  мм (в зависимости от величины угла  $\alpha_0$ ). Седло, изображенное на рис. 7, ж, носит название закрытого, более подробно о нем будут рассказано ниже.

Высота  $h$  кольцевого выступа для любых форм его сечения обычно не превышает 1 мм, но встречаются клапаны и вентили, где этот размер имеет и большие значения. Поверхность кольцевого выступа обрабатывают до шероховатости  $Ra = 0,40 \dots 0,20$  мкм.

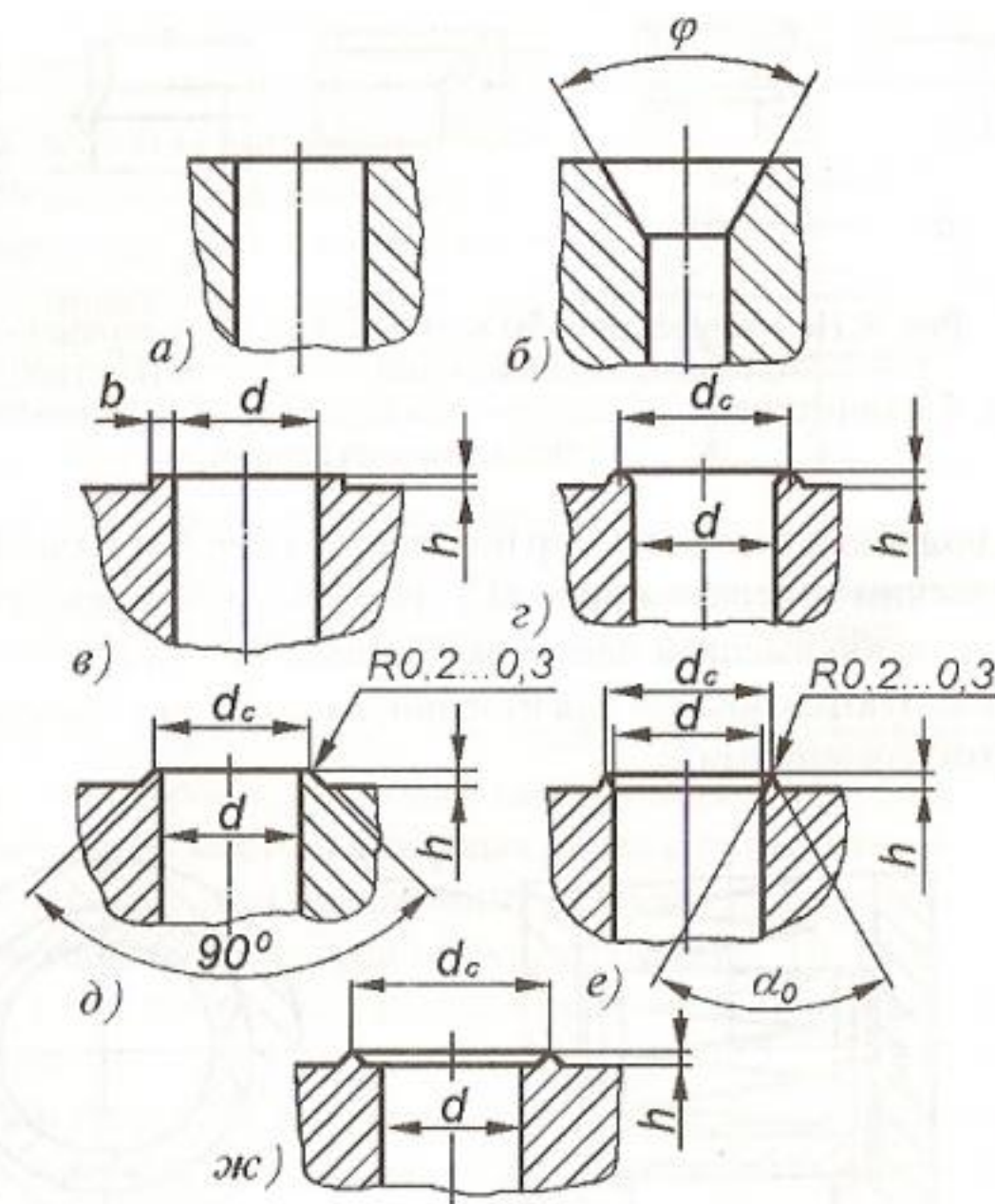


Рис. 7. Конструктивные разновидности седла, выполненного в корпусе клапана (вентилия)

Если седло выполняется в виде отдельной детали, оно представляет собой цилиндрическую втулку с буртиком (см. рис. 1, поз. 3) или без него. К такому седлу прибегают в тех случаях, когда необходимо упрочнить корпус по месту посадки затвора. Способы крепления седел в корпусах клапанов или вентилях показаны на рис. 8. Контактующие элементы этих седел аналогичны выполненным непосредственно в корпусах.

Рассмотрим области контакта затвора и седла. Исходя из анализа контактирующих элементов затвора и седла, областью их контакта могут быть плоскость, коническая поверхность или линия.

*Плоский* контакт существует в запорных парах, где контактирующими элементами затвора и седла являются плоскости. При этом контакт происходит по плоскому пояску основания затвора. Приме-



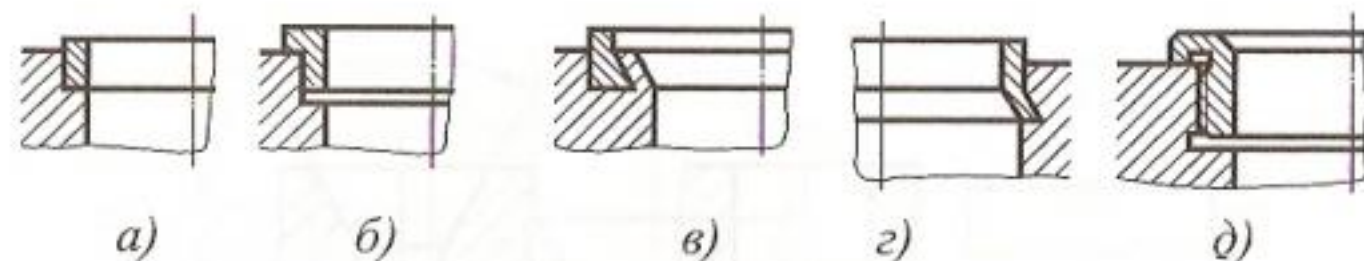


Рис. 8. Некоторые способы крепления седел, выполненных в виде отдельных деталей, в корпусе клапана (вентиля):  
*a, б* – запрессовка; *в* – деформация корпуса; *г* – деформация седла; *д* – соединение на резьбе.

ры подобных запорных пар показаны на рис. 9 и 10, *a*. Запорные пары с плоским контактом просты в изготовлении и ремонте, они не требуют особо высокой центровки затвора по отношению к седлу. Они используются обычно для изделий, работающих в системах с небольшими давлениями.

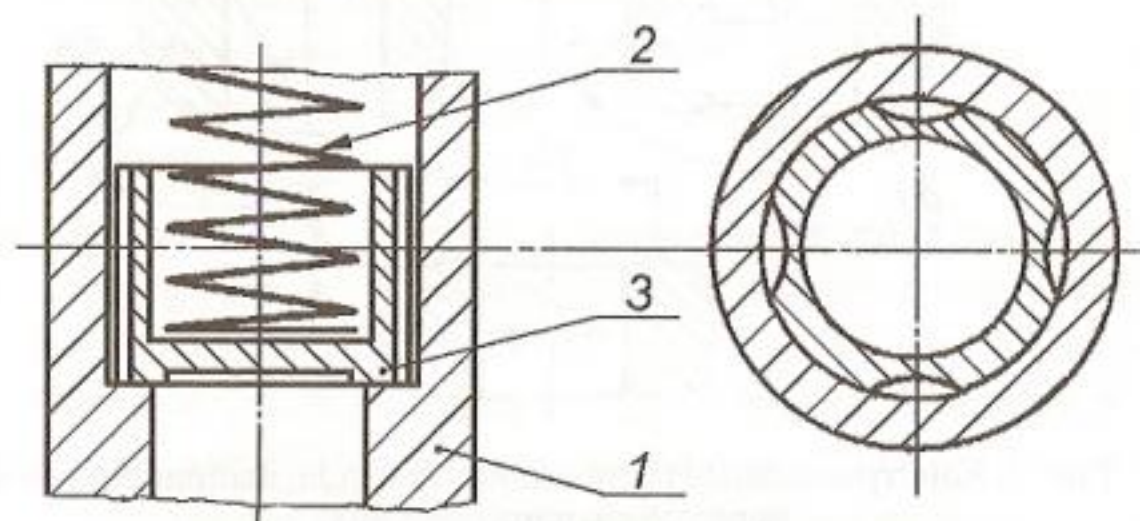


Рис. 9. Запорная пара с плоским седлом (фрагмент клапана):  
*1* – корпус; *2* – пружина; *3* – затвор.

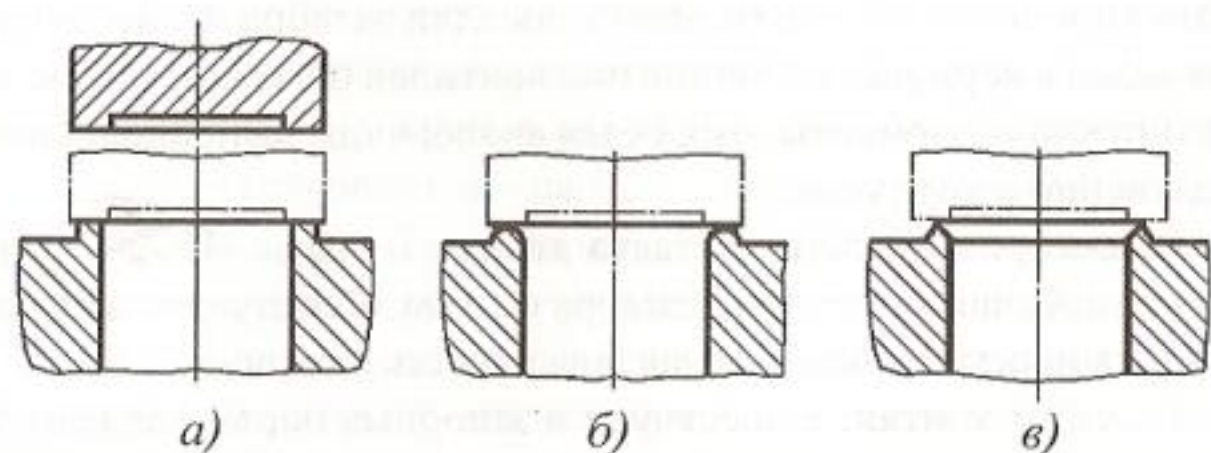


Рис. 10. Конструктивные варианты запорных пар с плоским затвором

Область контакта в виде *конической* поверхности имеет место в запорных парах, где контактирующими элементами затвора и седла являются конические поверхности с номинально равными значениями углов при вершине, см. рис. 11. Такие запорные пары дороги в изготовлении, так как требуют притирки затвора и седла с последующей проверкой точности их прилегания по краске, но они обеспечивают наилучшую герметичность в сочетании «металл – металл».

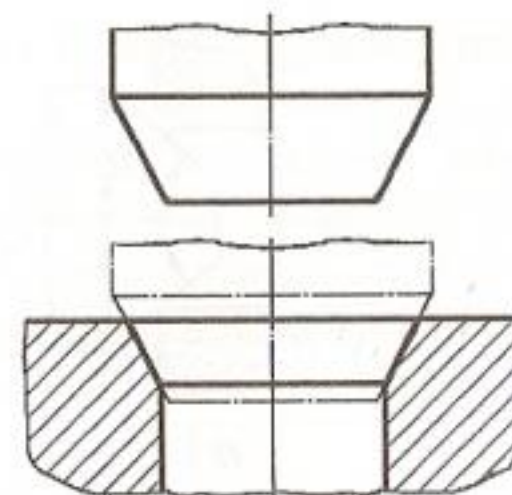


Рис. 11. Запорная пара с конической поверхностью контакта

*Линия* как область контакта в запорной паре представляет собой окружность, по которой происходит касание затвора и седла. Такой контакт может иметь место в запорных парах с любым типом затвора. Плоский затвор в этом случае контактирует с седлом, выполненным в виде кольцевого выступа полукруглой (рис. 10, *б*) или треугольной (рис. 10, *в*) формы. Конический затвор может контактировать с седлом в виде острой кромки с углом  $90^\circ$  (рис. 12, *a*) или с коническим седлом (рис. 12, *б*), но в этом случае угол конуса у затвора должен быть меньше, чем у седла. Сферический затвор может контактировать и с острой кромкой (рис. 12, *в, г*), и с коническим седлом (рис. 12, *д, е*).

В запорных парах типа «металл – неметалл» затвор чаще всего представляет собой сборочную единицу, состоящую из металлической основы – самого затвора – и закрепленного в нем уплотнителя (см., например, рис. 5, поз. 1).

В качестве уплотнителя применяют резины на основе каучуков (марки резин см. в Приложении). Для клапанов и вентилях, применяющихся в изделиях авиационной техники, особенно в топливных клапанах, преимущественное применение находят полимеры, обладающие большей по сравнению с резиной химической стойкостью. Наиболее широко применяется фторопласт-4 (см. Приложение).

В клапанах и вентилях с диаметром проходного канала  $d$  до 6 мм уплотнитель делается в форме диска (рис. 13, *a*), установленного в углубление (гнездо) затвора. При  $d \geq 6$  мм уплотнитель имеет форму кольца (рис. 13, *б*), помещенного в канавку затвора. Профиль канавки



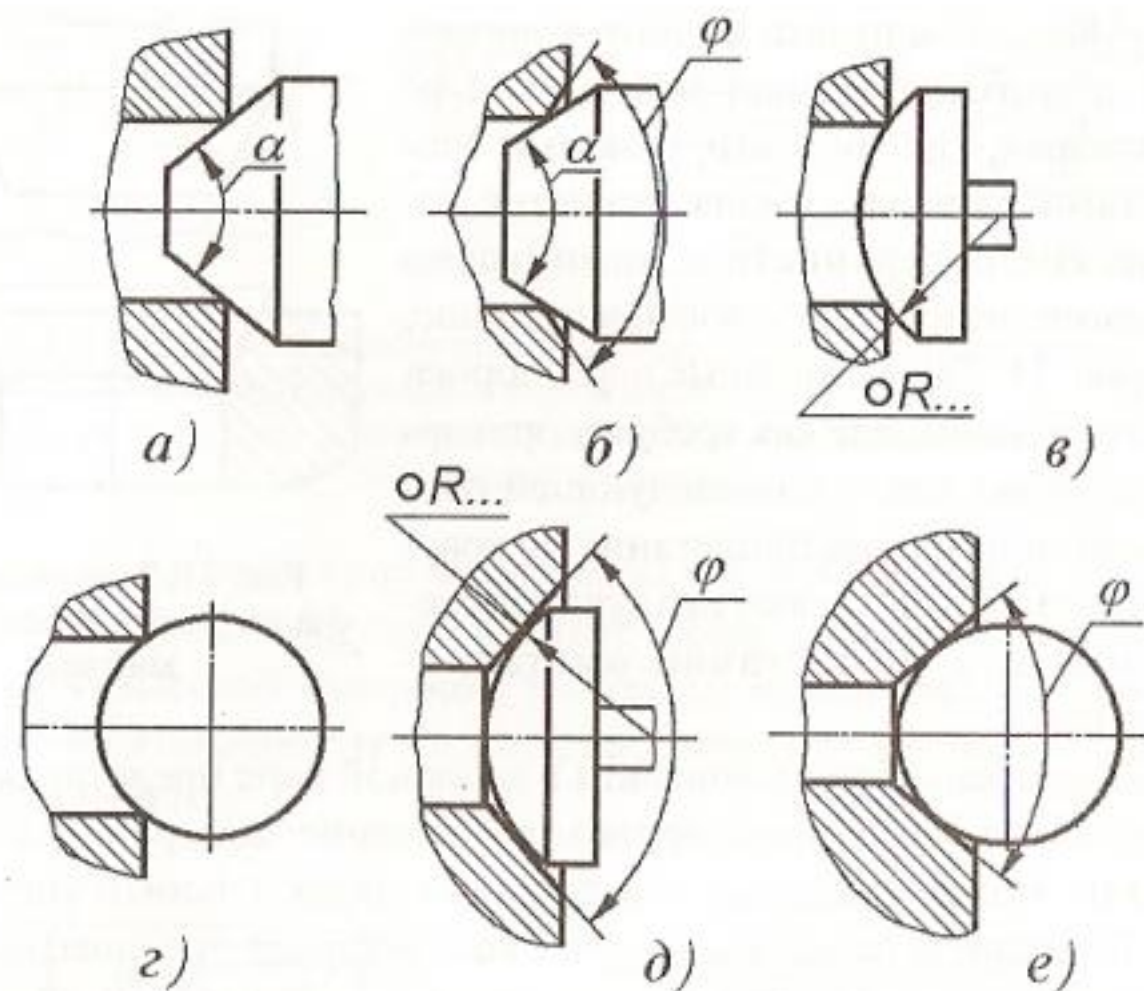


Рис. 12. Конструктивные разновидности запорных пар типа «металл-металл» с линейным контактом

под уплотнитель кольцевой формы может быть прямоугольным (рис. 13, б) или трапецевидным (рис. 14). Глубина  $h_1$  гнезда или канавки под уплотнитель обычно выполняется равной 2,5...3 мм.

В затворах с резиновым дисковым уплотнителем (рис. 13, а) диаметр  $d_1$  должен превышать диаметр проходного канала не менее чем на 4...5 мм, в затворах с уплотнителем в виде кольца должны выполняться соотношения:  $d_1 = d - 2...3$  мм, а  $d_2 = d + 5...6$  мм.

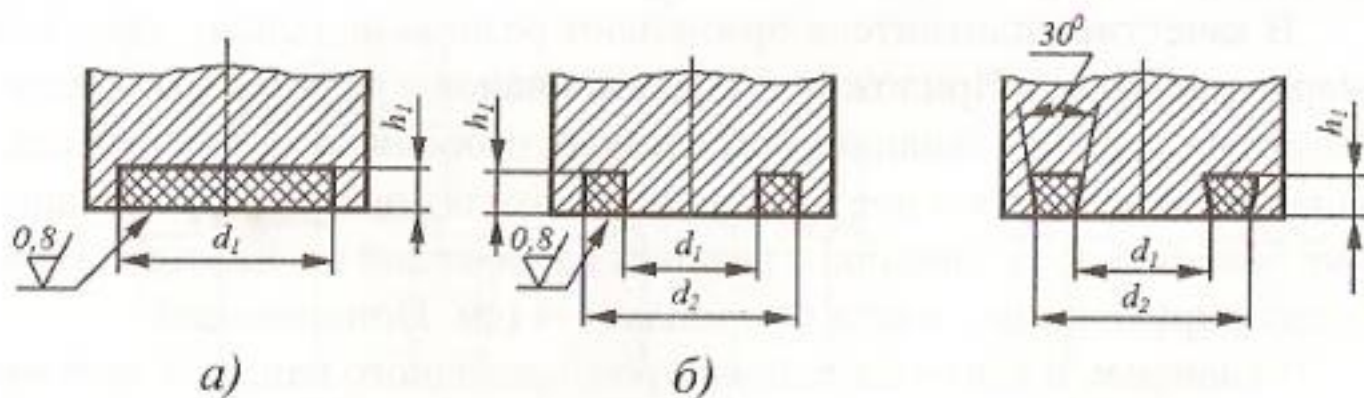


Рис. 13. Затворы с неметаллическим уплотнителем



Рис. 14. Конструктивный вариант канавки под уплотнитель

Для обеспечения надежного сцепления резиновых уплотнителей с поверхностью гнезда или канавки шероховатость поверхностей последних должна быть не менее  $Ra = 12,5$  мкм. Закрепление самого уплотнителя осуществляется либо вулканизацией заготовки из сырой резины, помещенной в гнездо или канавку, либо – для уплотнителей, изготовленных из листовой резины – с помощью клея марки 88НП.

Контактирующая поверхность уплотнителя полируется до шероховатости  $Ra = 0,8$  мкм.

Затворы с резиновым уплотнителем обычно контактируют с седлом в виде кольцевого выступа треугольного (реже – полукруглого) сечения. При этом различают запорные пары с открытым (рис. 15) и закрытым (рис. 16) седлом. Последнее выполняется тогда, когда давление в клапане осуществляется не под затвор, а на него. В этом случае выпучивание резины уплотнителя ограничено плоскими участками седла по обеим сторонам кольцевого выступа. Величина перекрытия  $v$  должна быть не менее 0,5 мм.

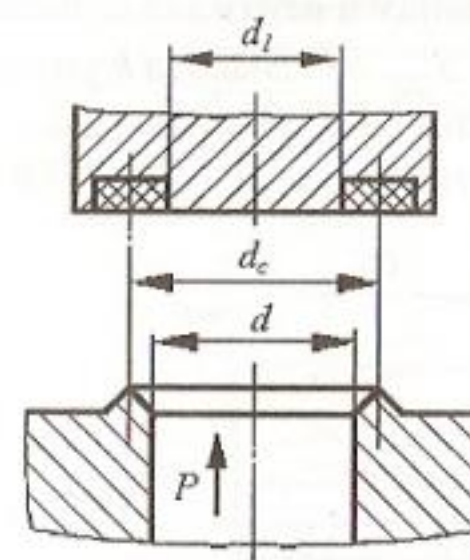


Рис. 15. Запорная пара с резиновым уплотнителем (открытое седло)

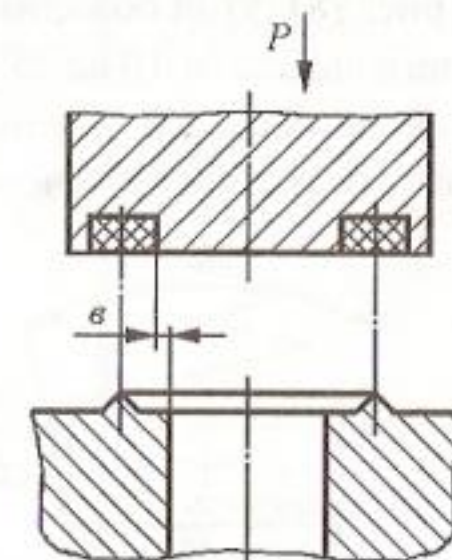


Рис. 16. Запорная пара с резиновым уплотнителем (закрытое седло)

При использовании в качестве уплотнителя фторопласта запорные пары могут иметь конструктивные решения, представленные на рис. 17. Фторопластовые кольца под большим давлением запрессовывают в канавки трапецевидного профиля. Ширина  $b$  и высота  $h$  колец зависит от рабочего давления и диаметра проходного канала  $d$ . Для диаметров  $d$  до 40 мм можно рекомендовать  $b = 2...4$  мм;  $h = 3$  мм.



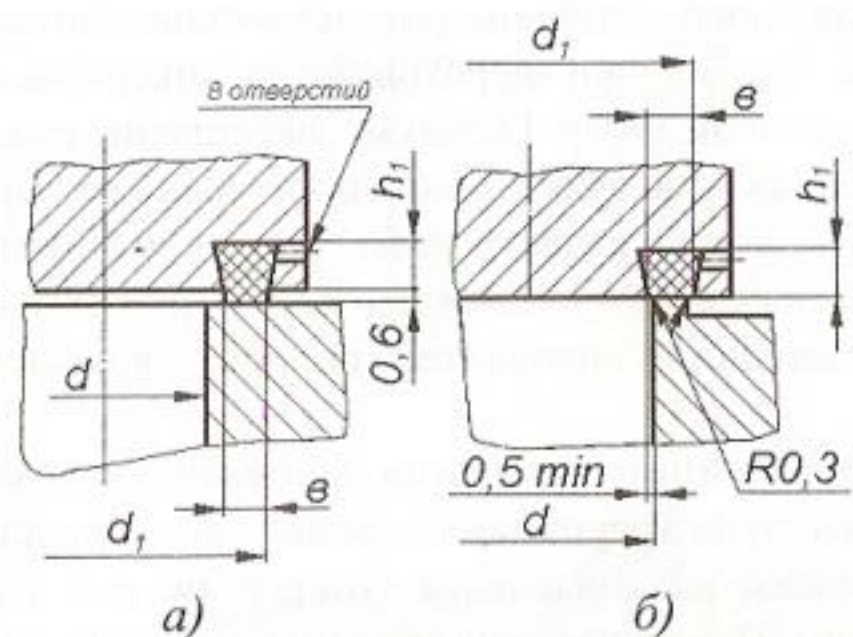


Рис. 17. Запорные пары с уплотнителем затворов из фторопласта-4

Для лучшего крепления кольца в канавке предварительно делают несколько (от 2 до 8) отверстий небольшого диаметра, через которые при запрессовке фторопласта выходит воздух. Шероховатость контактирующей поверхности уплотнителя должна быть  $Ra = 0,8$  мкм.

Кроме резин и фторопласта, в качестве материала уплотнителя применяют также поликапролактамы или полиамид-610. В этом случае уплотнитель закрепляется в затворе методом обжатия (рис. 18). Угол обжатия  $\alpha_0$  в клапанах и вентилях с диаметром проходного канала от 10 до 25 мм равен  $15^\circ \dots 20^\circ$ . Высота  $h$  уплотнителя составляет 4,5...5,5 мм; толщина стенки под уплотнитель – от 0,5 до 1,5 мм. Шероховатость поверхности уплотнителя –  $Ra = 0,8$  мкм.

