

## Оглавление

Введение.....	2
1. Виды соединений .....	2
2. Разъемные соединения.....	4
2.1. Резьбовое соединение .....	4
2.1.1. Резьба .....	5
2.1.2. Основные элементы и параметры резьбы .....	8
2.1.3. Изображение резьбы.....	12
2.1.4. Нанесение размеров и обозначений резьбы.....	15
2.1.5. Элементы резьбы, определяемые технологией ее изготовления .....	17
2.1.6. Стандартные резьбы и их обозначение .....	22
2.1.7. Стандартные крепежные детали .....	32
2.1.8. Условные обозначения стандартных крепежных деталей.....	40
2.1.9. Изображение соединений стандартными крепежными деталями .....	44
2.1.10. Упрощенные изображения крепежных деталей в соединениях.....	48
2.1.11. Трубное соединение .....	56
2.2. Шлицевое соединение .....	56
2.2.1. Соединения шлицевые прямобочные по ГОСТ 1139–80.....	57
2.2.2. Условные изображения шлицевых соединений по ГОСТ 2.409–74.....	58
2.2.3. Условное обозначение шлицевого соединения .....	60
3. Неразъемные соединения .....	62
3.1. Сварные соединения .....	62
3.1.1. Изображение швов сварных соединений по ГОСТ 2.312–72.....	63
3.1.2. Обозначение швов сварных соединений по ГОСТ 2.312–72.....	64
3.2. Паяные и клееные соединения.....	66
3.2.1. Изображения и обозначения паяных и клееных соединений.....	66
Список литературы .....	70

## Введение

Одна из задач курса инженерной графики – научить студента составлять и читать чертежи сборочных единиц – предопределяет изучение различных видов соединений.

Пособие знакомит студентов с видами соединений, особенностями их конструкций, стандартными элементами соединений; при этом основное внимание уделено изображению соединений и их элементов. В пособии рассмотрены распространенные в технике соединения, изображения которых имеют условности, регламентированные стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

### 1. Виды соединений

*Соединение* – сопряжение составных частей изделия, определяемое заданными в конструкторской документации их относительным положением и видом связи между ними, лишаящей эти части определенного числа степеней свободы (ГОСТ 23887–79 «Сборка. Термины и определения»). Виды соединений представлены на рис. 1.

Соединения по сохранению целостности при разборке делятся на разъемные и неразъемные. Разъемное соединение – соединение, разборка которого происходит без нарушения целостности составных частей изделия. Неразъемное соединение – соединение, при разборке которого нарушается целостность составных частей изделия. По возможности относительного перемещения соединения делятся на подвижные и неподвижные. Подвижное соединение – соединение, в котором имеется возможность относительного перемещения составных частей изделия. Неподвижное соединение – соединение, в котором отсутствует возможность относительного перемещения составных частей изделия.

Соединения делятся по форме сопрягаемых поверхностей на плоское (сопрягаемые поверхности составных частей изделия имеют форму плоскости), цилиндрическое (сопрягаемые поверхности составных частей изделия имеют форму цилиндра), коническое (сопрягаемые поверхности составных частей изделия имеют форму конуса), сферическое (сопрягаемые поверхности составных частей изделия имеют форму сферы), винтовое (сопрягаемые поверхности составных частей изделия являются винтовыми), профильное (сопрягаемые поверхности составных частей изделия имеют форму определенного профиля).

### [Оглавление](#)

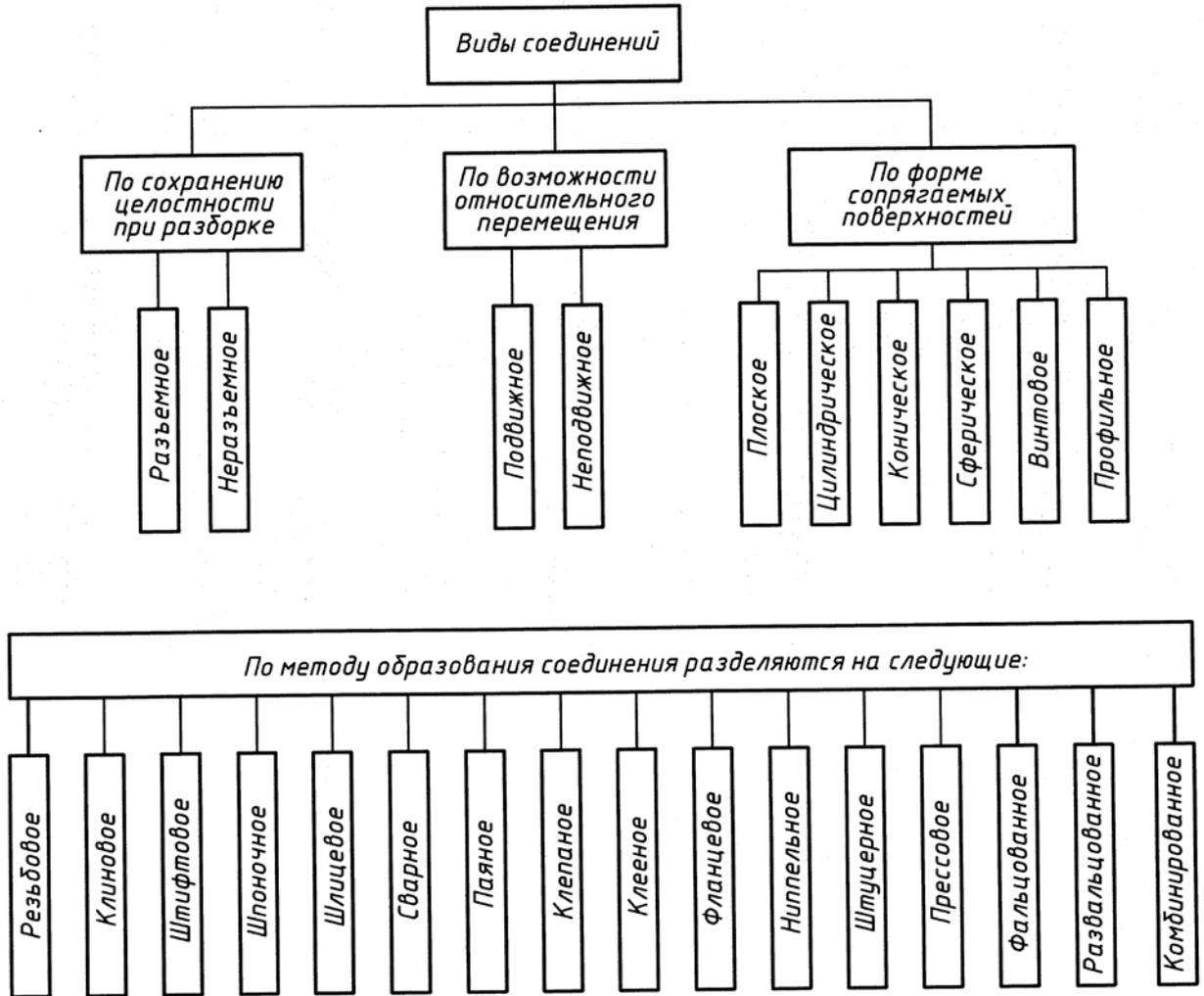


Рис. 1

По методу образования соединения делятся на:

- 1) резьбовое – соединение составных частей изделия с помощью деталей, имеющих резьбу;
- 2) клиновое – соединение составных частей изделия с помощью детали, имеющей форму клина;
- 3) штифтовое – соединение составных частей изделия с применением штифта;
- 4) шпоночное – соединение составных частей изделия с применением шпонки;
- 5) шлицевое – соединение составных частей изделия с применением пазов и выступов;

### [Оглавление](#)

6) сварное – соединение составных частей изделия посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве и (или) пластическом деформировании;

7) паяное – соединение составных частей изделия с нагревом ниже температуры их автономного расплавления путем смачивания, растекания и заполнения зазора между ними расплавленным припоем и сцепления материалов при кристаллизации шва;

8) клепаное – соединение составных частей изделия с применением заклепок;

9) клееное – соединение составных частей изделия с применением клея;

10) фланцевое – соединение составных частей изделия с применением фланцев;

11) ниппельное – соединение составных частей изделия с применением ниппеля;

12) штуцерное – соединение составных частей изделия с применением штуцера;

13) прессовое – соединение составных частей изделия с гарантированным натягом вследствие того, что размер охватываемой детали больше соответствующего размера охватывающей детали;

14) фальцованное – соединение составных частей изделия с применением совместного загибания кромок у них;

15) развальцованное – соединение составных частей изделия с применением расширения охватываемой или сжатия охватывающей деталей;

16) комбинированное – соединение составных частей изделия с применением нескольких методов их образования (например, резьбопаяное, резьбоклинное).

Наименования видов соединений по нескольким признакам образуют сочетанием терминов, например: «Разъемное неподвижное соединение», «Разъемное неподвижное фланцевое соединение».

## **2. Разъемные соединения**

### **2.1. Резьбовое соединение**

*Резьбовое соединение* – соединение двух деталей с помощью резьбы, в котором одна из деталей имеет наружную резьбу, а другая – внутреннюю (ГОСТ 11708–82 «Резьба. Термины и определения»).

### [Оглавление](#)

### 2.1.1. Резьба

#### Термины и определения основных понятий

В основе образования резьбы лежит винтовое движение некоторой фигуры, состоящее из равномерного поступательного и вращательного движений относительно прямой, называемой осью винтового движения [2].

ГОСТ 11708–82 устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения основных понятий в области цилиндрической и конической резьб.

Ниже приведены некоторые термины и определения.

*Винтовая линия резьбы* – линия, образованная на боковой поверхности реального или воображаемого прямого кругового цилиндра *A* (рис. 2а) или прямого кругового конуса *B* (рис. 2б) точкой, перемещающейся таким образом, что отношение между ее осевым перемещением  $a$  и соответствующим угловым перемещением  $\varepsilon$  постоянно, но не равно нулю или бесконечности.

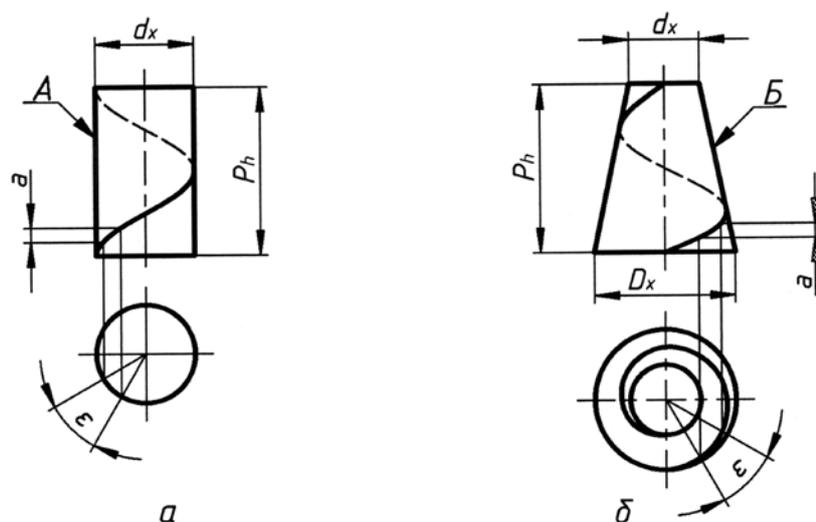


Рис. 2

*Винтовая поверхность резьбы* – поверхность, образованная кривой, лежащей в одной плоскости с осью и перемещающейся относительно оси таким образом, что каждая точка кривой движется по винтовой линии резьбы, и все возможные винтовые линии от точек кривой имеют одинаковые параметры  $a$  и  $\varepsilon$  (рис. 3, где 1-2-3-4-5 – плоская ломаная линия образует винтовую поверхность резьбы).

#### [Оглавление](#)

*Выступ резьбы* – выступающая часть материала детали, ограниченная винтовой поверхностью резьбы (рис. 4).

*Канавка резьбы* – пространство, заключенное между выступами резьбы (см. рис. 4).

*Резьба* – один или несколько равномерно расположенных выступов резьбы постоянного сечения, образованных на боковой поверхности прямого кругового цилиндра или прямого кругового конуса.

Резьба, образованная на боковой поверхности прямого кругового цилиндра, называется *цилиндрической*. Резьба, образованная на поверхности прямого кругового конуса, называется *конической* резьбой (см. рис. 4).

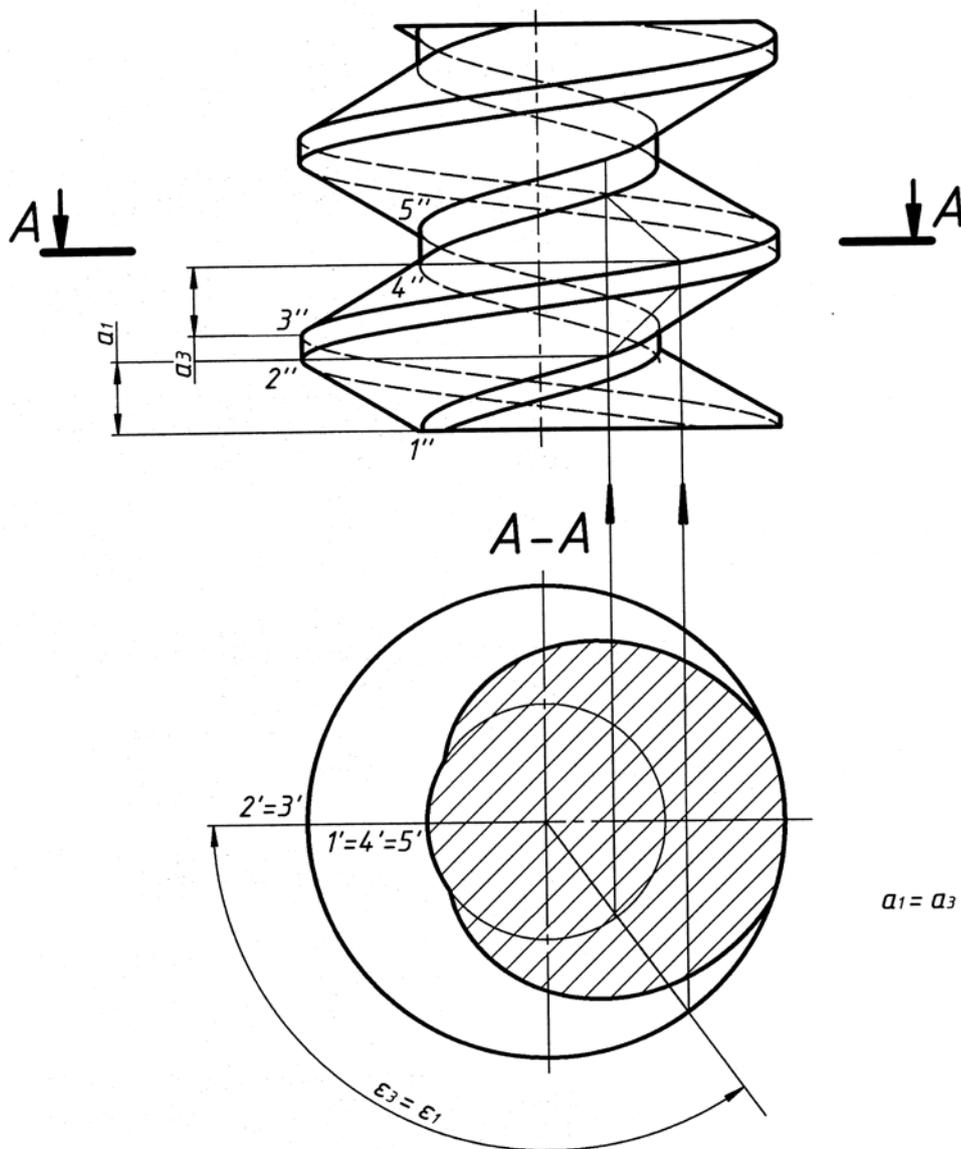


Рис. 3

[Оглавление](#)

*Виток резьбы* – часть выступа резьбы, соответствующая одному полному обороту точек винтовой поверхности резьбы относительно оси резьбы.

*Наружная резьба* (рис. 4, а, в) образована на наружной прямой круговой цилиндрической (конической) поверхности.

*Внутренняя резьба* (рис. 4, б, г) образована на внутренней прямой круговой цилиндрической (конической) поверхности.

*Заход резьбы* – начало выступа резьбы (рис. 5).

*Однозаходная резьба* образована одним выступом резьбы (рис. 3), *многозаходная* образована двумя (рис. 5) или более выступами с равномерно расположенными заходами.

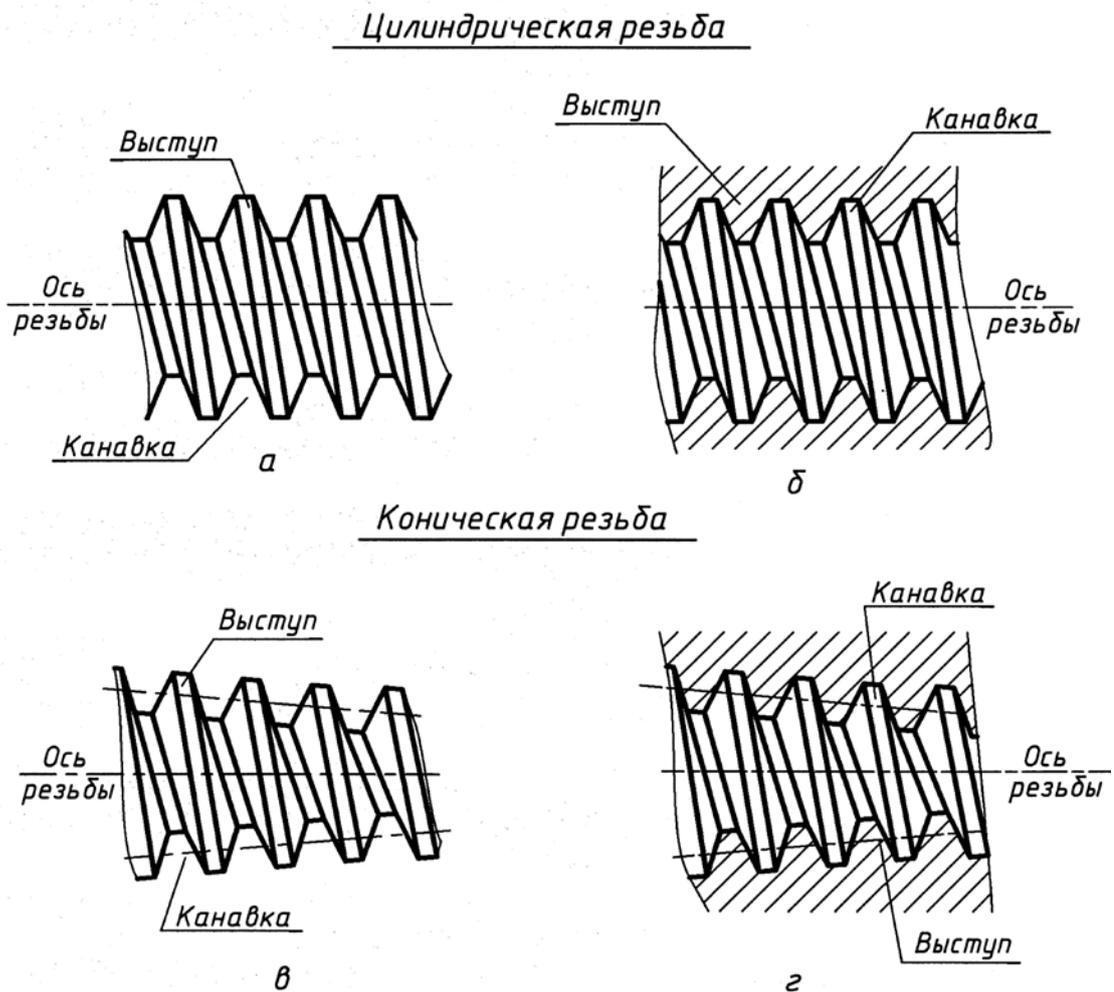


Рис. 4

*Правая резьба* – резьба, у которой выступ, вращаясь по часовой стрелке, удаляется вдоль оси от наблюдателя. *Левая резьба (LH)* – резьба, у которой выступ, вращаясь против часовой стрелки, удаляется от наблюдателя.

*Цилиндрическое резьбовое соединение* – резьбовое соединение деталей, имеющих цилиндрическую резьбу.

*Коническое резьбовое соединение* – резьбовое соединение деталей, имеющих коническую резьбу.

*Цилиндроконическое резьбовое соединение* – резьбовое соединение детали, имеющей внутреннюю цилиндрическую резьбу, с деталью, имеющей наружную коническую резьбу.

