

1. РЕЗЬБЫ

1.1 Классификация и основные параметры резьбы

Резьба — поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура, лежащего в одной плоскости с осью резьбы по цилиндрической или конической поверхности. Резьба получается путем нарезания на поверхности детали винтовых канавок режущим инструментом (резцами, метчиками, плашками и др.).

Резьбы *классифицируют* по нескольким признакам:

- в зависимости *от профиля* различают резьбы треугольного, трапецеидального, круглого, прямоугольного и других профилей;
- в зависимости *от поверхности*, на которой нарезана резьба, резьбы разделяются на цилиндрические и конические;
- по *расположению на поверхности* резьбы бывают наружные и внутренние;
- по *эксплуатационному назначению* резьбы подразделяют на крепежные (метрические), крепежно-уплотнительные (трубная, коническая), ходовые (трапецеидальная, упорная), специальные и др.;
- в зависимости *от направления винтовой поверхности* резьбы бывают правые и левые;
- по *числу заходов* резьбы подразделяются на однозаходные и многозаходные (двухзаходные, трехзаходные и т.д.).

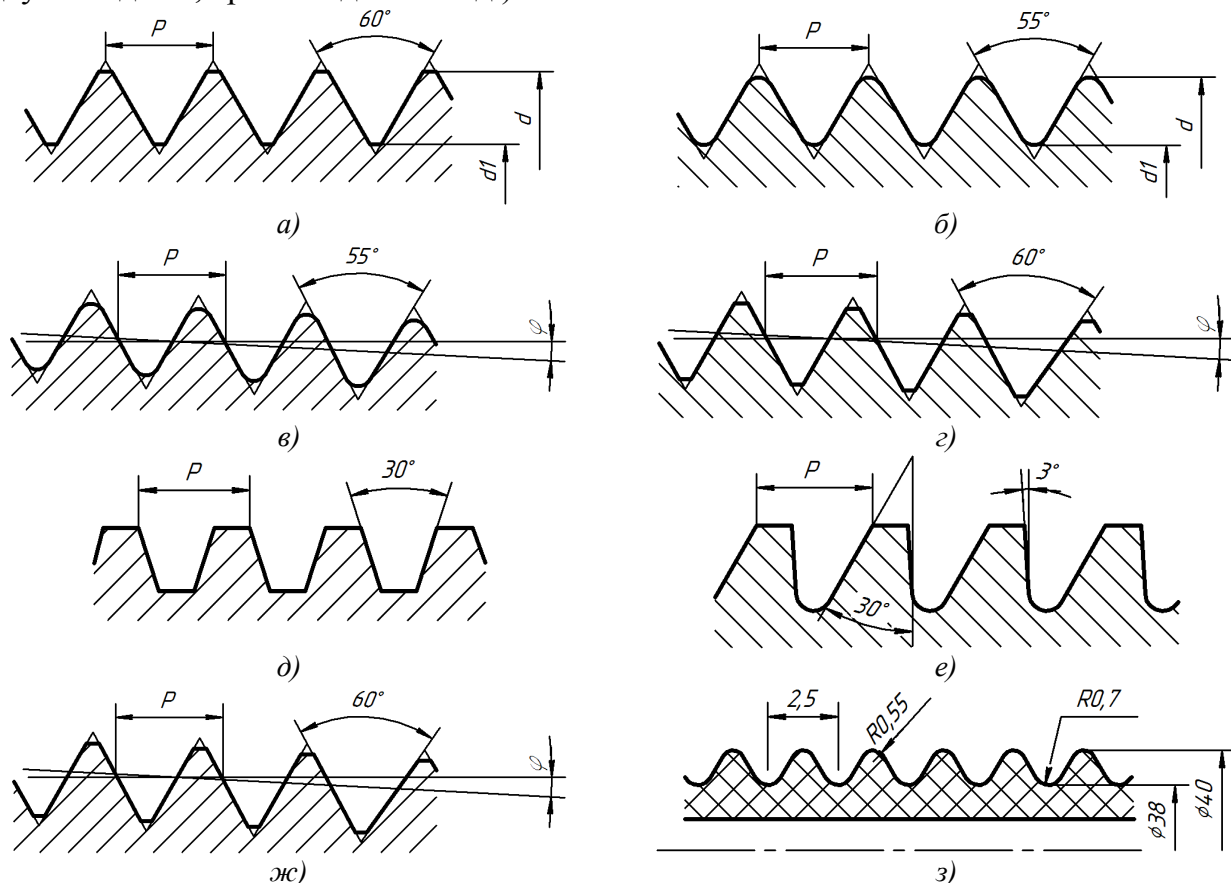


Рис. 1.1. Профили стандартных резьб:

- а* — метрическая; *б* — трубная цилиндрическая; *в* — трубная коническая;
г — коническая дюймовая; *д* — трапецеидальная; *е* — упорная;
ж — коническая метрическая; *з* — круглая электротехнической арматуры

Основные термины и определения для цилиндрических и конических резьб общего назначения установлены ГОСТ 11708—82.

К *стандартным* резьбам общего назначения относятся метрическая, трубная цилиндрическая, трубная коническая, дюймовая коническая, трапецеидальная, упорная, метрическая коническая и круглая электротехнической арматуры (рис. 1.1).