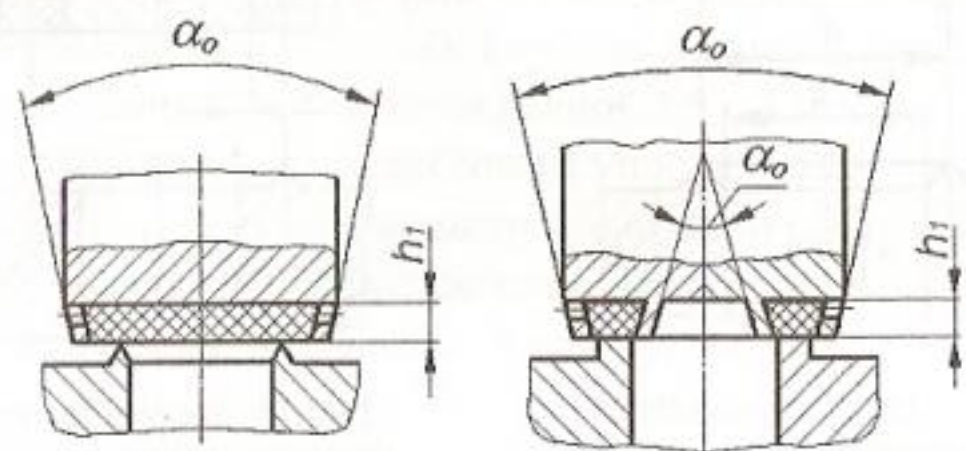


Рис. 18. Запорные пары с уплотнителем затворов из поликапролактама или полиамида-68

В изделиях бытовой техники и в пневмо-гидроагрегатах неответственного назначения в качестве уплотнителей могут применяться прокладки, изготовленные из листовой резины или фторопласта. Крепление таких уплотнителей к затвору осуществляется по одной из схем, представленных на рис. 19.

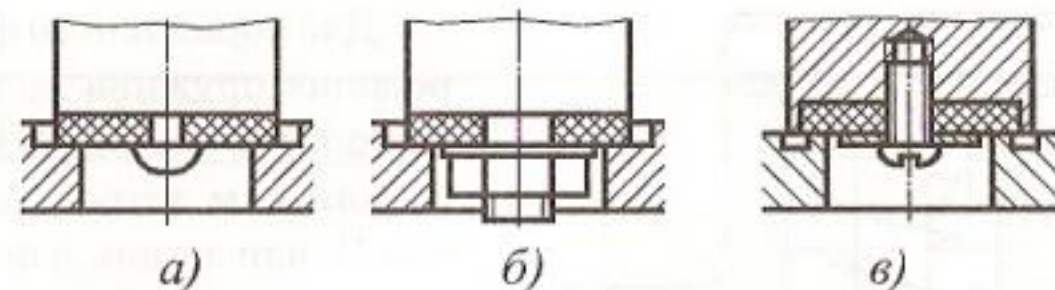


Рис. 19. Примеры конструкций запорных пар для ПГА общего назначения

## 2.2. УПРАВЛЕНИЕ ЗАПОРНОЙ ПАРОЙ

Как отмечалось в главе 1, управление запорной парой в клапанах осуществляется с помощью пружины, в вентилях – шпинделем.

В клапанах в основном работают цилиндрические или конические пружины сжатия из проволоки круглого сечения, изображение которых приведено на рис. 20.

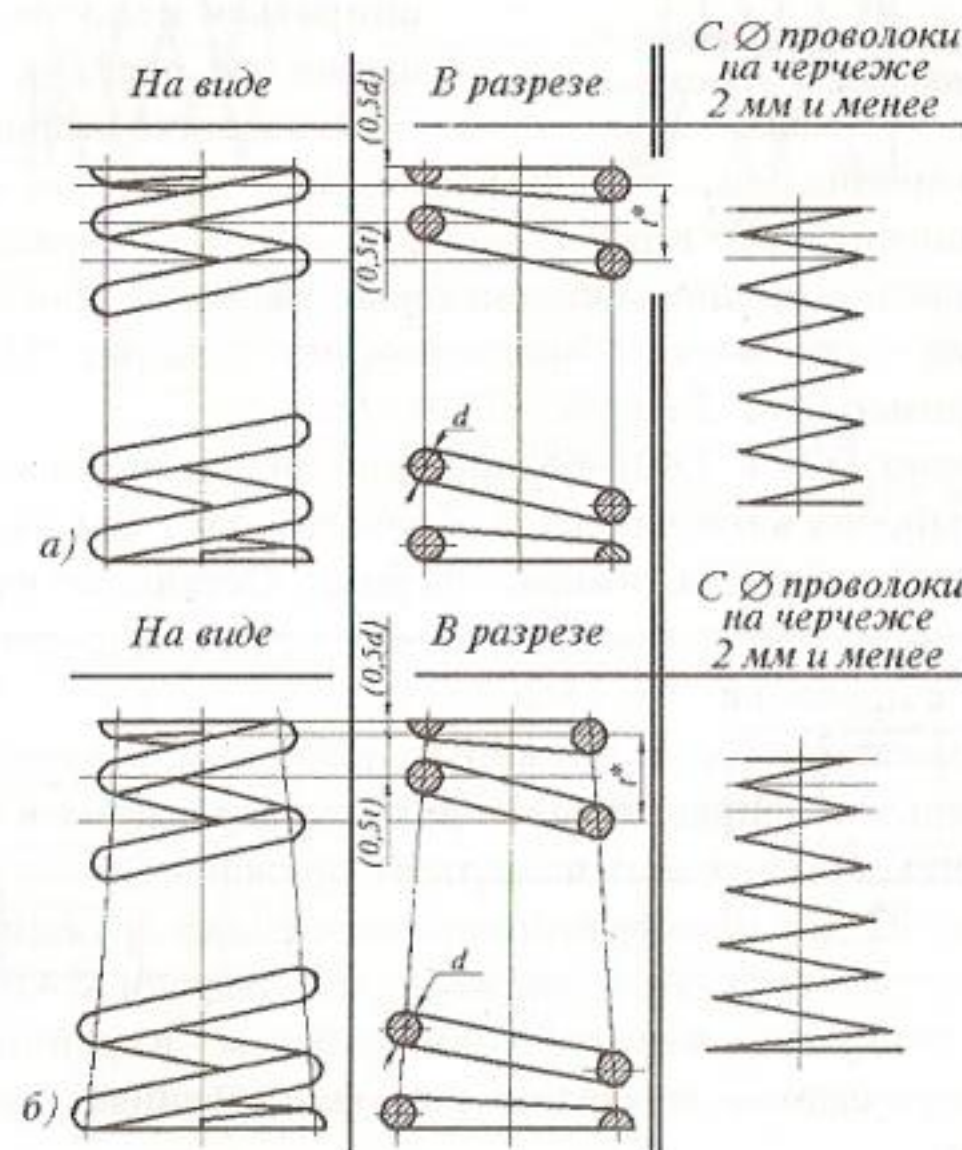


Рис. 20. Изображение пружин: а) – цилиндрическая; б) – коническая.



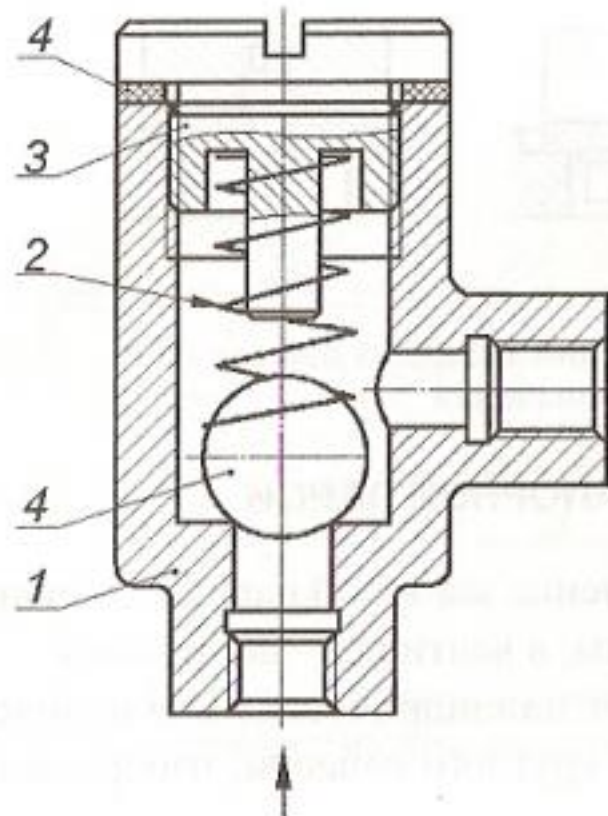


Рис. 21. Клапан шариковый:  
1 – корпус; 2 – пружина; 3 – направляющая; 4 – прокладка; 5 – шарик.

Для нормального функционирования пружина должна иметь две опоры. Одной из них является или сам затвор (см. рис. 5, поз. 1), или деталь, с помощью которой затвору передается усилие пружины (см. рис. 36, поз. 3). В деталях, на которые опирается пружина, для ее фиксации обычно выполняют либо цилиндрическое углубление (см. рис. 5, поз. 1), либо направляющий элемент в виде стержня, называемый хвостовиком (см. рис. 1, поз. 2). В шариковых клапанах пружина может опираться непосредственно на шарик (см. рис. 21).

В качестве второй опоры служат либо специальные детали (называемые тарелками, опорами, направляющими), либо в тех деталях, на которые опирается пружина, должны быть выполнены специальные элементы, фиксирующие ее положение – канавки (см., например, дет. 2 на рис. 5), хвостовики (см., например, дет. 3 на рис. 21) и т. п.

Согласно ГОСТ 2.401–68 при выполнении чертежей пружин с числом рабочих витков более 4-х показывают с каждого конца пружины один – два витка, помимо опорных. Остальные витки не изображают, а проводят осевые линии через центры сечений витков по всей длине пружины.

Изображаются всегда пружины с правым направлением навивки, действительное направление навивки оговаривается в технических требованиях, помещаемых на чертеже пружины.

На рис. 22 дан пример выполнения чертежа пружины, принятый в учебном процессе кафедры инженерной графики МАИ. Диаграмму нагрузок на пружину в ее свободном, рабочем – в крайних положениях, а также в сжатом до касания витков состояниях, допускается не изображать.

На сборочных чертежах пружины изображают так, как показано на рис. 23.

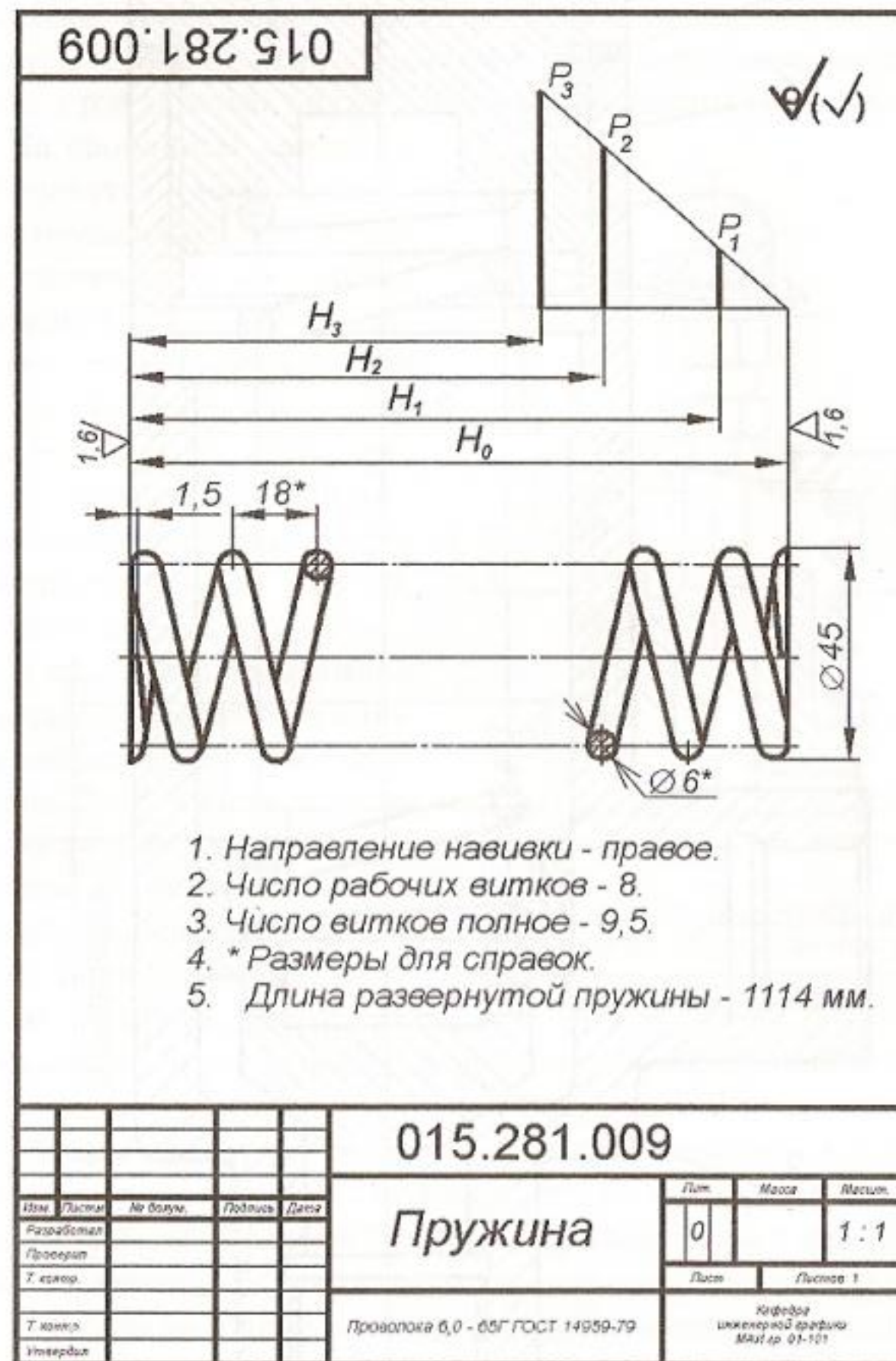


Рис. 22. Пример учебного чертежа пружины



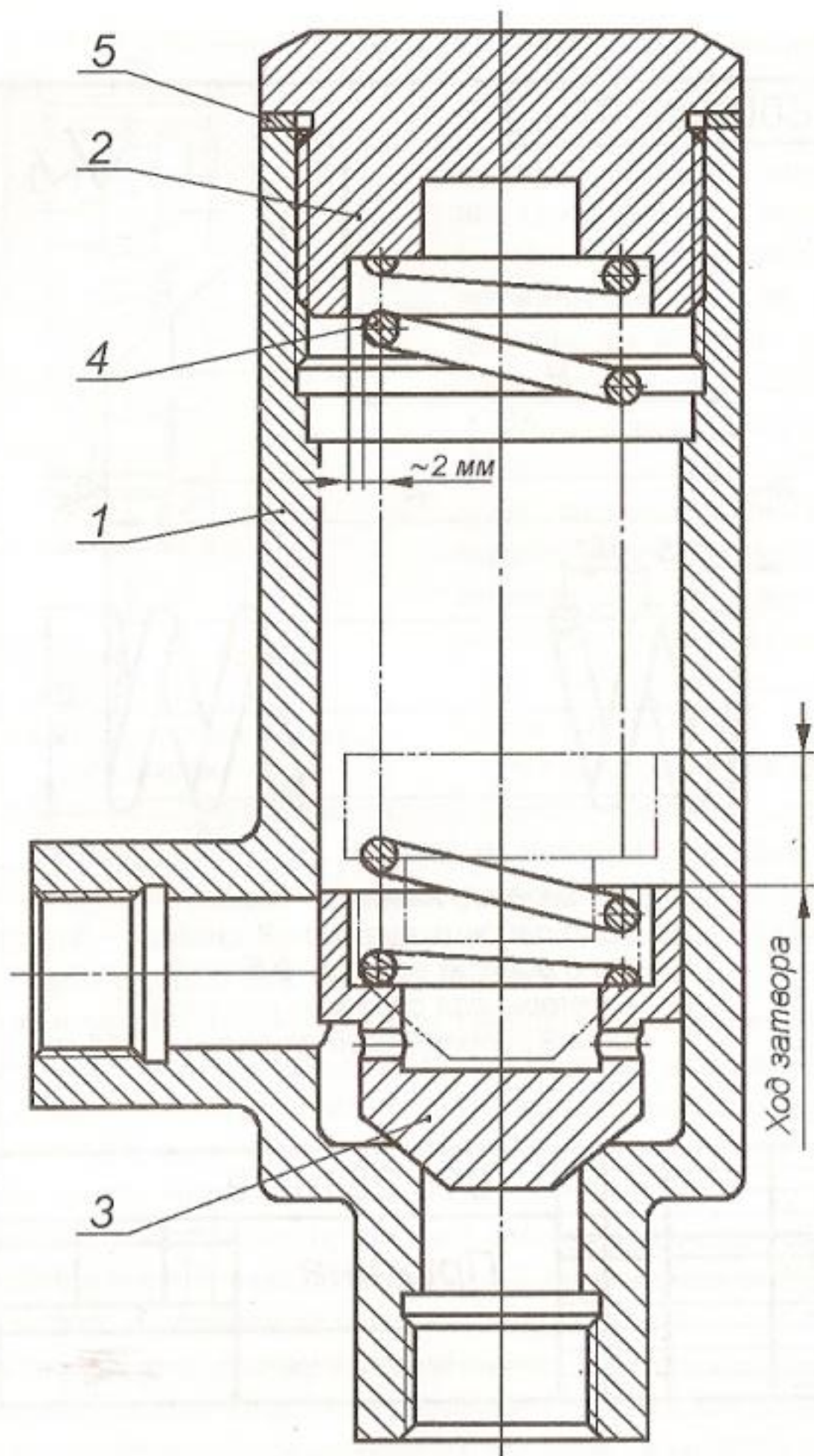


Рис. 23. Пример изображения пружины на сборочном чертеже (клапан: 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – затвор; 4 – пружина; 5 – прокладка)

Поскольку в момент сжатия пружина несколько увеличивается в диаметре, при изображении ее на сборочном чертеже необходимо предусмотреть зазор в 1...2 мм между наружной поверхностью пружины и той деталью, внутри которой она находится (см. рис. 23).

На сборочных чертежах допускается также изображать пружину только сечениями ее витков. В этом случае согласно ГОСТ 2.109–73 элементы, расположенные за пружиной, изображаются видимыми лишь до зоны, определяемой осевыми линиями, проходящими через центры сечений витков (см. рис. 24, сравните с рис. 23).

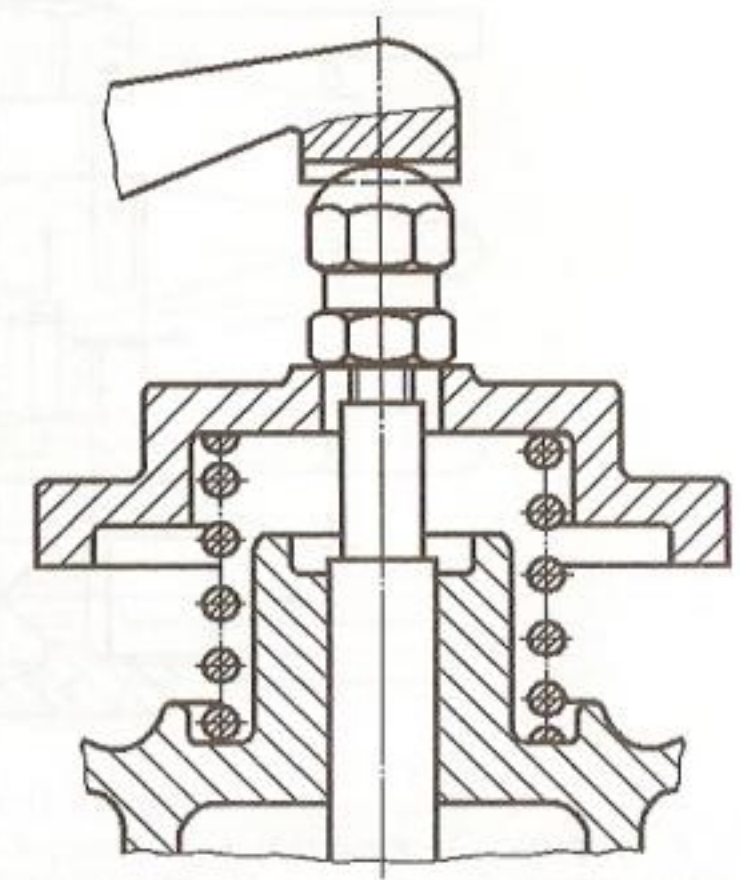


Рис. 24. Допускаемое изображение пружины на сборочном чертеже (фрагмент вентиля)

В *вентилях* перемещение затвора осуществляется с помощью шпинделя (см. дет. 2 на рис. 2). В зависимости от характера движения шпинделя могут иметь место два основных конструктивных решения:

- шпиндель вместе с затвором совершает вращательно-поступательное движение, перемещаясь по внутренней резьбе корпуса или другой детали (см., например, рис. 2). Резьба шпинделя и той детали, по которой она перемещается, образуют так называемую шпиндельную резьбовую пару. Резьба в этой паре может быть стандартной метрической (чаще – с крупным шагом) или специальной метрической. Весьма распространена трапецеидальная резьба, а также резьба нестандартного профиля, например, прямоугольного;
- шпиндель совершает только вращательное движение, а затвор, соединенный с ним, перемещается поступательно (см. рис. 25, 34). На рис. 25 в паре затвор – шпиндель имеет место левая резьба. В вентилях подобной конструкции следует обратить внимание на необходимость установки двух шайб – детали 12 и 13. Эти шайбы фикси-



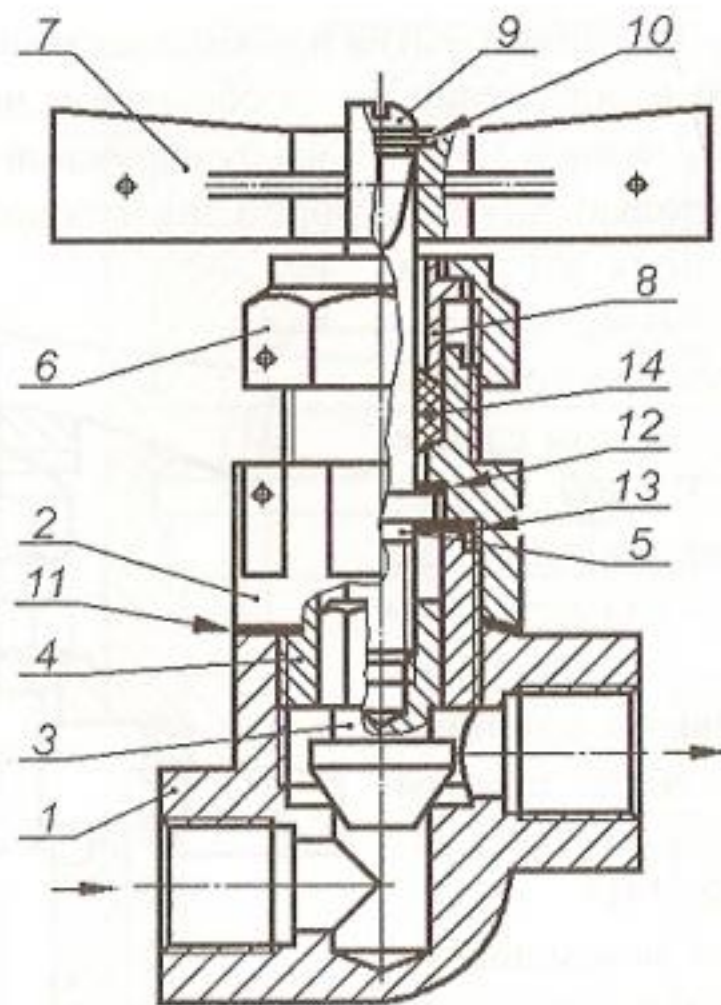


Рис. 25. Вентиль:

1 – корпус; 2 – крышка; 3 – затвор; 4 – муфта; 5 – шпindelь; 6 – гайка накидная; 7 – маховик; 8 – втулка нажимная; 9 – винт; 10 – шайба; 11 – прокладка; 12 – шайба; 13 – шайба; 14 – уплотнитель.

руют шпindelь от продольных перемещений, при этом шайба 12 играет также роль подшипника скольжения и изготавливается обычно из бронзы.

Весьма распространены конструкции вентиляей, в которых сам шпindelь перекрывает проходной канал. Такие вентили получили название игольчатых, пример подобного вентиля показан на рис. 3. В игольчатых вентилях конец шпindelя, который выполняет функцию затвора, имеет форму конуса с углом при вершине  $60^\circ$ ; шероховатость его поверхности –  $Ra = 1,6 \dots 0,8$  мкм.

Привод шпindelя может быть ручным или механизированным. Ручной привод осуществляется с помощью маховиков или рукояток-воротков различных конструкций, некоторые примеры конструкций которых приведены на рис. 26.

Маховики могут быть деталями или сборочными единицами.

Маховики в виде деталей обычно изготавливаются отливкой из

серого чугуна марки СЧ 15 (ГОСТ 1412–85) или – чаще – литейного алюминиевого сплава марки АЛ15В или АЛ16В (ГОСТ 1583–93). Широко применяются стандартные маховики, например, по ГОСТ 5260–75 (см. Приложение).