*Винтовая пара* – цилиндрическое резьбовое соединение, предназначенное для преобразования вращательного движения в осевое перемещение.

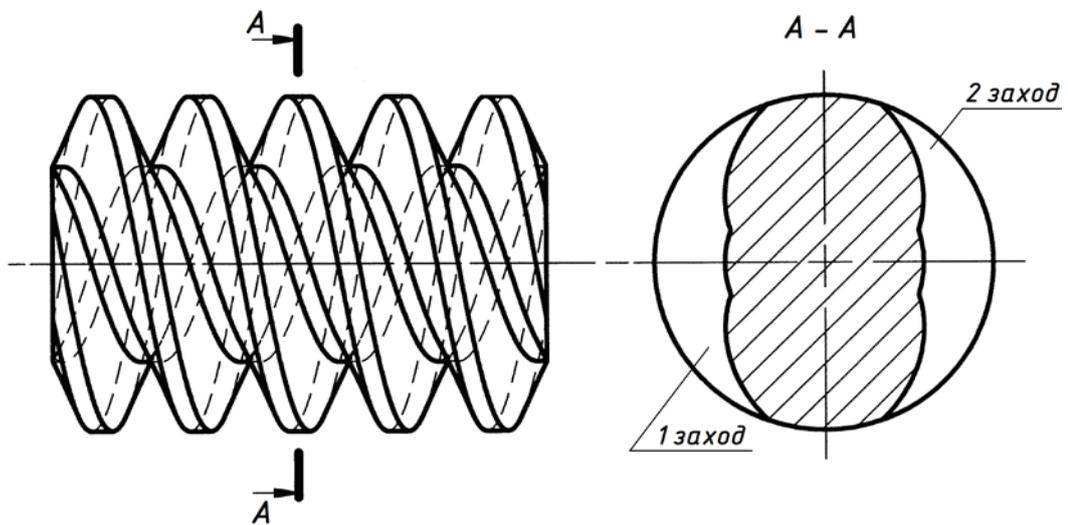


Рис. 5

### 2.1.2. Основные элементы и параметры резьбы

*Ось резьбы* – ось, относительно которой образована винтовая поверхность резьбы (см. рис. 3, 4).

*Профиль резьбы* – профиль выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения резьбы (рис.6). Все показанные на рис. 6 элементы резьбы определены в стандарте ГОСТ 11708–82.

*Боковая сторона резьбы* – часть винтовой поверхности резьбы, расположенная между вершиной и впадиной резьбы и имеющая в плоскости осевого сечения прямолинейный профиль (см. рис. 6).

*Вершина резьбы* – часть винтовой поверхности резьбы, соединяющая смежные боковые стороны резьбы по верху ее выступа (см. рис. 6).

*Впадина резьбы* – часть винтовой поверхности резьбы, соединяющая смежные боковые стороны резьбы по дну ее канавки (см. рис. 6).

*Угол профиля резьбы ( $\alpha$ )* – угол между смежными боковыми сторонами резьбы в плоскости осевого сечения (см. рис. 6).

*Наружный диаметр* цилиндрической резьбы ( $D, d, D_4$ ) – диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, описанного вокруг вершин наружной или впадин внутренней цилиндрической резьбы (рис. 7).

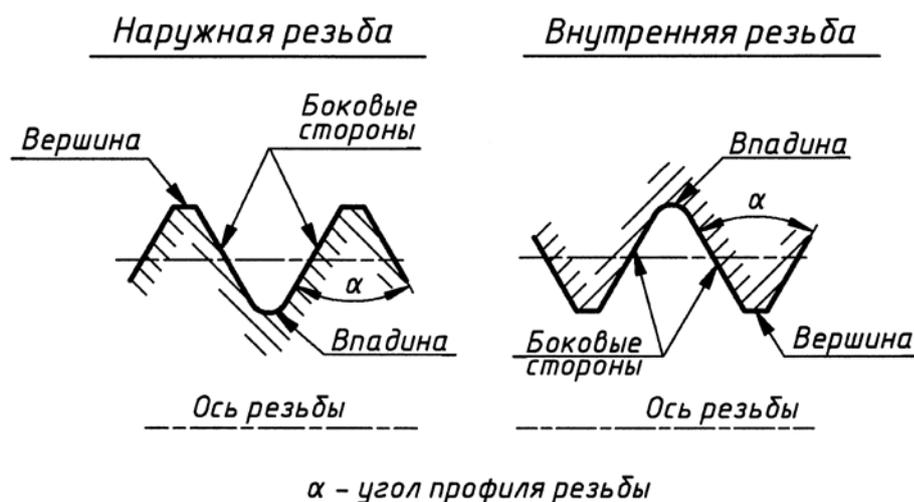


Рис. 6

*Внутренний диаметр* цилиндрической резьбы ( $d_1, d_3, D_1$ ) – диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, вписанного во впадины наружной или вершины внутренней цилиндрической резьбы (рис.7).

*Средний диаметр* цилиндрической резьбы ( $d_2, D_2$ ) – диаметр воображаемого, соосного с резьбой прямого кругового цилиндра, каждая образующая которого пересекает профиль резьбы таким образом, что ее отрезки, образованные при пересечении с канавкой, равны половине номинального шага резьбы (рис.7).

## [Оглавление](#)

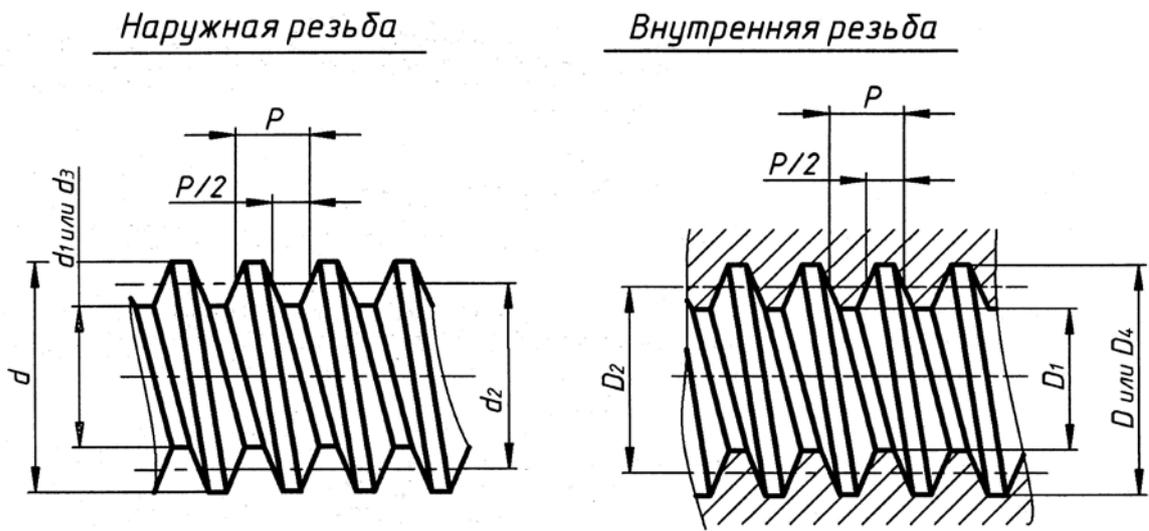


Рис. 7

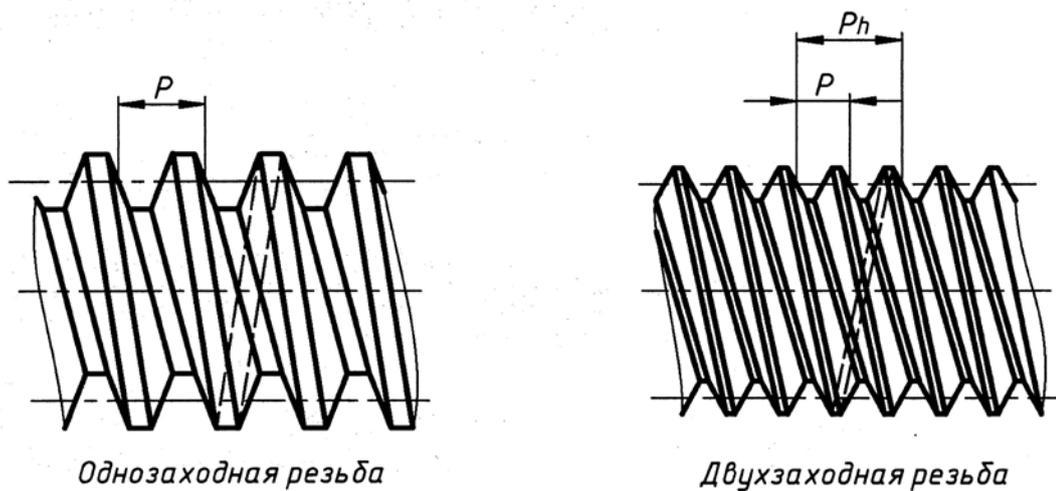


Рис. 8

*Номинальный диаметр* резьбы – диаметр, условно характеризующий размеры резьбы и используемый при ее обозначении.

*Шаг* резьбы ( $P$ ) – расстояние по линии, параллельной оси резьбы между средними точками ближайших одноименных боковых сторон профиля резьбы, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы (рис. 7, 8).

*Ход* резьбы ( $Ph$ ) – расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между любой исходной средней точкой на боковой стороне профиля резьбы и средней точкой,

### [Оглавление](#)

полученной при перемещении исходной средней точки по винтовой линии на угол  $360^{\circ}$  (см. рис. 8).

*Высота профиля* резьбы ( $h_3, H_4$ ) – расстояние между вершиной и впадиной резьбы в плоскости осевого сечения в направлении, перпендикулярном к оси резьбы (рис. 9).

*Рабочая высота профиля* резьбы ( $H_1$ ) – длина проекции участка взаимного перекрытия профилей сопрягаемых наружной и внутренней резьб на перпендикуляр к оси резьбы (рис. 9).

*Длина резьбы* – длина участка детали, на котором образована резьба, включая сбеги резьбы и фаску (рис. 10).

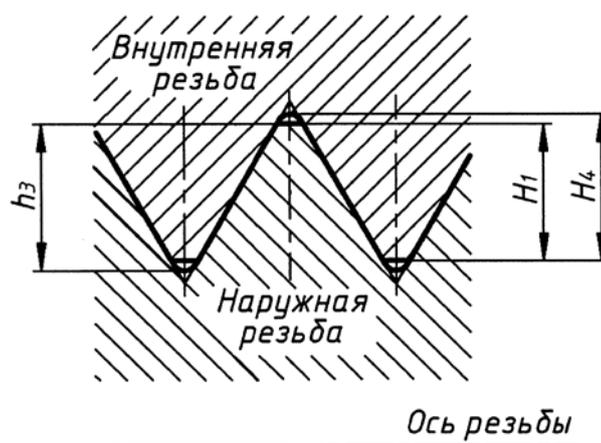


Рис. 9

*Длина резьбы с полным профилем* – длина участка резьбы, на котором вершины и впадины резьбы соответствуют номинальному профилю резьбы и находятся в пределах полей допусков наружного и внутреннего диаметров резьбы (см. рис. 10).

*Длина свинчивания* – длина участка взаимного перекрытия наружной и внутренней резьб в осевом направлении (рис. 11).

## [Оглавление](#)

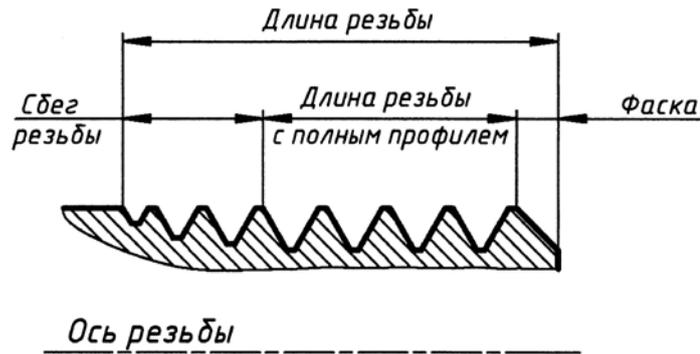


Рис. 10

*Сбег резьбы* – участок в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, на котором резьба имеет неполный профиль (под неполным профилем резьбы понимают профиль резьбы, вершины или впадины которого не соответствуют номинальному профилю резьбы и выходят за поле допуска наружного или внутреннего диаметра резьбы в сторону уменьшения высоты профиля резьбы) (см. рис. 10).

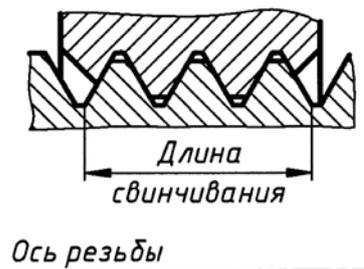


Рис. 11

Можно отметить **основные параметры резьбы**, которые входят в обозначение стандартных резьб: профиль, номинальный диаметр, ход, шаг, направление, точность.

### 2.1.3. Изображение резьбы

ГОСТ 2.311–68 «Изображение резьбы» устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

**Общее правило:** образующие и окружности, соответствующие вершинам выступов резьбы, вычерчивают сплошными основными толстыми линиями. Образующие и

#### [Оглавление](#)

окружности, соответствующие впадинам резьбы, вычерчивают сплошными тонкими линиями.

На изображениях резьбы на стержне, полученных проецированием на плоскость параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $\frac{3}{4}$  окружности, разомкнутую в любом месте.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $\frac{3}{4}$  окружности, разомкнутую в любом месте.

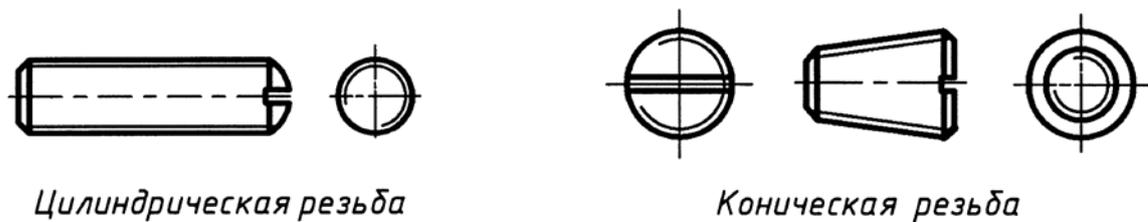


Рис. 12

На рис. 12 изображена резьба на стержне, на рис. 13 – резьба в отверстии. Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

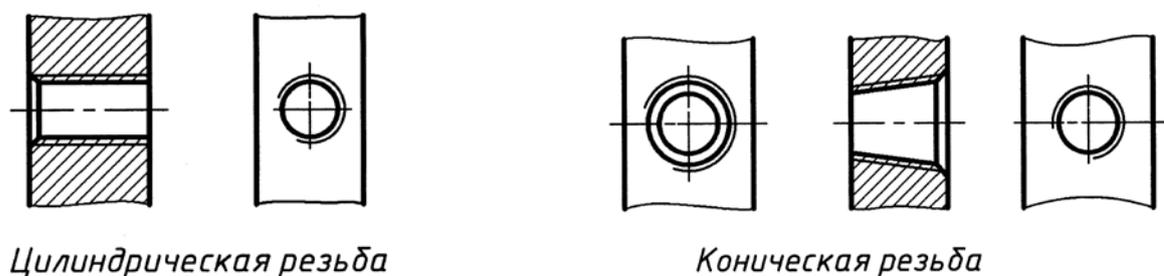


Рис. 13

[Оглавление](#)

Изображение невидимой резьбы показано на рис. 14. Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру.

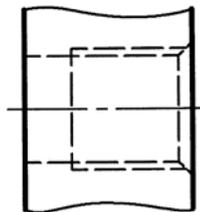


Рис. 14

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбег резьбы). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают основной или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая. Изображение границы резьбы с полным профилем представлено на рис. 15 (на рис. 15, а показана граница резьбы на стержне, 15, б – невидимая граница резьбы, 15, в – граница резьбы в отверстии).

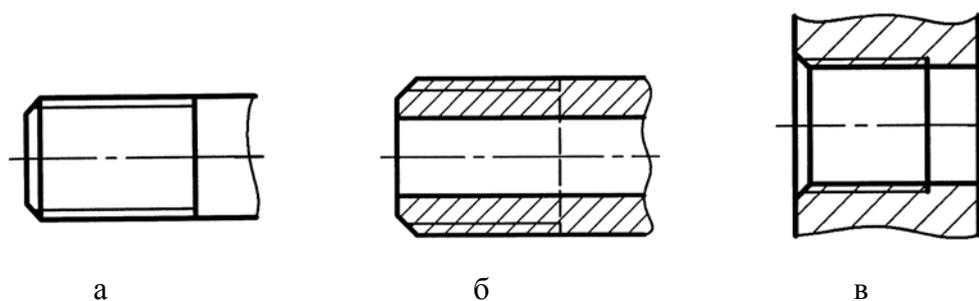


Рис. 15

На разрезах **резьбового соединения** в изображении на плоскости, параллельной оси резьбы, в отверстии показывают только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 16). Это соответствует общему правилу изображения охватываемой и охватывающей деталей: в разрезе изображение охватывающей детали (отверстия с резьбой) закрыто изображением охватываемой детали (стержня с резьбой).

### [Оглавление](#)

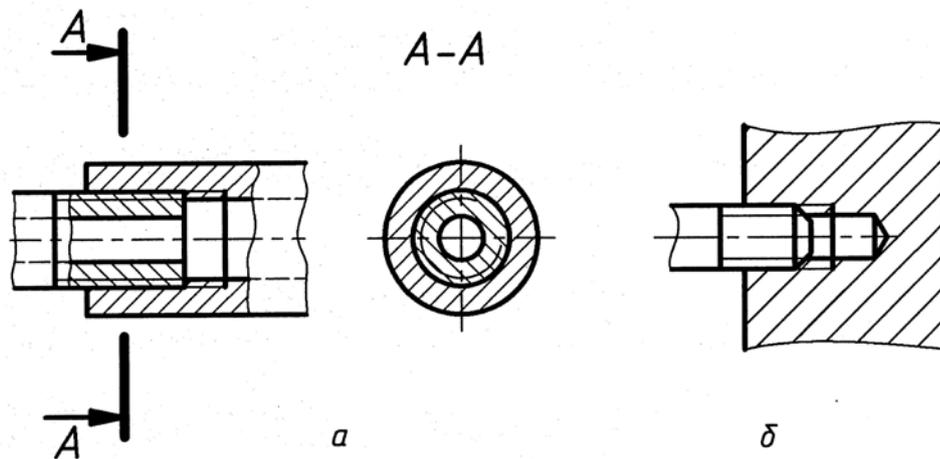


Рис. 16

Изложенные правила относятся к изображению всех резьб – стандартных и нестандартных.

#### 2.1.4. Нанесение размеров и обозначений резьб

Согласно ГОСТ 2.311–68 «Изображение резьбы» обозначения резьб указывают по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб и относят их для всех резьб, кроме конической и трубной цилиндрической, к наружному диаметру, как показано на рис. 17 (наружная резьба), рис. 18 (внутренняя резьба). Обозначение трубной цилиндрической резьбы показано на рис. 19 и конической – на рис. 20; при этом стрелка всегда подводится к контурной линии резьбы.