Цилиндрическая резьба — резьба, образованная на боковой поверхности прямого кругового цилиндра.

Коническая резьба — резьба, образованная на боковой поверхности прямого кругового конуса.

Наружная резьба — резьба, образованная на наружной цилиндрической или конической поверхности. В резьбовом соединении наружная резьба является охватываемой поверхностью и наносится на болте (винте и т.п.).

Внутренняя резьба — резьба, образованная на внутренней цилиндрической или конической поверхности. В резьбовом соединении внутренняя резьба является охватывающей поверхностью и наносится на поверхность отверстия в гайке (гнезде и т. п.).

Правая резьба — резьба, образованная контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Левая резьба — резьба, образованная контуром, вращающимся против часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Если ось наружной резьбы расположить вертикально перед наблюдателем, то у правой резьбы видимая часть витков поднимается слева направо, у левой резьбы — справа налево.

Однозаходная резьба образована движением одного контура.

Многозаходная резьба образована движением двух, трех и более одинаковых контуров.

Основные элементы и параметры резьбы (рис.1.1).

Ось резьбы — прямая, относительно которой происходит винтовое движение плоского контура, образующего резьбу.

Профиль резьбы — профиль выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения резьбы.

Боковые стороны профиля — прямолинейные участки профиля, принадлежащие винтовым поверхностям.

Угол профиля (α) — угол между боковыми сторонами профиля.

Наружный диаметр цилиндрической резьбы (D, d) — диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы.

Внутренний диаметр цилиндрической резьбы (D_1, d_1) — диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, вписанного во впадины наружной или вершины внутренней резьбы.

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

Шаг резьбы (P) — расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы.

Ход резьбы — расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы. Ход резьбы есть величина относительного

осевого перемещения винта (гайки) за один оборот. В однозаходной резьбе ход равен шагу, в многозаходной резьбе — произведению шага на число заходов: $P_h = P \times n$.

Сбег резьбы — участок неполного профиля в зоне перехода резьбы к гладкой части детали (рис.1.2).

Длина резьбы — длина участка поверхности, на котором образована резьба, включая сбег резьбы и фаску.

Длина резьбы с полным профилем — длина участка, на котором резьба имеет полный профиль.

Для конической резьбы ГОСТ 11708—82 устанавливает дополнительные термины и определения.

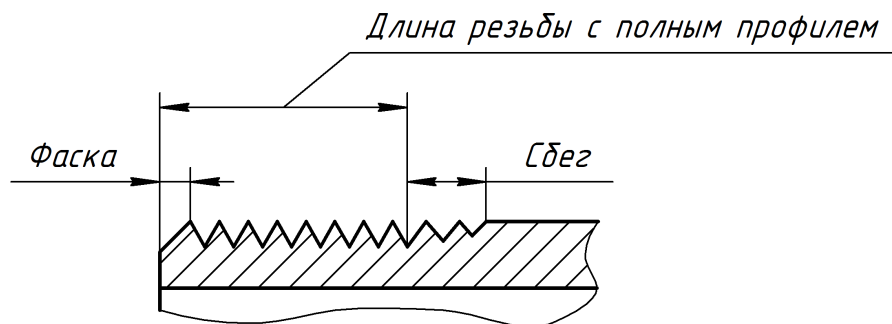


Рис. 1.2. Резьба, фаска, сбег резьбы

В начале резьбы, как правило, делают коническую **фаску**, предохраняющую крайние витки от повреждений и служащую направляющей при соединении деталей с резьбой. Фаску выполняют до нарезания резьбы. Размеры фасок, сбегов, недорезов и проточек стандартизированы в ГОСТ 10549-80 и 27148-86.

1.2. Изображение резьбы

Согласно ГОСТ 2.311—68, резьбу на чертежах изображают *условно*, независимо от профиля резьбы:

на стержне — сплошными толстыми линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему диаметру (рис.1.3, а). На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, приблизительно равную 3/4 окружности.

в отверстии — сплошными толстыми линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру (рис. 1.3, б).

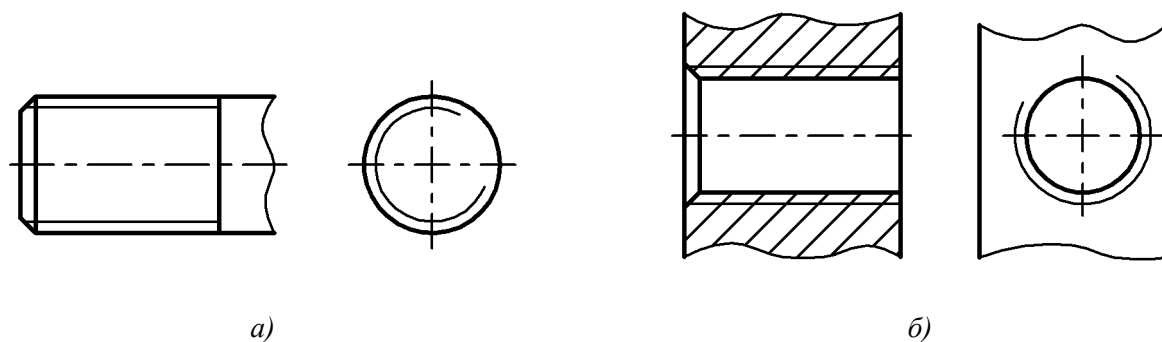


Рис. 1.3. Изображение резьбы на чертежах:
а — на стержне; б — в отверстии

При изображении резьбы расстояние между сплошной толстой и сплошной тонкой линиями должно быть не менее 0,8 мм и не более шага резьбы.