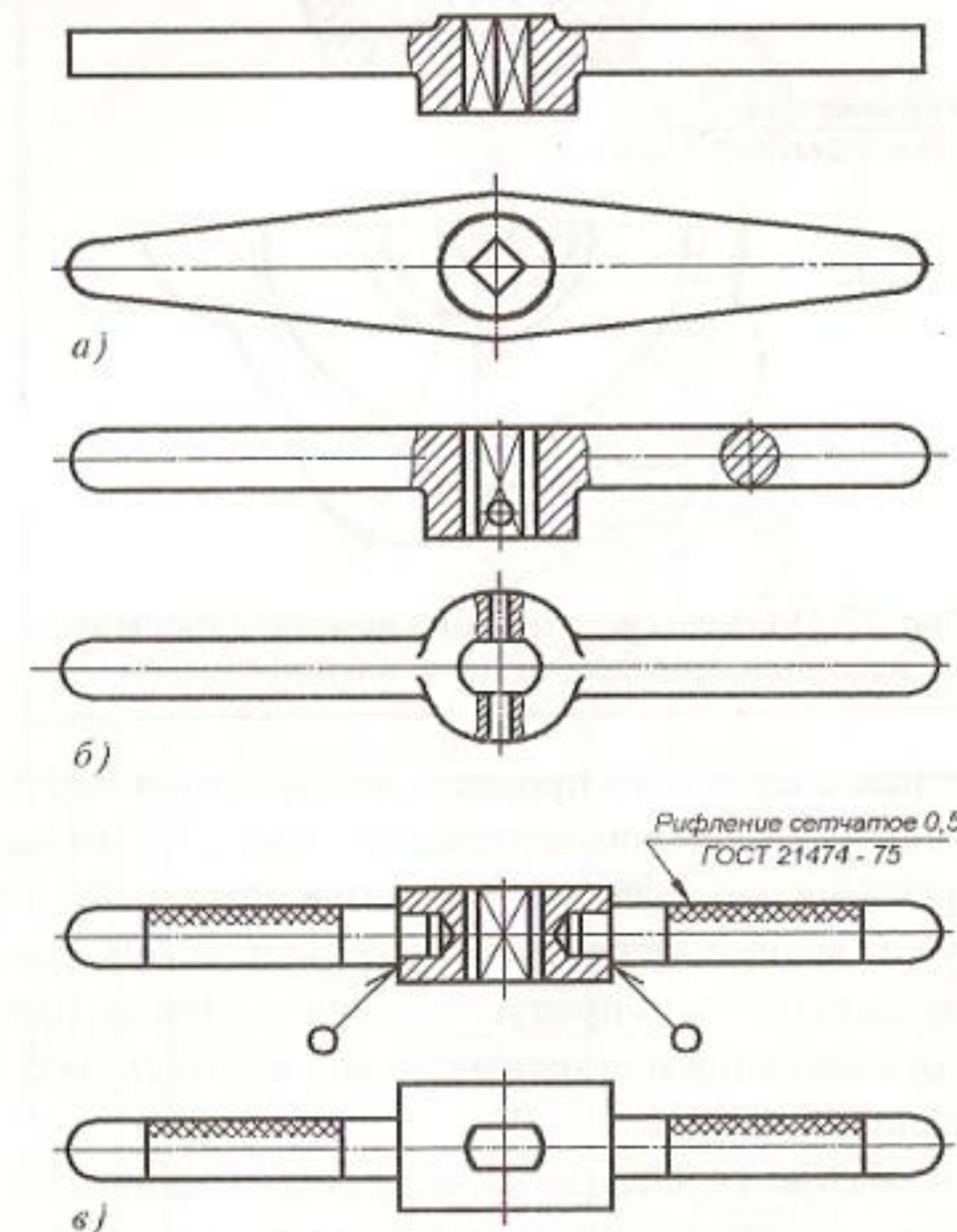


Рис. 26. Примеры конструкций рукояток-воротков: а – плоские; б – круглые; в – вороток в виде сборочной единицы.

Маховики, представляющие собой сборочные единицы, изготавливаются обычно из неметаллических материалов (фенопласт 05–010–02 или К–18–2 по ГОСТ 5689–73, см. Приложение), которые армируют стальными втулками по месту соединения маховика со шпindelем. Пример такого маховика показан на рис. 27. Поскольку одна из его составных частей представляет собой материал, приобретаю-



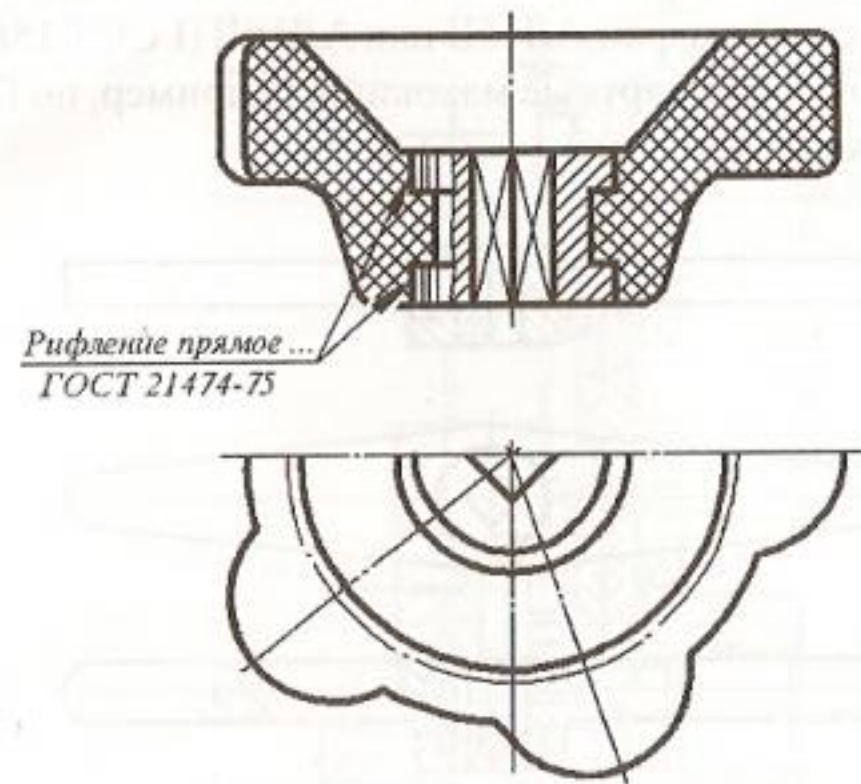


Рис. 27. Примеры конструкции неметаллического маховика, армированного стальной втулкой

ший конкретные очертания в процессе изготовления, все размеры маховика наносят на сборочном чертеже, см. рис. 28. Сам материал маховика указывают в спецификации на него в разделе «Материалы».

Для втулки выполняется отдельный чертеж (см. рис. 29). В ее конструкции должны быть предусмотрены элементы, предохраняющие втулку от смещения и проворачивания в прессмассе, например, буртик и рифление, см.рис. 27, 29.

Вращение маховика шпинделю чаще всего сообщается через грани призматического конца шпинделя и отверстия такой же формы в маховике. Возможны также другие способы передачи вращения от маховика к шпинделю, например, с помощью шпонок.

Крепление маховика к шпинделю как правило осуществляется с помощью резьбовых крепежных деталей – гаек, винтов.

### 2.3. УПЛОТНЕНИЕ КЛАПАНОВ И ВЕНТИЛЕЙ

Помимо герметичности, создаваемой запорной парой и называемой внутренней герметичностью клапанов и вентилях, в этих изделиях должна обеспечиваться и так называемая внешняя герметичность, предполагающая устранение возможных утечек рабочего тела че-

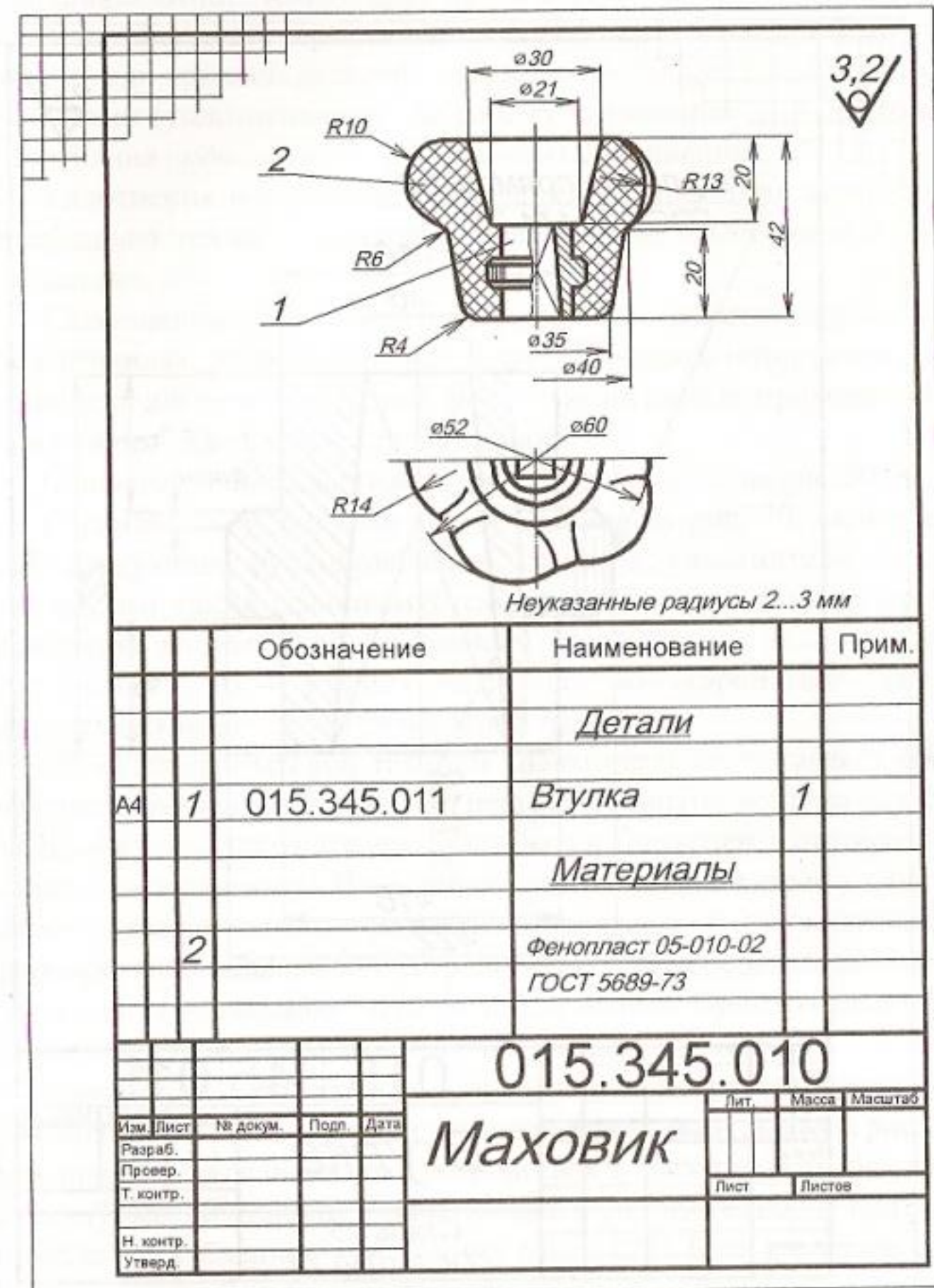


Рис. 28. Сборочный чертеж «Маховик»



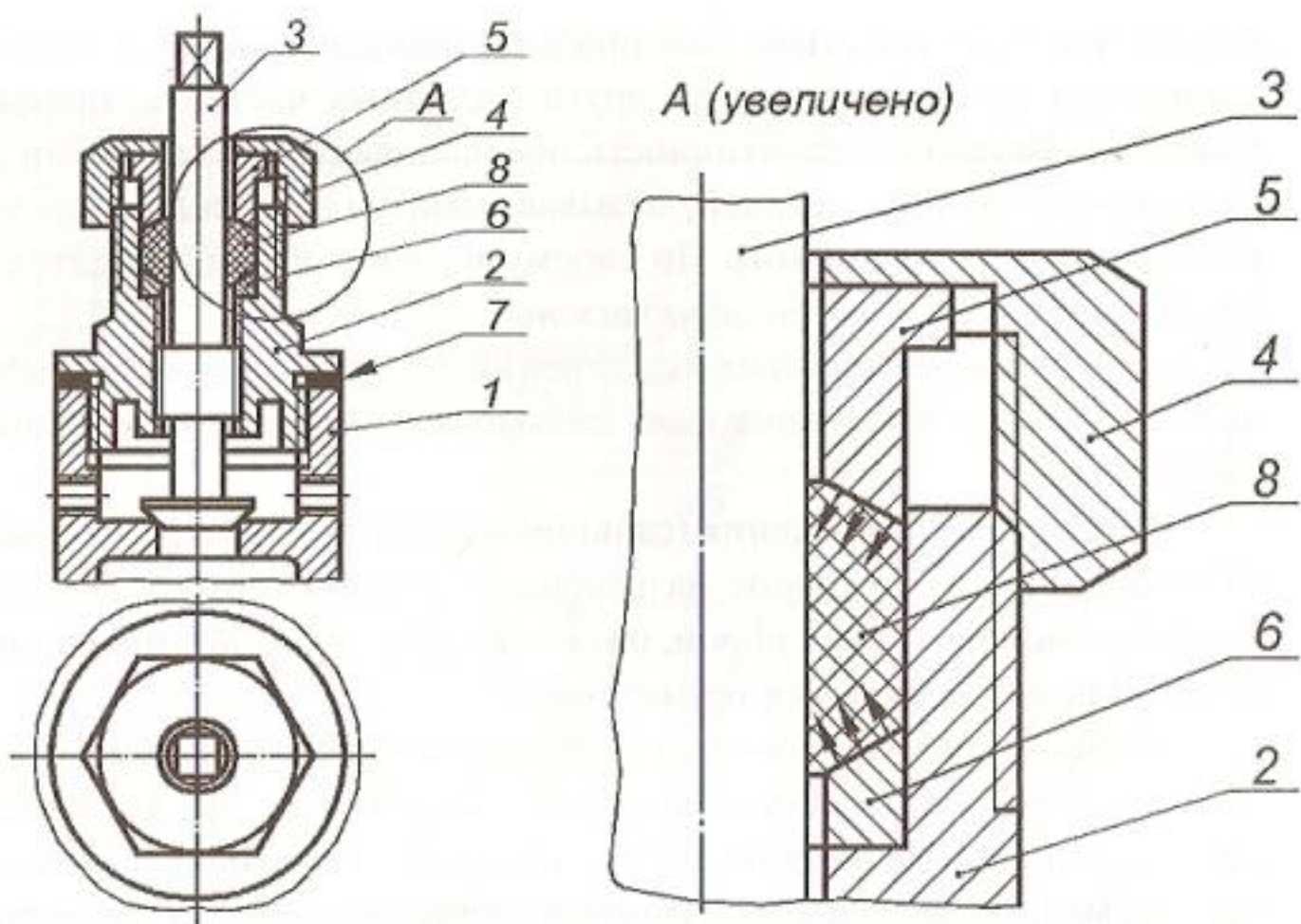


Рис. 30. Сальниковое уплотнение шпindelной резьбовой пары (фрагмент вентиля: 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – шпindel; 4 – гайка-накидная; 5 – втулка нажимная; 6 – кольцо опорное; 7 – прокладка; 8 – уплотнитель)

на рис. 30). Если опорное кольцо отсутствует, коническое углубление выполняется непосредственно в корпусе (или в той детали, где располагается сальниковое устройство, см., например, рис. 31).

Поджатие уплотнителя создается либо за счет усилия накидной гайки (см. рис. 30, поз. 4), либо самим нажимным элементом – резьбовой втулкой (см. рис. 31, поз. 3).

На сборочном чертеже вентиля в случае использования в качестве уплотнителя мягких материалов (фетр, войлок, пенька, резина), нажимной элемент следует изображать в исходном положении, как показано на рис. 30. Такое состояние сальникового устройства демонстрирует так называемый «новый сальник», допускающий возможность поджатия уплотнителя по мере потери им своих упругих свойств в процессе работы.

Для агрессивных сред, коими являются, например, некоторые виды авиационного топлива для двигателей ЛА, в клапанах и вентилях уплотнение подвижных соединений выполняется с помощью сальфонов. Сальфон представляет собой тонкостенную гофрированную

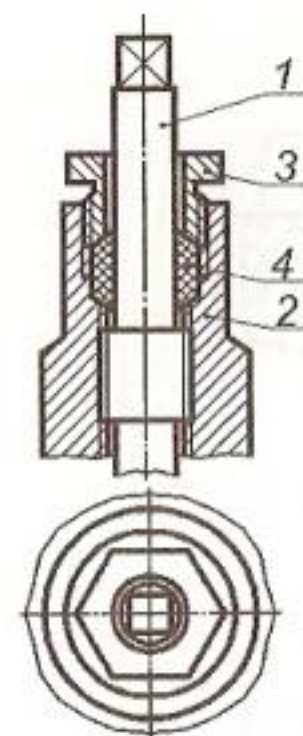


Рис. 31. Конструктивный вариант сальникового устройства с резьбовой втулкой (фрагмент вентиля: 1 – шпindel; 2 – корпус; 3 – втулка резьбовая; 4 – уплотнитель)

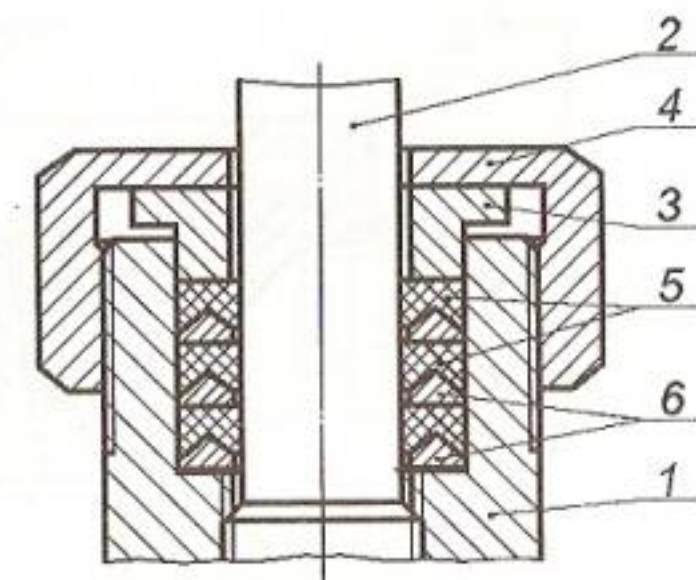


Рис. 32. Уплотнение шпинделя с помощью уплотнительных колец из фторопласта (фрагмент вентиля: 1 – корпус; 2 – шпindel; 3 – втулка нажимная; 4 – гайка накидная; 5 – кольцо; 6 – шайба)

упругую трубку (рис. 33), изготовленную из нержавеющей стали марки 12X18H12T, бронзы марки БрА-7 или латуни марки ЛВО, Л 63. Размеры  $D$ ,  $n$  и  $S_0$  сальфонов устанавливает ГОСТ 17210-71 и ГОСТ 17211-71, остальные размеры определяются по изделию. На рис. 34 изображен вентиль с сальфонным уплотнением шпindelной резьбовой пары. Сам сальфон изображен условно в соответствии с ГОСТ 22743-85. Крепление сальфона к арматуре осуществляется либо по его наружному (рис. 35, а), либо по внутреннему (рис. 35, б) диаметру. Сальфон из стали присоединяется сваркой (контактной или аргонно-дуговой), бронзовые и латунные сальфоны крепятся пайкой (припой ПОС-40, ПОС-30 по ГОСТ 21931-76).

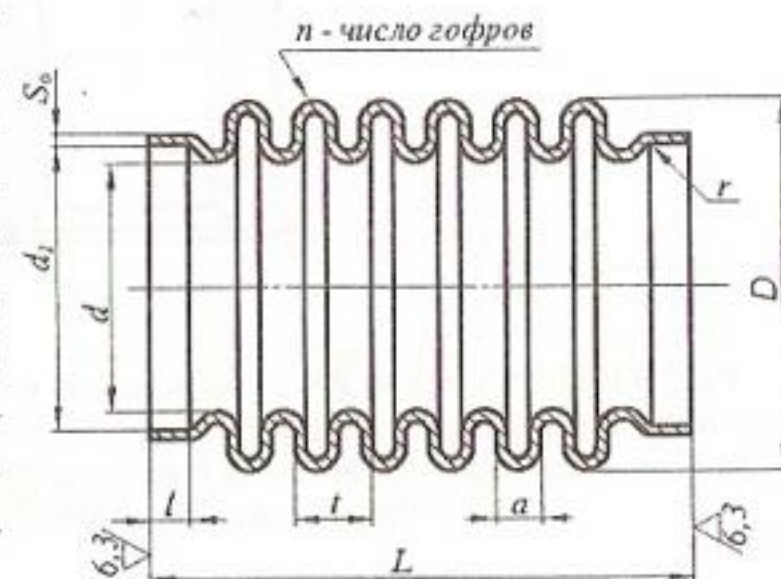


Рис. 33. Сальфон



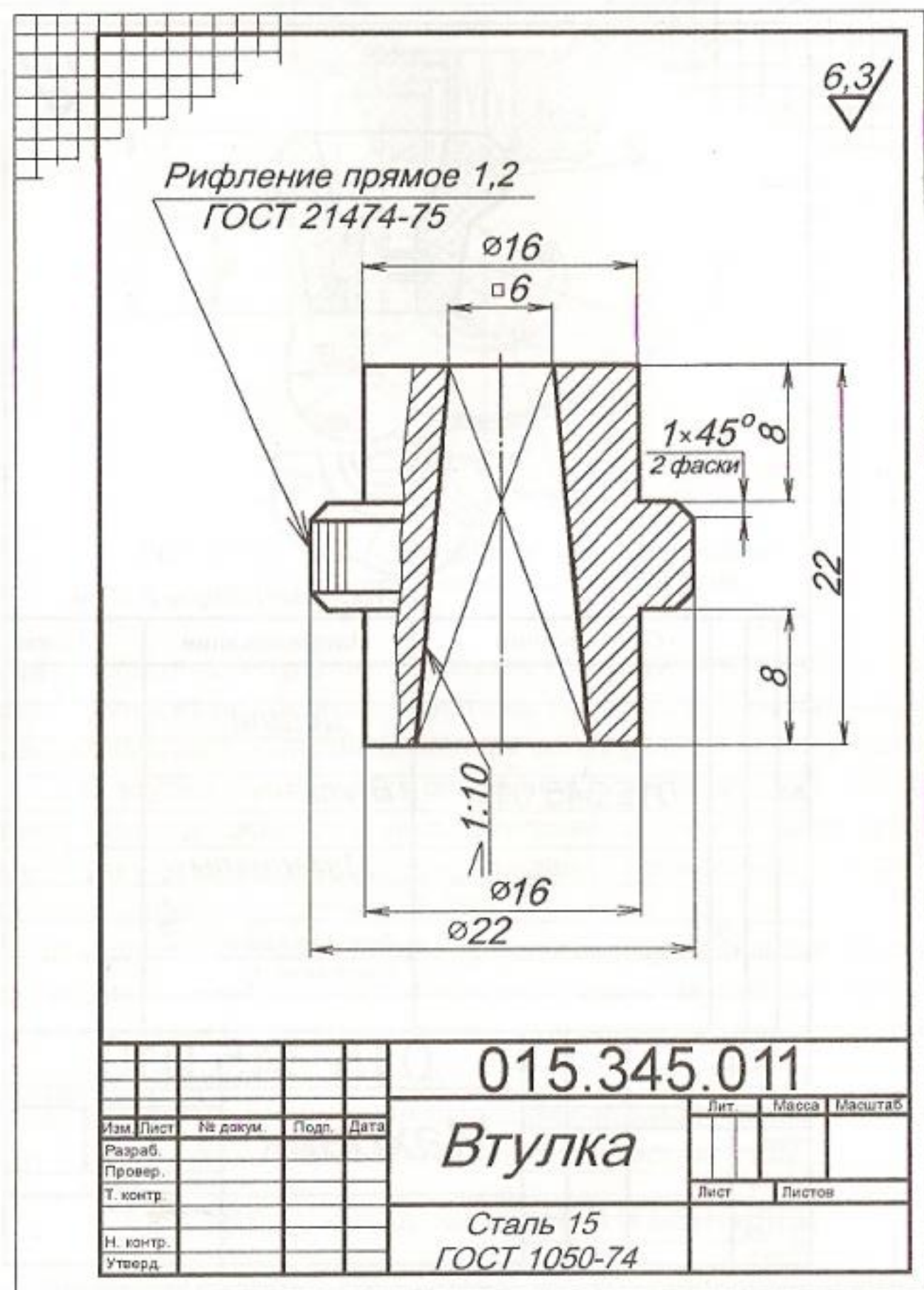


Рис. 29. Втулка

рез зазоры в местах стыка (соединения) неподвижных или перемещающихся относительно друг друга составных частей клапанов и вентилях. Внешняя герметичность обеспечивается отдельными деталями или группой деталей, называемыми уплотнительными устройствами (уплотнениями). По своему назначению они делятся на уплотнения *подвижных* и *неподвижных* соединений.

Уплотнения *подвижных* соединений по принципу исполнения подразделяются на сальниковые, сильфонные, мембранные и диафрагменные.

Сальниковые уплотнения (сальниковые устройства) применяются в вентилях, их основное назначение – создать герметичность за шпindelной резьбовой парой, поскольку ни одна из применяющихся в ней резьб не является герметичной.

Основные типы сальниковых устройств показаны на рис. 30, 31, 32.

Сальниковое устройство, изображенное на рис. 30, включает в себя следующие функциональные элементы: уплотнитель (поз. 8), называемый также сальником (отсюда – название самого устройства); нажимной элемент (поз. 5); элемент, создающий усилие поджатия уплотнителя (поз. 4). Кроме того, сальниковое устройство может содержать нижнее опорное кольцо (поз. 6).

В изделиях бытовой техники уплотнитель представляет собой мягкую набивку из льняного или пенькового шнура, войлока или фетра. Кроме того, уплотнителем может быть набор колец, изготовленных из резины, кожи и пр.. В изделиях авиационной техники в качестве уплотнителя применяются кольца из фторопласта-4. В этом случае при формировании сальникового устройства между фторопластовыми кольцами иногда укладывают металлические шайбы. Пример сальникового устройства подобной конструкции показан на рис. 32.