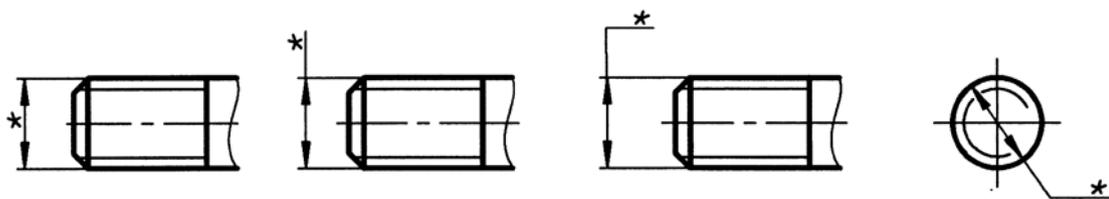


Рис. 17

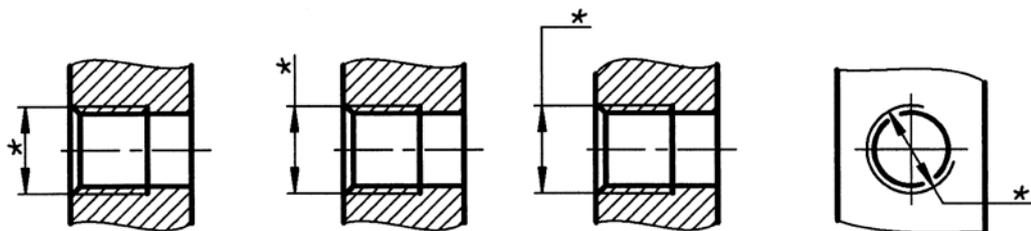


Рис. 18

#### [Оглавление](#)

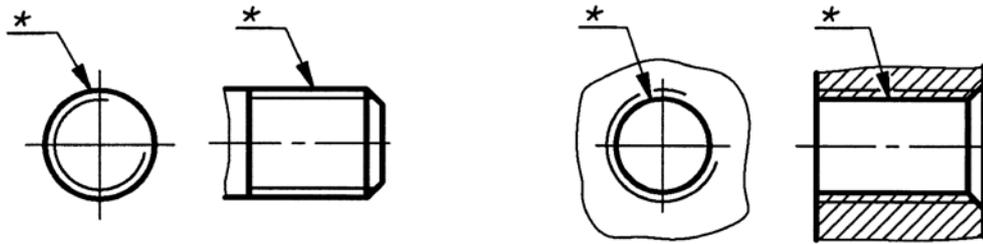


Рис. 19

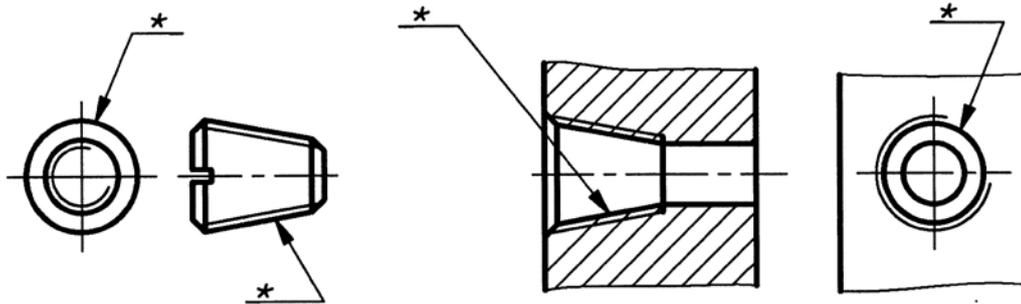


Рис. 20

**Примечание.** Знаком \* отмечены на рисунках места нанесения обозначений резьбы.

*Левая резьба* для всех стандартных резьб обозначается латинскими буквами *LH*, которые записывают в конце обозначения. Что резьба правая, в обозначении резьбы не указывают.

Возможные варианты нанесения размера длины резьбы показаны на рис. 21 (а – д).

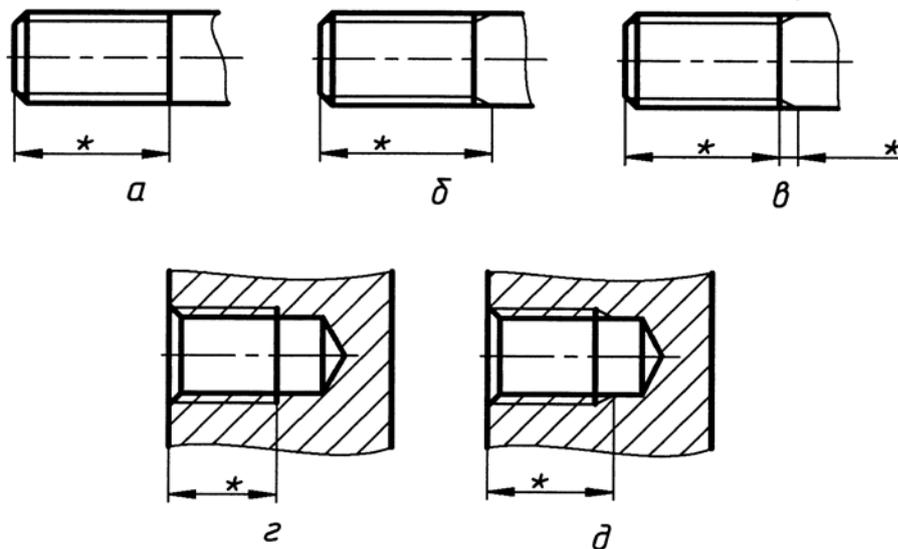


Рис. 21

### [Оглавление](#)

Резьбу с нестандартным профилем показывают одним из способов, изображенных на рис. 22, а, б, в со всеми необходимыми размерами и предельными отклонениями. Кроме размеров и предельных отклонений резьбы, на чертеже указывают дополнительные данные о числе заходов, о левом направлении резьбы и т.п. с добавлением слова «Резьба». Применяется резьба с нестандартным профилем в соединении, где не должно быть самоотвинчивания под действием приложенной нагрузки.

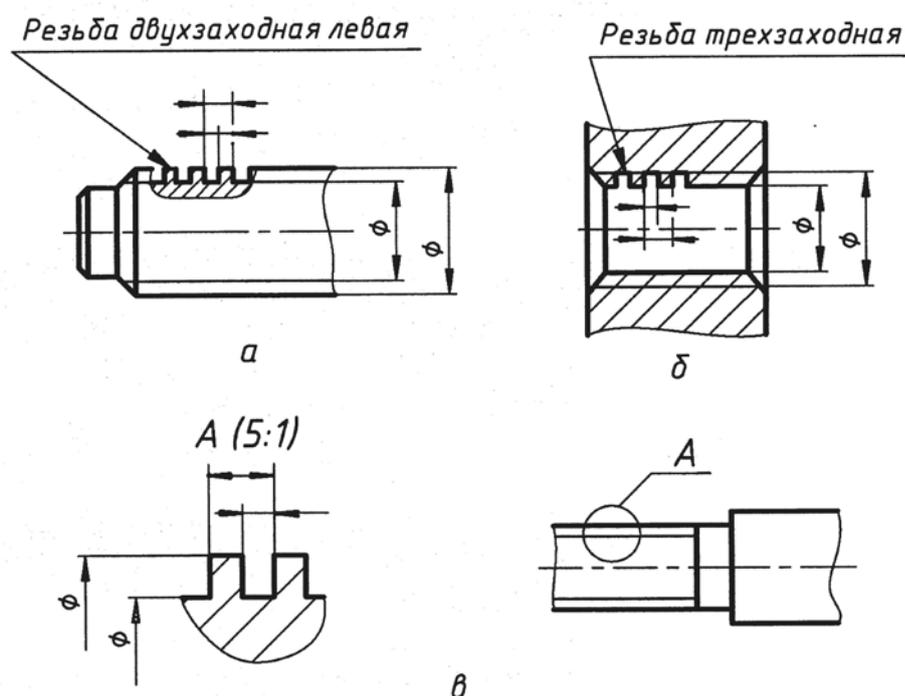


Рис. 22

### 2.1.5. Элементы резьбы, определяемые технологией ее изготовления

Резьбу изготавливают:

- режущим инструментом с удалением слоя материала;
- накаткой путем выдавливания винтовых выступов;
- литьем, прессованием, штамповкой в зависимости от материала (металл, пластмасса, стекло) и других условий.

### [Оглавление](#)

В силу устройства резьбообразующего инструмента (наличие заборного конуса), на детали при переходе от поверхности с резьбой полного профиля к гладкой цилиндрической поверхности образуется участок, на котором резьба имеет неполный профиль, т.е. сбег резьбы  $X$  (рис. 23, а – на стержне; рис. 23, б – в отверстии).



Рис. 23

Если резьбу выполняют до некоторой поверхности, то нельзя доводить инструмент до упора к ней. Этот недовод инструмента и сбег резьбы  $X$  образуют *недорез а* (рис. 24).

Недорез резьбы, которая выполнена до упора, изображают, как показано на рис. 24, а, в и 25, а, в; допустимы варианты, изображенные на рис. 25 б, г.

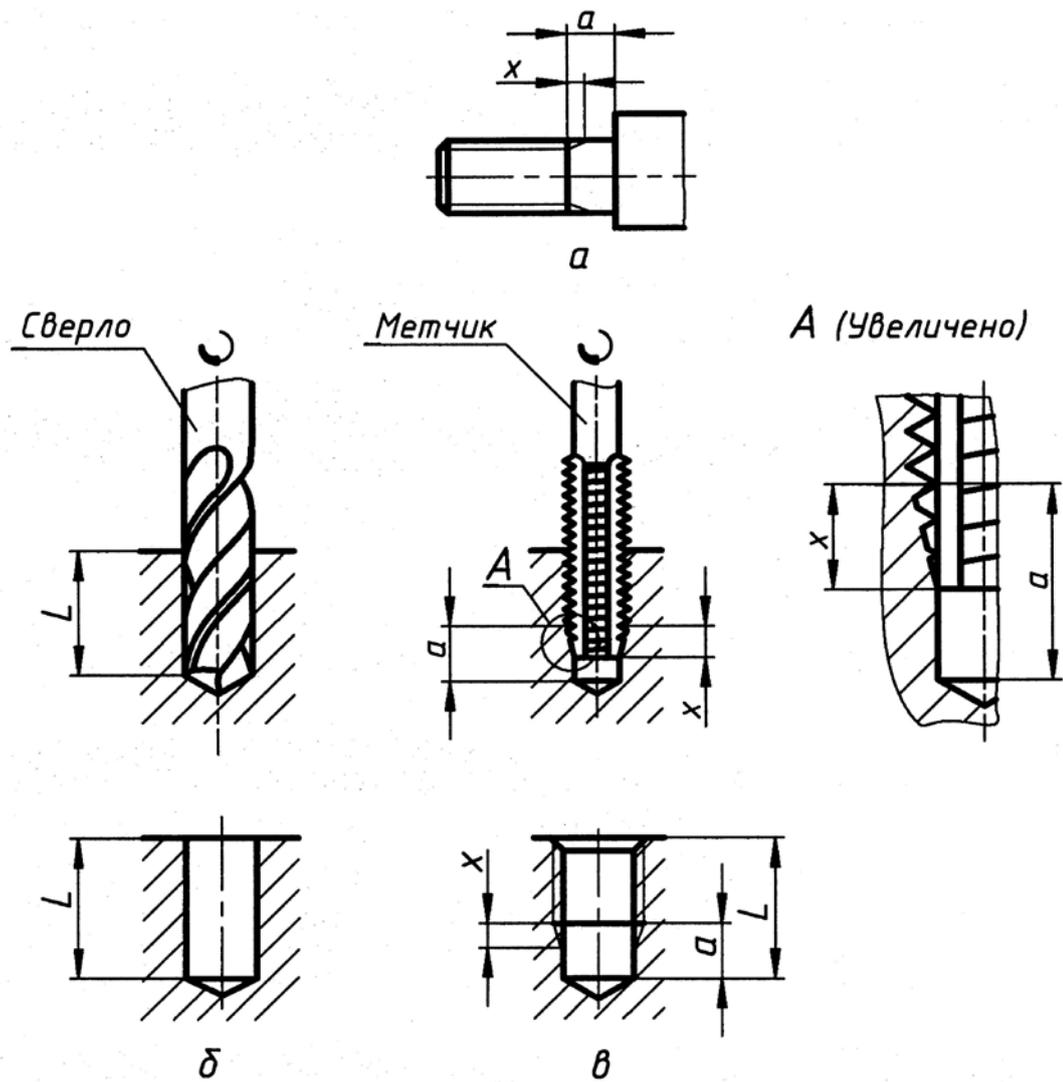


Рис. 24

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого отверстия с резьбой допускается изображать, как показано на рис. 25, д, е, даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы.

[Оглавление](#)

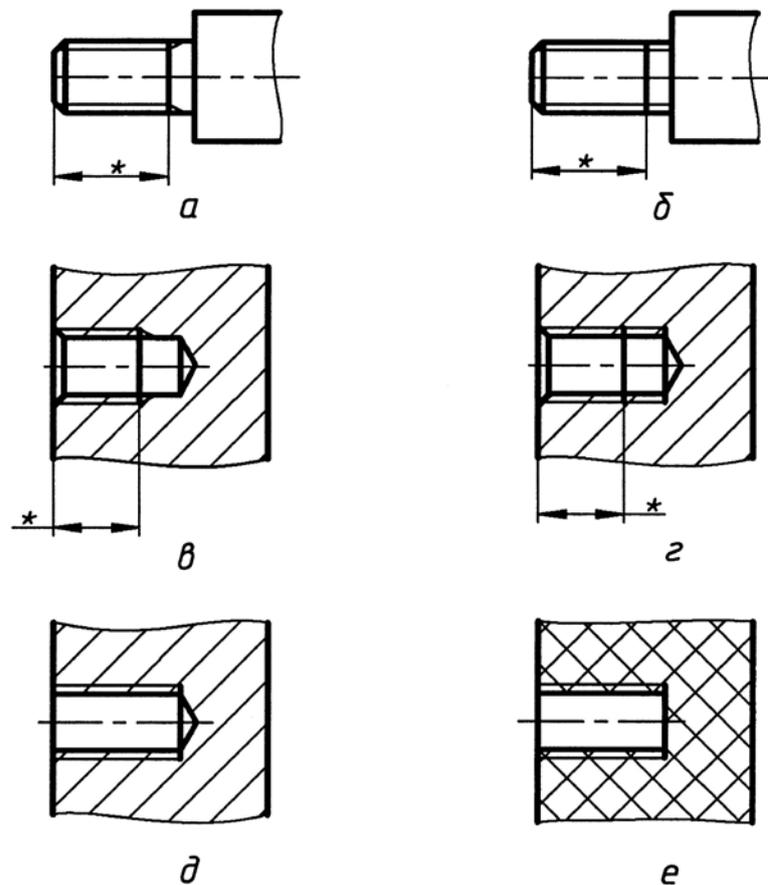


Рис. 25

При необходимости изготовления резьбы полного профиля (без сбега) для выхода резьбообразующего инструмента делают *проточку*, диаметр  $d_f$  которой для наружной резьбы должен быть меньше внутреннего диаметра резьбы (рис. 26, а), а для внутренней резьбы – больше наружного диаметра резьбы (рис. 26, б).

Ширину проточки включают в длину резьбы (см. рис. 26, а, б).

Конструкции и размеры проточек определяются технологическими условиями изготовления резьбы: нарезанием различным резьборезущим инструментом или накатыванием. Основным параметром, от которого зависит размер проточки, является шаг резьбы  $P$ .

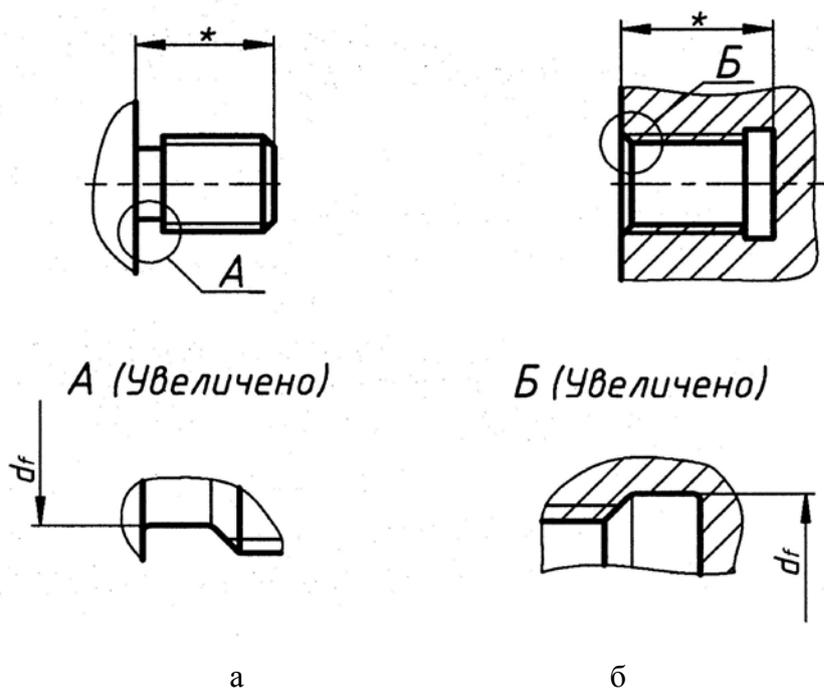


Рис. 26

Коническую фаску на стержне и в отверстии (рис. 27), предохраняющую крайние витки от повреждений и служащую направляющей при соединении деталей с резьбой, выполняют до нарезания резьбы. Фаски на резьбе нужны как для сборки, так и для улучшения условий работы резьбообразующего инструмента.

Фаску делают с углом конуса  $90^\circ \dots 120^\circ$  так, чтобы она перекрывала профиль резьбы по высоте. Катет  $z$  фаски (высота усеченного конуса), в большинстве случаев, принимают равным величине, близкой к шагу резьбы.

Фаски, не имеющие специального конструкторского назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают (см. рис. 12, 13, 27).

Сплошная тонкая линия резьбы должна доходить до конической образующей линии фаски (см. рис. 12, 13, 27).

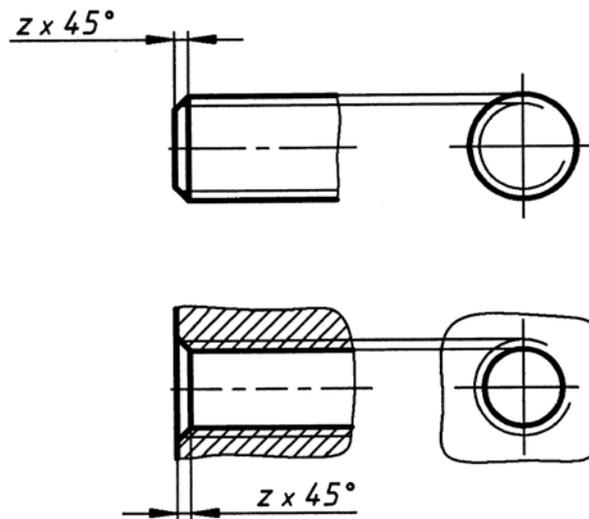


Рис. 27

Стандарт ГОСТ 10549–80 устанавливает размеры сбега резьбы при выходе инструмента или при наличии на инструменте заборной части, размеры недореза при выполнении резьбы в упор, форму и размеры проточек для выхода резьбообразующего инструмента, размеры фасок – для резьбы метрической, трубной цилиндрической, конической дюймовой с углом профиля  $60^\circ$  и трапецеидальной.

Для метрической резьбы допускается применять размеры сбегов, недорезов и проточек по ГОСТ 27148–86.

### 2.1.6. Стандартные резьбы и их обозначение

#### Метрическая резьба

Резьба метрическая наиболее широко используется в технике. Профиль резьбы (рис. 28) установлен ГОСТ 9150–2002, основные размеры (номинальные значения) наружного, среднего и внутреннего диаметров резьбы – ГОСТ 24705–2004, диаметры и шаги – ГОСТ 8724–2002, степень точности, с которой должна быть изготовлена резьба, – ГОСТ 16093–2004.

Для изделий приборостроения диаметры и шаги выбирают по ГОСТ 16967–81 в том случае, когда диаметры и шаги резьб по ГОСТ 8724–2002 не могут удовлетворить функциональным и конструктивным требованиям.

#### [Оглавление](#)

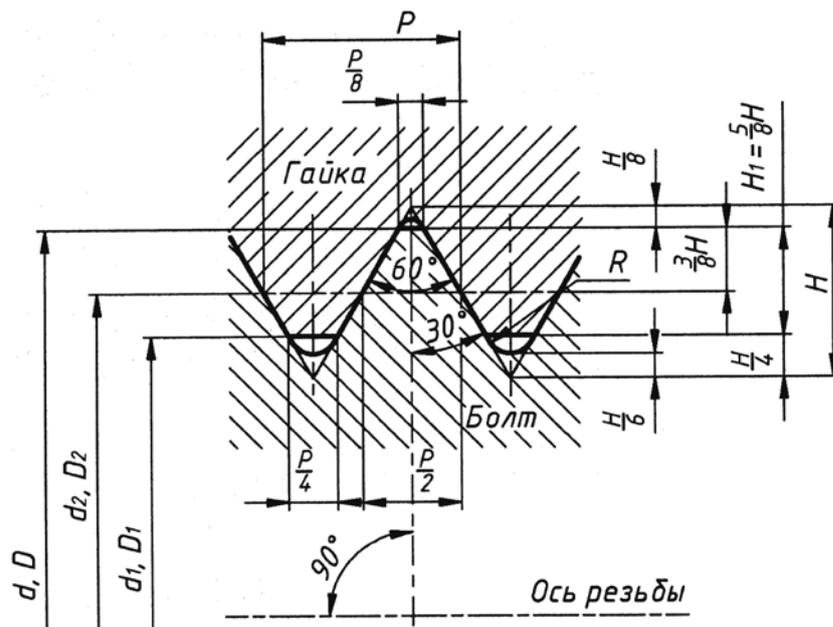


Рис. 28

### Обозначение метрической резьбы по ГОСТ 8724–2002

В условное обозначение метрической резьбы входят: буква *M*, номинальный диаметр резьбы и шаг резьбы, выраженные в миллиметрах и разделенные знаком «х» (рис. 31, 32).