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекциях на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, *не изображают*.

Границу резьбы на стержне и в отверстии проводят сплошной толстой линией (или штриховой, если резьба изображена как невидимая), доводя ее до линии наружного диаметра резьбы.

При необходимости сбеги резьбы изображают тонкими линиями, проводимыми примерно под углом 30° к оси (рис. 1.4).

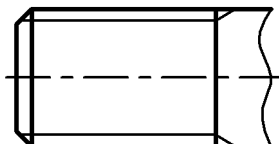


Рис.1.4. Изображение резьбы со сбегом

Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и внутреннему диаметрам.

Обычно на чертежах указывают только длину резьбы с полным профилем. При необходимости указывают длину резьбы со сбегом.

На рисунке 1.5 обозначены размеры элементов с резьбой. Буква **M** применяется в обозначении резьбы метрической.

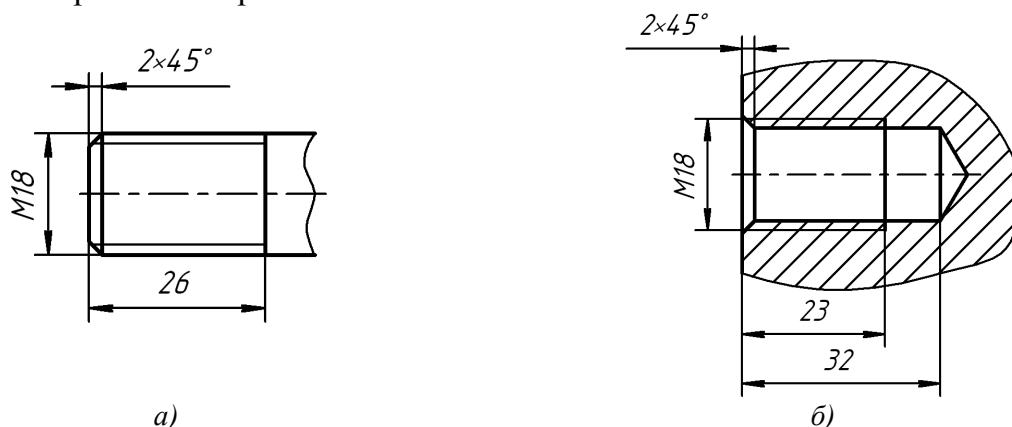


Рис. 1.5. Обозначение размеров элементов с резьбой:
а — на стержне; б — в отверстии

Если резьбу выполняют до некоторой поверхности, не позволяющей перемещать резьбообразующий инструмент дальше, то образуется так называемый *недовод резьбы*. Сбег плюс недовод образуют *недорез резьбы* (рис.1.6).