Нажимной элемент может быть выполнен в виде нажимной втулки (см. поз. 5 на рис. 30) или резьбовой втулки (см. поз. 3 на рис. 31). Как правило, в сальниковых устройствах с мягким уплотнителем в этих втулках со стороны, прилегающей к уплотнителю, делается коническое углубление – угол конуса равен 120°. Если в составе сальникового устройства имеется опорное кольцо, в нем также выполняют подобное углубление (см. поз. 6 на рис. 30).

Делается это для того, чтобы обеспечить плотное прижатие уплотнителя к шпindelю (направление давления, создаваемого в этом случае нажимной втулкой и опорным кольцом, показано стрелками



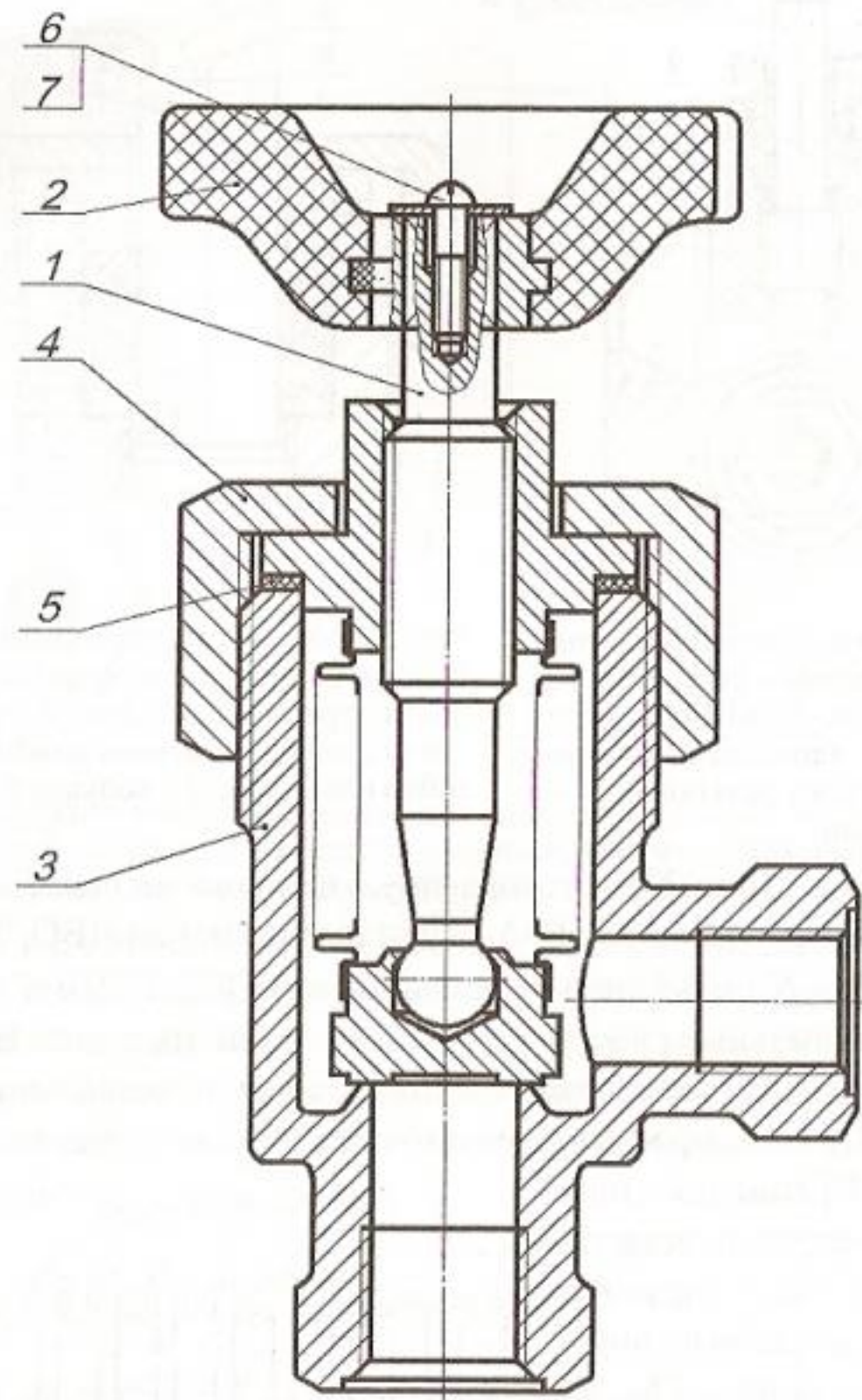


Рис. 34. Пример конструкции вентиля с сифонным уплотнением шпинделя: 1 – узел затвора (затвор, шпиндель, крышка, сифон); 2 – маховик (армированная деталь); 3 – корпус; 4 – гайка накладная; 5 – пружина; 6 – винт; 7 – шайба.

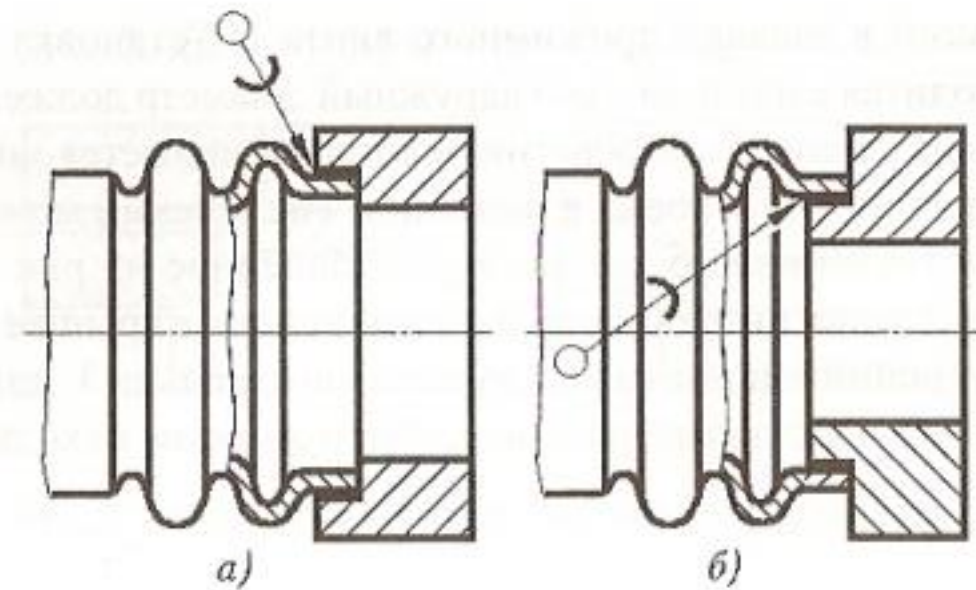


Рис. 35. Способы крепления сифонов к арматуре

Уплотнение подвижных соединений в клапанах и вентилях может также осуществляться с помощью уплотнительных колец (преимущественно – резиновых, круглого сечения). Пример такого уплотнения в клапане показан на рис. 36. В этой конструкции прижимной винт 1, регулирующий усилие поджатия пружины 5, перемещается внутри крышки 4. Утечка рабочего тела через зазоры между деталями 1 и 4 предотвращается с помощью резинового уплотнительного кольца 6, по-

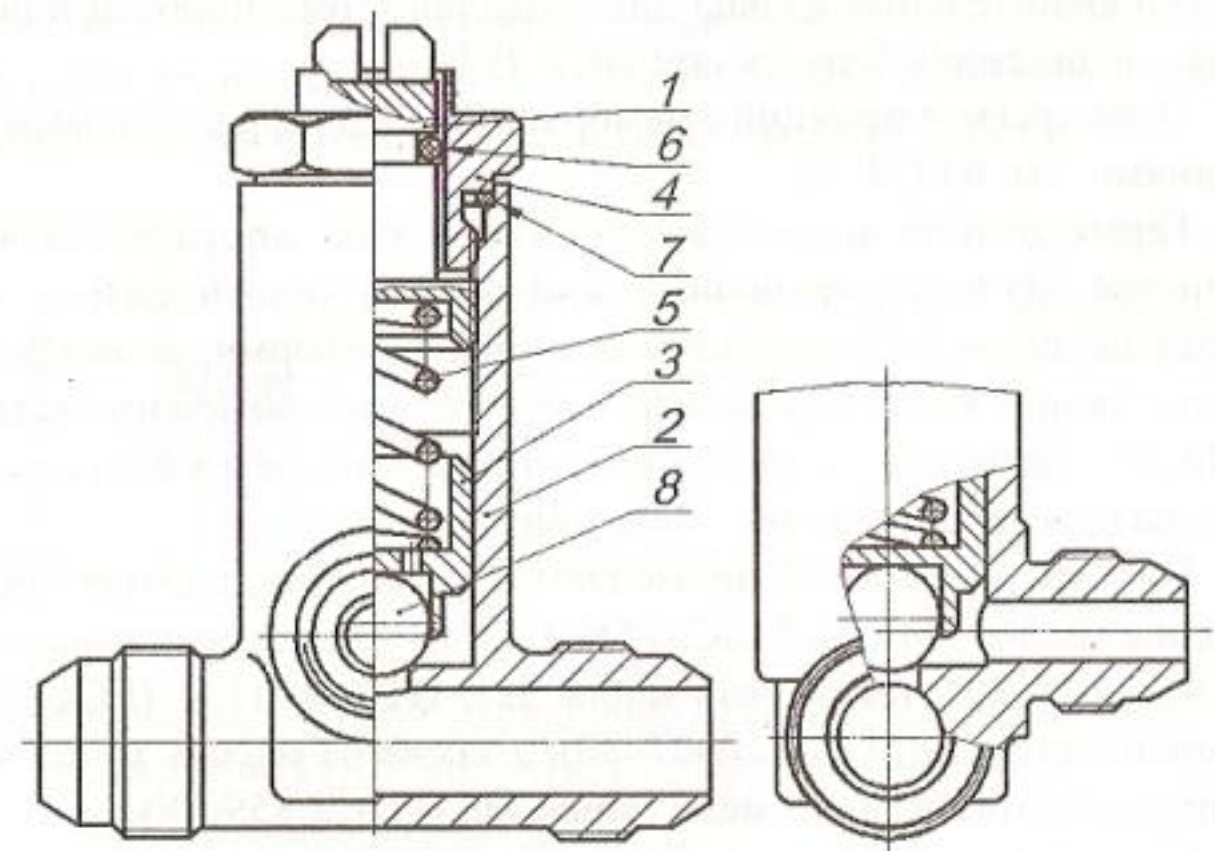


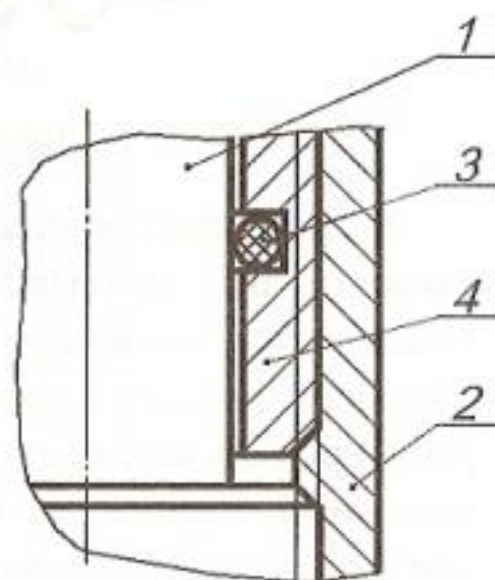
Рис. 36. Клапан:  
1 – винт прижимной; 2 – корпус; 3 – стакан; 4 – крышка; 5 – пружина; 6 – кольцо уплотнительное; 7 – прокладка; 8 – шарик.



мещаемого в канавку прижимного винта 1. Установка такого кольца производится с натягом – его наружный диаметр должен быть немного больше диаметра отверстия, в котором движется винт.

Создание уплотнения в подобном соединении может иметь другое конструктивное решение, представленное на рис. 37. Здесь канавка под уплотнительное кольцо выполнена в крышке 4. В этом случае внутренний диаметр уплотнительного кольца 3 должен быть несколько меньше диаметра отверстия, в котором находится винт 1.

Рис. 37. Конструктивный вариант уплотнения подвижного соединения с помощью уплотнительного кольца (фрагмент клапана: 1 – винт прижимной; 2 – корпус; 3 – кольцо уплотнительное; 4 – крышка).



Уплотнительные кольца для создания герметичности в подвижных соединениях берутся по ГОСТ 9833–73.

Примеры конструкций с мембранными и диафрагменными уплотнениями см. в [3, 4, 5].

Герметизация *неподвижных соединений* достигается в большинстве случаев устранением зазора между уплотняемыми поверхностями путем размещения между ними деформируемых деталей, заполняющих микронеровности этих поверхностей при их сжатии. Подобными деталями являются плоские прокладки и уплотнительные кольца (преимущественно – прямоугольного сечения).

Плоские прокладки, применяемые в авиации, изготавливают из резины марок ТМКЩ, МБС (ГОСТ 7338–90), паронита марки ПОН (ГОСТ 481–80), текстолита марок ПТ, ПТК и ПТ–1 (ГОСТ 5–78), фторопласта – 4 (ГОСТ 10007–80), а также из мягких металлов, например, из отожженной меди марки МЗ (ГОСТ 859–78).

Способы установки плоских прокладок показаны на рис. 38. Прокладки, изображенные на рис. 38, а, называют открытыми, их толщина не должна превышать 1,5...2,5 мм; прокладки, имеющие большую толщину, укладывают в специальные канавки, см. рис. 38, б, их называют

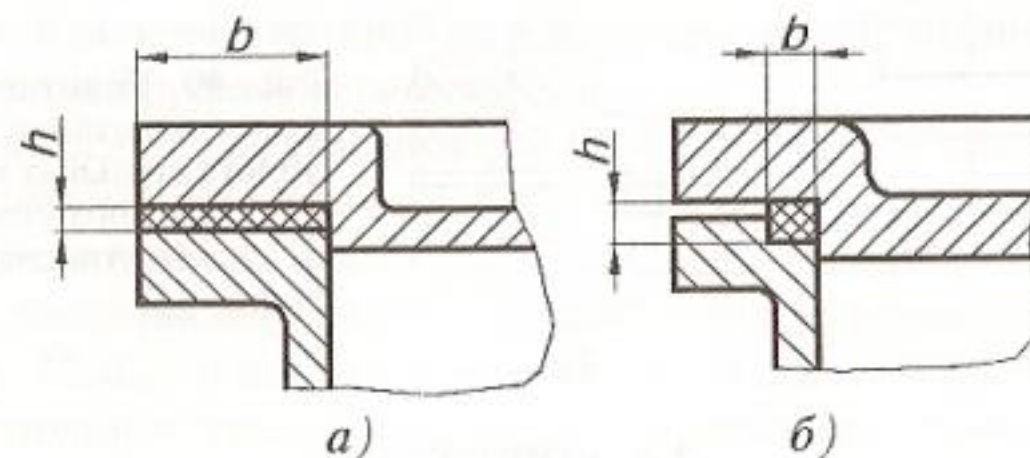


Рис. 38. Уплотнение с помощью плоских прокладок

закрытыми. При использовании закрытых прокладок между уплотняемыми поверхностями должен обеспечиваться зазор в 0,3 ... 0,5 мм (на сборочных чертежах этот зазор допускается не показывать).

Для неметаллических прокладок при выборе их размеров  $h$  и  $b$  обычно пользуются таким соотношением: для открытых прокладок  $b/h = 2 \dots 5$ ; для закрытых  $b/h = 1 \dots 3$  [1].

При использовании тонких прокладок (толщиной менее 1 мм) на герметизируемых поверхностях часто выполняют кольцевые канавки малой глубины, куда будет вдавливаться («затекать») материал прокладки. Эти канавки на соединяемых деталях не должны совпадать (рис. 39, а). Иногда напротив канавки выполняют кольцевой выступ такой же высоты (так называемое *ножевое уплотнение*, оно показано на рис. 39, б).

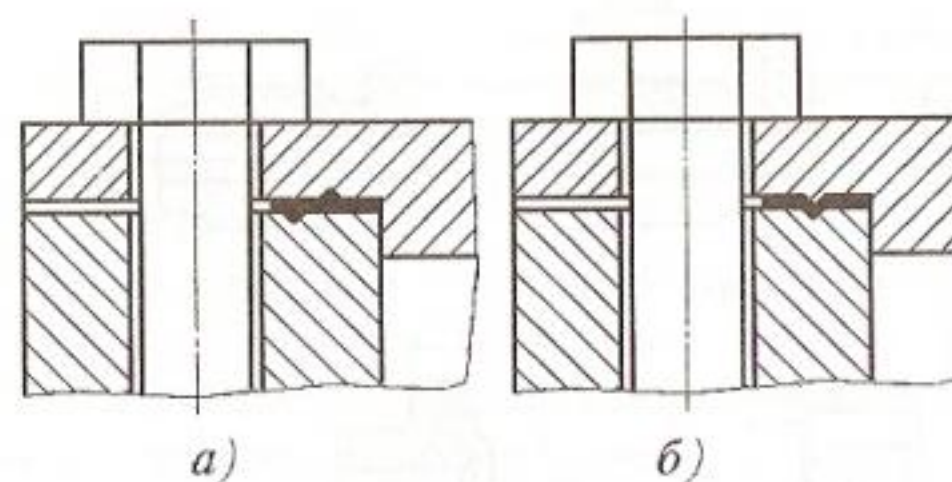


Рис. 39. Конструктивный вариант уплотнения с помощью плоских прокладок малой толщины

Примеры уплотнений с помощью стандартных уплотнительных колец круглого (по ГОСТ 9833–73) и прямоугольного (по ГОСТ 23358–87) сечений показаны на рис. 40.

Для уменьшения износа прокладок и колец шероховатость поверхностей, уплотняемых с их помощью, должна составлять не более  $Ra = 1,6 \dots 3,2$  мкм.



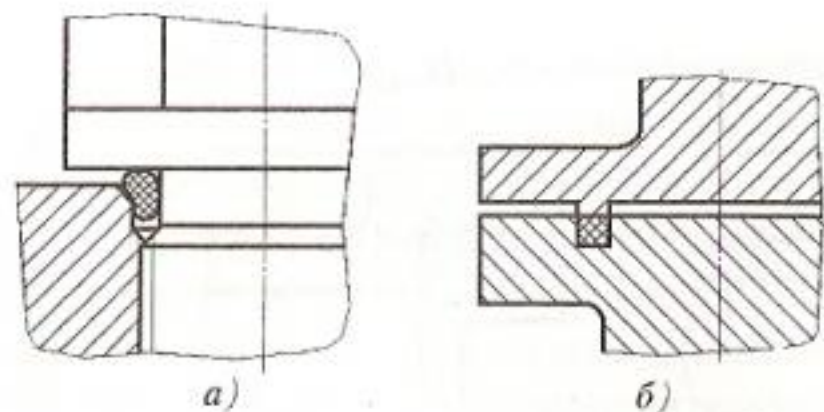


Рис. 40. Уплотнение с помощью стандартных уплотнительных колец: а) – круглого сечения; б) – прямоугольного сечения.

## 2.4. КОРПУСЫ

Деталью, объединяющей составные части клапана или вентиля, является корпус. Среди конструктивных элементов корпуса отметим два: седло, если оно выполнено непосредственно в корпусе, и элемент, которым изделие – клапан или вентиль – присоединяется к трубопроводу. Этот элемент носит название соединительного конца.

О седлах подробно рассказано в разд. 2.1.

Остановимся на конструкциях соединительных концов. Они могут быть трех типов:

- цапковые (рис. 41, а, б, в);
- муфтовые (рис. 41, г);
- фланцевые (рис. 41, д).

Характерным признаком цапковых соединительных концов

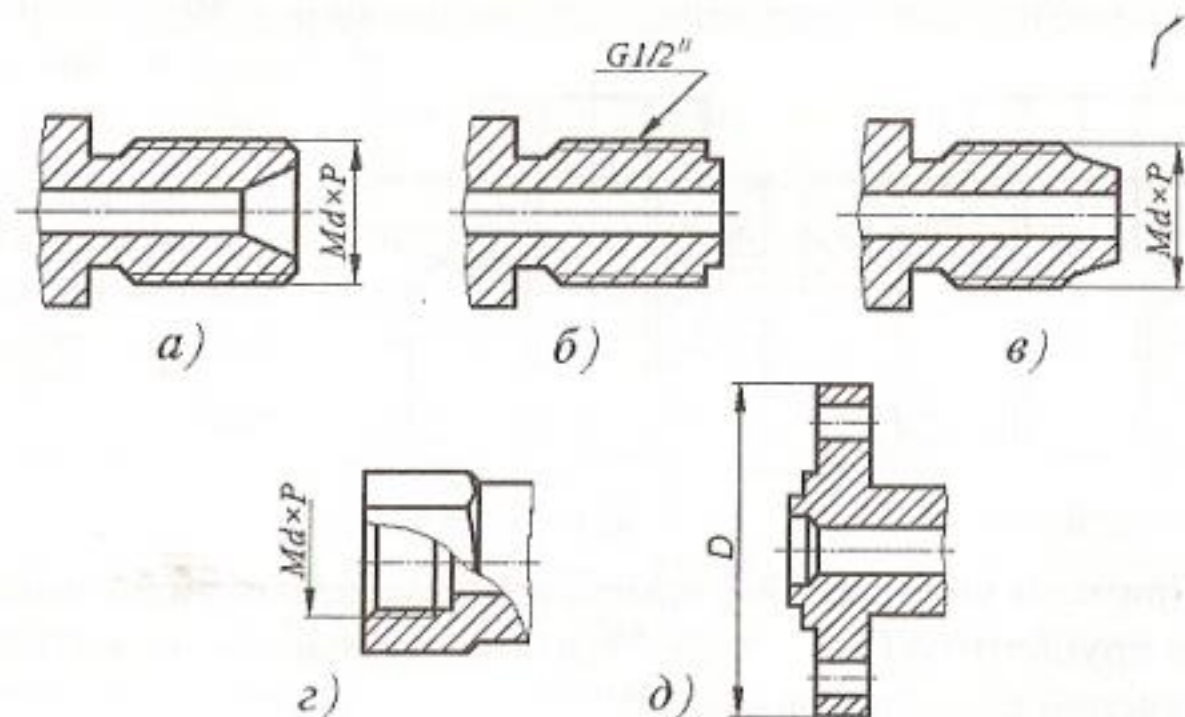


Рис. 41. Конструкции присоединяемых концов клапанов и вентилях

является наличие наружной резьбы (метрической, трубной цилиндрической или трубной конической).

Присоединение клапанов и вентилях с цапковым соединительным концом к трубопроводам осуществляется различными способами. Одними из них являются ниппельные соединения, примеры которых представлены на рис. 42, а, б). В конструкции, изображенной на рис. 42, а, использован так называемый шаровой ниппель (поз. 2). Герметичность такого соединения обеспечивается контактом поверхности ниппеля с конической поверхностью отверстия в соединительном конце клапана (вентиля). Шероховатость этих поверхностей должна быть не более  $Ra = 1,6 \dots 0,8$  мкм.

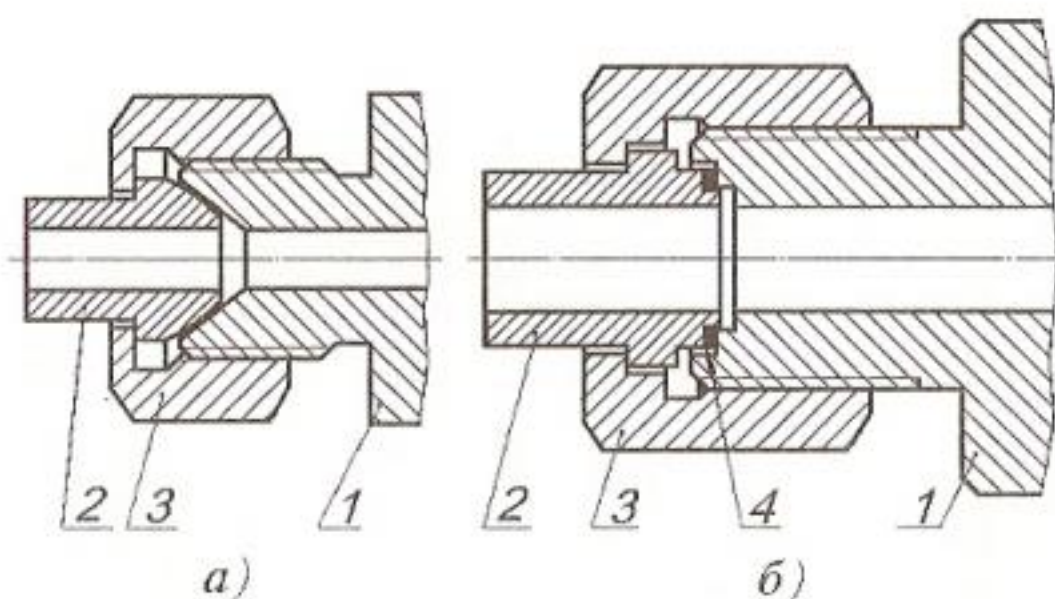


Рис. 42. Пример ниппельных соединений:

а) – соединение с помощью шарового ниппеля: 1 – корпус; 2 – ниппель; 3 – гайка накидная; б) – ниппельное соединение, уплотняемое прокладкой (фрагмент вентиля: 1 – корпус; 2 – ниппель; 3 – гайка накидная; 4 – прокладка).

В конструкции, изображенной на рис. 42, б, имеет место плоский ниппель (поз. 2), а герметичность обеспечивается с помощью прокладки 4.