Пример: *M8x1,25*

Крупный шаг в обозначении резьбы может быть опущен (рис. 29, 30).

Пример: *M8*

Условное обозначение левой резьбы должно дополняться буквами *LH* (рис. 33).

Пример *M8x1–LH*

Многозаходная метрическая резьба должна обозначаться буквой *M*, номинальным диаметром резьбы, знаком *x*, буквами *Ph*, значением хода, буквой *P* и значением шага.

Пример условного обозначения двухзаходной резьбы с номинальным диаметром 16 мм, ходом 3 мм, и шагом 1,5 мм:

*M16xPh3P1,5*

То же, для левой резьбы:

*M16x Ph3 P1,5–LH*

Для большей ясности в скобках текстом может быть указано число заходов резьбы:

Пример: *M16xPh3P1,5* (два захода).

### [Оглавление](#)

Полное обозначение резьбы включает обозначение размера и полей допусков резьбы по ГОСТ 9000 или ГОСТ 16093.

Метрическую резьбу выполняют с крупным (единственным для данного диаметра) или мелкими шагами, которых для данного диаметра может быть несколько. Поэтому в обозначении метрической резьбы крупный шаг может быть не указан, а мелкий указывают обязательно.

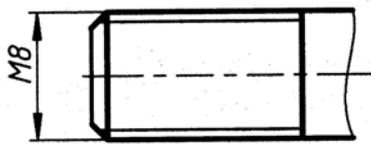


Рис.29

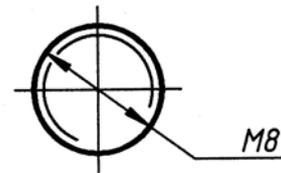


Рис. 30

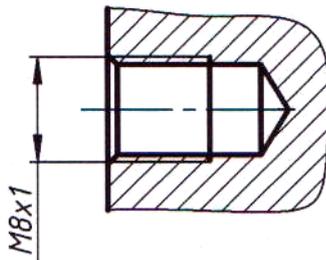


Рис. 31

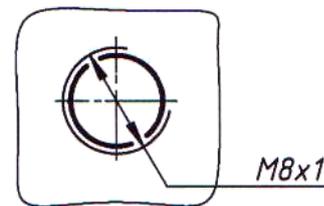


Рис. 32

*Левая резьба*

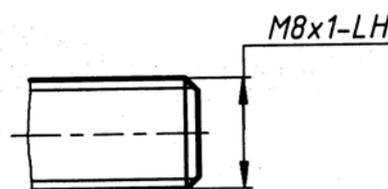


Рис. 33

[Оглавление](#)

**Примечание.** В курсе инженерной графики студенты не наносят полей допусков резьбы. Поэтому здесь и далее обозначение точности резьбы опущено.

### Резьба трубная цилиндрическая

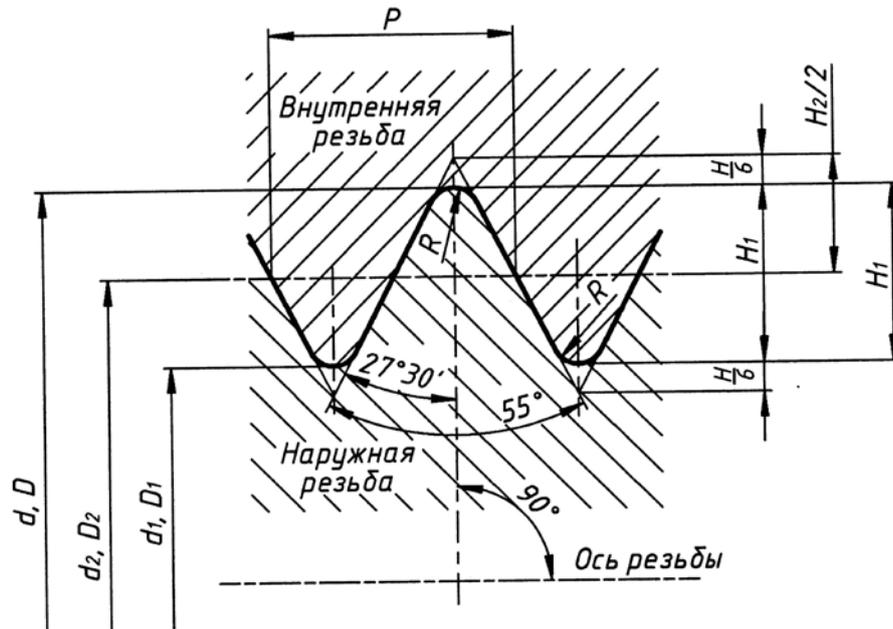


Рис. 34

Резьба трубная цилиндрическая по ГОСТ 6357–81. Применяют на водогазопроводных трубах, частях для их соединения (муфтах, угольниках, крестовинах), трубопроводной арматуре (задвижках, клапанах) и т.д.

Профиль резьбы треугольный с углом  $55^\circ$  (рис. 34). Профиль имеет скругления вершин и впадин, что делает резьбу более герметичной.

В условное обозначение трубной цилиндрической резьбы входит буква *G* и обозначение размера резьбы в дюймах по ГОСТ 6357–81. Например, *G1* – трубная цилиндрическая резьба с номинальным размером 1 дюйм. 1 дюйм = 25,4 мм. Условное обозначение для левой резьбы дополняют буквами *LH*, например: *G1 LH*.

Номинальный размер трубной резьбы, указываемый в ее обозначении, равен величине условного прохода трубы (т.е. номинальному внутреннему диаметру трубы в дюймах), по которому рассчитывают ее пропускную способность. Поэтому обозначение размера трубной резьбы наносят на полке линии-выноски (рис. 35, 36).

### [Оглавление](#)

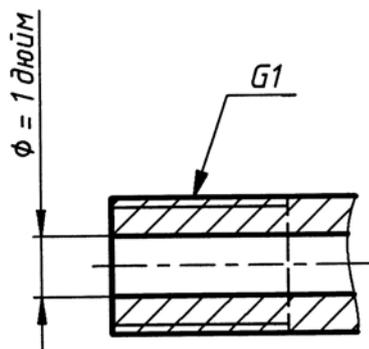


Рис. 35

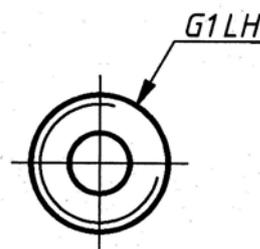


Рис. 36

Наружный диаметр трубной цилиндрической резьбы всегда больше номинального размера (диаметра отверстия трубы); каждому значению номинального размера соответствуют установленные стандартом значения наружного, среднего и внутреннего диаметров трубной цилиндрической резьбы и длина свинчивания. Числовые значения шагов резьбы в мм определяют из соотношения  $P = 25,4/z$ , где  $z$  – число шагов на длине 25,4 мм или число ниток на 1 дюйм длины резьбы.

### Резьба трубная коническая

Резьба трубная коническая по ГОСТ 6211–81. Применяют в соединениях труб при больших давлениях и температуре, когда требуется повышенная герметичность соединения. Профиль скруглен, угол профиля –  $55^\circ$ , конусность 1:16 (рис. 37).

Так как у конической резьбы диаметр непрерывно изменяется, то ее размер относят к сечению в основной плоскости. В этом сечении диаметр конической резьбы равен диаметру трубной цилиндрической резьбы. Положение основной плоскости задано в стандарте и должно быть указано на чертеже.

Трубная коническая наружная резьба обозначается буквой  $R$ , например  $R\frac{1}{2}$ , внутренняя –  $R_C$ , например  $R_C\frac{1}{2}$ , левая –  $R\frac{1}{2} LH$  (рис. 38).

### [Оглавление](#)

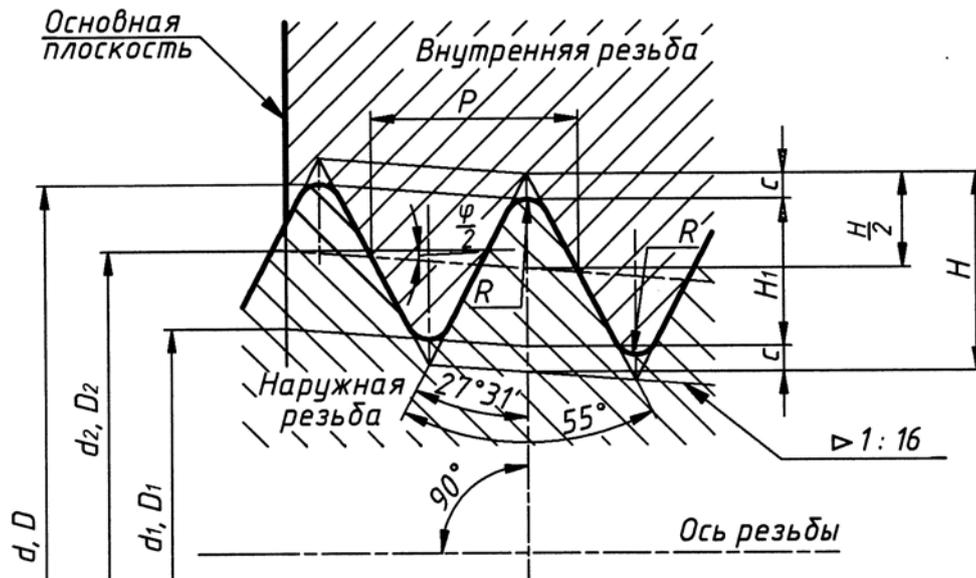


Рис. 37

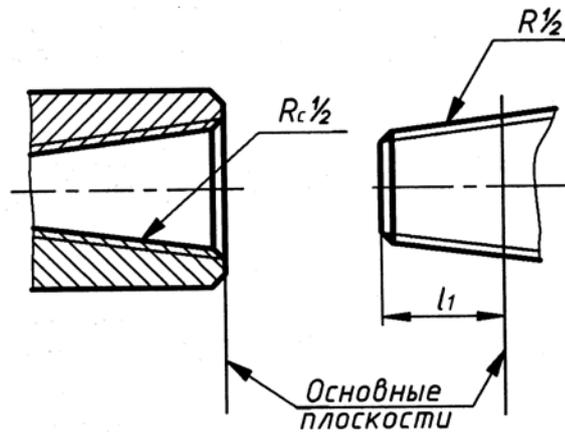


Рис. 38

### Дюймовая резьба

Резьба дюймовая по ОСТ НКТП 1260. Этот ОСТ был отменен с 1 января 1976 года, но в настоящее время восстановлен, так как эту резьбу приходится использовать, в частности при ремонте импортного оборудования.

### [Оглавление](#)

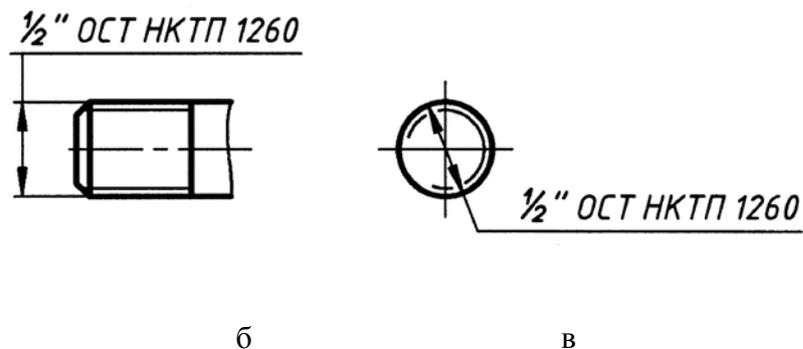
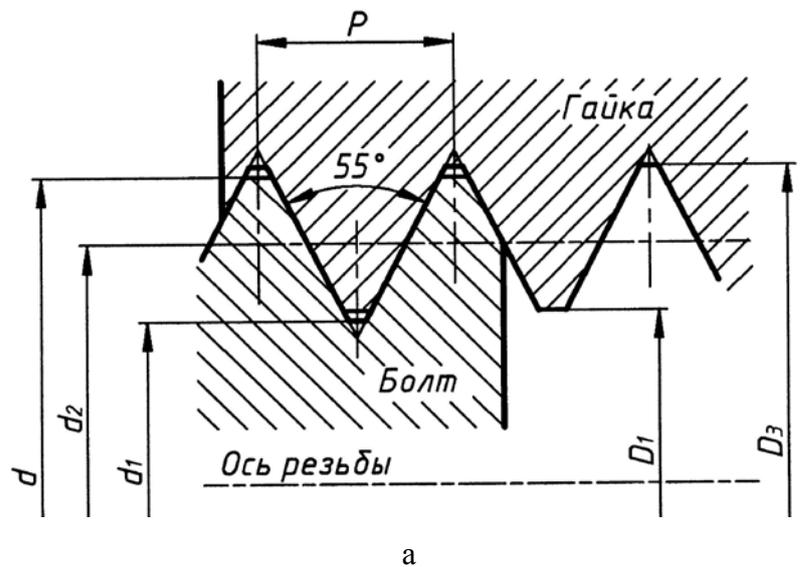


Рис. 39

Профиль, размеры, а также пример обозначения дюймовой резьбы с наружным диаметром  $\frac{1}{2}$  дюйма показаны на рис. 39, а, б, в.

Числовые значения шагов в мм определены из соотношения  $P = 25,4/z$ , где  $z$  – число шагов на длине 25,4 мм.

### Трапецеидальная резьба

Резьба трапецеидальная применяется на винтах, передающих возвратно-поступательное движение. Профиль резьбы задан ГОСТ 9484–81 (рис. 40); диаметры и шаги однозаходной резьбы – ГОСТ 24738–81; допуски – ГОСТ 9562–81; диаметры, шаги, ходы и допуски многозаходной резьбы – ГОСТ 24739–81.

### [Оглавление](#)

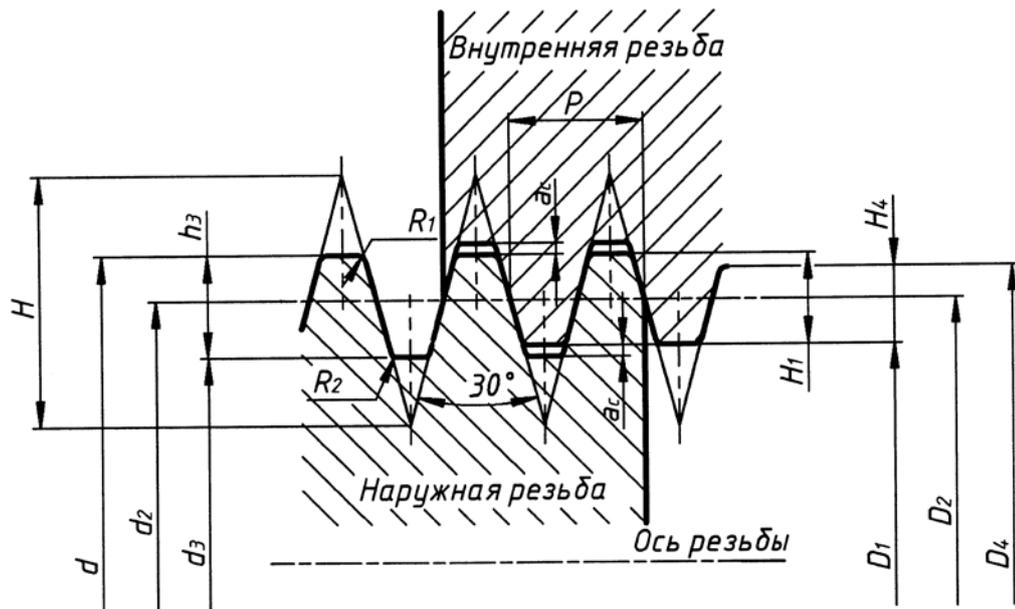


Рис. 40

Примеры и возможные варианты нанесения обозначений трапецеидальной резьбы: однозаходной с наружным диаметром 40 мм и шагом резьбы 7 мм (рис. 41, 42):

$Tr40 \times 7$ ;

то же, левой (рис. 43):

$Tr40 \times 7 LH$ ;

многозаходной (трехзаходной) с номинальным диаметром 40 мм, ходом 9 мм, шагом 3 мм (рис. 44):

$Tr40 \times 9(P3)$ .

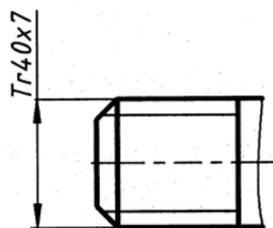


Рис. 41

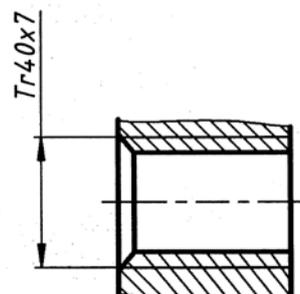


Рис. 42

[Оглавление](#)

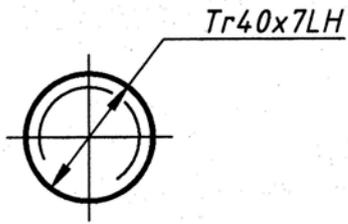


Рис. 43

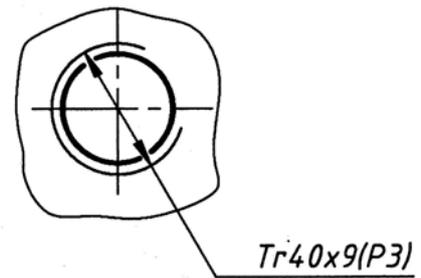


Рис. 44

### Упорная резьба

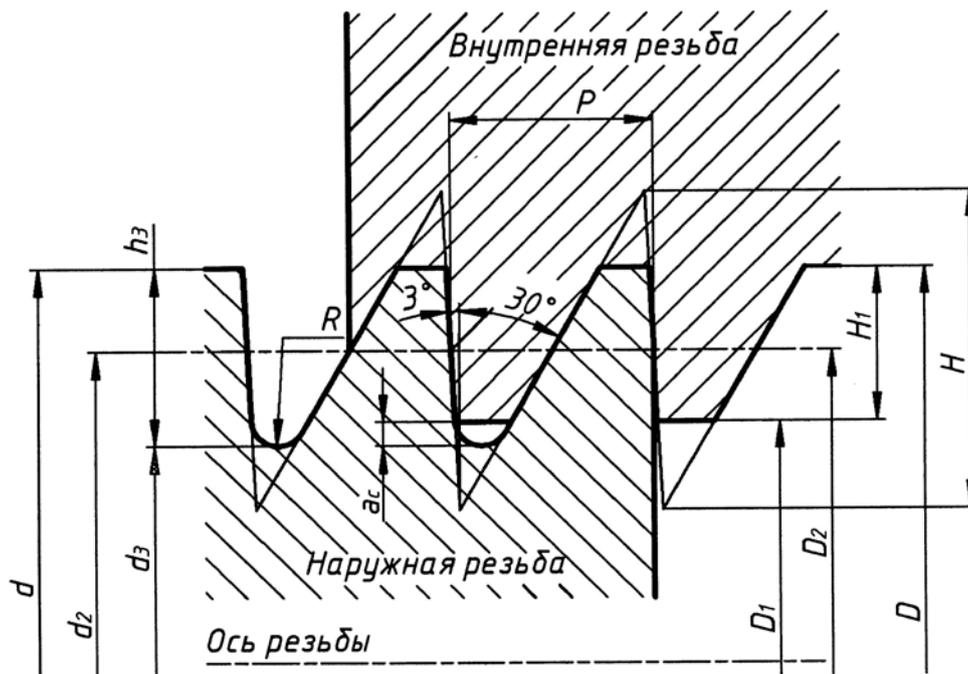


Рис. 45

Упорную резьбу применяют в винтах, подверженных односторонне направленным силам, например в домкратах.

Профиль и основные параметры заданы ГОСТ 10177–82 (рис.45), допуски – ГОСТ 25096–82.

### [Оглавление](#)

Примеры и возможные варианты нанесения обозначений упорной резьбы:

с наружным диаметром 80 мм и шагом 10 мм (рис. 46, 47):  $S80 \times 10$ ;

то же, левой (рис.48 ):  $S80 \times 10LH$  ;

многозаходной (рис.49):  $S80 \times 20(P10)$ , где 80 – номинальный диаметр, 20 – ход, 10 – шаг, мм.