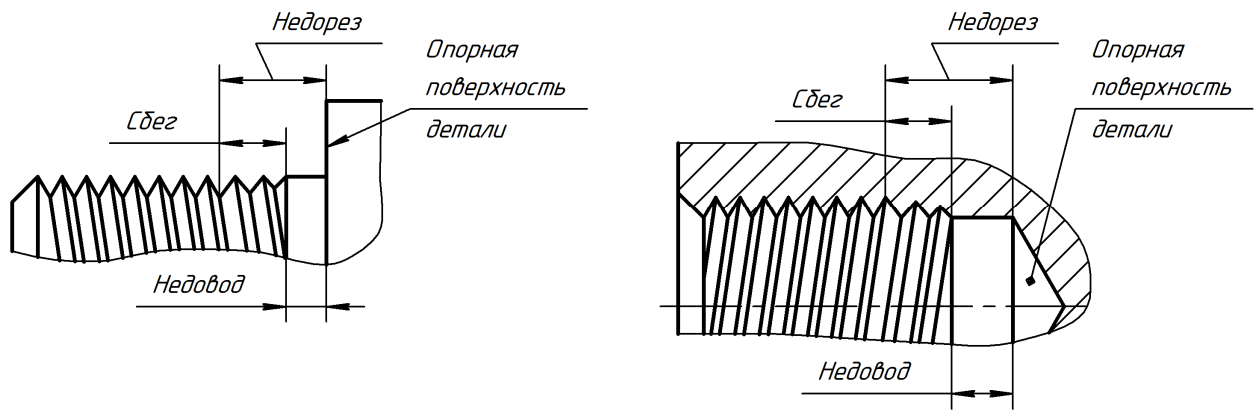


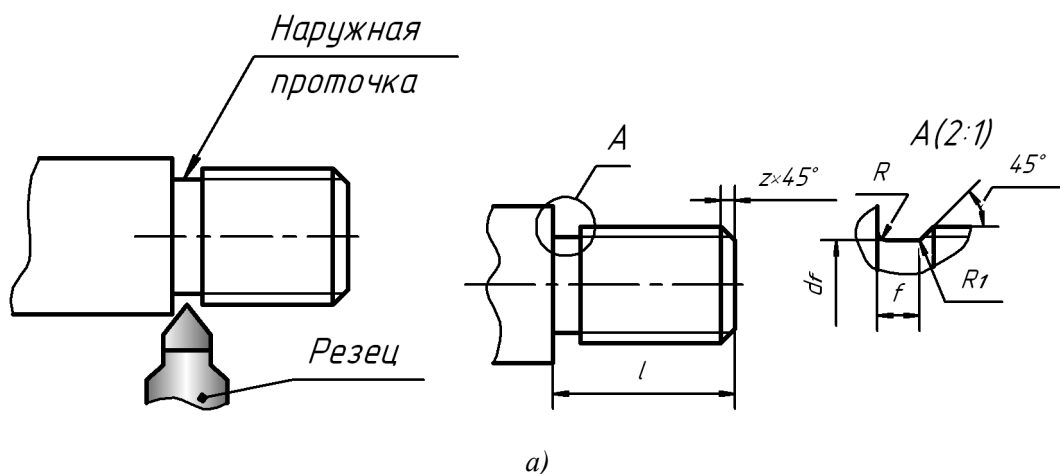
Рис. 1.6. Сбег, недовод, недорез

Резьбу, выполненную до упора, на чертежах деталей изображают, как показано на рисунке 6.1, *а*. А на сборочных чертежах — как показано на рисунке 6.1, *б*.



а) *б)*
Рис. 1.7. Изображение резьбы, выполненной до упора:
а — на чертежах деталей; *б* — на сборочных чертежах

Если требуется изготовить резьбу полного профиля без сбega, то для свободного выхода резьбообразующего инструмента делают *проточку* (рис. 1.8). Диаметр наружной проточки должен быть немного меньше внутреннего диаметра резьбы, а диаметр внутренней проточки — немного больше наружного диаметра резьбы. Ширину проточки включают в длину резьбы.



а)

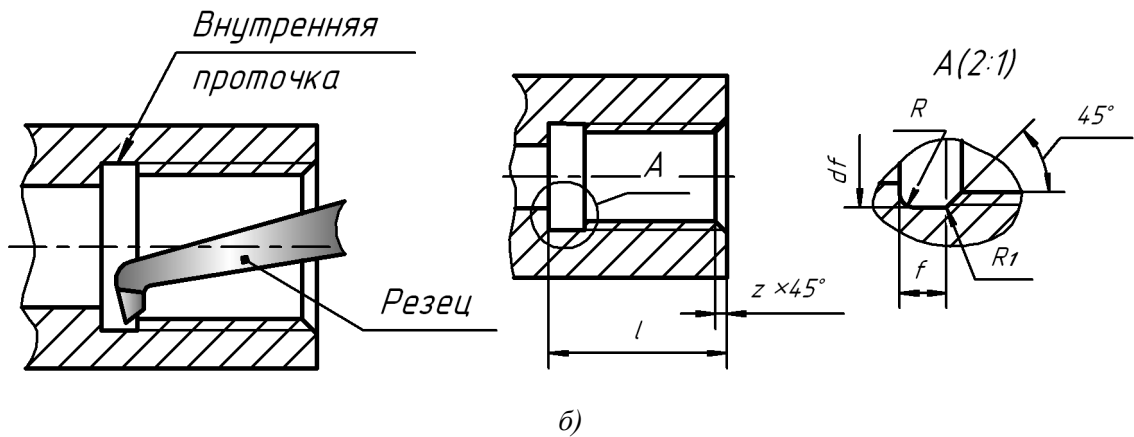


Рис. 1.8. Изображение резьбы с проточкой:
a — на стержне; *б* — в отверстии

На сборочных чертежах фаски, сбеги, проточки обычно не изображают. На рисунке 1.9 показано резьбовое соединение деталей.

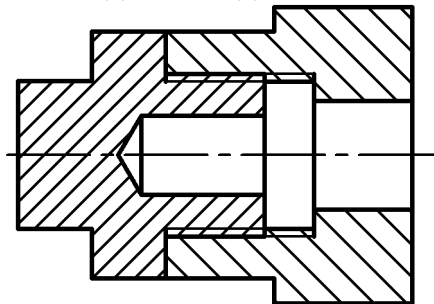


Рис. 1.9. Изображение резьбового соединения деталей

1.3. Обозначение стандартных резьб

Профиль *метрической резьбы* (рис. 6.1, *a*) установлен ГОСТ 9150—81, основные размеры (номинальные значения) — ГОСТ 24705—81. Система допусков и посадок с зазором установлена ГОСТ 16093—81.

Допуски диаметров резьбы устанавливаются по степеням точности, обозначаемым цифрами. Положение поля допуска диаметра резьбы определяется основными отклонениями и обозначается буквой латинского алфавита, строчной для наружной резьбы и прописной для внутренней.

Обозначение поля допуска состоит из цифры, обозначающей степень точности, и буквы, обозначающей основное отклонение. Например: **4h**; **6g**; **6H**.

Для учебных чертежей рекомендуемые поля допуска:

для наружной резьбы — **6g**;

для внутренней резьбы — **6H**.

На учебных чертежах поле допуска резьбы *допускается не обозначать*.

Метрическую резьбу выполняют с *крупным* и *мелким шагом*.

В обозначении резьбы *крупный шаг не указывают*, а мелкий указывают.