Муфтовые соединительные концы в клапанах и вентилях имеют внутреннюю резьбу (метрическую, трубную коническую или дюймовую). Они предназначены для монтажа с трубопроводами с помощью муфт или штуцеров (проходников или переходников). В муфтовых концах с метрической резьбой при установке соединительных деталей (муфт, штуцеров) для создания герметичности применяют прокладки, остальные резьбы обеспечивают ее без применения уплотнений.



Примеры изделий с фланцевыми присоединительными концами приведены в работах [2, 10]. Уплотнение при монтаже клапанов и вентилей с фланцами создается при помощи прокладок или колец.

Вентили и клапаны могут иметь один входной присоединительный конец и один выходной (см., например, рис. 1, рис. 3). Возможны конструкции с большим числом входов и выходов.

Если присоединительные концы вентилей и клапанов располагаются вдоль одной оси (см. например рис. 2 и 5), их называют проходными; если оси присоединительных концов расположены под углом друг к другу (90° или др.), они носят название угловых (см., например, рис. 1 и 3).

Некоторые материалы, применяемые в конструкциях вентилей, клапанов, кранов

Таблица 1.

№ п/п	Наименование материала	Марка	№ ГОСТа на химический состав	Примеры, обозначение на чертеже	Область применения
1	2	3	4	5	6
1.1	Серый чугун	СЧ15 СЧ18	ГОСТ 1412-85	СЧ15 ГОСТ 1412-85 СЧ18 ГОСТ 1412-85	Корпусные детали (корпуса, крышки, фланцы), маховики, шкивы, зубчатые колеса
1.2	Ковкий чугун	КЧ30-6	ГОСТ 1215-79	КЧ30-6 ГОСТ 1215-79	
2.1	Углеродистые обыкновенного качества	СТ3, СТ4 СТ5, СТ6	ГОСТ 380-94	СТ3 ГОСТ 380-94	Детали, работающие с малой нагрузкой без трения (крышки, втулки, валики, рычаги) Детали с повышенными требованиями к прочности (оси, валы, шестеренки, пальцы, шпонки)
2.2	Углеродистые качественные	15, 20, 25 30, 35, 40	ГОСТ 1050-88 ГОСТ 1050-88	Сталь 15 ГОСТ 1050-88 Сталь 30 ГОСТ 1050-88	Малонагруженные мелкие и средние детали простой конфигурации, работающие в условиях трения (валики, втулки, упоры) Штуцеры, угольники, тройники, винты, штифты, зубчатые колеса, детали крепежа

*1. Чугуны*

*2. Стали*



Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6
		45	ГОСТ 1050-88	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Механообрабатываемые детали повышенной прочности (шпиндели, ступоры, фиксаторы, вилки, рукоятки)
		25Л 65Г, 70Г	ГОСТ 977-88 ГОСТ 14959-79	Отливка 25Л ГОСТ 977-88 Сталь 65Г ГОСТ 14959-79	Литые корпуса Пружины, пружинные шайбы, стопорные кольца
		<b>3. Легированные стали</b>			
3.1	Конструкционные	35Х, 40Х	ГОСТ 4543-71	Сталь 35Х ГОСТ 4543-71	Затворы, седла, шпиндели, валы, оси, лопатки, детали зубчатых передач
		30ХГСА	ГОСТ 4543-71	Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-71	Рычаги, клапаны, толкатели
3.2	Коррозионностойкие (нержавеющие)	12Х13, 20Х13	ГОСТ 5632-72	Сталь 12Х13 ГОСТ 5632-72	Детали, работающие в условиях воды, пара
		12Х18Н10Т	ГОСТ 5632-72	Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72	Детали, работающие в условиях агрессивных сред (сильфоны, затворы, седла)
		<b>4. Алюминиевые сплавы</b>			
4.1	Литейные	АЛ5, АЛ9, АЛ34	ГОСТ 1583-93	АЛ5 ГОСТ 1583-93	Средненагруженные корпусные детали, фасонные отливки, маховики

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6
4.2	Деформируемые	Д16	ГОСТ 4784-74	Д16 ГОСТ 4784-74	Средненагруженные детали (корпуса, втулки, штуцеры, шайбы)
		<b>5. Латунь</b>			
5.1	Литейные	ЛЦ40С ЛЦ30А3	ГОСТ 17711-93	ЛЦ30А3 ГОСТ 17711-93	Литье под давлением (корпуса, втулки, крышки, тройники)
5.2	Деформируемые	Л63, Л80	ГОСТ 15527-70	Л63 ГОСТ 15527-70	Сильфоны, гибкие шланги, втулки, проволочные сетки
		<b>6. Бронзы</b>			
6.1	Литейные	Бр ОЦС4-4-17 Бр ОЦС5-5-5	ГОСТ 613-79	Бр ОЦС5-5-5 ГОСТ 613-79	Отливки антифрикционных деталей (шпиндельные гайки, втулки)
6.2	Деформируемые	Бр А7 Бр АЖ-9	ГОСТ 18175-78	Бр А7 ГОСТ 18175-78	Мембраны, сильфоны, седла клапанов, втулки, шестерни
		<b>7. Медь</b>			
		М1, М2	ГОСТ 859-78	М1 ГОСТ 859-78	Прокладки
		<b>8. Алюминий</b>			
		А5, А6	ГОСТ 21631-76	А5 ГОСТ 21631-76	Прокладки
		<b>9. Неметаллические материалы</b>			
9.1	Фенопласт (масса пресовочная)	05-010-02 (черный) К-18-2 (цветной)	ГОСТ 5689-73	Фенопласт 05-010-02 ГОСТ 5689-73	Маховики



Окончание таблицы 1.

1	2	3	4	5	6
9.2	Фторопласт	Фторопласт-4	ГОСТ 10007-80	Фторопласт-4 ГОСТ 10007-80	Прокладки, уплотнители затворов, уплотнительные кольца
9.3	Резина	В14 В14-20	ТУ МХП 1166-58	Резина В14 ТУ МХП 1166-58	Мягкие уплотнители затворов
9.4	Резина листовая	ТМКЩ, МБС	ГОСТ 7338-90	Пластина ТМКЩ ГОСТ 7338-90	Мягкие уплотнители затворов
9.5	Полиамид литевой	Полиамид-610	ГОСТ 10589-87	Полиамид-610 ГОСТ 10589-87	Уплотнители затворов
9.6	Паронит	ПОН	ГОСТ 481-80	ПОН ГОСТ 481-80	Прокладки
9.7	Текстолит	ПТК, сорт 1	ГОСТ 5-78	Текстолит ПТК, сорт 1 ГОСТ 5-78	Прокладки
10.1	Войлок	ПС10	ГОСТ 6308-71	Войлок ПС10 ГОСТ 6308-71	Сальниковые уплотнения
10.2	технический полугрубошерстный	ППрА ПФ			
11.1		С-425	ТУ38-10517-70	Клей С-425 ТУ38-10517-70	Склеивание резины с резиной
11.2		88НП	МРТУ38-5-6022-69	Клей 88НП МРТУ38-5-6022-69	Склеивание резины с металлом (холодное)
		ПОС40, ПОС61	ГОСТ 21931-76	ПОС40 ГОСТ 21931-76	Низкотемпературная пайка
		ПСр61	ГОСТ 19738-74	ПСр61 ГОСТ 19738-74	Пригоден для любых металлов и сплавов

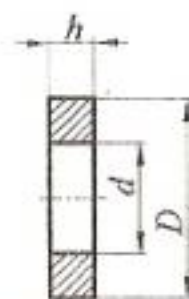
10. Клеи

11. Припой

Прокладки уплотнительные

ГОСТ 23358 - 87

Таблица 2



d	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	27	30	33	36	45	52
D	12	14	18	20	22	24	26	27	29	32	32	36	39	42	52	60
h металлы	1,0		1,5						2,0							
h нметаллы	1,5		2,0						2,5							

1. Прокладки изготавливаются из материалов:

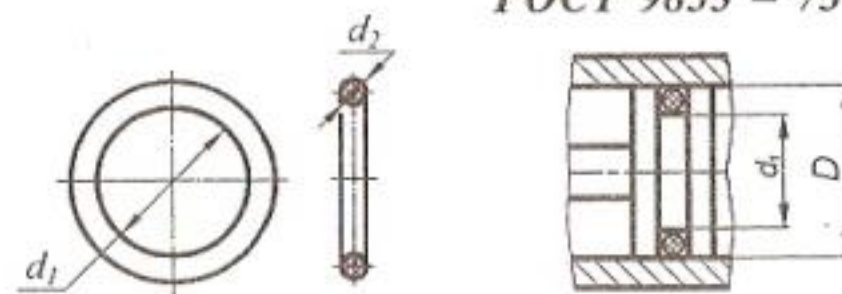
- алюминия марок А, АО, АДО - по ГОСТ 21631-76;
- меди марок М1, М3 - по ГОСТ 495-77;
- паронита марки ПМБ - по ГОСТ 481-80;
- прокладочного картона марок А, Б - по ГОСТ 9347-74;
- фибры марок ФПК; КГФ - по ГОСТ 14613-83.

2. Примеры условного обозначения прокладки с диаметром 20 мм:

- из алюминия марки А  
    прокладка 20А ГОСТ 23358-87;
- то же из меди марки М1  
    прокладка 20 М1 ГОСТ 23358-87;
- то же из паронита марки ПМБ  
    Прокладка 20 ПМБ ГОСТ 23358-87;
- то же из картона марки Б  
    Прокладка 20 Б ГОСТ 23358-87.

Кольца резиновые уплотнительные круглого сечения

ГОСТ 9833 - 73



Структура обозначения типоразмера колец:

XXX - XXX - XXX  
 Диаметр штока  $d_1$ , мм      Диаметр цилиндра  $D$ , мм      Диаметр сечения  $d_2$ , умноженный на 10, мм

Типоразмеры колец представлены в таблице 3.



Таблица 3.

Пример условного обозначения кольца с размерами  $d_1=14$  мм,  $D=17$  мм,  $d_2=1,9$  мм:  
Кольцо 014-017-19 ГОСТ 98733-73

Типоразмеря кольца	Диаметр маховика $D$						
	$d_2=1,4$	$d_2=1,9$	$d_2=2,5$	$d_2=3,0$	$d_2=3,6$	$d_2=4,6$	$d_2=5,8$
003-005-14	005-008-19	010-014-25	010-015-30	014-020-36	028-036-46	050-060-58	
004-006-14	006-009-19	011-015-25	011-016-30	015-021-36	030-038-46	053-063-58	
005-007-14	007-010-19	012-016-25	012-017-30	016-022-36	032-040-46	055-065-58	
006-008-14	008-011-19	013-017-25	013-018-30	017-023-36	034-042-46	056-066-58	
008-010-14	009-012-19	014-018-25	014-019-30	018-024-36	035-043-46	060-070-58	
	010-013-19	015-019-25	015-020-30	019-025-36	036-044-46	061-071-58	
	011-014-19	016-020-25	016-021-30	020-026-36	037-045-46	063-073-58	
	012-015-19	017-021-25	017-022-30	021-027-36	038-046-46	065-075-58	
	013-016-19	018-022-25	018-023-30	022-028-36	040-048-46	070-080-58	
	015-018-19	019-023-25	019-024-30	023-029-36	042-050-46	071-081-58	
	016-019-19	020-024-25	020-025-30	024-030-36	044-052-46	075-085-58	
	017-020-19	021-025-25	022-022-30	025-031-36	045-053-46	078-088-58	
	018-021-19	022-026-25	023-028-30	026-032-36	047-055-46	080-090-58	
	019-022-19	023-027-25	024-029-30	027-033-36	048-056-46		
	020-023-19	024-028-25	025-030-30	028-034-36	050-058-46		
	021-024-19	025-029-25	027-032-30	029-035-36			
	022-025-19	026-030-25	028-033-30	030-036-36			
	023-026-19	027-031-25	030-035-30				
	024-027-19	028-032-25					
	025-028-19	029-033-25					
	026-029-19	030-034-25					
	027-030-19						
	028-031-19						
	029-032-19						
	030-033-19						

Маховики  
ГОСТ 5260-75

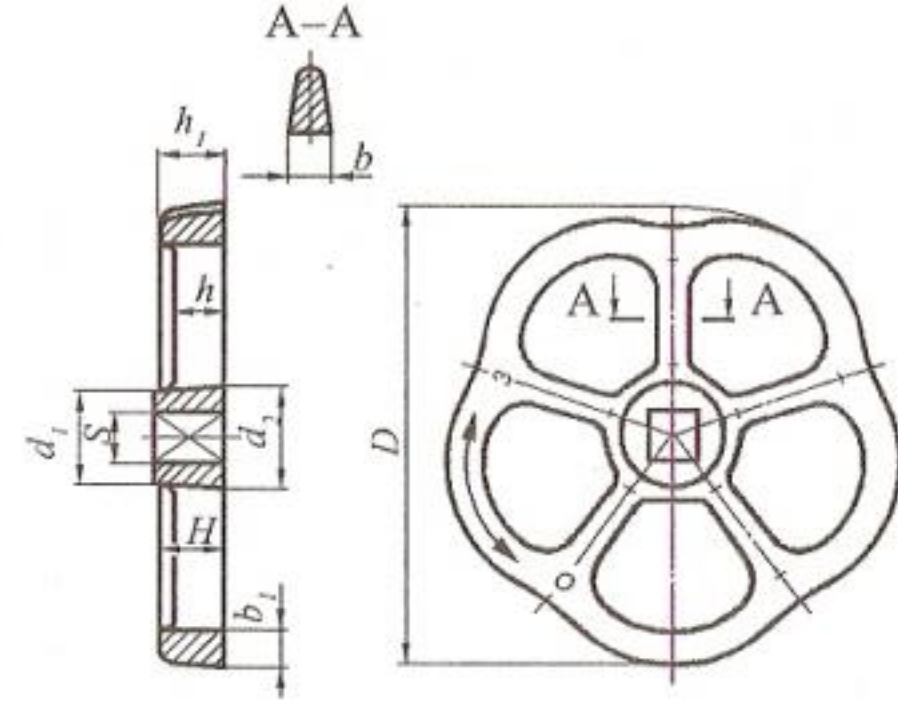


Рис. 2. Маховик типа 1

Таблица 4.

Диаметр маховика $D$	Ступица					Спица		Ширина обода $b_1$	Масса, кг, не более
	$h_1$	$H$	$S$	$d_1$	$d_2$	$h$	$b$		
50	10	10	6; 7	14	18	6	5	5	0,06
65	10	10	6; 7	16	20	7	6	5	0,08
80	12	12	7; 9	18	22	10	6	6	0,13
100	14	14	7; 9; 11	22	26	11	7	7	0,25
120	16	16	9; 11; 14	26	30	12	8	8	0,38
140	18	18	11; 14	32	36	13	9	9	0,60

Примечание. Число спиц для всех маховиков типа 1 составляет  $n=5$ .

Пример условного обозначения:

Маховик типа 1 с размерами  $D=100$  мм и  $S=9$  мм:

Маховик 1 - 100 × 9 ГОСТ 5260-75







Крепежные винты с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491-80  
(Исполнение 1)

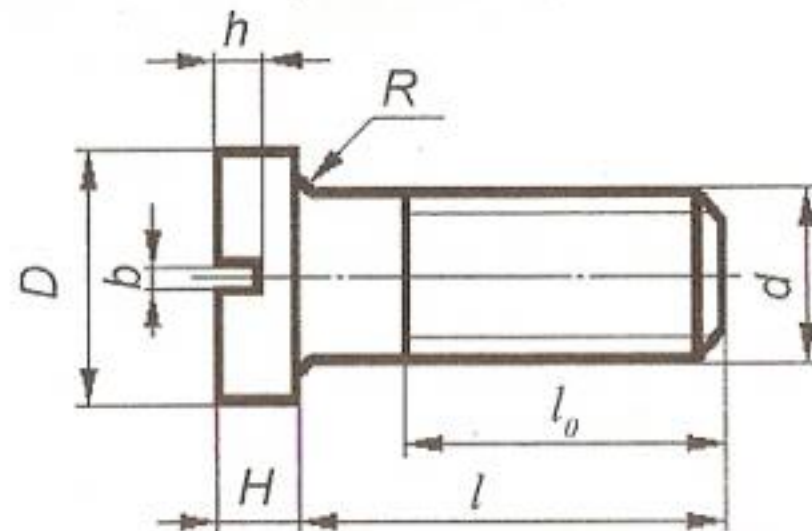


Рис.7

Пример условного обозначения винта с диаметром резьбы  $d = 5$  мм, с крупным шагом резьбы, длиной 12 мм, класса прочности 5.8:

Винт М5×12.58 ГОСТ 1491-80

Таблица 8.

Диаметр резьбы $d$		2,5	3	4	5	6
Шаг резьбы	крупный	0,45	0,5	0,7	0,8	1
	мелкий	—	—	—	—	—
Длина винта		от 3 до 25	от 3 до 30	от 4 до 40	от 6 до 50	от 7 до 60
Длина резьбы $l_0$	удлиненная	18	19	22	25	28
	нормальная	11	12	14	16	18
Диаметр головки $D$		4,5	5,5	7,0	8,5	10
Высота головки $H$		1,6	2,0	2,6	3,3	3,9
Ширина шлица $b$		0,5	0,8	1,0	1,2	1,6
Глубина шлица $h$		0,9	1,0	1,4	1,7	2,0
Радиус под головкой $R$		0,1	0,1	0,2	0,2	0,25
Примечание: Длины винтов берутся из ряда: 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40 ...						

Литература

1. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. — М.: Машиностроение, 1980. Т. 1, 3.
2. Аксарин П.Е. Чертежи для детализации. — М.: Машиностроение, 1978. — 131 с.
3. Агрегаты пневматических систем летательных аппаратов /Под ред. Н.Т. Романенко. — М.: Машиностроение, 1981. — 303 с.
4. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. — М.: Машгиз, 1963. — 432 с.
5. Боголюбов С.К., Воинов А.В. Черчение. — М.: Машиностроение, 1981. — 303 с.
6. Вышнепольский И.С. Техническое черчение. — М.: Высшая школа, 1981. — 216 с.
7. Демченко Н.Н. Методическое руководство к выполнению листа «Сборочный чертеж». — М.: МГШ, 1971. — 174 с.
8. Кармугин Б.В., Стратиневский Г.Г., Мендельсон Д.А. Клапанные уплотнения пневмогидроагрегатов. — М.: Машиностроение, 1983. — 152 с.
9. Кондратьева Т.Д. Предохранительные клапаны. — Л.: Машиностроение, 1976. — 232 с.
10. Невзоров А.И. Гидравлические и пневматические устройства машин. Ч. I, II — М.: МАИ, 1967. — 56 с.
11. Раздолин М.В. Агрегаты воздушно-реактивных двигателей. — М.: МАИ, 1967. — 102 с.
12. Раздолин М.В. Уплотнение авиационных гидравлических агрегатов. — М.: Машиностроение, 1965. — 132 с.
13. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. — Л.: Машиностроение, 1981. — 416 с.
14. Эдельман А.И. Топливные клапаны жидкостных ракетных двигателей. — М.: Машиностроение, 1970. — 244 с.

Справка для В.И.А. (Маш-1)  
 Физика патента ✓  
 крышка ✓  
 сверление  
 Пша



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
1. Клапаны. Вентили. Краны. Назначение, конструкция, принцип действия .....	4
2. Конструктивные элементы основных составных частей клапанов и вентиляей .....	6
2.1. Запорные пары .....	6
2.2. Управление запорной парой .....	17
2.3. Уплотнение клапанов и вентиляей .....	24
2.4. Корпусы .....	34
Приложение .....	37
Литература .....	46

Учебное издание

План издания 2001 г., поз. 1

Редактор В. В. Бодрышев

Подготовка оригинал-макета В. В. Бодрышев

Сдано в набор 20. 02. 2001. Подписано в печать 01. 03.2001. Бумага офсетная.

Формат 60×84 1/16. Гарнитура Times.

Усл. печ.л. 2,79. Уч.-изд. л. 3,00. Тираж 1000 экз. Заказ 13.

ЛР. № 066129 от 29.09.98

Отпечатано в типографии ИЦ «Техинпресс»

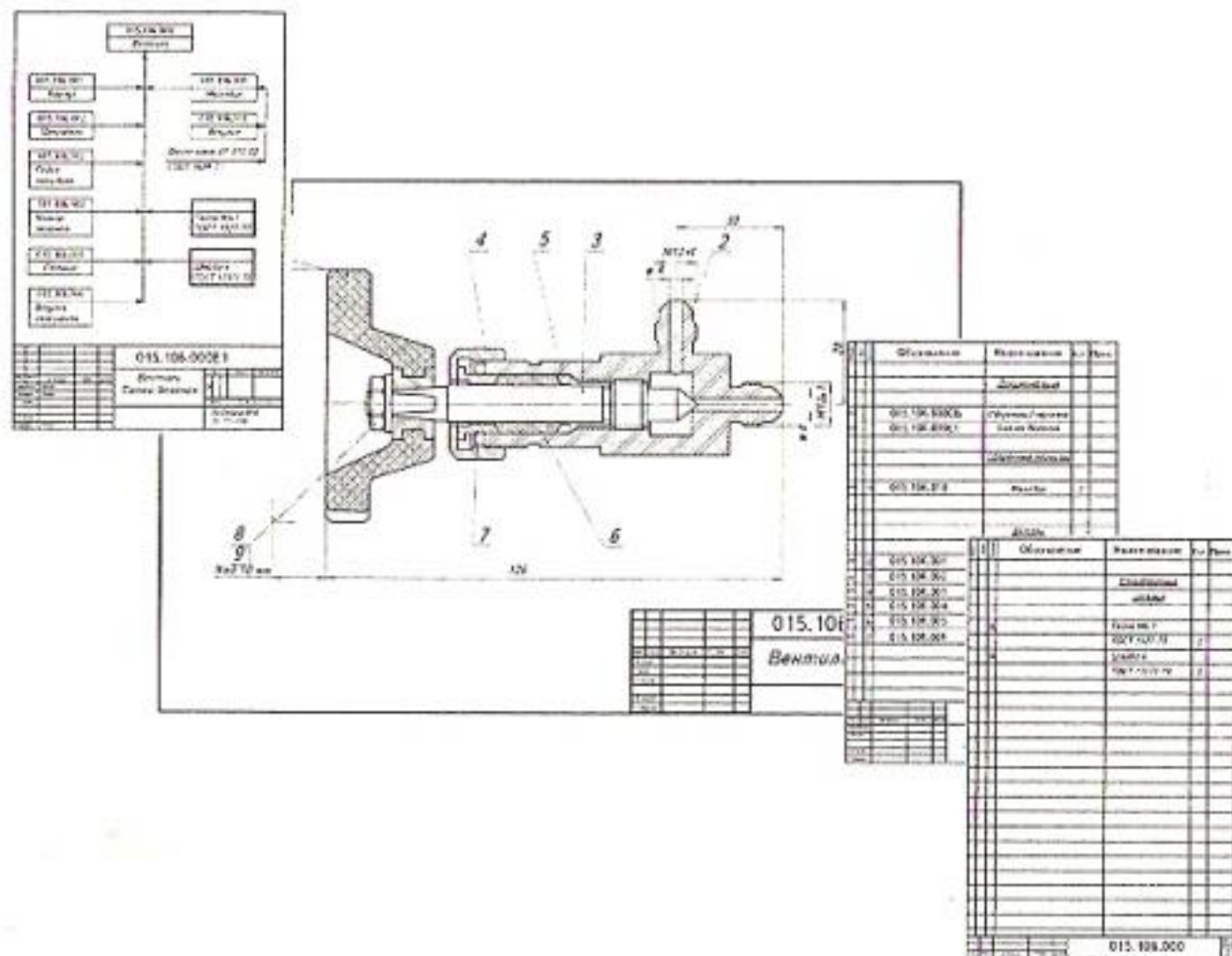
Адрес: Москва, ул. Дм. Ульянова, д. 44, корп. 1; тел. (095) 123-41-41



МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(государственный технический университет)

Е.А. Кожухова, К.И. Ульянов

# Рабочие конструкторские документы сборочных единиц





УДК 744(075)  
К92

К92 Кожухова Е.А., Ульянов К.И. Рабочие конструкторские документы сборочных единиц: Методические указания. - М.: Изд-во МАИ, 2006. - 32 с.: ил.

Методические указания содержат систематизированные сведения о правилах выполнения и оформления рабочей и проектной документации сборочных единиц. Они составлены с учетом новых стандартов Единой системы конструкторской документации.

Рассматриваются требования, предъявляемые к содержанию графических и текстовых документов, подробно излагаются особенности выполнения различных видов чертежей изделий и их составных частей.

Методические указания предназначены для студентов, выполняющих графическую работу "Конструкторские документы сборочных единиц".

Рецензенты: Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, кафедра "Начертательная геометрия и инженерная графика", зав. кафедрой, д.т.н., проф. С.А. Синицин.

Коржов Н.П. к.т.н., доцент

© Е.А. Кожухова, К.И. Ульянов,  
2006

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью курса "Машиностроительное черчение" является ознакомление студентов с видами изделий, а также изучение правил выполнения и оформления различных конструкторских документов в соответствии с действующими стандартами ЕСКД.

Предлагаемые читателю методические указания дают представление о рабочих конструкторских документах сборочных единиц общего назначения. Подробно рассматриваются правила выполнения и оформления схем деления сборочных единиц на составные части, сборочных чертежей и спецификаций. Представленные в методических указаниях рисунки иллюстрируют теоретические положения стандартов, устанавливающих правила выполнения этих документов.

Авторы выражают надежду, что материал, содержащийся в методических указаниях, поможет студентам осознанно и грамотно работать над этими документами, а полученные знания будут способствовать не только успешному освоению курса, но послужат также хорошей базой для выполнения курсовых работ по другим техническим дисциплинам.