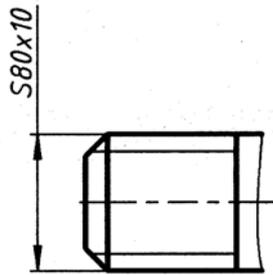


Рис. 46

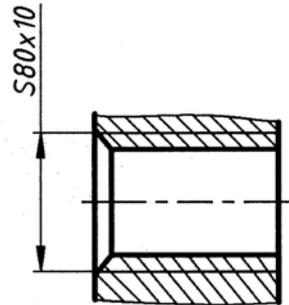


Рис. 47

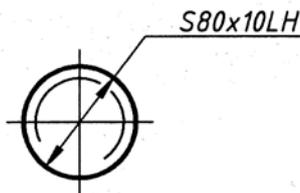


Рис. 48

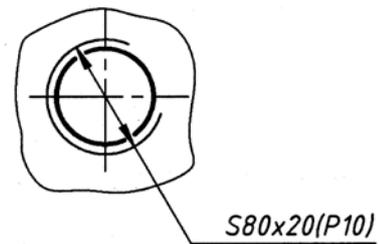


Рис. 49

Можно сформулировать общее правило обозначения многозаходных стандартных резьб (за исключением метрической резьбы). В обозначении стандартных многозаходных резьб после буквенного обозначения и номинального диаметра резьбы указывают числовое значение хода  $a$  в миллиметрах и в скобках – букву  $P$  и числовое значение шага в миллиметрах. Например:  $Tr50 \times 16(P8)$  – трапецидальная правая двухзаходная резьба с номинальным диаметром 50 мм, шагом  $P = 8$  мм;  $S80 \times 20(P10)LH$  – упорная левая двухзаходная резьба с номинальным диаметром 80 мм, шагом  $P = 10$  мм.

### [Оглавление](#)

### 2.1.7. Стандартные крепежные детали

*Крепежное изделие* – деталь для образования соединения (рис. 50 – изделия с резьбой; рис. 51 – без резьбы). ГОСТ 27017–86 устанавливает виды крепежных изделий, термины и определения основных понятий видов крепежных изделий общемашиностроительного применения, их конструктивных элементов.

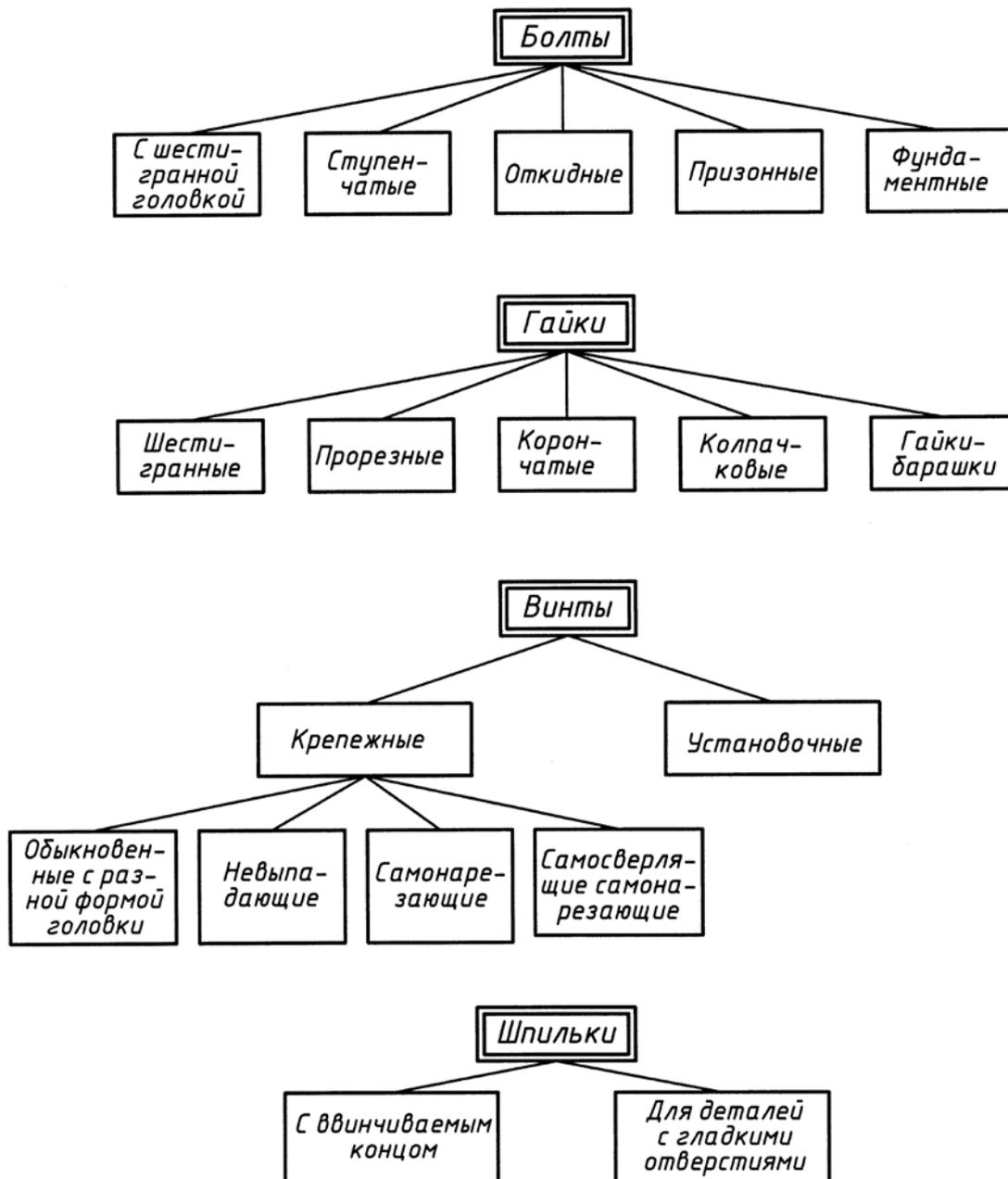


Рис. 50



Рис. 51

В машиностроении применяют три основных вида резьбовых крепежных соединений:

- болтами с гайками;
- винтами;
- шпильками с гайками [3].

### Болты

*Болт* – крепежное изделие в форме стержня с наружной резьбой на одном конце, с головкой – на другом, образующее соединение при помощи гайки или резьбового отверстия в одном из соединяемых изделий. На рис. 52 изображен болт по ГОСТ 7798–70.

### [Оглавление](#)

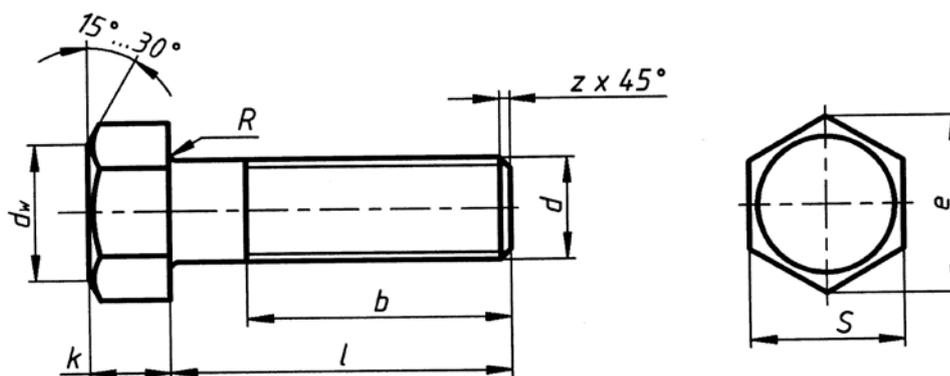


Рис. 52

Наиболее широко применяют болты с шестигранной головкой, повышенной, нормальной и грубой точности (соответственно классов точности *A, B, C*) с нормальной или уменьшенной головкой, с крупным или мелким шагом резьбы, выпускаемые в одном или нескольких исполнениях.

Стандарты на болты с шестигранной головкой: ГОСТ 7796–70, ГОСТ 7798–70, ГОСТ 7805–70, ГОСТ 7808–70 и др.

Откидные болты – ГОСТ 3033–79.

### Винты

*Винт* – крепежное изделие для образования соединения или фиксации, выполненное в форме стержня с наружной резьбой на одном конце и конструктивным элементом для передачи крутящего момента – на другом (рис. 53).

Конструктивный элемент винта для передачи крутящего момента может представлять собой шестигранную или квадратную головку, головку со шлицем, накаткой или (при отсутствии головки) шлиц в торце стержня.

Винты подразделяются на крепежные и установочные.

Наиболее широко применяют *винты крепежные* общего назначения:

- с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491–80;
- с полукруглой головкой по ГОСТ 17473–80;
- с потайной головкой по ГОСТ 17475–80;
- с полупотайной головкой по ГОСТ 17474–80;

### [Оглавление](#)

– с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ по ГОСТ 11738–84;

– с квадратной головкой и буртиком по ГОСТ 1488–84.

Шлиц в головке может быть прямым и крестообразным.

*Установочные винты* (ГОСТ 1476–93, ГОСТ 1477–93, ГОСТ 1478–93 и др.) могут иметь головки различной формы и конец специальной формы, служащий для фиксации изделий относительно друг друга. Специальная форма конца стандартизована и может быть цилиндрической, конической, плоской и т.д.

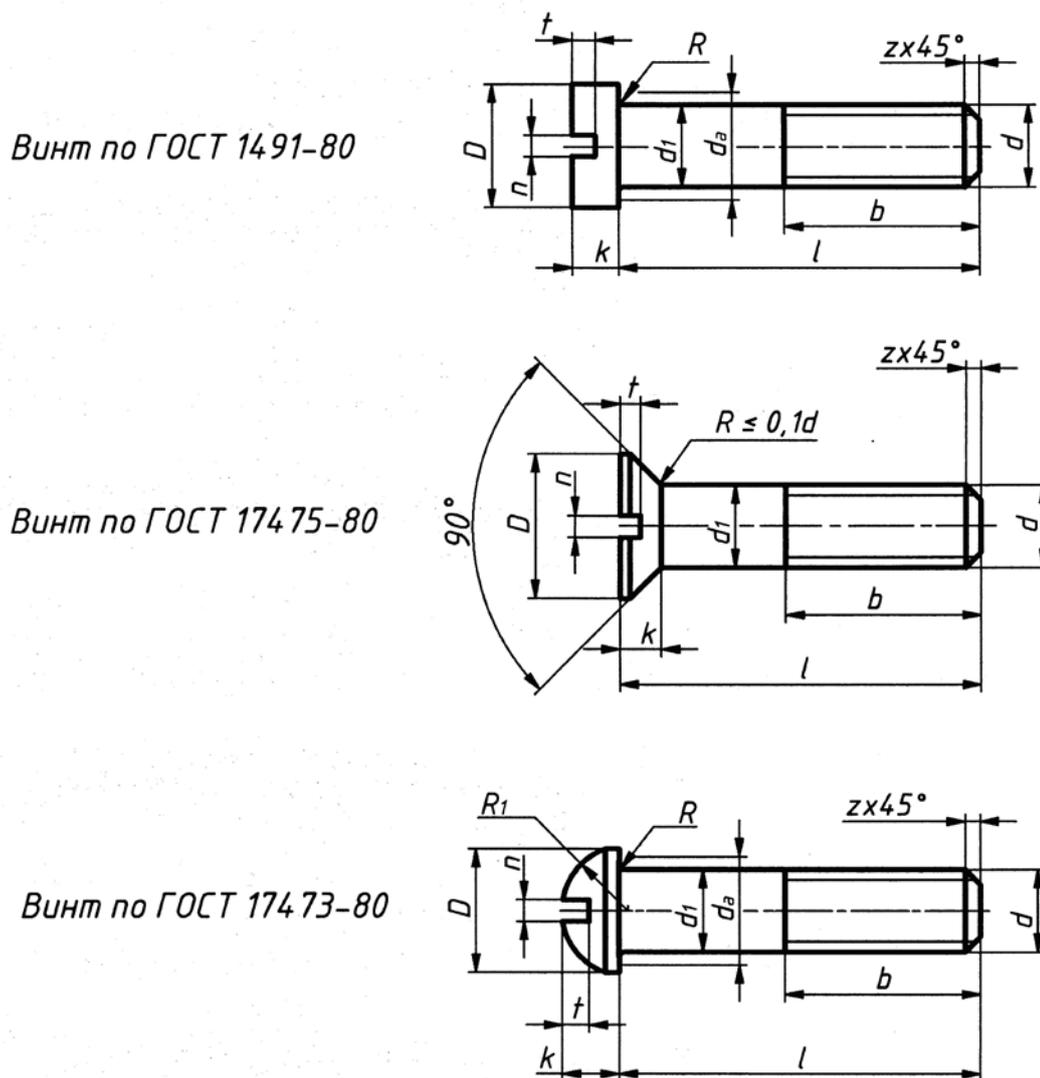


Рис. 53

## Шпильки

*Шпилька* – крепежное изделие в форме цилиндрического стержня с наружной резьбой на обоих концах или на всей длине стержня. По способу образования соединения различают два типа шпилек: для ввинчивания в резьбовое отверстие корпусной детали и для деталей с гладкими сквозными отверстиями.

Шпильки выпускают с диаметром резьбы от 2 до 48 мм.

Шпильки с *ввинчиваемым концом* имеют разную длину  $b_1$  ввинчиваемого конца (рис. 54) в зависимости от марки и прочности материала детали с резьбовым отверстием.

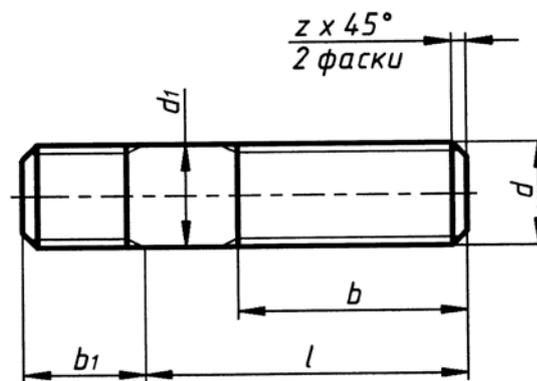


Рис. 54

Конструкция и размеры шпилек регламентированы стандартами:

Для стальных, бронзовых и латунных деталей с относительным удлинением  $\geq 8\%$ , а также для титановых сплавов:

$b_1 = 1,0d$  – ГОСТ 22032–76 для шпилек нормальной точности,

ГОСТ 22033–76 для шпилек повышенной точности.

Для деталей из серого и ковкого чугуна (из стали и бронзы при относительном удлинении  $< 8\%$ ):

$b_1 = 1,25d$  – ГОСТ 22034–76 для шпилек нормальной точности,

ГОСТ 22035–76 для шпилек повышенной точности.

$b_1 = 1,6d$  – ГОСТ 22036–76 для шпилек нормальной точности,

ГОСТ 22037–76 для шпилек повышенной точности.

Для деталей из легких сплавов:

$b_1 = 2,0d$  – ГОСТ 22038–76 для шпилек нормальной точности,

## [Оглавление](#)

ГОСТ 22039–76 для шпилек повышенной точности,  
 $b_1 = 2,5d$  – ГОСТ 22040–76 для шпилек нормальной точности,  
ГОСТ 22041–76 для шпилек повышенной точности.

Шпильки для соединения деталей с гладкими отверстиями выполняют по ГОСТ 22042–76 для шпилек нормальной точности и ГОСТ 22043–76 для шпилек повышенной точности.

### **Гайки**

*Гайка* – крепежное изделие с резьбовым отверстием и конструктивным элементом для передачи крутящего момента. Конструктивным элементом гайки для передачи крутящего момента может быть многогранник, накатка на боковой поверхности, торцевые и радиальные отверстия, шлицы и т.д.

Наиболее широко применяют гайки шестигранные повышенной, нормальной и грубой точности (классов точности *A*, *B* и *C* соответственно) с крупными и мелкими шагами, нормальной высоты (ГОСТ 5915–70); низкие (ГОСТ 5916–70), высокие (ГОСТ 15523–70) и особо высокие (ГОСТ 15525–70), последние применяют, когда их приходится часто отвинчивать; с уменьшенным размером под ключ (ГОСТ 15521–70 и ГОСТ 15522–70). На рис. 55 изображена гайка по ГОСТ 5915–70.

Гайки шестигранные прорезные и корончатые класса точности *B* выполняют по ГОСТ 5918–73.

Гайки круглые с радиально расположенными отверстиями класса точности *A* – по ГОСТ 8381–73.

Гайки круглые с отверстием на торце под ключ класса точности *A* – по ГОСТ 6393–73.

Гайки круглые шлицевые – по ГОСТ 11871–88.

### **Шайбы**

*Шайба* – крепежное изделие с отверстием, подкладываемое под гайку или головку болта или винта для увеличения опорной поверхности и (или) предотвращения их самоотвинчивания.

Круглые шайбы по ГОСТ 11371–78 имеют два исполнения – без фаски (рис. 56) и с фаской по наружному цилиндру.

### [Оглавление](#)

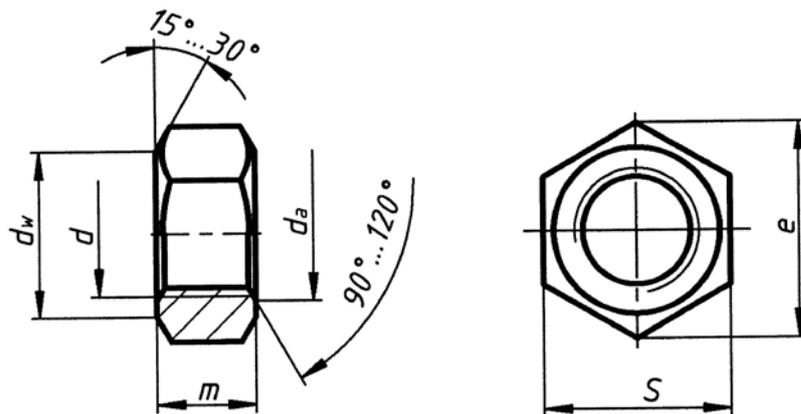


Рис. 55

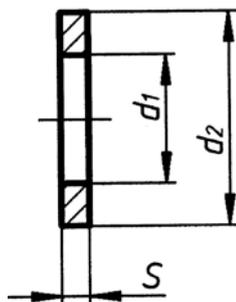
*Исполнение 1*

Рис. 56

Шайбы стопорные с лапкой выполняют по ГОСТ 13463–77.

Шайбы стопорные многолапчатые – по ГОСТ 11872–89 и др.

Пружинные и стопорные шайбы применяют для предотвращения самоотвинчивания крепежных изделий (например, при работе с вибрациями).

Пружинные шайбы по ГОСТ 6402–70 (рис. 57) могут быть легкие (*Л*), нормальные (*Н*), тяжелые (*Т*), особо тяжелые (*ОТ*).

[Оглавление](#)

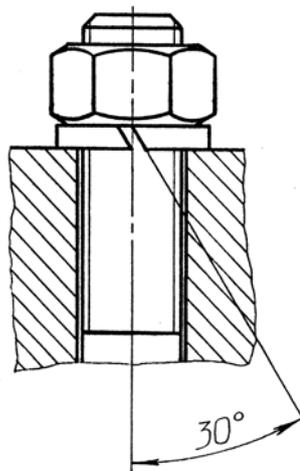
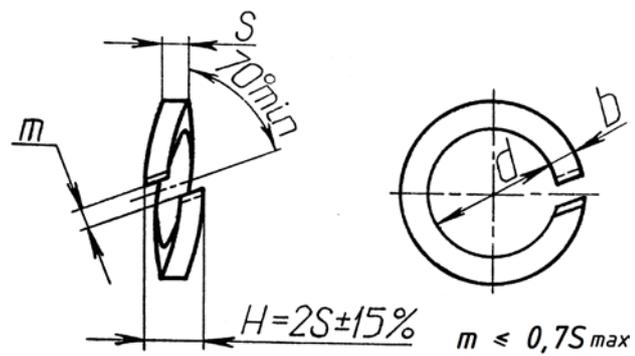


Рис. 57

### Шплинты

*Шплинт* – крепежное изделие в форме проволочного стержня полукруглого сечения, сложенного вдвое с образованием головки (рис. 58).

Шплинты (ГОСТ 397–79) используют для предупреждения самоотвинчивания прорезных и корончатых гаек и продольной фиксации деталей на гладких валах и осях.

После установки шплинта концы его разводят.