В таблице 1.1. приведено извлечение из ГОСТа 8724—81 для диаметров и шагов метрической резьбы.

Таблица 1.1. Диаметры и шаги метрической резьбы по ГОСТ 8724-81

Диаметр $D=d$	Шаг P	
	крупный	мелкий

8	1,25	1; 0,75; 0,5
10	1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5
12	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
14	2	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
16	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
18	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
20	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
22	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24	3	2; 1,5; 1
27	3	2; 1,5; 1; 0,75
30	3,5	3; 2; 1,5; 1; 0,75
33	3,5	3; 2; 1,5; 1; 0,75
36	4	3; 2; 1,5; 1
39	4	3; 2; 1,5; 1
42	4,5	4; 3; 2; 1,5; 1
45	4,5	4; 3; 2; 1,5; 1
48	5	4; 3; 2; 1,5; 1

В общем случае в обозначение резьбы входит:

- буквенный знак резьбы;
- номинальный размер в миллиметрах или дюймах;
- размер шага, если он мелкий, в миллиметрах;
- для многозаходных резьб — значение хода с указанием шага в скобках;
- буквы **LH** для левой резьбы;
- буквенно-цифровое обозначение поля допуска или буквенное обозначение класса точности;

Буквенное обозначение резьбы: **M** — метрическая цилиндрическая; **Tr** — трапецеидальная; **S** — упорная; **G** — трубная цилиндрическая; **Rc** — трубная коническая внутренняя; **R** — трубная коническая наружная; **K** — дюймовая коническая; **MK** — метрическая коническая; **Kp** — круглая для сантехнической арматуры; **E** — круглая для электротехнической арматуры; **Rd** — круглая.

Примеры обозначений метрической резьбы:

- наружная резьба: **M20-6g**; **M20×1,5-6g**, где **20** — наружный диаметр резьбы, **1,5** — мелкий шаг резьбы, **6g** — поле допуска для наружной резьбы;
- внутренняя резьба: **M20-6H**; **M20×1,5-6H**, где **20** — наружный диаметр резьбы, **1,5** — мелкий шаг резьбы, **6H** — поле допуска для внутренней резьбы.

Посадка в резьбовом соединении обозначается дробью, в числителе которой указывают обозначение поля допуска внутренней резьбы, а в знаменателе — обозначение поля допуска наружной резьбы.

Например: **M12-6H/6g**.

Обозначения всех резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, относят к наружному диаметру (рис. 1.10).

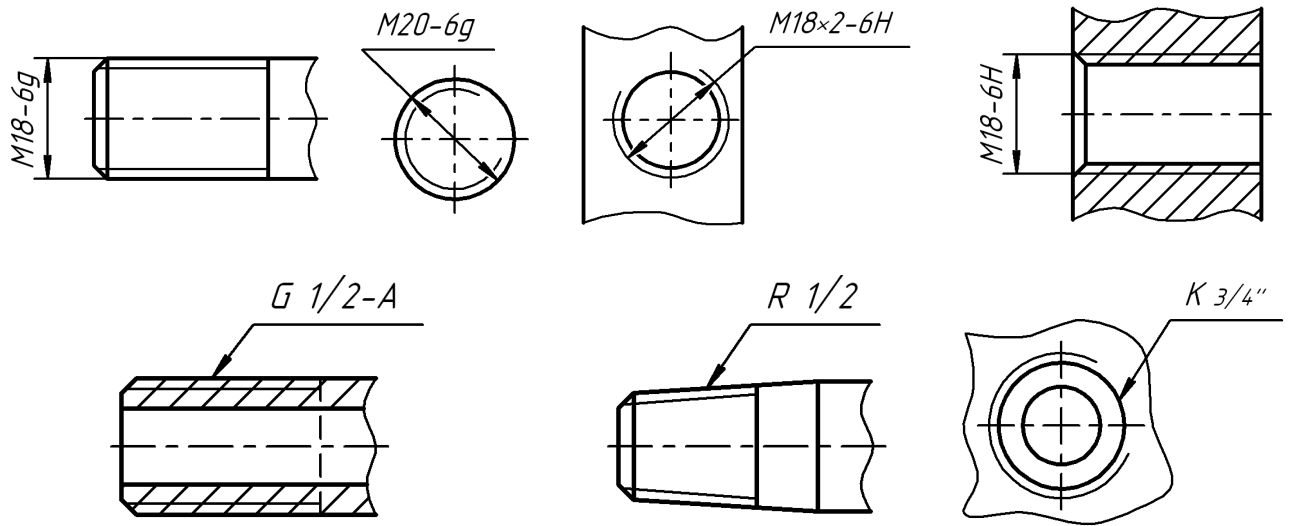


Рис. 1.10. Примеры обозначения стандартных резьб на разных изображениях

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ

2.1. Фаски и радиусы закругления

Значения размеров закруглений и фасок для деталей (рис. 2.1), изготавливаемых из металла и пластмасс по ГОСТ 10548—80, выбирают из 1-го или 2-го ряда по таблице ГОСТ 10548—80. Предпочтительным является 1-й ряд размеров.