При разработке настоящих методических указаний был учтен многолетний опыт преподавания курса на кафедре инженерной графики МАИ.

### 1. Общие понятия об изделиях и конструкторских документах

В соответствии с ГОСТ 2.101-68 *изделием* называется любой предмет или набор предметов, подлежащий изготовлению на предприятии.

В зависимости от назначения различают изделия основного и вспомогательного производства. К изделиям основного производства относятся изделия, которые предназначены для поставки (реализации). Ими могут быть, например, автомобили, станки, насосы, клапаны, вентили, отдельные детали (болты, гайки, винты и пр.). К изделиям вспомогательного производства относятся изделия, предназначенные только для собственных нужд предприятия, изготавливающего их. Примерами таких изделий являются инструменты, различные приспособления, оснастка и пр.

По структуре изделия делятся на *детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты*.

В зависимости от наличия или отсутствия в изделиях составных частей различают изделия неспецифицированные (не имеющие составных частей) и специфицированные (состоящие из двух и более составных частей). Детали являются неспецифицированными изделиями, сборочные единицы, комплексы и комплекты — специфицированными.



*Детали* — это изделия, изготовленные из однородного по марке и наименованию материала, без применения сборочных операций. К деталям относят также изделия, изготовленные с применением местной сварки, пайки, склейки, сшивки и т.п., например, трубка, сваренная из одного куска листового материала, коробка, склеенная из одного куска картона, и т.п.

*Сборочные единицы* — это изделия, составные части которых подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе различными сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, обжатием и т.п.). Примеры сборочных единиц: клапан, вентиль, редуктор, сварной корпус, маховичок из пластмассы с металлической арматурой и т.д.

*Комплексы* — это два и более специфицированных изделия, не соединенных сборочными операциями на предприятии-изготовителе, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Примерами комплексов являются поточная линия, автоматическая телефонная станция и т.п.

*Комплект* — это два и более изделия, не соединенных сборочными операциями на предприятии изготовителе и имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например, комплект запасных частей, комплект измерительного инструмента и т.д.

Любые изделия могут быть изготовлены только на основании определенных конструкторских документов.

Конструкторскими документами (далее для краткости — КД) в соответствии с ГОСТ 2.102-68 называют графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия, а также содержат данные, необходимые для разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

К графическим документам относятся различные виды чертежей, схем; в них содержится графическая информация об изделии. Текстовыми КД являются документы, содержащие информацию об изделии в виде текстов, которые могут представлены в форме таблиц, перечней и т.п.

К графическим документам относятся, в частности, следующие:

- *чертеж детали* — документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля;
- *сборочный чертеж* — документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля;
- *чертеж общего вида* — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия (выполняется на стадии проектирования изделия);

- *габаритный чертеж* — документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами;

- *монтажный чертеж* — документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения;

- *схема* — документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

К текстовым КД относятся, в частности:

- *спецификация* — документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта;

- *технические условия* — документ, содержащий требования к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других КД.

При определении комплектности конструкторских документов на изделия различают:

- основной КД;
- основной комплект КД;
- полный комплект КД.

Основным КД изделия в соответствии с ГОСТ 2.102-68 называется документ, который в отдельности и в совокупности с другими записанными в нем КД полностью и однозначно определяет данное изделие и его состав.

Основными конструкторскими документами являются:

- для деталей — *чертеж детали*;
- для сборочных единиц, комплексов и комплектов — *спецификация*.

В основной комплект КД изделия входят документы, составленные на все изделие в целом. В него не входят КД составных частей изделия.

Полный комплект КД состоит из основного комплекта документов изделия и основных комплектов КД на все его составные части.

В зависимости от стадий разработки, устанавливаемых ГОСТ 2.103-68, конструкторские документы подразделяются на проектные и рабочие.

К *проектным КД* относятся техническое предложение, эскизный проект и технический проект, включающий в себя КД, содержащие окончательные технические решения об устройстве разрабатываемого изделия. Входящие в технический проект чертежи общих видов содержат исходные данные для выполнения рабочей документации — спецификаций, сборочных чертежей, чертежей деталей и др.

Предметом изучения данной работы являются сборочные единицы. Со-



единения, которые применяются при изготовлении сборочных единиц, могут быть разъемными, неразъемными и условно разъемными.

Разъемные соединения позволяют многократно собирать и разбирать сборочные единицы, не нарушая при этом целостности их составных частей. К разъемным относятся резьбовые, шлицевые, шпоночные, клиновые и др. соединения.

К числу неразъемных соединений относятся, например, сварка, пайка, клепка, склеивание, развальцовка, сшивание, завальцовка, обжатие. Изготовленные с помощью этих соединений сборочные единицы невозможно разобрать, не нарушив при этом целостности их составных частей.

К условно разъемным соединениям относятся запрессовка и опрессовка; разборка их принципиально возможна, но сопряжена с большими трудностями.

Соединение составных частей сборочной единицы может быть как непосредственным, так и с помощью стандартных изделий (резьбовых крепежных деталей, штифтов, шпонок и др.) и вспомогательных материалов (клея, припоя и др.).

## 2. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Цель данной работы — изучение правил выполнения и оформления некоторых видов графических и текстовых КД сборочных единиц. В учебном процессе выполняются:

- 1) *схема деления изделия (сборочной единицы) на составные части;*
- 2) *спецификация;*
- 3) *сборочный чертеж изделия.*

### 2.1. Порядок выполнения работы

1. Ознакомление с изделием, полученным в качестве задания на работу, выяснение его назначения, служебных функций и структуры.
2. Выполнение схемы деления изделия на составные части.
3. Выполнение конструкторской документации составных частей изделия.
4. Выполнение основного КД изделия - спецификации.
5. Выполнение сборочного чертежа изделия.

Схема деления изделия на составные части и конструкторская документация составных частей изделия выполняются в виде чертежей временного характера — *эскизов* (документов, выполняемых в глазомерном масштабе без применения чертежных инструментов). Эскизы рекомендуется

выполнять на бумаге в клетку (форматы А4, А3; для мелких деталей допускается применять форматы А5 с размером сторон 148×210 мм).

Сборочный чертеж изделия (рис. 1) выполняется на чертежной бумаге (формат А3...А2) в точном масштабе и с применением чертежных принадлежностей.

## 3. СХЕМА ДЕЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ НА СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ

Выполнение КД изделия должно быть основано на понимании его назначения, принципа работы, а также конструкции, форм взаимосвязи и назначения его составных частей. Для изучения изделия его следует разобрать на составные части — детали и сборочные единицы. Среди деталей необходимо выделить стандартные (болты, винты, гайки, шайбы, прокладки, уплотнительные кольца и т.п.) и нестандартные (по принятой терминологии — оригинальные). Для сборочных единиц следует установить способ их образования (вид соединения) и структуру.

Очень важно, чтобы изделие было полнокомплектным, т. е. содержало все необходимые крепежные, уплотнительные и пр. элементы. Окончательный вывод о комплектности изделия студент может сделать после консультации с преподавателем.

Изучив изделие, приступают к выполнению схемы деления изделия на составные части.

*Схема деления* изделия на составные части (далее — *схема деления*) — это конструкторский документ, определяющий состав изделия, входимость составных частей, их назначение и взаимосвязь. Правила выполнения этого документа регламентирует ГОСТ 2.711–82.

Схему деления размещают на отдельных листах, форматы которых предусмотрены ГОСТ 2.301–68. Основная надпись выполняется по форме 1 (ГОСТ 2.104–68). Пример схемы деления изделия, приведенного на рис. 1, представлен на рис. 2.

Данные об изделии и его составных частях помещают в условные графические обозначения (знаки), приведенные на рис. 3, где *а* — для вновь разработанных изделий, *б* — для покупных. Оригинальные детали, входящие в изделие, сборочные единицы, а также входящие в них оригинальные детали, относят ко вновь разработанным изделиям, все стандартные детали — к покупным.

Кроме этих изделий, составные части могут представлять собой материалы: мягкие набивки сальниковых устройств, заливаемая в полости затворов резина, пресспорошок для получения армированных маховиков и пр. Для внесения в схему деления таких составных частей применяются горизонтальные полки (см. рис. 3, в).



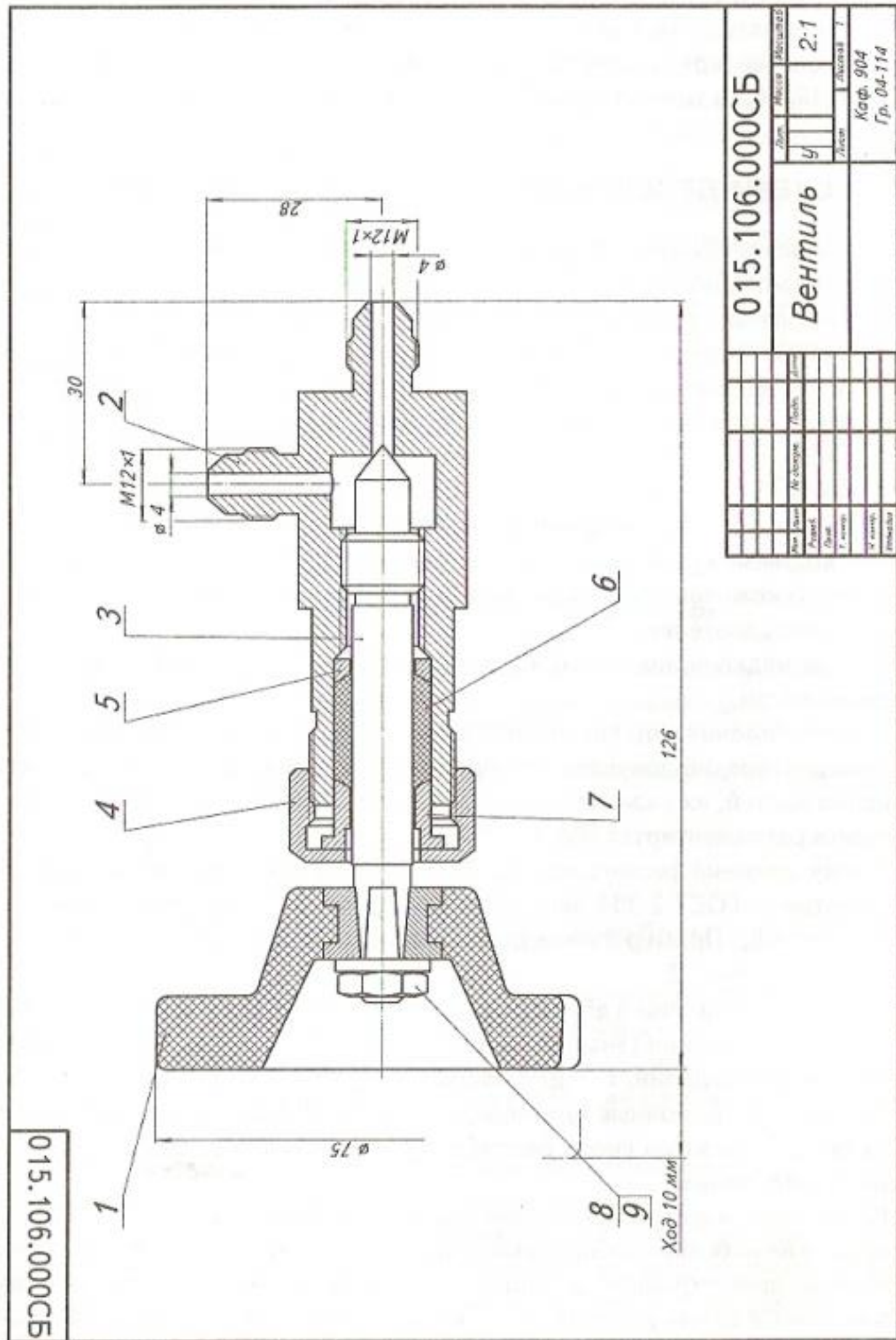


Рис. 1

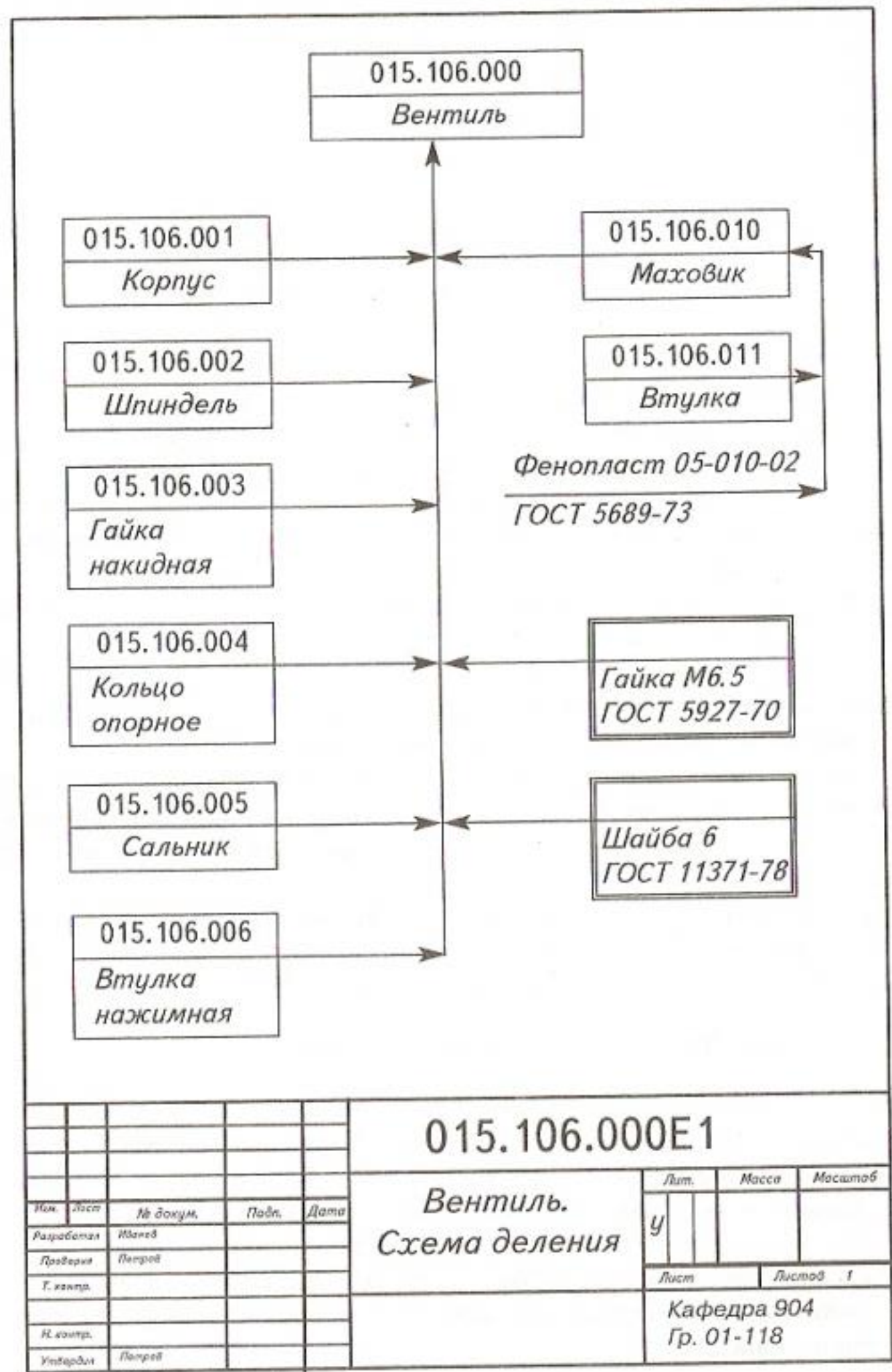


Рис. 2



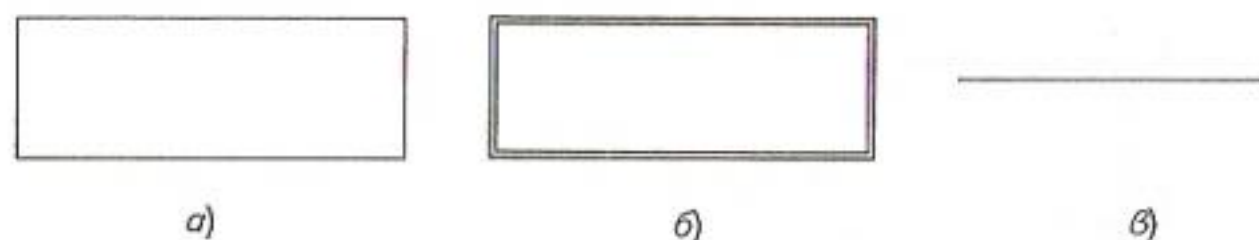


Рис. 3

Условные графические знаки должны быть соединены между собой линиями со стрелками (линии связи) согласно входимости составных частей изделия.

Условные графические знаки и линии связи выполняются сплошными тонкими линиями, рекомендуемая толщина — 0,3 ... 0,4 мм. Размеры знаков зависят от объема информации, помещаемой в (на) них, но рекомендуется, чтобы размеры этих знаков на схеме деления были примерно одинаковыми (см. пример выполнения, рис. 2).

Информацию об изделии и его составных частях внутри знаков располагают сверху вниз в такой последовательности: обозначение, наименование, индекс и т.д. Каждый вид информации отделяется горизонтальной чертой. В учебном процессе указываются только обозначение и наименование, поэтому знаки состоят из двух частей — верхней (для обозначения) и нижней (для наименования). Обозначение рекомендуется писать прямым шрифтом, а наименование — наклонным; размер шрифта — 7 или 5.

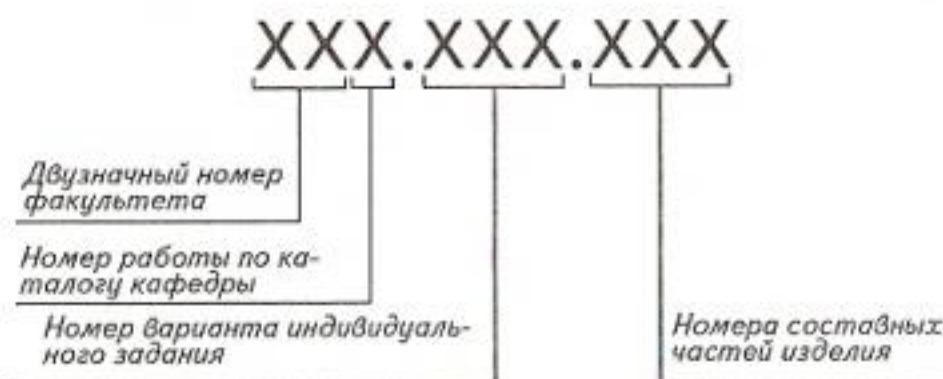
Покупным (стандартным) изделиям обозначение не присваивается, поэтому верхняя часть знака не заполняется. Вся информация о покупном изделии записывается в нижней части знака (в одну или 2 строчки) шрифтом размера 5.

Для материалов, являющихся составными частями изделия, наименование и марку рекомендуется указывать над полкой, стандарт (или технические условия на химсостав) — под полкой (см. рис. 2).

### 3.1. Обозначение изделия и его составных частей

В соответствии с ГОСТ 2.201-80 обозначение любого изделия является одновременно обозначением его основного КД (для деталей — это чертежи, для сборочных единиц — спецификации).

Обозначение изделий выполняется на основе соответствующих классификационных систем — обезличенной или предметной. В учебном процессе кафедры инженерной графики МАИ в настоящее время принята предметная система обозначения, согласно которой обозначение изделия формируется следующим образом:



Для всего изделия третья группа цифр состоит из трех нулей. Таким образом, у студента первого факультета, имеющего 27-й вариант индивидуального задания, обозначение изделия будет следующим: 015.027.000.

Для обозначения деталей, входящих в изделие, нули в последней группе цифр заменяются значащими цифрами: 015.027.001, 015.027.002 и т.д. по количеству деталей. Рекомендуется при этом номера деталям присваивать в соответствии с их приоритетом в изделии, т.е. корпусу — 001, крышке — 002, шпинделю — 003 и т.д.

Обозначение сборочных единиц должно заканчиваться нулем; так, первая сборочная единица в приведенном изделии будет иметь обозначение 015.027.010, вторая — 015.027.020 и т.д. Для деталей, входящих в сборочную единицу, последний нуль заменяется значащей цифрой. Таким образом, обозначения этих деталей состоят из номера сборочной единицы и их собственных номеров в ее составе: 015.027.011; 015.027.012; 015.027.021; 015.027.022 и т.д.

Если деталей, входящих в само изделие, больше девяти, цифры второго десятка отдают для обозначения десятой, одиннадцатой и т.д. деталей (цифра 10 при этом, естественно, опускается). В этом случае первая сборочная единица, входящая в изделие, будет иметь обозначение 015.027.020.

Схему деления изделия выполняют от руки на бумаге в клетку (формат А4 или А3 — для более сложных изделий). В основной надписи этого документа в графе 1 (см. ГОСТ 2.104-68, п. 7) указывается наименование изделия и наименование самого документа: «Схема деления» (эти слова следует писать отдельной строкой шрифтом 5-го размера). В графе 2 (см. там же) указывается обозначение документа, оно формируется на основе принятой предметной системы с присвоением документу кода Е1 (в соответствии с ГОСТ 2.701-84). Например, для изделия 015.027.000 схема деления будет иметь обозначение 015.027.000Е1.

Заполнение остальных граф основной надписи знакомо студентам по ранее выполненным работам. Отметим лишь, что графа «Масштаб» здесь не заполняется.



#### 4. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Чертежи деталей, как и остальных составных частей изделия, выполняются в виде эскизов — чертежей временного характера, выполненных без применения чертежных инструментов (от руки) в глазомерном масштабе. По содержанию эскизы ничем не отличаются от чертежей, поэтому должны быть выполнены и оформлены в соответствии со стандартами ЕСКД. Тщательная отработка эскизов тем более необходима, что по ним будет выполняться чертеж изделия.

Выполнению эскиза любой детали должен предшествовать ее визуальный осмотр, выяснение назначения в изделии, изучение структуры детали. Ее следует мысленно расчленить на элементы, затем установить назначение каждого элемента, его связь с другими элементами детали; выявить, какие из элементов являются стандартными.

Надо иметь в виду, что поверхности элементов детали могут быть рабочими и свободными (нерабочими). Рабочие поверхности в свою очередь бывают сопрягаемыми и прилегающими (привалочными).

*Сопрягаемые поверхности* элементов деталей образуют их подвижное соединение (например, с помощью резьбы), привалочные — неподвижное соединение (например, присоединение крышки к корпусу с помощью крепежных изделий).

*Свободными (нерабочими) поверхностями* являются поверхности элементов, не соприкасающиеся с другими деталями или изделиями.

Завершив осмотр, приступают к выполнению эскиза. Изображение детали, его содержание, размещение на чертеже, а также все условности и упрощения должны быть выполнены в соответствии с положениями ГОСТ 2.305-68. Число изображений должно быть минимальным, но достаточным для полной и однозначной передачи информации о форме наружных и внутренних элементов детали и их взаимном расположении. При выборе главного изображения детали рекомендуется учитывать ее положение в изделии (для облегчения выполнения в последующем чертежа самого изделия).

После выполнения изображения детали надо установить конструкторские и технологические базы для нанесения размеров. Для сопрягаемых поверхностей следует различать охватываемую и охватывающую поверхности; при установлении размеров этих поверхностей обмер следует производить по охватываемой поверхности.

Особое внимание следует уделить размерам рабочих поверхностей детали, поскольку они должны быть согласованы с ответными поверхностями тех деталей, с которыми она соприкасается (например, резьбы ввинчивае-

мой детали и гнезда, диаметры вала и отверстия, расстояние между центрами отверстий у крышки и корпуса, соединяемых с помощью крепежных деталей и т.д.). Номинальные (числовые) значения подобных размеров должны быть одинаковыми (в учебных целях их рекомендуется подчеркнуть красным карандашом).

Необходимо также учесть, что кроме одинаковых номинальных значений размеров сопрягаемые и прилегающие поверхности должны иметь одинаковые значения параметров шероховатости (кроме резьб).

При выполнении эскизов литых, штампованных, кованных и т.п. деталей, часть поверхностей которых подвергалась механической обработке, наносят не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающего механически обработанные поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке.

Подробно о правилах выполнения и оформления чертежей деталей см. [4] и [5].

Если в изделии имеются две или более однотипных деталей, отличающихся друг от друга только размерами отдельных элементов, материалом или количеством повторяющихся элементов, для них рекомендуется выполнять групповой КД. При этом одно исполнение детали условно принимается в качестве основного. У каждого исполнения должно быть самостоятельное обозначение, которое имеет следующую структуру:

$$\boxed{\phantom{\text{Базовое обозначение}}} - \frac{\text{XX}}{\boxed{\phantom{\text{Порядковый номер исполнения}}}}$$

Базовое обозначение является одинаковым для всех исполнений, оно же является обозначением основного исполнения. Порядковый номер указывается лишь для остальных исполнений; он отделяется от базового обозначения знаком “дефис” и имеет значения от 01 до 98. Постоянные данные о деталях даются на изображениях, переменные — заносятся в таблицу. Групповому документу присваивается базовое обозначение. Пример группового КД приведен на рис. 4.

#### 5. СПЕЦИФИКАЦИЯ

*Спецификация* — это основной конструкторский документ сборочной единицы, в который вносят ее составные части, а также относящиеся к ней конструкторские документы. Спецификация определяет состав сборочной единицы и необходима для изготовления и комплектования КД, а также планирования запуска ее в производство.