### [Оглавление](#)

## Шплинт по ГОСТ 397-79

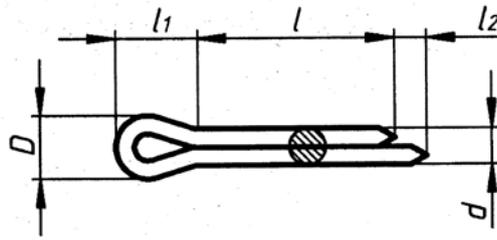


Рис. 58

**Стандартные элементы крепежных резьбовых изделий и соединений**

ГОСТ 24669-81 – Шлицы прямые для винтов и шурупов, ГОСТ 10753-86 – Шлицы крестообразные для винтов и шурупов;

ГОСТ 24671-84 – Размеры под ключ для шестигранных головок и гаек;

ГОСТ 12414-94 – Концы болтов, винтов и шпилек;

ГОСТ 24670-81 – Радиусы под головками болтов, винтов и шурупов;

ГОСТ 12415-80 – Отверстия под концы установочных винтов. Типы и размеры;

ГОСТ 11284-75 – Отверстия сквозные под крепежные детали;

ГОСТ 16030-70 – Отверстия сквозные квадратные и продолговатые под крепежные детали;

ГОСТ 12876-67 – Поверхности опорные под крепежные детали.

**2.1.8. Условные обозначения стандартных крепежных деталей**

Условные обозначения стандартных крепежных деталей представлены на рис. 59, рис. 60, рис. 61 (где знаком  отмечены элементы обозначения, которые используют студенты при обозначении крепежных изделий в курсе инженерной графики).

На рис. 59 изображена схема условного обозначения болтов, винтов, шпилек и гаек. В условном обозначении болтов, винтов, шпилек и гаек не указывают: исполнение 1; крупный шаг резьбы; правую резьбу; отсутствие покрытия; класс точности *B*, если стандартом предусматриваются два класса точности (*A* – повышенная, *B* – нормальная).

[Оглавление](#)



На рис. 61 представлена схема условного обозначения шплинта.

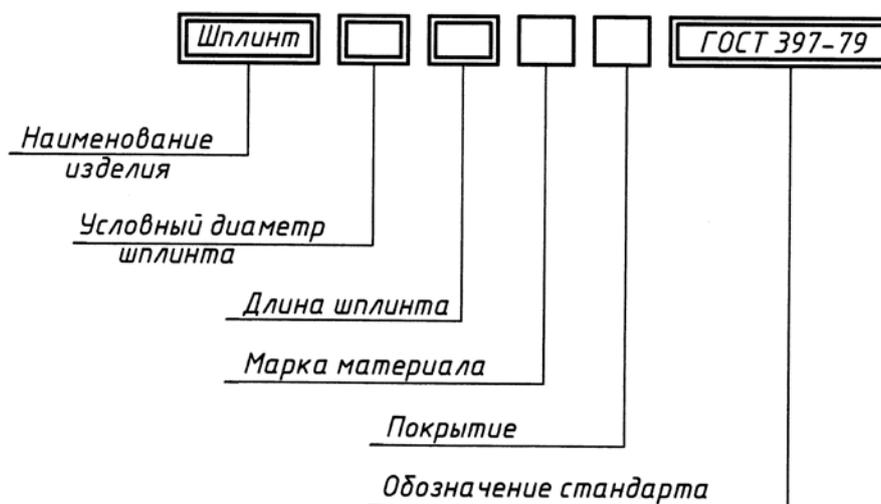


Рис. 61

Пример условного обозначения болта исполнения 1 с диаметром резьбы  $d = 12$  мм, длиной  $l = 60$  мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия:

**Болт M12 – 6g x 60 . 58 ГОСТ 7789–70**

Пример условного обозначения болта исполнения 2, с диаметром резьбы 12 мм, с мелким шагом резьбы 1,25 мм, с полем допуска 6g, класса прочности 10.9, из стали марки 40X с покрытием 01 толщиной 6 мкм:

**Болт 2 M12x1,25 – 6g x 60 . 10.9.40X.016 ГОСТ 7789–70**

Пример условного обозначения гайки исполнения 1, с диаметром резьбы  $d = 12$  мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6H, класса прочности 5, без покрытия:

**Гайка M12 – 6H.5 ГОСТ 5915–70**

Пример условного обозначения гайки исполнения 2, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6H, класса прочности 12, из стали марки 40X, с покрытием 01 толщиной 6 мкм:

**Гайка 2 M12x1,25 – 6H.12.40X.016 ГОСТ 5915–70**

## [Оглавление](#)

Пример условного обозначения винта с цилиндрической головкой класса точности *A*, диаметром резьбы  $d = 8$  мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска  $6g$ , длиной  $l = 50$  мм, нормальной длиной резьбы  $b = 22$  мм, класса прочности 4.8, без покрытия:

Винт *A*.  $M8 - 6g \times 50 . 48$  ГОСТ 1491-80

Пример условного обозначения винта класса точности *B*, с мелким шагом резьбы, удлиненной длиной резьбы  $b = 34$  мм, с цинковым покрытием толщиной 6 мкм, хромированным:

Винт *B*.  $M8 \times 1 - 6g \times 50-34 . 48.016$  ГОСТ 1491-80

Пример условного обозначения винта с полукруглой головкой, класса точности *A*, исполнения 1, с диаметром резьбы  $d = 8$  мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы  $6g$ , длиной  $l = 50$  мм, нормальной длиной резьбы  $b = 22$  мм, класса прочности 4.8, без покрытия:

Винт *A*.  $M8 - 6g \times 50 . 48$  ГОСТ 17473-80

Пример условного обозначения винта класса точности *B*, исполнения 2, с мелким шагом резьбы, удлиненной длиной резьбы  $b = 34$  мм, с цинковым покрытием толщиной 6 мкм, хромированным:

Винт *B*.  $2 M8 \times 1 - 6g \times 50-34 . 48.016$  ГОСТ 17473-80

Аналогично обозначение для винта с потайной головкой по ГОСТ 17475-80.

Пример условного обозначения шпильки исполнения 1, с диаметром резьбы  $d = 16$  мм, с крупным шагом резьбы  $P = 2$  мм, с полем допуска резьбы  $6g$ , длиной  $l = 120$  мм, с длиной ввинчиваемого резьбового конца  $b_1 = 1,25d$ , класса точности *B*, класса прочности 5.8, без покрытия:

Шпилька  $M16 - 6g \times 120 . 58$  ГОСТ 22034-76

Пример условного обозначения шпильки исполнения 1, с диаметром резьбы  $d = 16$  мм, с мелким шагом резьбы  $P = 1,5$  мм, с полем допуска резьбы  $6g$ , длиной  $l = 120$  мм, с длиной ввинчиваемого резьбового конца  $b_1 = 1,25d$ , класса точности *B*, класса прочности 10.9, из стали марки 40X, с покрытием 02 толщиной 6 мкм:

Шпилька  $M16 \times 1,5 - 6g \times 120 . 109.40X.026$  ГОСТ 22034-76

Пример условного обозначения шайбы исполнения 1, для крепежной детали с диаметром 12 мм, с толщиной, установленной в стандарте, из стали марки 08кп, с цинковым покрытием толщиной 6 мкм, хромированным:

Шайба 12 . 01.08 кп. 016 ГОСТ 11371–78

Пример условного обозначения шайбы исполнения 2:

Шайба 2.12 . 01.08 кп. 016 ГОСТ 11371–78

Пример условного обозначения шплинта с условным диаметром 5 мм, длиной  $l = 28$  мм, из низкоуглеродистой стали, без покрытия:

Шплинт 5 x 28 ГОСТ 397–79

Условный диаметр шплинта равняется диаметру отверстия под шплинт. Длина шплинта  $l$  (см. рис. 58).

### **2.1.9. Изображение соединений стандартными крепежными деталями**

#### **Болтовое соединение**

Соединение болтами помимо скрепляемых деталей со сквозными отверстиями состоит из болта, гайки и шайбы (шайбы может не быть). Конструкцию соединения удобнее всего показывать в разрезе, при этом секущая плоскость проходит через ось болта. Болт, как сплошное тело, показывают нерассеченным. Гайку и шайбу принято показывать также нерассеченными (рис. 62).

Соединение используется только при возможности выполнения сквозных отверстий в стягиваемых деталях. Размеры сквозных отверстий  $d_h$  под крепежные детали устанавливают ГОСТ 11284–75, ГОСТ 16030–70.

Монтаж такого соединения не особенно удобен – приходится манипулировать двумя деталями: болтом и гайкой [3].

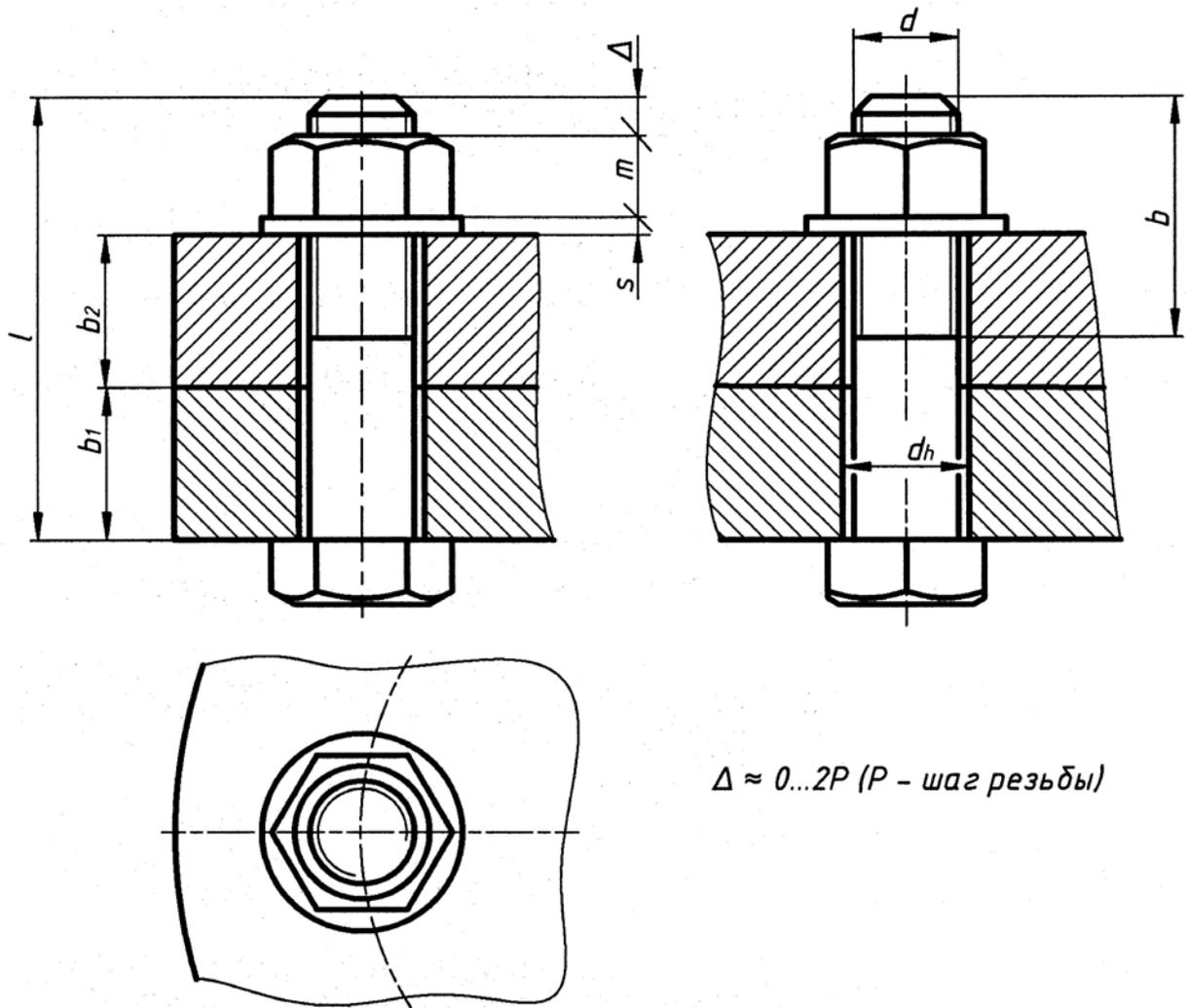


Рис. 62

### Соединение винтами

Соединение винтами применяют при глухом резьбовом отверстии в одной из скрепляемых или при сквозном резьбовом отверстии, когда установка болта с гайкой невозможна по конструктивным соображениям.

Деталь с резьбовым отверстием должна быть выполнена из материала, который хорошо держит резьбу (не выкрашиваются и мало изнашиваются выступы резьбы).

Соединение имеет определенное ограничение по высоте (толщине) стягиваемых деталей: длинные винты скручиваются при затяжке.

Монтаж такого соединения более удобен, чем монтаж предыдущего: манипулируют одной деталью – винтом [3].

### [Оглавление](#)

Изображение конструкции соединения показано на рис. 63. Винт показывают нерассеченным. Винт ввинчивают в отверстие не на всю длину резьбы, а оставляют запас резьбы ( $h$ ) на винте и в отверстии, приблизительно равный  $(2...5)P$ , где  $P$  – шаг резьбы.

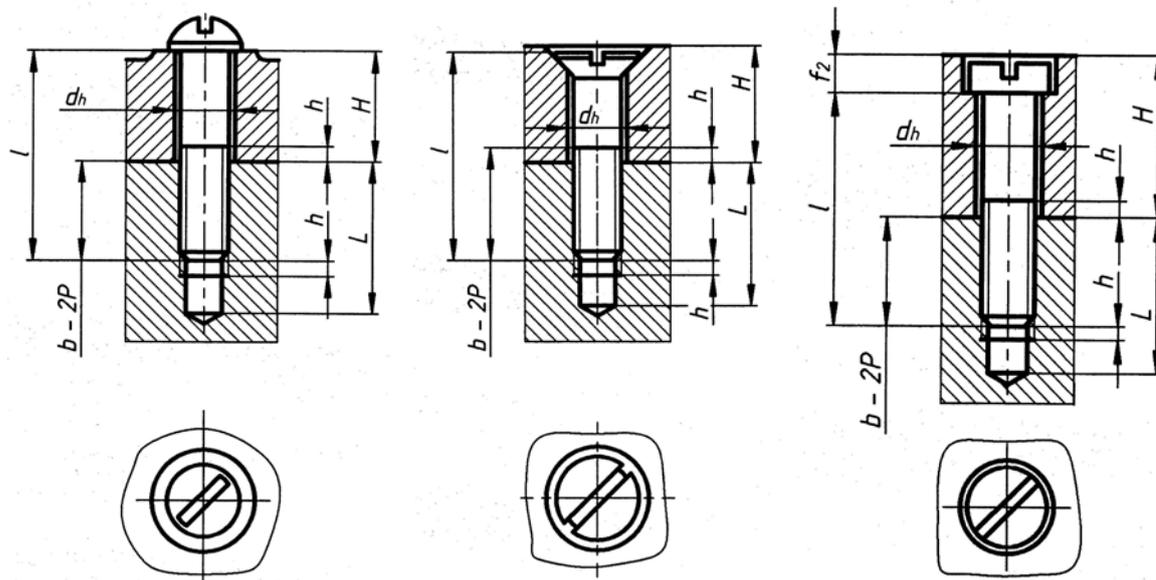


Рис. 63

### Шпильчное соединение

Соединение шпильками в основном применяют для деталей из мягких или хрупких материалов, а также в случаях, когда невозможно использовать винты.

Ввинчиваемый конец шпильки устанавливают в отверстии с резьбой наглухо и по большей части с натягом.

Существуют три способа ввертывания шпильки в отверстие:

- с упором шпильки в торец корпуса (поз. 1, рис. 64);
- с упором конца шпильки в последние витки резьбового отверстия (рис. 65);
- посадки резьбы с натягом.

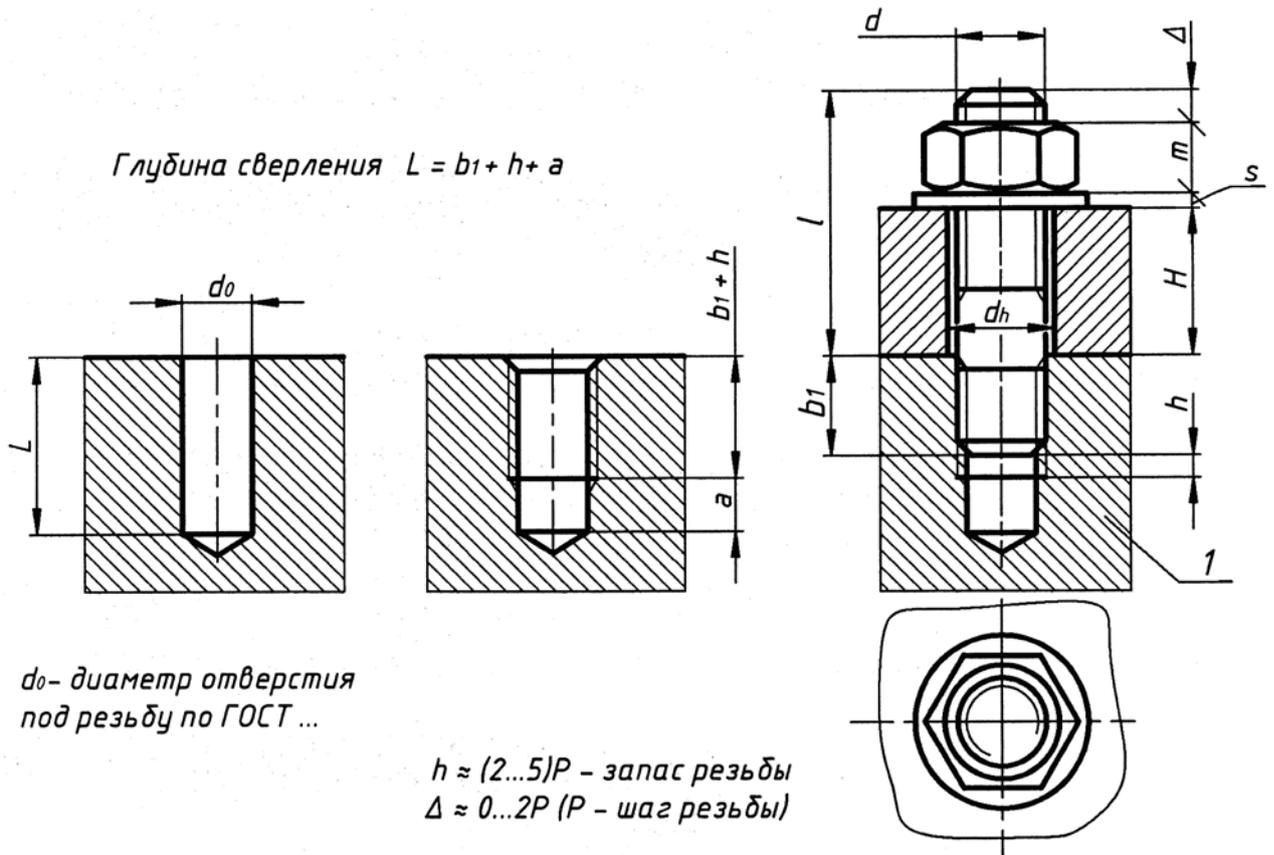


Рис. 64

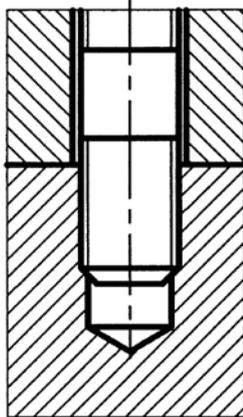


Рис. 65

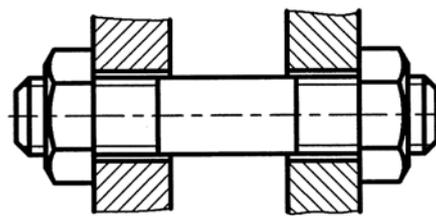


Рис. 66

Конструкцию соединения удобнее всего показывать в разрезе (секущая плоскость проходит через ось шпильки). Шпильку, гайку и шайбу показывают нерассеченными (рис. 64).

### [Оглавление](#)

Сборка и разборка шпилечного соединения имеет особенности: детали можно соединять или разъединять только в направлении, перпендикулярном плоскости стыка, приподнимая снимаемую деталь на полную высоту шпилек.

Кроме того, выступающие шпильки затрудняют доступ к соседним деталям.

Соединение болтом и винтом допускает при удаленных болтах (винтах) сдвиг детали параллельно плоскости стыка.

При сборке и разборке шпилечного соединения манипулируют одной деталью – гайкой. Шпильку из отверстия не вывертывают [3].

Существуют также шпильки для деталей с гладкими отверстиями. Это, в некотором смысле, «промежуточное» соединение между болтовым и шпилечным (рис. 66).

### **2.1.10. Упрощенные изображения крепежных деталей в соединениях**

На рис. 67 показано построение линий пересечения конической фаски с плоскостями шестиугольной призмы для головки болта. Эти линии пересечения являются гиперболами. При построении фронтальные и профильные проекции гипербол заменены дугами окружностей. Аналогичные построения выполняют для шестигранной гайки. Проекция шестиугольника строят с использованием диаметра вписанной окружности, равного размеру под ключ  $S$ .