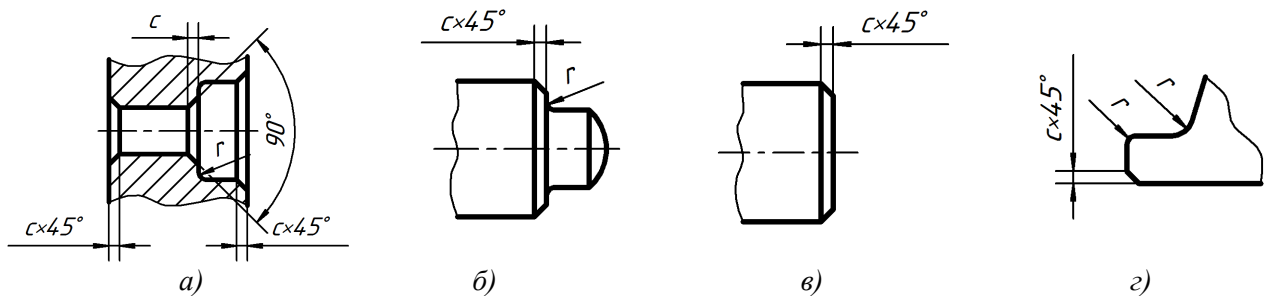


Рис. 2.1. Радиусы закруглений и фаски точеных (а — в) и литых деталей (z)

Рекомендуемые размеры фасок вала и отверстия (рис. 2.2) приведены в таблице 2.1.

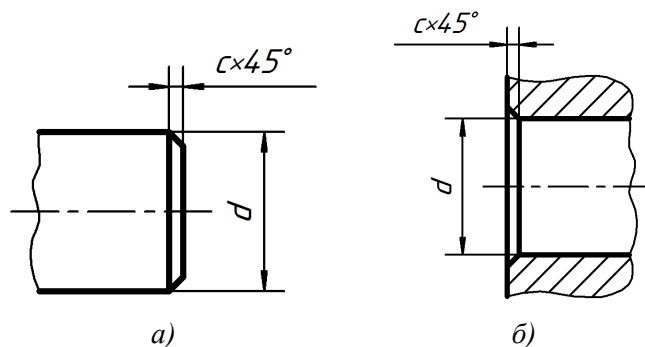


Рис. 2.2. Размеры фасок вала (а) и отверстия (б)

Таблица 2.1. Рекомендуемые размеры фасок

d	c
10...20	0,6
	1,0
20...30	1,0
	1,6
30...50	1,6
	2,0
50...75	2,0
	2,5
75...100	2,5
	3,0

2.2. Проточки и фаски метрической резьбы

Для крепежных изделий с метрической резьбой размеры сбегов резьбы, недорезов и проточек стандартизированы ГОСТ 10549—80. Установленные параметры применимы в изделиях с метрической резьбой, не относящихся к крепежным.

Форма и размеры проточек для наружной метрической резьбы (рис. 2.3) приведены в таблице 2.2.

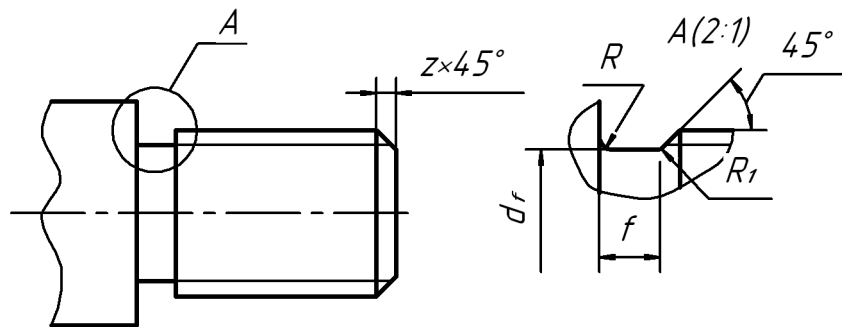


Рис. 2.3. Проточка и фаска наружной метрической резьбы

Таблица 2.2. Размеры проточек и фасок наружной метрической резьбы по ГОСТ 10549—80

Шаг резьбы P	Проточка нормальная, тип 1				Фаска z
	f	R	R_1	d_f	
0,75	2	0,5	0,3	d-1,2	1
0,8	3	1	0,5	d-1,2	1
1	3	1	0,5	d-1,5	1
1,25	4	1	0,5	d-1,8	1,6
1,5	4	1	0,5	d-2,2	1,6
1,75	4	1	0,5	d-2,5	1,6
2	5	1,6	0,5	d-3	2
2,5	6	1,6	1	d-3,5	2,5
3	6	1,6	1	d-4,5	2,5
3,5	8	2	1	d-5	2,5
4	8	2	1	d-6	3
4,5	10	3	1	d-6,5	3

Форма и размеры проточек для внутренней метрической резьбы (рис. 2.4) приведены в таблице 2.3.