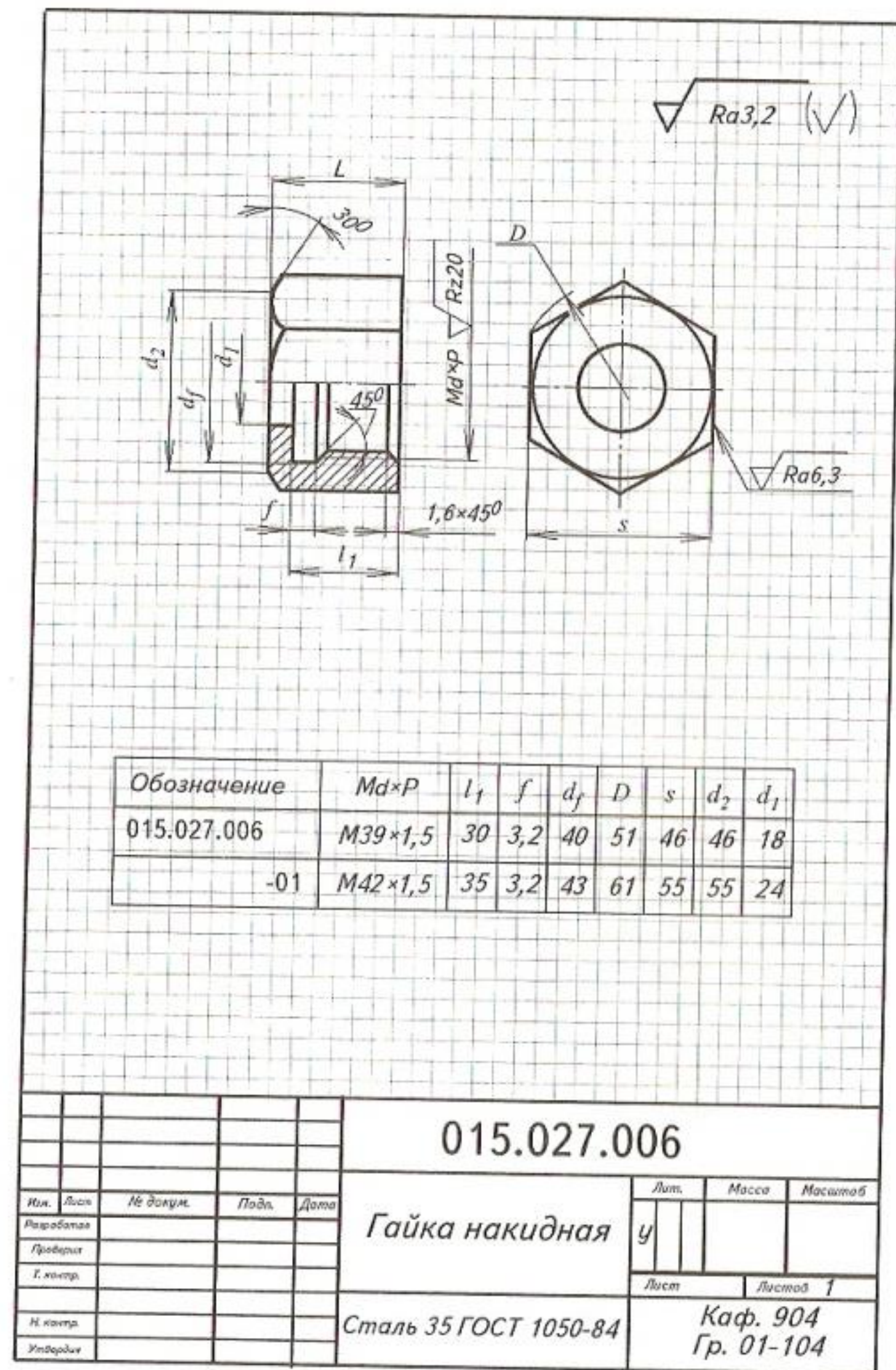


Рис. 4

Форму и порядок заполнения спецификации устанавливает ГОСТ 2. 108-68. Ее выполняют на отдельных листах формата А4 для каждой сборочной единицы. Заглавный лист выполняют по форме, приведенной на рис. 5, второй и последующие листы — по форме на рис. 6.

Спецификация состоит из разделов и граф. Разделы спецификации в общем случае располагают в следующей последовательности:

- документация;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- материалы.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия, т.е. сборочной единицы, на которую выполняется спецификация. Название каждого раздела записывают в виде заголовка в графе "Наименование" и подчеркивают тонкой линией.

В раздел "Документация" вносят документы, составляющие основной комплект КД сборочной единицы. Напомним читателю, что в него входят документы, относящиеся ко всему изделию в целом (за исключением самой спецификации), например, сборочный чертеж, схема деления и т. д. КД составных частей изделия в этот комплект не входят.

В разделы "Сборочные единицы", "Детали", "Стандартные изделия", "Материалы" вносят соответствующие составные части, входящие непосредственно в изделие. Обращаем внимание, что при записи стандартных изделий сначала записывают изделия по государственным стандартам, затем по республиканским, отраслевым и по стандартам предприятий. В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединенных по функциональному назначению, например, подшипники, крепежные детали, уплотнительные элементы — кольца, прокладки и т.д. В пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований, в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначений стандартов, в пределах обозначения каждого стандарта — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел "Материалы" вносят все материалы, входящие в изделие, за исключением, в частности, клеев и припоев. Указание о применении этих материалов приводят в технических требованиях чертежа.

Графы спецификации заполняют следующим образом:

- в графе "Формат" указывают форматы документов, обозначения которых записаны в графе "Обозначение". Для документов, записанных в разделах "Стандартные изделия" и "Материалы" графу не заполняют. Для де-



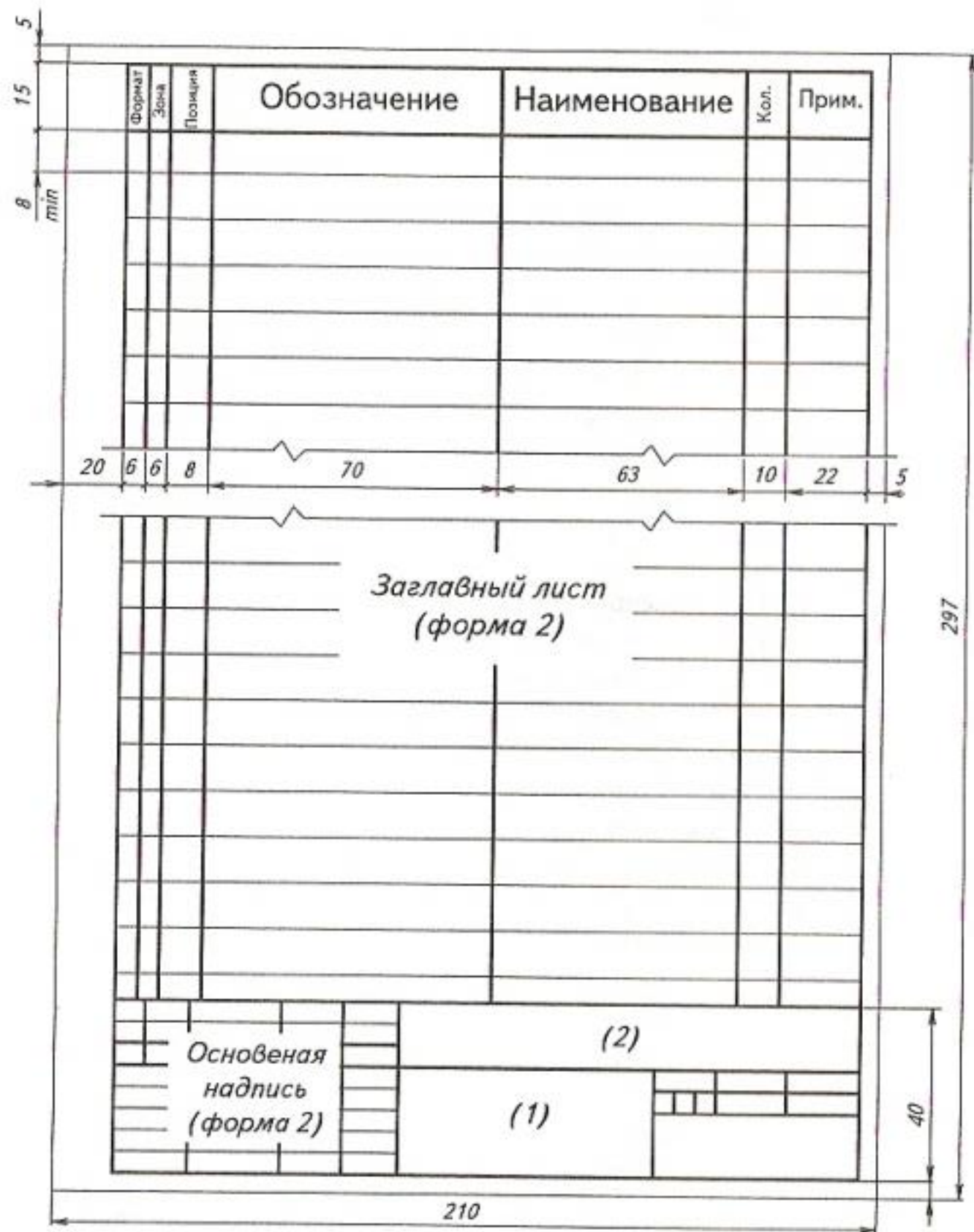


Рис. 5

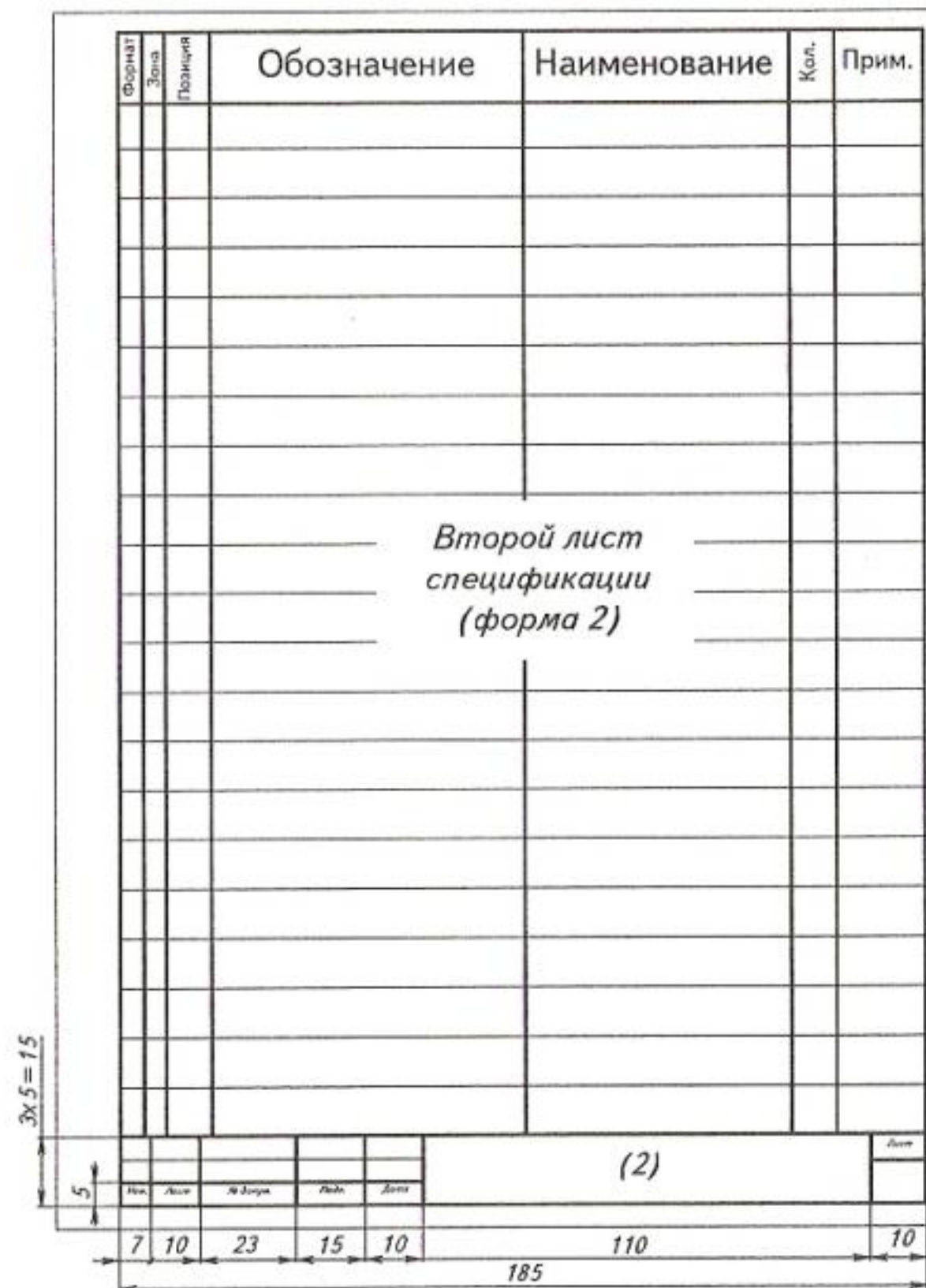


Рис. 6



талей, на которые не выпускают отдельные чертежи, в графе указывают буквы БЧ (см. об этом [7, 9]);

- в графе "Зона" указывают обозначение зоны чертежа, где находится номер позиции записываемой составной части (при разбивке поля чертежа на зоны по ГОСТ 2.104-68);

- в графе "Поз." (сокращенно — позиция) сверху вниз в порядке возрастания указывают порядковые номера составных частей, входящих в изделие. Для раздела "Документация" графу не заполняют;

- в графе "Обозначение" указывают: для раздела "Документация" — обозначения записанных в нем документов, для разделов "Сборочные единицы" и "Детали" — обозначения основных КД записанных в них изделий. Для разделов "Стандартные изделия" и "Материалы" графу не заполняют;

- в графе "Наименование" указывают: для раздела "Документация" — наименование документов ("Сборочный чертеж", "Схема деления"); для разделов "Сборочные единицы", "Детали" — наименование этих изделий в соответствии с основной надписью на их основных КД, при этом для деталей, на которые не выпускаются отдельные чертежи, указывают их наименование и — строчкой ниже — материал; для раздела "Стандартные изделия" указывают наименование и обозначение изделий в строгом соответствии с их стандартным обозначением. Для записи ряда изделий, применяемых по одному и тому же стандарту, допускается общую часть записывать в виде заголовка, а под ним — только параметры и размеры. Например, если имеется несколько гаек по ГОСТ 5915-70, в спецификации их можно записать следующим образом:

*Гайки ГОСТ 5915-70*

*М 10.5*

*М 12.5*

Указанным упрощением не допускается пользоваться, если основные параметры или размеры изделия обозначаются только одним числом или буквой;

- в графе "Кол." (сокращенно — количество) указывают количество составных частей специфицируемого изделия. Для раздела "Документация" графу не заполняют;

- в графе "Примечание" указывают дополнительные сведения, относящиеся к записанным в спецификации документам, составным частям и материалам. Например, для деталей, на которые не выпускаются отдельные чертежи — их размеры, для материалов — массу.

Первую и последнюю строчки спецификации рекомендуется не заполнять. Свободной оставляют строчку между заголовком раздела и его содер-

жанием. После каждого раздела спецификации также необходимо оставлять одну — две свободные строчки. Допускается при этом резервировать номера позиций, которые проставляют в спецификации после заполнения резервных строк.

Основную надпись для спецификации выполняют в соответствии с ГОСТ 2.104-68: для первого — заглавного листа — по форме 2, для второго и последующих листов — по форме 2а, см. рис. 5 и 6. В основной надписи первого листа в графе 1 записывают наименование специфицируемого изделия (сборочной единицы), в графе 2 — обозначение спецификации (оно является одновременно обозначением самого изделия). Обозначение спецификации кода не имеет. Заполнение остальных граф основной надписи читателю уже знакомо. В основной надписи второго и последующих листов в графе 2 указывают только обозначение спецификации. Пример выполнения спецификации изделия, изображенного на рис. 1, см на рис. 7, а, б.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом изделия при условии их размещения на листе формата А4 (как правило, это совмещение возможно лишь для небольших сборочных единиц). В этом случае спецификацию располагают над основной надписью сборочного чертежа. В самой спецификации раздел "Документация" опускают, остальные разделы и графы заполняют в том же порядке и последовательности, что и в спецификации, выполняемой в виде отдельного документа. Основную надпись выполняют по форме 1. Совмещенному документу присваивается обозначение основного КД, т.е. спецификации (без кода!).

Пример совмещенного КД см. на рис. 8.

## 6. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

Согласно ГОСТ 2.109-73 сборочные чертежи должны содержать:

- изображение изделия (сборочной единицы), дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления ее сборки и контроля;

- номера позиций составных частей изделия;

- указания о выполнении неразъемных соединений;

- размеры, а также другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу.

Приступая к выполнению сборочного чертежа, в каждом конкретном случае надо выбрать главное изображение, дающее наиболее полное представление о сборочной единице (изделии); установить общее количество изображений, необходимых для осуществления по ним процесса сборки;



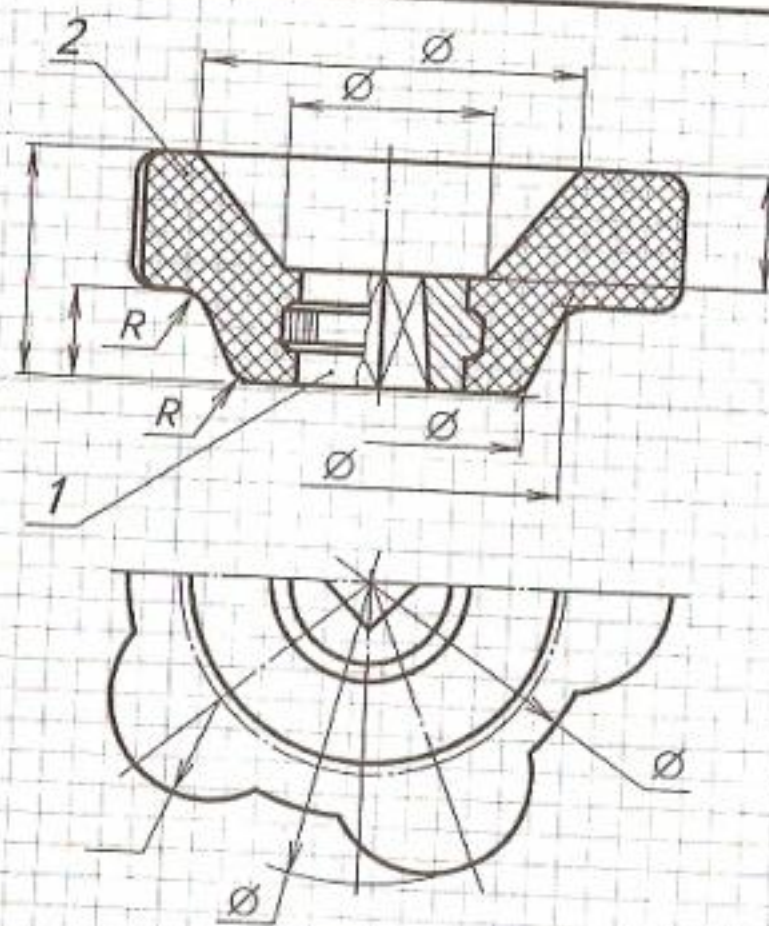
Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				<i>Документация</i>		
A3			015.106.000СБ	Сборочный чертеж		
A4			015.106.000Е1	Схема деления		
				<i>Сборочные единицы</i>		
A4	1		015.106.010	Маховик	1	
				<i>Детали</i>		
A3	2		015.106.001	Корпус	1	
A4	3		015.106.002	Шпиндель	1	
A4	4		015.106.003	Гайка накидная	1	
A4	5		015.106.004	Кольцо опорное	1	
A5	6		015.106.005	Сальник	1	
A4	7		015.106.006	Втулка нажимная	1	
			<b>015.106.000</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разработал					Лист	Листов
Проверил					1	2
И. контр.					Каф. 904 Гр. 04-118	
Утвердил						

Рис. 7, а

Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				<i>Стандартные изделия</i>		
	8			Гайка М6.5		
				ГОСТ 5927-70	1	
	9			Шайба 6		
				ГОСТ 11371-78	1	
			<b>015.106.000</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
					Лист	2

Рис. 7, б





Для поз. 2 -  $\sqrt{Ra3,2}$

Формат	Лист	Полное	Обозначение	Наименование	
				<i>Детали</i>	
A4	1		015.027.011	Втулка	1
				<i>Материалы</i>	
	2			Фенопласт 05-010-02	
				ГОСТ 5689-73	
			015.027.010		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.
Разработал		Иванов			у
Проверил		Петров			
Т. киндр.					
И. киндр.					
Утвердил		Петров			
			Маховик		
			Лист Листов		

Рис. 8

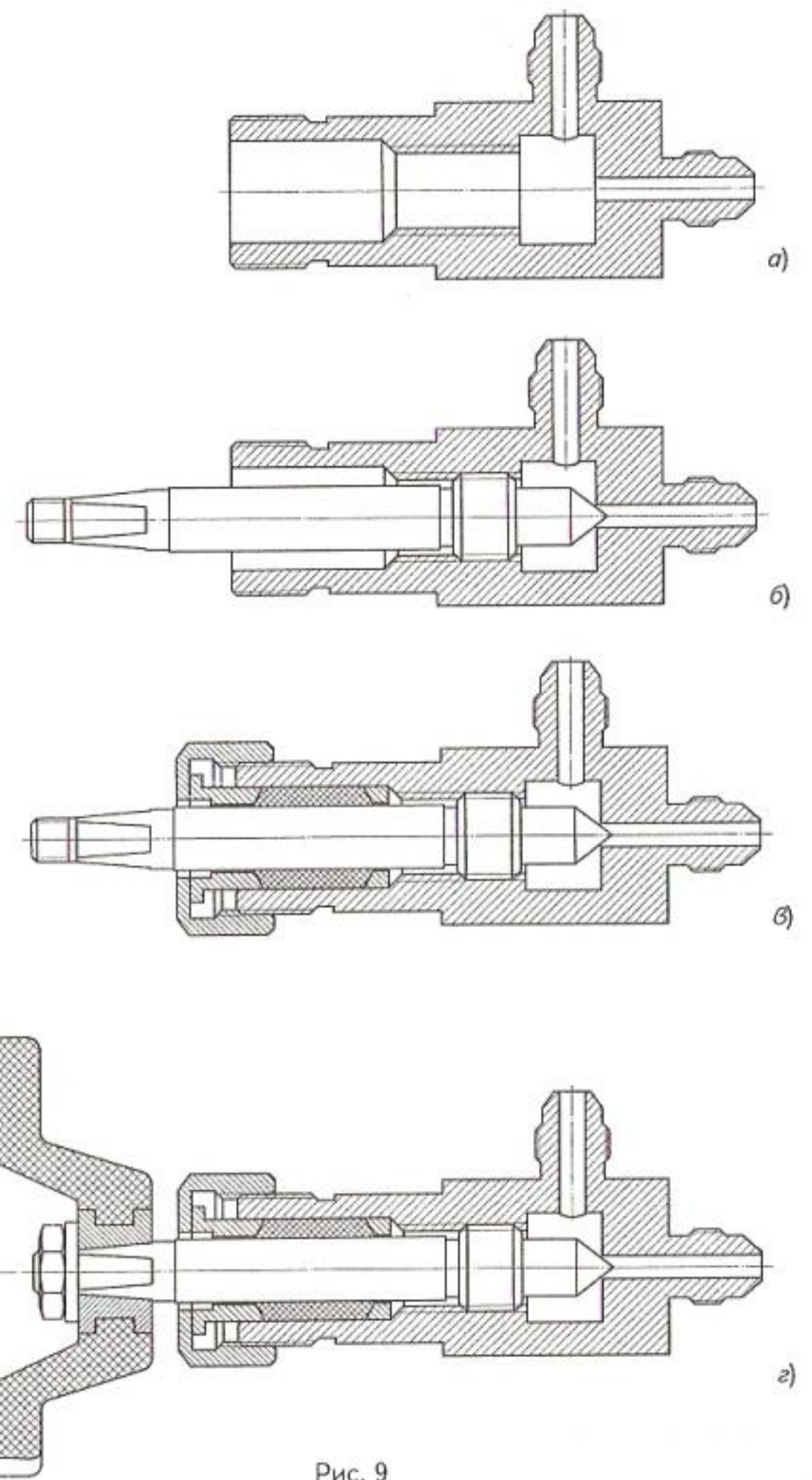


Рис. 9



определить содержание этих изображений (виды, разрезы).

Вычерчивание главного изображения начинают с основной детали изделия — корпуса, а затем вычерчивают соединяющиеся с ним составные части, мысленно имитируя процесс сборки изделия. Пример последовательности выполнения изображения на сборочном чертеже иллюстрирует рис. 9.