С целью избежать достаточно сложных построений и с учетом того, что все элементы крепежных деталей и отверстия под них стандартизованы, предусмотрено упрощенное изображение крепежных деталей на сборочных чертежах и чертежах общих видов.

Упрощения при изображении крепежных деталей в соединении заключаются в том, что резьбу показывают на всей длине резьбовой детали, не изображают недорез резьбы в глухом отверстии, не вычерчивают фасок, зазоров и скруглений, не вычерчивают тонкую линию резьбы на изображении, перпендикулярном оси резьбы, шлицы вычерчивают линией толщиной  $2S$ , где  $S$  – толщина линий контура.

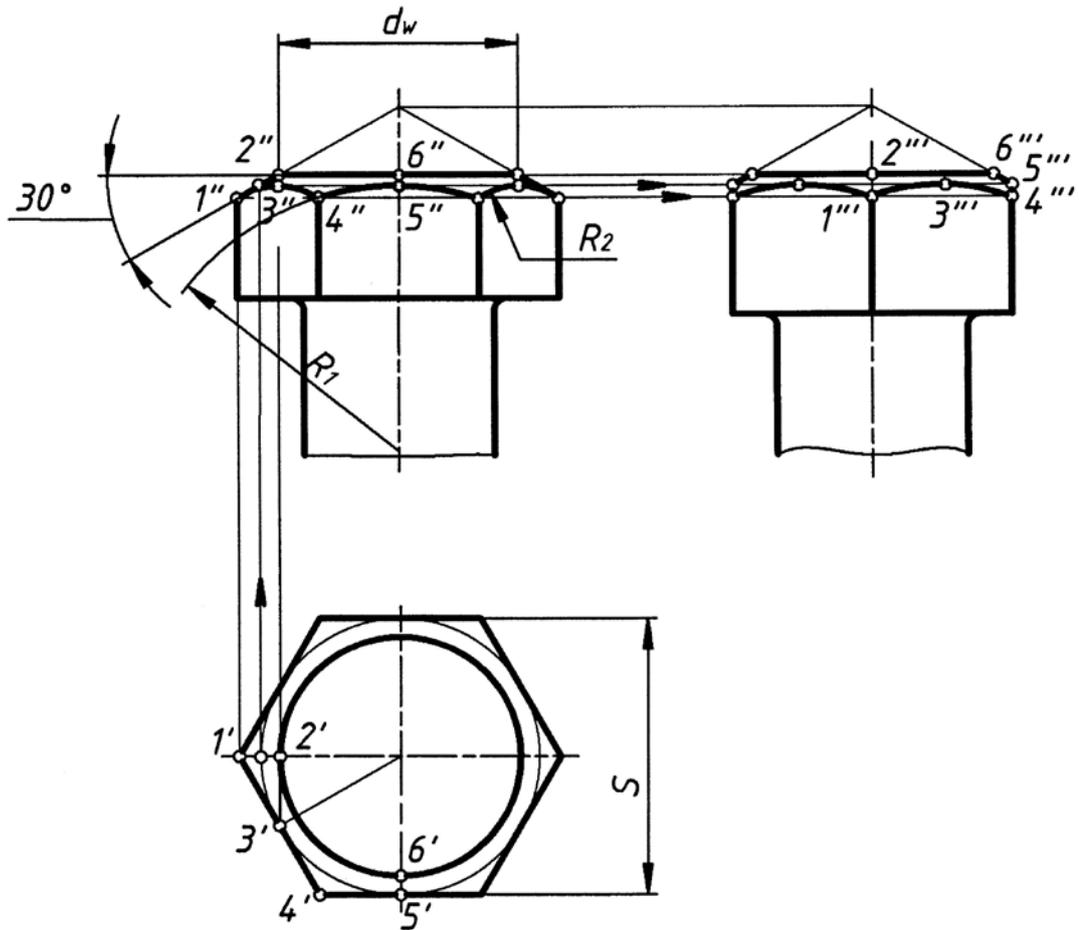
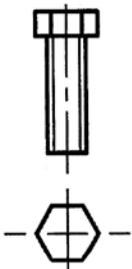


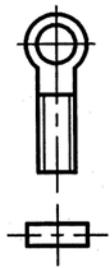
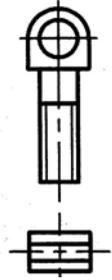
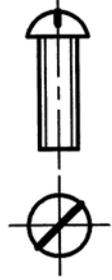
Рис. 67

Согласно ГОСТ 2.315-68 упрощенные изображения крепежных деталей должны соответствовать указанным в табл. 1.

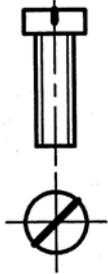
Таблица 1

Наименование	Изображение упрощенное
1. Болты и винты с шестигранной головкой	

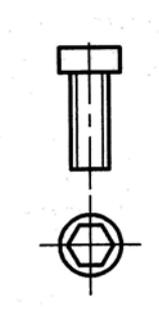
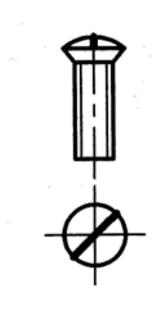
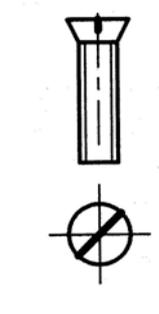
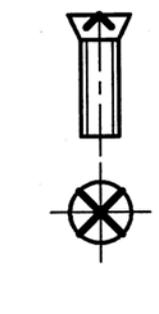
[Оглавление](#)

Наименование	Изображение упрощенное
с квадратной головкой	
2. Болты откидные с круглой головкой	
откидные с вилкой	
3. Винты с полукруглой головкой	

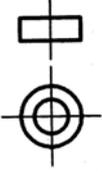
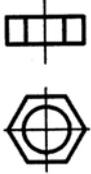
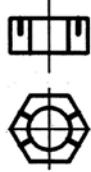
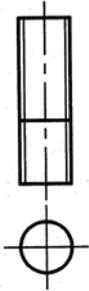
[Оглавление](#)

Наименование	Изображение упрощенное
с цилиндрической головкой	
с цилиндрической головкой и сферой	
с цилиндрической головкой, сферой и крестообразным шлицем	
с полукруглой головкой и крестообразным шлицем	

[Оглавление](#)

Наименование	Изображение упрощенное
с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ	
с полупотайной головкой	
с потайной головкой	
с потайной головкой и крестообразным шлицем	

[Оглавление](#)

Наименование	Изображение упрощенное
4. Гайки круглые	
шестигранные	
шестигранные прорезные и корончатые	
гайки-барашки	
5. Шпильки	

[Оглавление](#)

Наименование	Изображение упрощенное
<p>6. Шайбы простые, стопорные и т.д.</p> <p>стопорные с язычком</p> <p>пружинные</p>	
<p>7. Штифты цилиндрические</p> <p>конические</p>	

Наименование	Изображение упрощенное
8. Шпильки	

На рис. 68 даны упрощенные изображения соединений: болтового (а), шпильчного (б) и винтами (в, г, д, е).

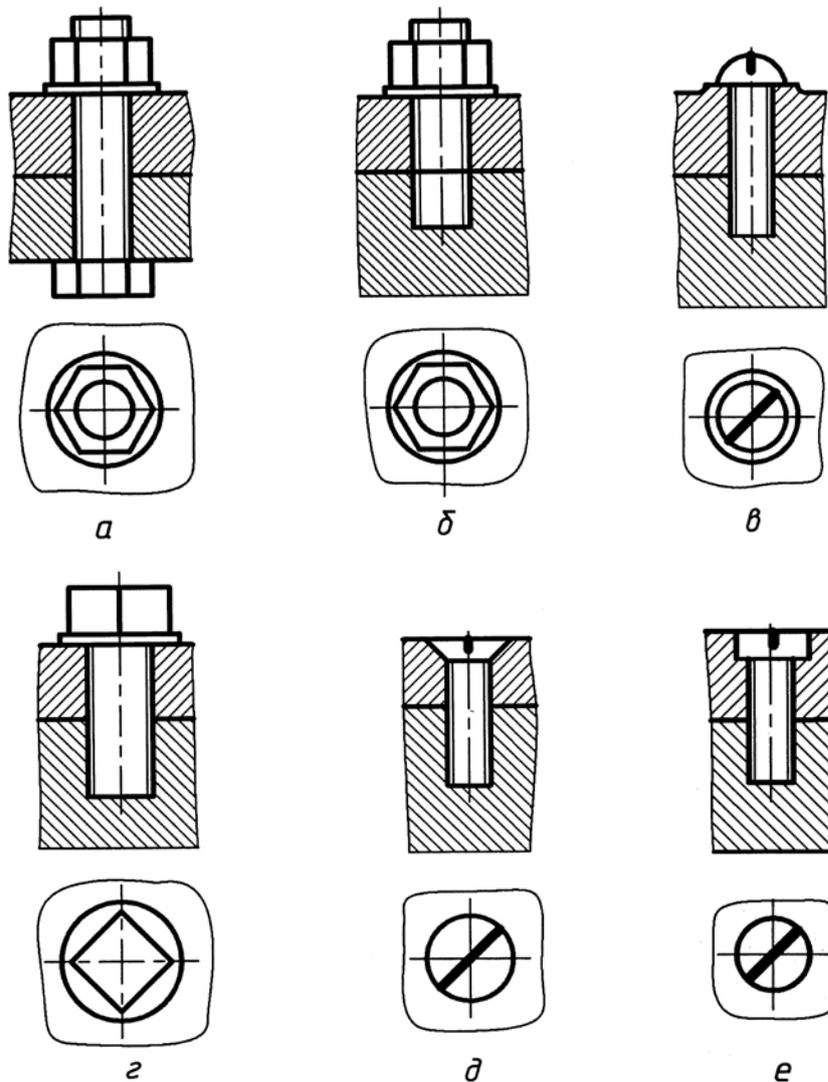


Рис. 68

### 2.1.11. Трубное соединение

Трубное соединение применяют для соединения труб или изменения их направления и диаметров. Соединение состоит из трубы и соединительной части с цилиндрической трубной резьбой (рис. 69). Соединительные части для трубопроводов в зависимости от конфигурации носят названия: угольник проходной, тройник, крест и т.д.

Пример условного обозначения проходного угольника (рис. 69) с углом  $90^\circ$ ,  $D_y = 40$  мм (где  $D_y$  – условный проход для трубопроводной арматуры, под которым понимается номинальный внутренний диаметр присоединяемого трубопровода в миллиметрах):

*Угольник  $90^\circ - 40$  ГОСТ 8946–75.*

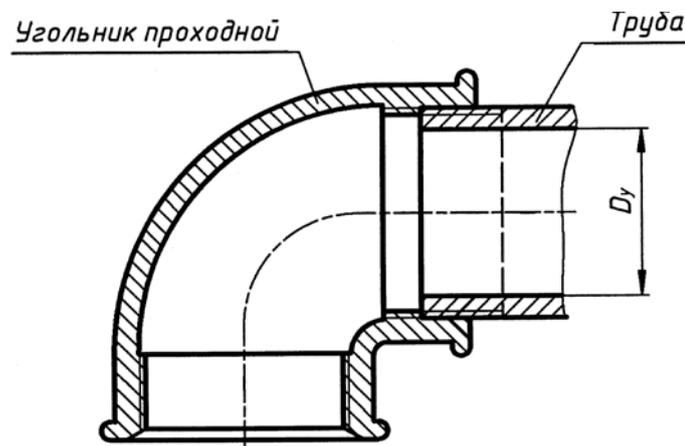


Рис. 69

### 2.2. Шлицевое соединение

Шлицевое соединение образовано сопряжением выступов и впадин вала и отверстия, оси которых совпадают (рис. 70). Выступы и впадины расположены параллельно оси соединения. Профиль выступов и впадин может быть прямобочным, эвольвентным и треугольным.

Стандартизованы шлицевые соединения с прямобочным и эвольвентным профилем зубьев (шлицев). Наиболее широко применяют первое соединение (рис. 71).

### [Оглавление](#)

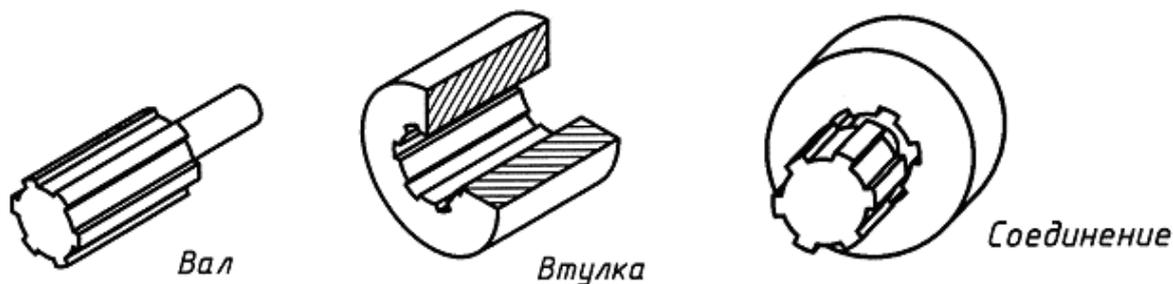


Рис. 70

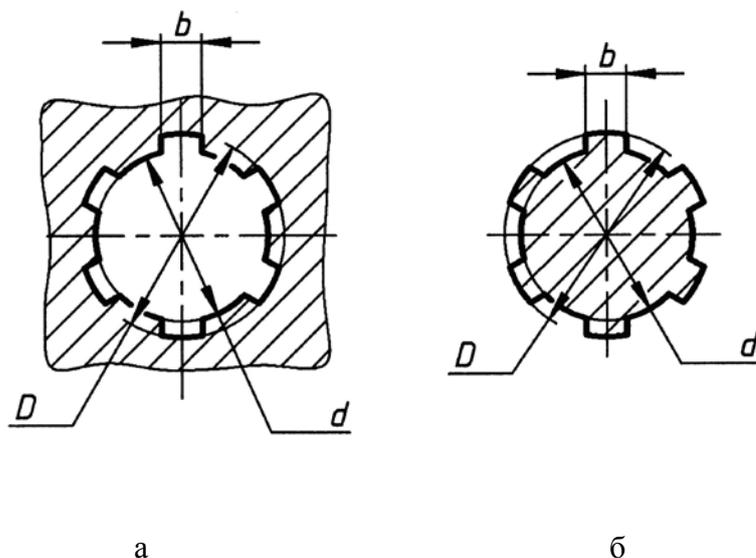


Рис. 71

### 2.2.1. Соединения шлицевые прямобочные по ГОСТ 1139–80

ГОСТ 1139–80 распространяется на шлицевые соединения общего назначения с прямобочным профилем шлицев (зубьев), расположенных параллельно оси соединения, и устанавливает число шлицев (зубьев)  $z$ , номинальные размеры и допуски соединений. Соединения служат для передачи значительных крутящих моментов и бывают легкой, средней и тяжелой серий.

При соединении шлицевого вала с отверстием осуществляют один из видов центрирования, т.е. сопряжения поверхностей соединяемых деталей без зазора с определенной точностью:

- центрирование по внутреннему диаметру  $d$ ,

#### [Оглавление](#)

- центрирование по наружному диаметру  $D$ ,
- центрирование по боковым сторонам зубьев шириной  $b$ .

На рис. 71 представлено поперечное сечение шлицевого отверстия (а) и шлицевого вала (б). Боковые стороны каждого шлица (зуба) вала и отверстия должны быть параллельны оси симметрии зуба.

### 2.2.2. Условные изображения шлицевых соединений по ГОСТ 2.409–74

ГОСТ 2.409–74 «Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений» устанавливает условные изображения шлицевых (зубчатых) валов, отверстий и их соединений и правила выполнения элементов соединений на чертежах шлицевых валов и отверстий.

Окружности и образующие поверхностей выступов зубьев вала и отверстия показывают сплошными толстыми основными линиями (рис. 72, 73, 74).

Окружности и образующие поверхностей впадин показывают на виде сплошными тонкими линиями (см. рис. 72, 74, вид слева), при этом сплошная тонкая линия поверхности впадин при проецировании на плоскость, параллельную оси вала, должна пересекать линию границы фаски (см. рис. 72).

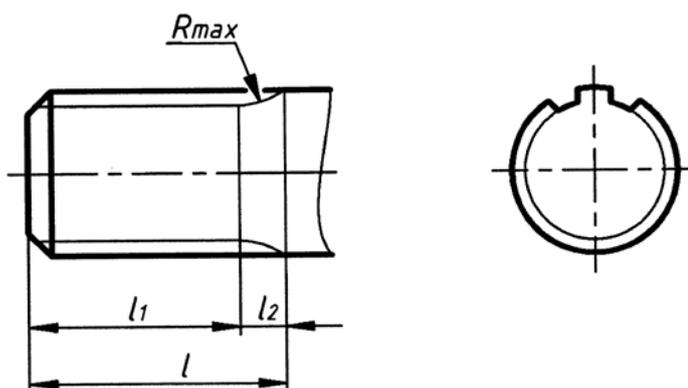


Рис. 72

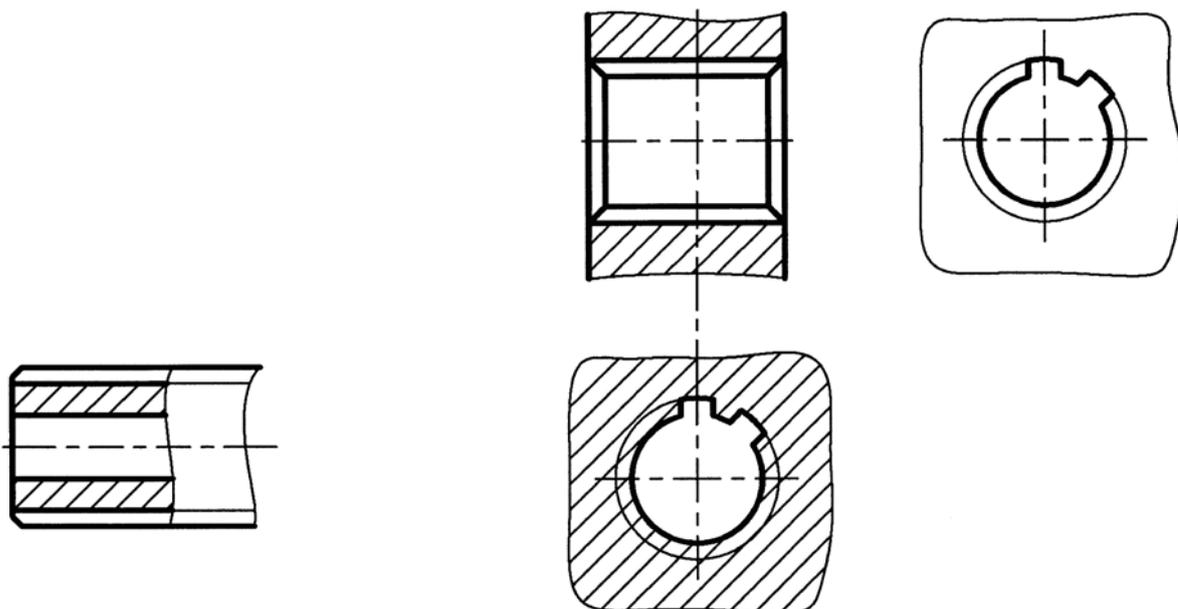


Рис. 73

Рис. 74

Образующие поверхностей впадин показывают на продольных разрезах вала и отверстия сплошными толстыми основными линиями (см. рис. 72, 73). В продольных разрезах валов шлицы (зубья) условно совмещают с плоскостью чертежа и показывают нерассеченными. В продольных разрезах отверстий впадины условно совмещают с плоскостью чертежа (см. рис. 73, 74).

Окружности впадин показывают сплошными тонкими линиями на проекции вала и отверстия на плоскость, перпендикулярную оси, а также в поперечных разрезах и сечениях (см. рис. 72, 74). Изображают профиль одного зуба и двух впадин.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси вала или отверстия, фаски на конце вала и в отверстии не показывают (см. рис. 72, 74), причем высота шлица (зуба) может быть больше и меньше катета фаски.

Границу зубчатой поверхности вала, а также границу между зубьями полного профиля и сбегом показывают сплошной тонкой линией (см. рис. 72, где  $l_1$  – обязательный размер (до сбega); допускается дополнительно указывать  $l$  или  $R_{max}$  инструмента, или  $l_2$  – длину сбega).

Если секущая плоскость проходит через ось шлицевого (зубчатого) соединения, то в разрезе показывают только ту часть поверхности выступов отверстия, которая не закрыта валом (рис. 75).