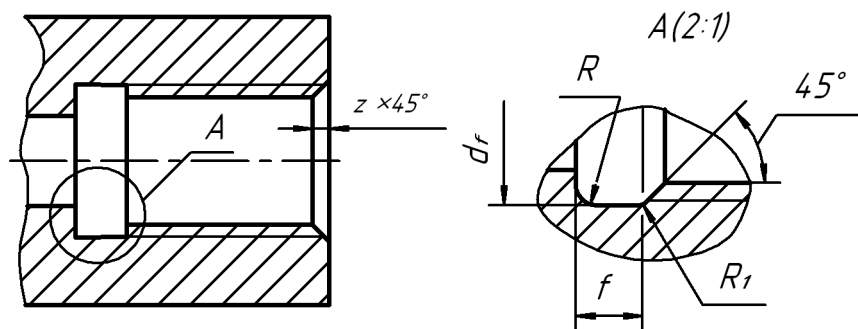


Рис. 2.4. Проточка и фаска внутренней метрической резьбы

Таблица 2.3. Размеры проточек и фасок внутренней метрической резьбы по ГОСТ 10549—80

Шаг резьбы P	Проточка нормальная, тип 1				Фаска z
	f	R	R_1	d_f	
0,75	3	1	0,5	$d+0,4$	1
1	4	1	0,5	$d+0,5$	1
1,25	5	1,6	0,5	$d+0,5$	1,6
1,5	6	1,6	1	$d+0,7$	1,6
1,75	7	1,6	1	$d+0,7$	1,6
2	8	2	1	$d+1$	2
2,5	10	3	1	$d+1$	2,5
3	10	3	1	$d+1,2$	2,5
3,5	10	3	1	$d+1,2$	3
4	12	3	1	$d+1,5$	3
4,5	14	3	1	$d+1,5$	4

2.3. Рифления

Рифления прямые и сетчатые по ГОСТ 21474—75 используются в деталях типа ручек, фиксаторов, маховичков и др.

Форма и размеры рифлений приведены на рисунке 2.5, а и б. Изображение и обозначение элемента детали с рифлением показаны на рисунке 2.5, в.

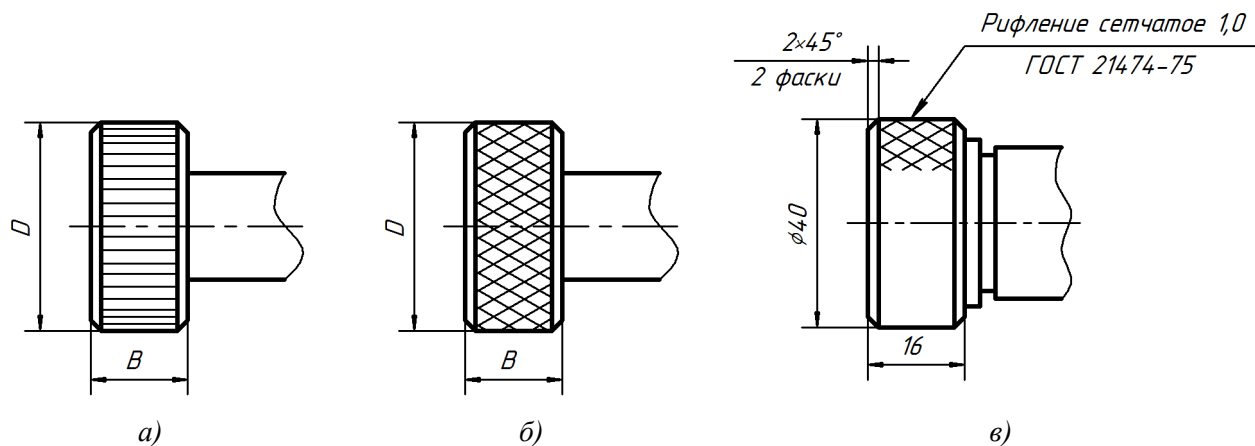


Рис. 2.5. Рифление прямое (а) и сетчатое (б), изображение и обозначение на чертежах (в)

Примеры условного обозначения:

Рифление прямое 1,2 ГОСТ 21474—75 — прямое рифление с шагом 1,2 мм;

Рифление сетчатое 1,0 ГОСТ 21474—75 — сетчатое рифление с шагом 1,0 мм.

3. СТАНДАРТНЫЕ КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ

Крепежные детали общего назначения — болты, винты, шпильки, гайки изготовляют из углеродистых, легированных, коррозионностойких и других сталей и из цветных сплавов. Технические требования изложены в ГОСТ 1759—70.

Болты, винты и шпильки, изготовленные из углеродистых и легированных сталей, характеризуют в обозначении одним из 11 классов прочности: 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.8; 8.8; 9.8; 10.9; 12.9. В обозначениях пишут без точки: 36, 46 и т.д. Чем больше число, тем прочнее сталь.

Для гаек из углеродистых и легированных сталей установлены классы прочности: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14.

Крепежные изделия выпускаются грубой точности (класс С), нормальной точности (класс В) и повышенной точности (класс А), без покрытия или с покрытиями. Толщину покрытия для определенного материала выбирают по ГОСТ 9.303-84. В обозначениях указывают номер покрытия по ГОСТ 1759—70: 01 — цинковое, хромированное; 02 — кадмиевое, хромированное; 13 — никелевое и др.

Схема условного обозначения
болтов, винтов, шпилек и гаек:

Наименование X.XX × XX. XX — XX × XX. XX. XX. XX ГОСТ X...X

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

1 — исполнение (исполнение 1 не указывается); 2 — номинальный диаметр резьбы с буквой **М** (метрическая резьба); 3 — шаг резьбы (крупный не указывается); 4 — направление резьбы (только для левой резьбы — **ЛН**); 5 — поле допуска; 6 — длина изделия (кроме гаек); 7 — класс прочности; 8 — вид и толщина покрытия (если оно есть); 9 — марка материала (указывается только для классов прочности 0,5; 8; 8,8 и выше); 10 — номер стандарта.