При выполнении изображений сборочной единицы должны соблюдаться такие условности:

- места соприкосновения смежных деталей изображаются одной линией (т.е. толщина линий не удваивается); зазоры между деталями, если они не обусловлены требованиями конструкции, разрешается не показывать;
- при изображении резьбового соединения двух деталей на всем протяжении их соприкосновения предпочтение отдается линиям охватываемой (ввинчиваемой) детали (см. рис. 10);

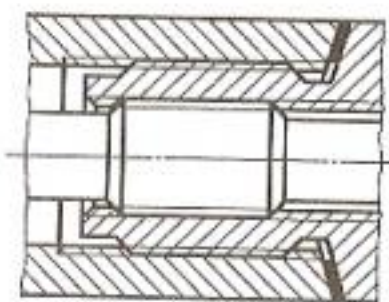


Рис. 10

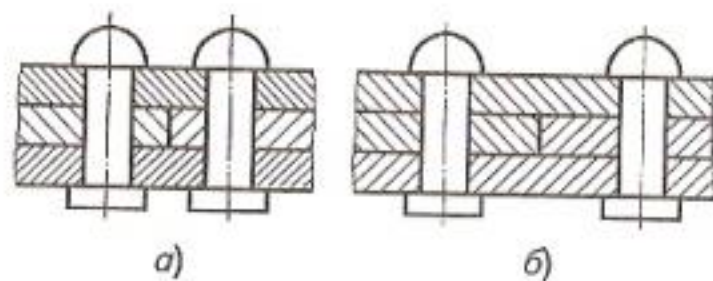


Рис. 11

• при выполнении разрезов смежных деталей следует применять встречную штриховку (если для одной детали наклон линий выполнен вправо, то для другой, смежной, он должен быть выполнен влево); для смежных сечений трех деталей, когда неизбежно совпадение наклона линий штриховки у двух деталей, варьируют расстояние между линиями штриховки (рис. 11, а) или сдвигают эти линии в сечении одной детали по отношению к другой (см. рис. 11, б). Входящие в состав изделия сварные, паяные и клееные сборочные единицы в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая при этом границы между составными частями сборочных единиц сплошными основными линиями (см. об этом [2]);

• согласно ГОСТ 2.305-68 такие детали, как болты, винты, штифты, шпонки, шпильки, непустотелые валы и шпиндели, рукоятки и т.п. при продольном разрезе показывают нерассеченными. Шарики всегда показывают нерассеченными. Как правило, нерассеченными показывают на сборочных чертежах гайки и шайбы;

• при необходимости выделения на чертеже плоских поверхностей в отдельных деталях сборочной единицы на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями.

При выполнении сборочных чертежей изделий, представляющих собой пневмогидроагрегаты (вентили, краны, клапаны), необходимо также соблюдать следующие условности:

- вентили и клапаны изображаются в закрытом состоянии, краны — в открытом;
- уплотнительные (сальниковые) устройства вентиля и кранов, в случае применения в них набивки из мягких материалов (войлок, асбестовый шнур и т.п.), изображают в исходном положении (см. [3], рис. 30). Варианты уплотнительных устройств см. там же.

Перемещающиеся части изделий допускается изображать в крайнем или промежуточном положении (для этого применяется тонкая штрих-пунктирная линия с двумя точками), см. рис. 1.

Сборочный чертеж надо выполнять по эскизам составных частей, не обращаясь к самому изделию. После выполнения изображения необходимо нанести номера позиций (в соответствии со спецификацией), проставить необходимые размеры, заполнить основную надпись.

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными для них в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей, где эти линии заканчиваются точкой. Полки номеров позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения (на расстоянии не менее 30 мм от него) и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. Линии-выноски не должны пересекаться друг с другом, не следует также проводить их параллельно друг другу и линиям штриховки. Они не должны пересекать ось изображения сборочной единицы.

Номера позиций указывают шрифтом размера на один-два номера больше, чем размер шрифта размерных чисел.

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления (рис. 12), а также для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, если затруднено проведение линий-выносок от каждой составной части (рис. 13) Для составной части изделия, представляющей собой сборочную единицу, линия-выноска проводится от одной из деталей, входящих в ее состав (пример см. на рис. 1, поз. 1).

Особое внимание при выполнении сборочных чертежей следует уделить вопросу нанесения размеров.

Размеры, наносимые на сборочных чертежах, можно разделить на две группы:



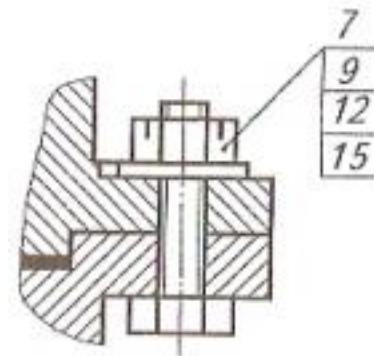


Рис. 12

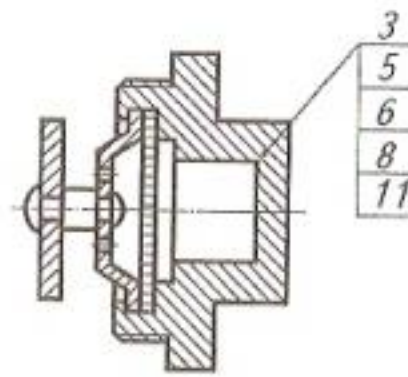


Рис. 13

1. *Исполнительные*, т. е. размеры, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному сборочному чертежу. К ним относятся:

- монтажные размеры, указывающие взаимное расположение деталей в процессе сборки;
- размеры элементов, выполненных в процессе сборки (например, размеры отверстий под штифты, гнезд под установочные винты и т.п.) или после нее (например, путем механической обработки после запрессовки, сварки, пайки, клепки и т.д.);
- размеры, характеризующие эксплуатационные параметры изделия и положение отдельных элементов конструкции (например, ход поршня, рычага, клапана).

2. *Справочные*, т.е. размеры, которые не подлежат выполнению по данному чертежу и указываются для удобства пользования чертежом. К ним относятся:

- габаритные размеры, определяющие предельные очертания изделия;
- установочные и присоединительные размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливается на месте монтажа (например, размеры 28 и 30 на рис. 1) или присоединяется к другому изделию (например, параметры присоединительной резьбы М12х1 на рис 1);
- характерные (директивные) размеры, наносимые конструктором по конструктивным соображениям. К ним относят, например, размеры диаметров каналов (отверстий), по которым проходит рабочее тело, размеры профиля нестандартной резьбы, диаметры штурвалов, маховиков, размеры плеч рычагов и др. Эти размеры присущи обычно чертежам, выполняемым на стадии проектирования, они необходимы для последующей разработки рабочих КД.

Если на сборочном чертеже указываются и исполнительные, и справочные размеры, последние отмечают знаком "\*" (звездочка), а над основной надписью записывают: "\* Размеры для справок". Если на сборочном черте-

же присутствуют только справочные размеры, допускается их не обозначать и не делать поясняющих надписей.

На сборочных чертежах основную надпись выполняют по форме 1 (по ГОСТ 2. 104-68). В обозначении указывают код этого вида документов — СБ.

Перечисленные выше правила выполнения и оформления сборочных чертежей в равной степени относятся как к чертежу изделия в целом, так и к чертежам входящих в него сборочных единиц. Некоторые виды этих единиц рассмотрены в разделе 6.1.

После выполнения сборочного чертежа, его, а также все остальные КД, необходимо сброшюровать, оформив предварительно титульный лист так, как показано на рис. 14. Брошюровать КД рекомендуется в следующем по-

<b>МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ</b> (государственный технический университет)		
Кафедра <u>904</u>		
<i>Инженерная графика</i> <small>(дисциплина)</small>		
№ работы	Работа №5	
Наименование изделия	_____	
№ варианта	_____	
Рабочие КД <small>(два листа)</small>		
Студент	_____	_____
	<small>(подпись)</small>	<small>(дата)</small>
Преподаватель	_____	_____
	<small>(подпись)</small>	<small>(дата)</small>
Москва, 2005 г.		

Рис. 14



рядке: спецификация изделия, а затем в соответствии с ней все документы комплекта.

### 6.1. Выполнение чертежей некоторых видов сборочных единиц

Среди сборочных единиц, встречающихся в изделиях выполняемой работы, весьма распространены маховики, рукоятки и т.п., представляющие собой так называемые армированные изделия. Каждое армированное изделие состоит из арматуры и оформленного в пресс-форме материала-заполнителя. Процесс его изготовления заключается в опрессовке заполнителем (пресс-порошок) арматуры, установленной в пресс-форме. Арматура представляет собой отдельно изготовленную металлическую деталь, на нее выполняется рабочий чертеж. На заполнитель отдельного чертежа не выполняют, а на сборочном чертеже полностью отображают форму готового изделия и задают ее размеры. Необходимо также указать шероховатость поверхностей заполнителя, по которой определяется качество формообразующих поверхностей пресс-формы\*. Пример чертежа армированного изделия (маховик) показан на рис. 8. В этом примере выполнен совмещенный КД — спецификация совмещена со сборочным чертежом изделия. В спецификации в разделе "Материалы" указывается марка заполнителя. На рис. 15 дан чертеж арматуры, в данном случае — это втулка, в конструкции которой следует обратить внимание на такие элементы, как буртик и рифление — с помощью этих элементов арматура прочно удерживается в заполнителе.

Для сборочных единиц, составные части которых соединены с помощью штифтов (цилиндрических и конических), заклепок, установочных винтов все необходимые данные для обработки отверстий под эти изделия (изображения, размеры, шероховатость, координаты расположения и количество) помещают непосредственно на сборочном чертеже (см. рис. 16). На чертежах деталей, которые входят в подобную сборочную единицу, эти отверстия не изображают и никаких данных о них не приводят. Следует обратить внимание, что для конических штифтов на сборочных чертежах приводят только шероховатость поверхностей под штифты (их количество указывают под полкой линии-выноски с номером позиции штифта), см. рис. 17.

Если сборочные единицы изготовлены с применением сварки, пайки, клепки и склеивания, условное обозначение этих соединений выполняется по ГОСТ 2.312-72 и ГОСТ 2.313-72 (см. также [6]). Для клееных и паяных со-

\* По этим данным проектируют оснастку, при помощи которой изготавливают армированное изделие.

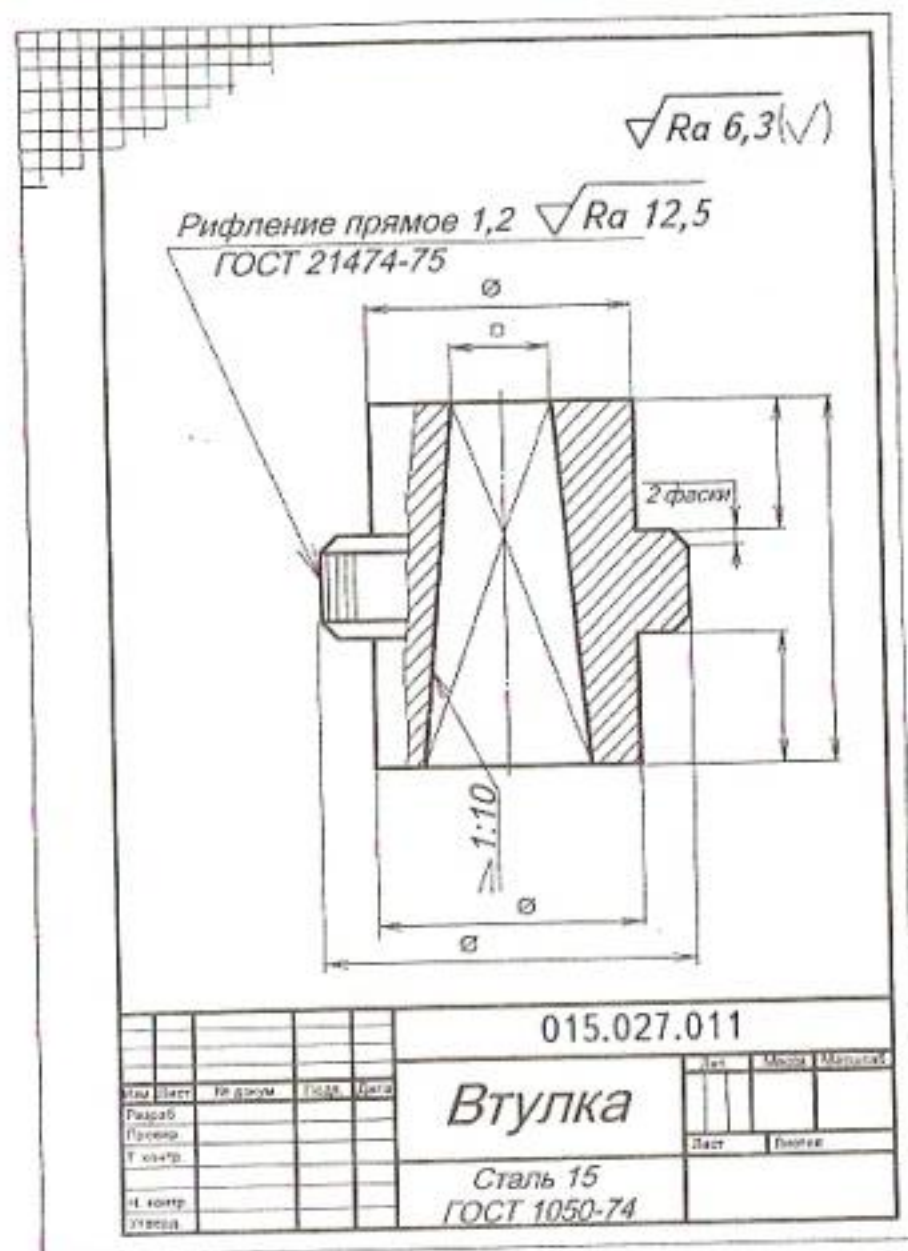


Рис. 15

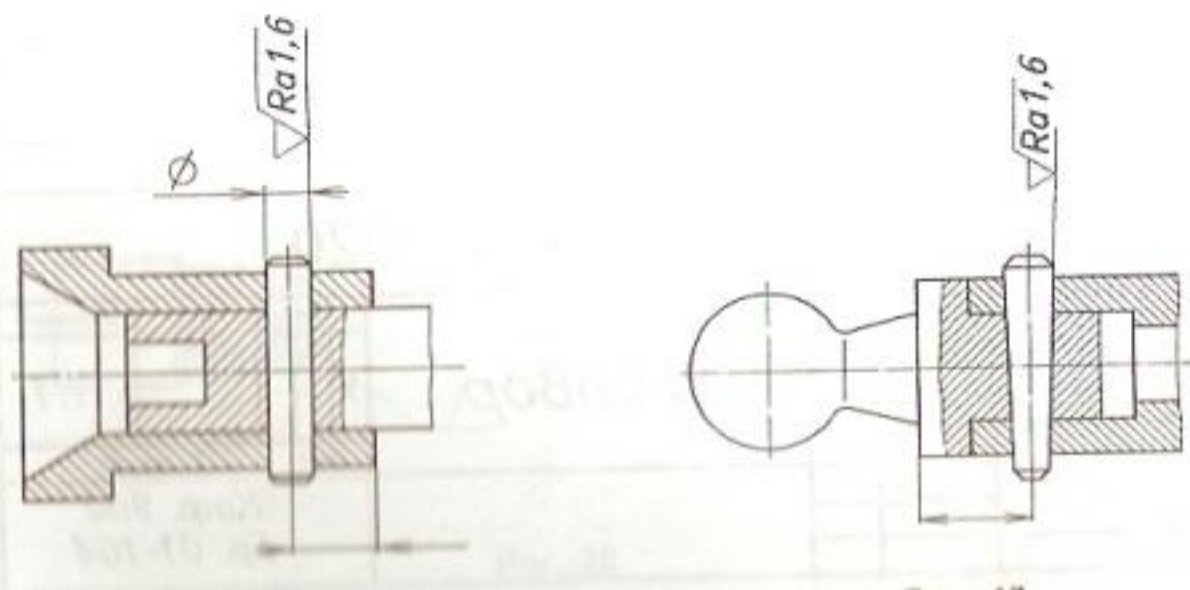


Рис. 16

Рис. 17



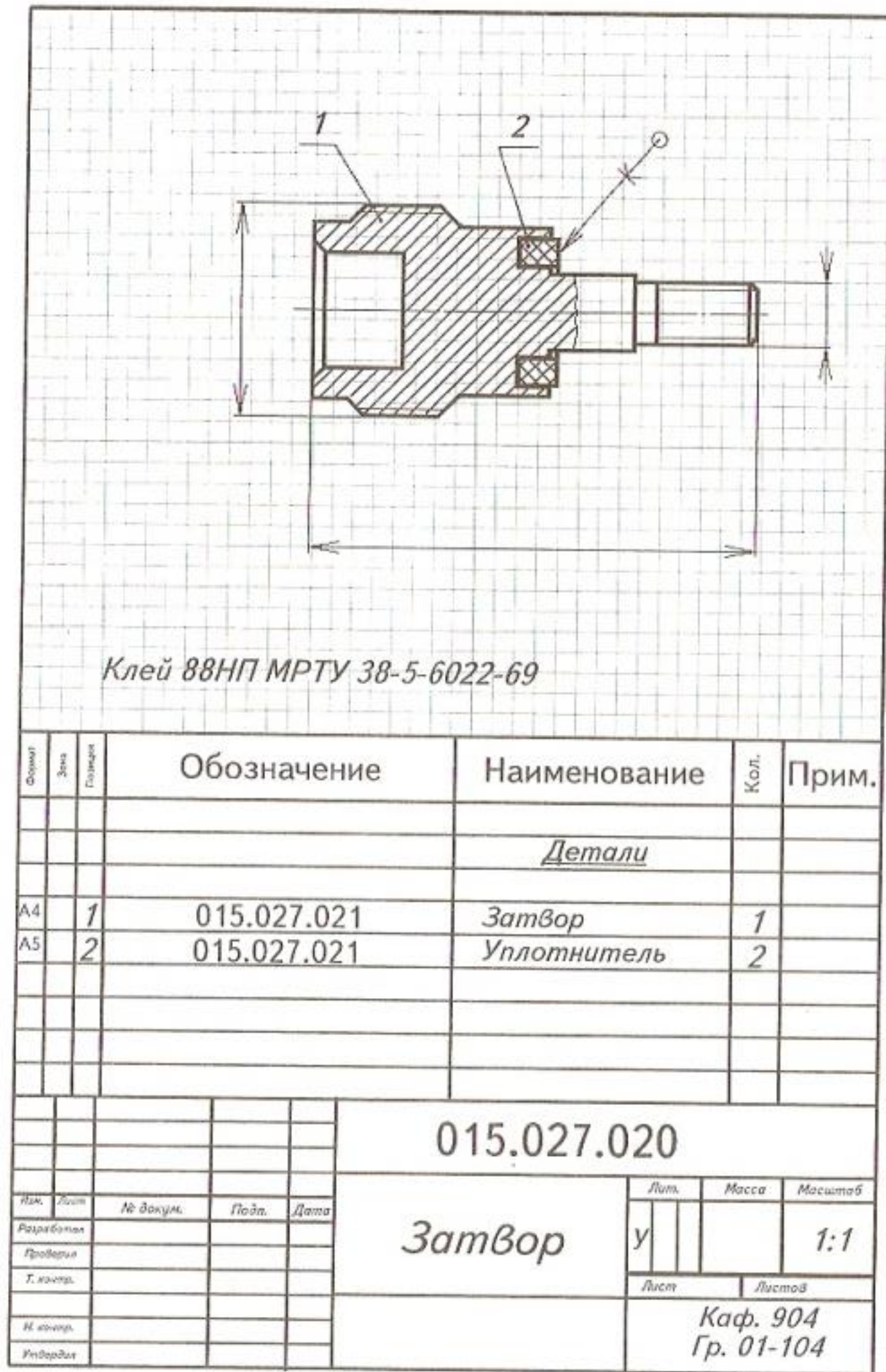


Рис. 18

единений обозначение соединяющего вещества (клея или припоя) указывают в технических требованиях, как это показано на рис. 18.

Среди соединений, применяющихся в сборочных единицах изделия, часто встречаются также обжатие, запрессовка, развальцовка и т.п. На сборочных чертежах таких единиц для указания вида соединения выполняют соответствующие пояснительные надписи, примеры которых приведены на рис. 19.

При выполнении чертежей деталей, элементы которых деформируются в процессе вышеуказанных способов соединений, эти детали должны быть показаны в первоначальном, недеформированном виде, но в их конструкции должна быть учтена предстоящая деформация.

На рис. 20, а показан фрагмент сборочной единицы, соединенной обжатием; деталь поз. 2 до обжатия изображена на рис. 20, б.

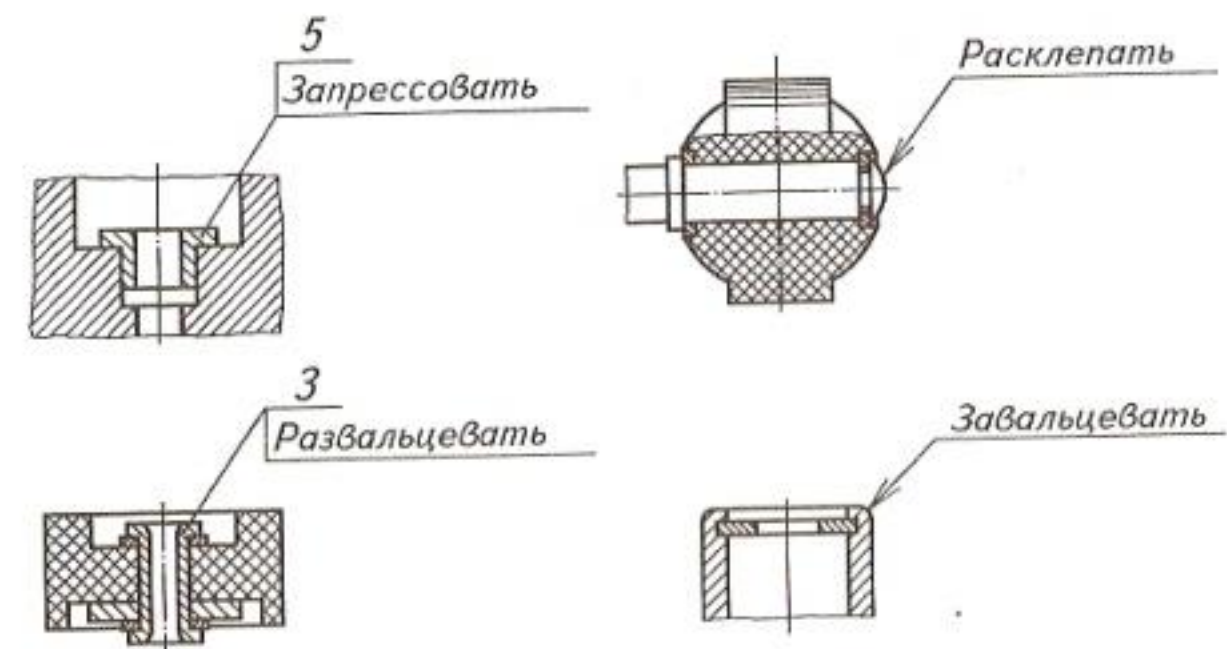


Рис. 19

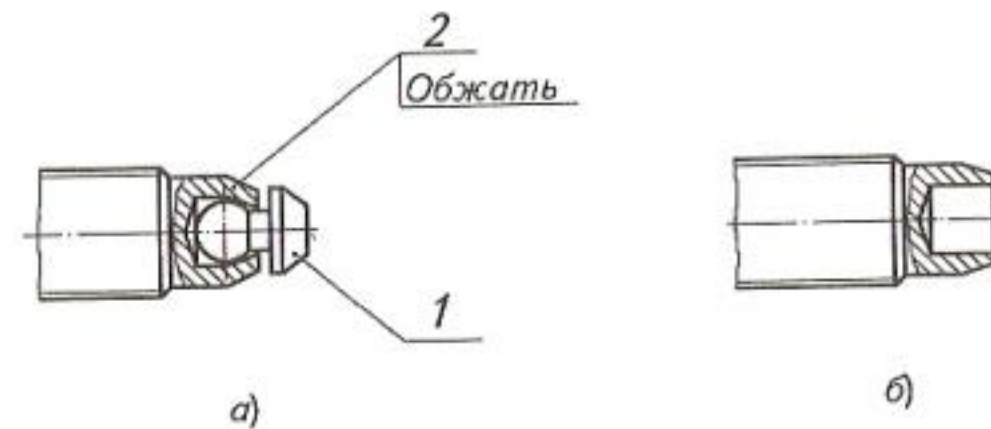


Рис. 20



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. - М.: Высшая школа, 1988 г.
2. Бабулин Н.А., Капустинская З.Н., Невзоров А.И. Составление сборочных чертежей. - М.: Изд-во МАИ, 1975.
3. Кожухова Е.А., Ульянов К.И., Шелухин А.С. Гидравлические и пневматические устройства изделий ЛА: Учебное пособие.- М.: МАИ, 2005.
4. Пшеничнова Н.В. Общие требования к чертежам деталей: Учебное пособие. - М.: Изд-во МАИ, 1995.
5. Кожухова Е.А. Чертежи типовых деталей и их элементов: Учебное пособие. - М.: Изд-во МАИ, 1996.
6. Кожухова Е.А., Пшеничнова Н.В., Титаренко Е.И. Соединения. Методические указания. - М.: Изд-во МАИ, 1992.
7. Методические указания к выполнению и оформлению чертежей изделий ЛА. - М.: Изд-во МАИ, 1992.
8. ЕСКД. Основные положения.
9. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
1. Общие понятия об изделиях и конструкторских документах .....	3
2. Цель и содержание работы .....	6
2.1. Порядок выполнения работы .....	6
3. Схема деления изделия на составные части .....	7
3.1. Обозначение изделия и его составных частей .....	10
4. Выполнение чертежей деталей, входящих в состав изделия .....	12
5. Спецификация .....	13
6. Сборочные чертежи .....	19
6.1. Выполнение чертежей некоторых видов сборочных единиц ..	28
Библиографический список .....	32

Учебное издание

План издания 2006 г., поз. 1

Кожухова Елена Андреевна,  
Ульянов Константин Игоревич

Рабочие конструкторские документы сборочных единиц

Редактор В.В. Бодрышев  
Подготовка оригинал-макета В. В. Бодрышев  
Сдано в набор 20. 01. 2006. Подписано в печать 15. 02. 2006.  
Бумага офсетная. Формат 60×84 1/16. Гарнитура Times.  
Печ. л. 2,0. Уч.-изд.л. 2.25. Тираж 500 экз. Заказ 12  
Отпечатано в типографии ИД «ИНФОРМИЗДАТ»  
Адрес: Москва, ул. Судостроительная, д. 3, тел. (095) 542-03-68