### [Оглавление](#)

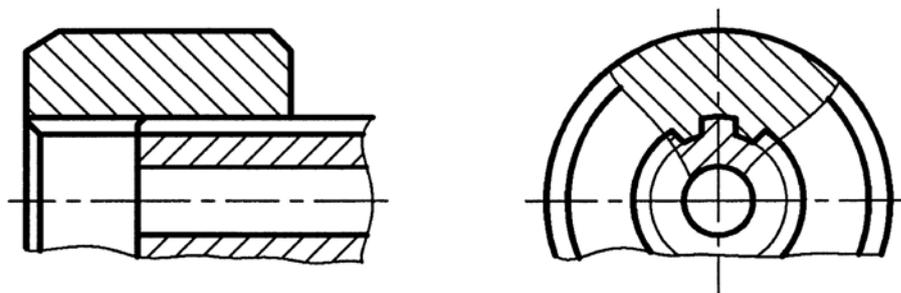


Рис. 75

Радиальный зазор между зубьями и впадинами вала и отверстия не показывают (см. рис. 75).

В продольных разрезах и сечениях линии штриховки доводят до линии впадин; в поперечных разрезах и сечениях – до линий выступов (см. рис. 73, 74, 75).

### 2.2.3. Условное обозначение шлицевого соединения

На чертеже детали (рис. 76) стандартизованного шлицевого (зубчатого) соединения указывают в технических требованиях или на полке линии-выноски условное обозначение вала или отверстия по соответствующему стандарту.

По ГОСТ 1139–80 «Соединения шлицевые прямобочные» обозначения шлицевых соединений валов и втулок должны содержать:

- букву, обозначающую поверхность центрирования;
- число зубьев  $z$ ;
- номинальные размеры внутреннего диаметра  $d$ , наружного диаметра  $D$  и ширины шлица  $b$ ;
- обозначения полей допусков или посадок диаметров и размера  $b$ , помещенные после соответствующих размеров.

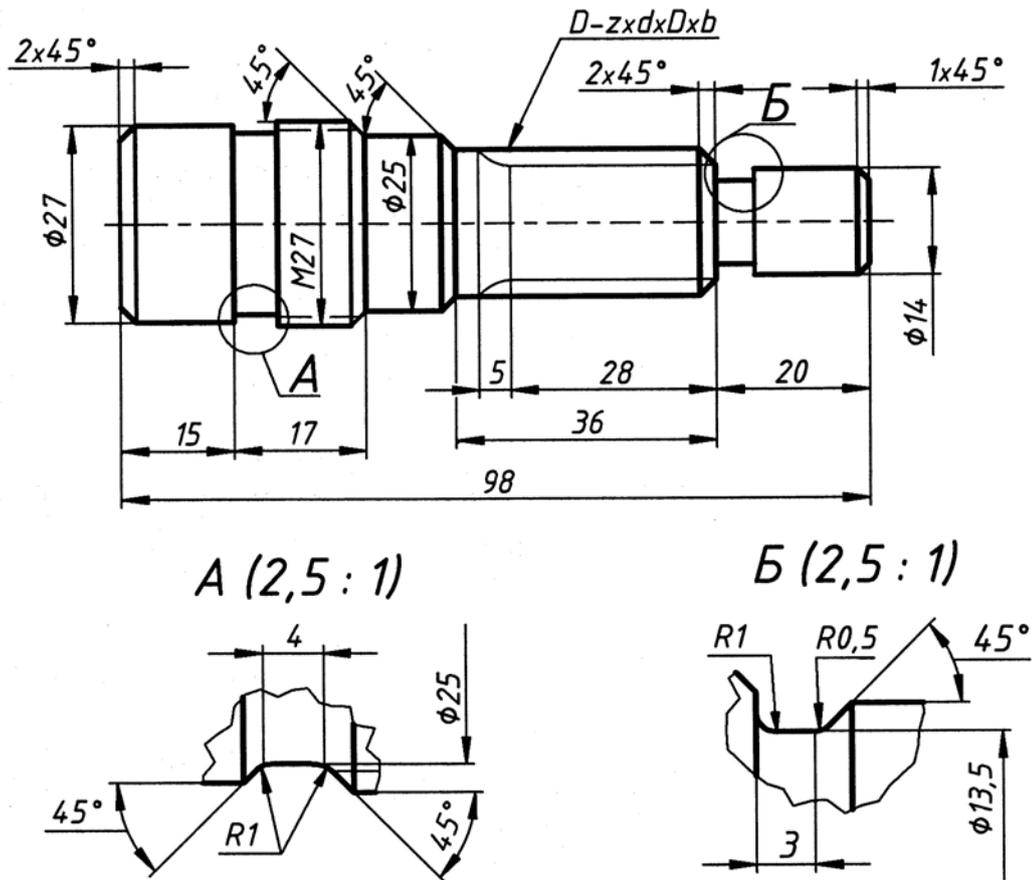


Рис. 76

Пример условного обозначения шлицевого прямобочного соединения с числом зубьев  $z = 8$ , внутренним диаметром  $d = 36$  мм, наружным диаметром  $D = 40$  мм, шириной зуба  $b = 7$  мм, с центрированием по внутреннему диаметру, с посадкой по диаметру центрирования  $\frac{H7}{f7}$  по нецентрирующему диаметру  $\frac{H12}{a11}$  и по размеру  $b \frac{H9}{f9}$ :

$$d - 8 \times 36 \frac{H7}{f7} \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{H9}{f9}$$

Пример условного обозначения того же соединения при центрировании по наружному диаметру с посадкой по диаметру центрирования  $\frac{H7}{h7}$  и по размеру  $b \frac{F10}{h9}$ :

$$D - 8 \times 36 \times 40 \frac{H7}{h7} \times 7 \frac{F10}{h9}$$

Пример обозначения того же соединения при центрировании по боковым сторонам:

### [Оглавление](#)

$$b - 8 \times 36 \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{f8}$$

Пример условного обозначения втулки того же соединения при центрировании по внутреннему диаметру:

$$d - 8 \times 36 H7 \times 40 H12 \times 7 H9$$

Пример условного обозначения вала того же соединения:

$$d - 8 \times 36 f7 \times 40 a11 \times 7 f9.$$

В курсе машиностроительного черчения студенты не проставляют на чертежах допуски и посадки. Поэтому обозначение соединения, вала, втулки при одном виде центрирования будет одинаково, например:

при центрировании по внутреннему диаметру

$$d - 8 \times 36 \times 40 \times 7,$$

при центрировании по наружному диаметру

$$D - 8 \times 36 \times 40 \times 7,$$

при центрировании по боковым сторонам шлица

$$b - 8 \times 36 \times 40 \times 7.$$

### 3. Неразъемные соединения

#### 3.1. Сварные соединения

Сварка – процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве и (или) пластическом деформировании (ГОСТ 2601–84).

Сварка – один из наиболее прогрессивных и широко распространенных способов получения соединений, поэтому типы сварных швов, размеры швов и подготовленных под сварку кромок устанавливаются комплексом государственных стандартов. Эти стандарты охватывают сварные соединения из различных металлов и их сплавов, свариваемых наиболее распространенными способами сварки: ручная дуговая (ГОСТ 5264–80), автоматическая и полуавтоматическая под флюсом (ГОСТ 8713–70), контактная (ГОСТ 15878–79), электрошлаковая (ГОСТ 15164–80) и др.

#### [Оглавление](#)

Наряду с типами и размерами конструктивных элементов сварных швов стандартизованы условные изображения и условные обозначения швов сварных соединений – ГОСТ 2.312–72.

### 3.1.1. Изображение швов сварных соединений по ГОСТ 2.312–72

Шов сварного соединения независимо от способа сварки условно изображают: видимый – сплошной толстой основной линией (рис. 77, а); невидимый – штриховой линией (рис. 77, б).

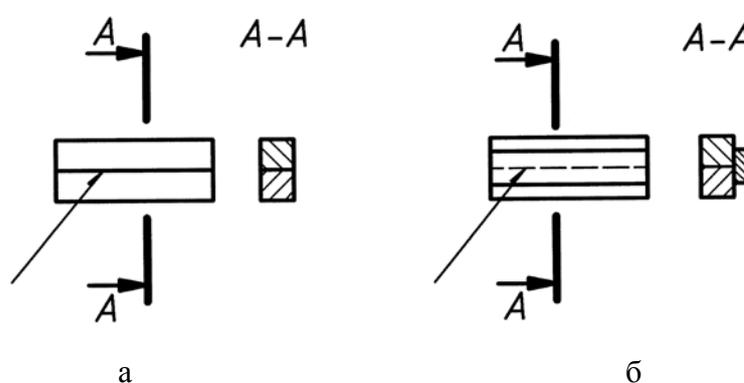


Рис. 77

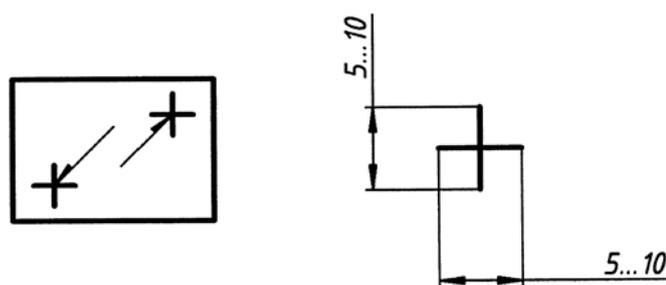


Рис. 78

Видимую одиночную сварную точку, независимо от способа сварки, условно изображают знаком «+», который выполняют сплошными толстыми основными линиями (рис. 78). Невидимые одиночные точки не изображают.

### [Оглавление](#)

От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (см. рис.77, 78). Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва.

### 3.1.2. Обозначение швов сварных соединений по ГОСТ 2.312–72

Условное обозначение шва наносят: на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (рис. 79, а); под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (рис. 79, б).

Лицевая сторона шва – сторона, с которой производят сварку для одностороннего шва или сварку основного шва для двустороннего шва с несимметрично подготовленными кромками (при симметрично подготовленных кромках лицевой стороной может быть любая).

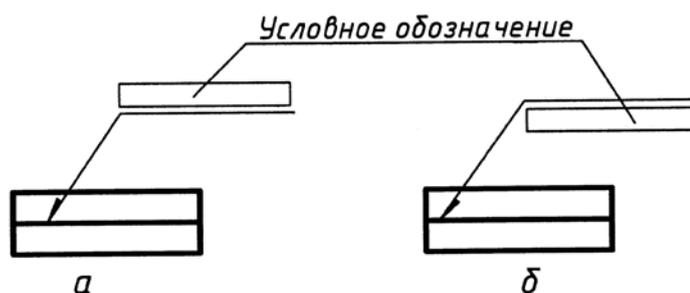
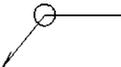
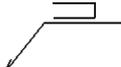
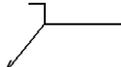


Рис. 79

В ГОСТ 2.312–72 приведена структура условного обозначения стандартного и нестандартного швов или точки, а также начертание и значение вспомогательных знаков, которые выполняют сплошными тонкими линиями. Примеры вспомогательных знаков:

- 
 – шов по замкнутой линии. Диаметр знака – 3...5 мм;
- 
 – шов по незамкнутой линии. Расположение шва должно быть ясно из чертежа;
- 
 – шов выполняется при монтаже изделия.

### [Оглавление](#)

Пример условного обозначения стандартного шва показан на рис. 80 (обозначен шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый сваркой под флюсом по замкнутой линии).

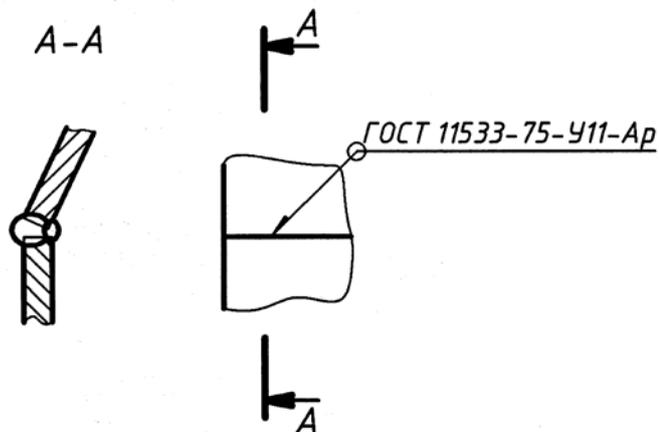


Рис. 80

Пример условного обозначения нестандартного шва показан на рис. 81: изображен шов соединения без скоса кромок, односторонний, выполняемый ручной дуговой сваркой при монтаже изделия; конструктивные элементы кромок в границах шва изображают сплошными тонкими линиями; в технических требованиях делают следующее указание: «Сварка ручная дуговая».

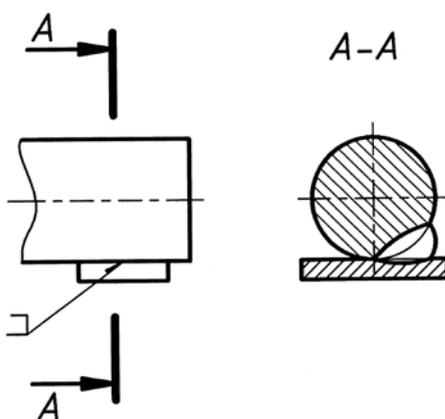


Рис. 81

[Оглавление](#)

На чертеже симметричного изделия при наличии на изображении оси симметрии, допускается отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из симметричных частей изделия.

На чертеже изделия, в котором имеются одинаковые составные части, привариваемые одинаковыми швами, эти швы допускается отмечать линиями-выносками только у одного из изображений одинаковых частей (предпочтительно у изображения, от которого проведена линия-выноска с номером позиции).

При выполнении чертежей в курсе инженерной графики студенты не наносят условное обозначение сварного шва, но при этом отмечают швы сварных соединений линиями-выносками без полоч (см. рис. 77, 78).

### **3.2. Паяные и клееные соединения**

Пайка – процесс получения неразъемного соединения материалов с нагревом ниже температуры их автономного расплавления путем смачивания, растекания и заполнения зазора между ними расплавленным припоем и сцепления материалов при кристаллизации шва (ГОСТ 17325–79).

Пайку применяют при соединении деталей, несущих относительно небольшую нагрузку, в частности, ее широко применяют в различных областях приборостроения. Существует большое число способов пайки (ГОСТ 17349–79) и различных припоев (ГОСТ 19248–73). Стандартизованы также основные типы и параметры паяных соединений (ГОСТ 19249–73).

С помощью различных клеев получают неразъемные соединения деревянных, пластмассовых и металлических деталей, при этом обычно используют стандартные клеи. В некоторых конструкциях склеивание является единственным способом, который можно использовать.

#### **3.2.1. Изображения и обозначения паяных и клееных соединений**

ГОСТ 2.313–82 «Условные изображения и обозначения неразъемных соединений» устанавливает условные изображения и обозначения соединений, получаемых пайкой, склеиванием.

#### [Оглавление](#)

В соединениях, получаемых пайкой и склеиванием, место соединения элементов следует изображать сплошной линией толщиной  $2S$  (рис. 82), где  $S$  – толщина линий контура.

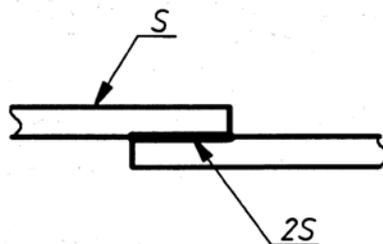


Рис. 82

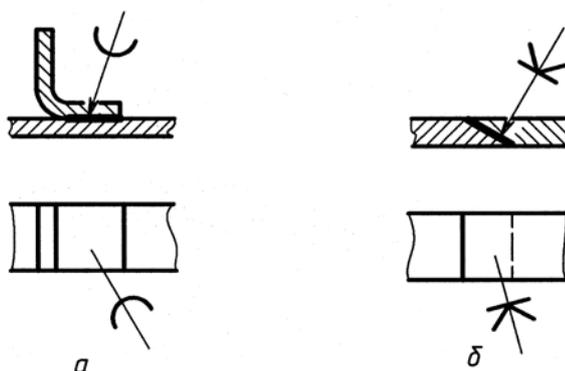


Рис. 83

Для обозначения паяного и клееного соединений следует применять условный знак, который наносят на линии-выноске сплошной толстой линией:

⌒ – для пайки (рис. 83, а);

К – для склеивания (рис. 83, б).

Швы, выполняемые по замкнутой линии, следует обозначать окружностью диаметром  $3...5$  мм, выполняемой тонкой линией (рис. 84, а, б). Швы, ограниченные участком, обозначают, как показано на рис. 85.

Обозначение припоя или клея следует приводить в технических требованиях чертежа записью по типу: *ПОС 40 ГОСТ 21931–76* или *КЛЕЙ ВС – 10Т ГОСТ 22345–77*.

### [Оглавление](#)

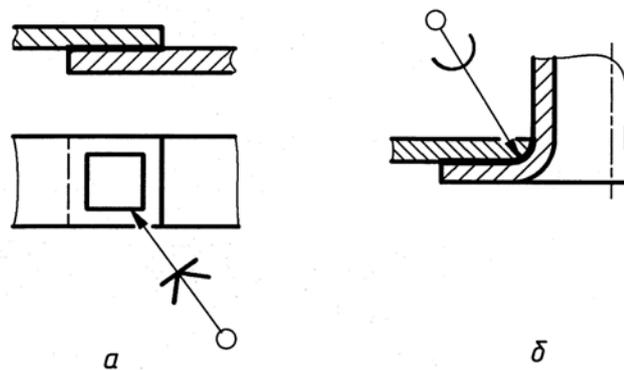


Рис. 84

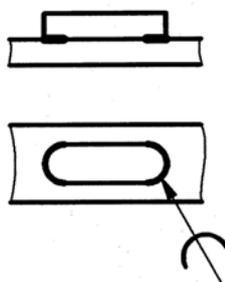


Рис. 85

Фрагменты конструкций с использованием сварки показаны на рис. 86, пайки и склеивания – на рис. 87.

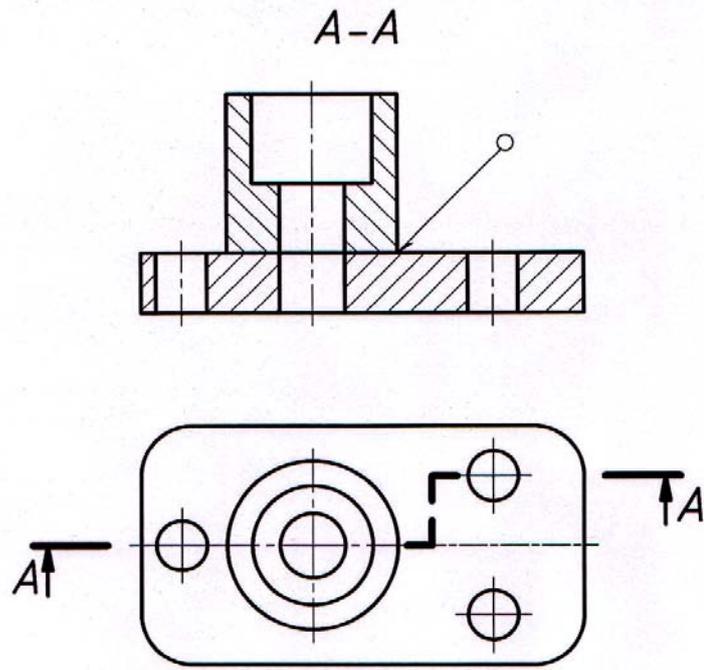


Рис. 86

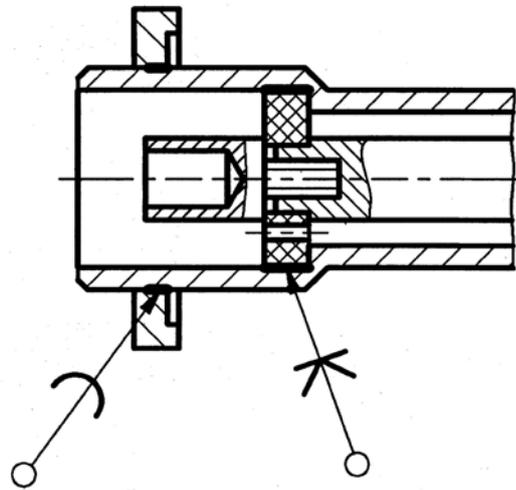


Рис. 87

## Список литературы

1. Стандарты ЕСКД. – М.: Стандартиформ, 2008. – 500 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей. – Юрайт, 2010. – 440 с.
3. Орлов П.И. Основы конструирования. Т. 1. — М.: Машиностроение, 1988. – 559 с.