В условном обозначении не указывают: исполнение 1, крупный шаг резьбы, правую резьбу, отсутствие покрытия, класс точности В, если на крепежное изделие предусматривается два класса точности (А и В).

Примеры условных обозначений:

1). Болт с шестигранной головкой нормальной точности по ГОСТ 7798—70, третьего исполнения, с метрической резьбой номинального диаметра 12 мм с мелким шагом равным 1,25 мм и полем допуска 6g. Длина болта 60 мм, класс прочности 10.9, марка стали 40Х, покрытие — цинковое хромированное, толщиной 6 мкм:

Болт 3М12×1,25 – 6g× 60.109.40Х.016 ГОСТ 7798-70

2). Болт с шестигранной головкой нормальной точности по ГОСТ 7798—70, первого исполнения, с метрической резьбой номинального диаметра 12 мм с крупным шагом и полем допуска 6g. Длина болта 60 мм, класс прочности 5.8, без покрытия:

Болт М12 – 6g× 60.58 ГОСТ 7798-70

3.1. Болты

Болты представляют собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом. Болты выпускаются нормальной (класс В), повышенной (класс А) и грубой (класс С) точности, с шестигранными, квадратными и другими головками. Наиболее распространены болты с шестигранной головкой нормальной точности (рис. 3.1), размеры и исполнения которых определяет ГОСТ 7798—70.

В таблице 3.1. приведены основные размеры болтов с шестигранной головкой нормальной точности.

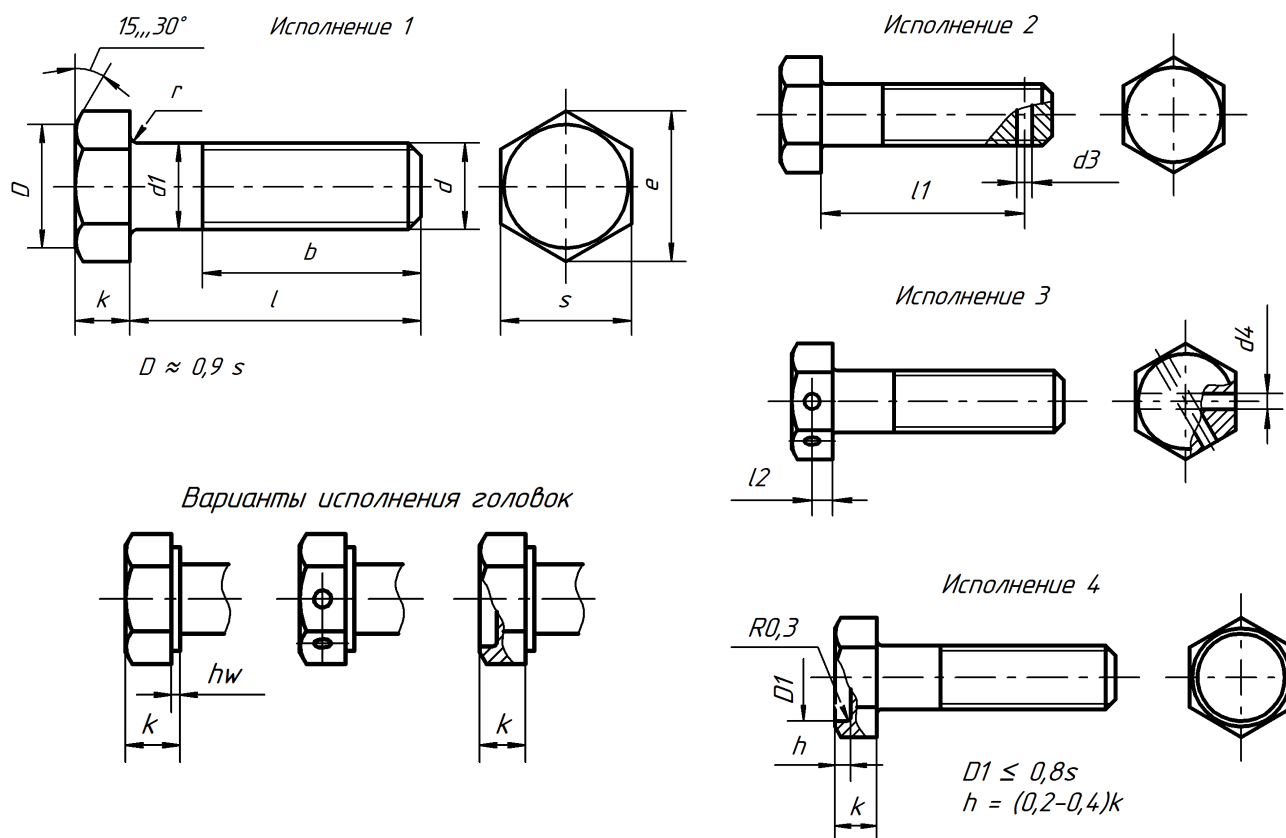


Рис. 3.1. Болты с шестигранной головкой класса точности В по ГОСТ 7798—70

Концы болтов, винтов и шпилек устанавливает ГОСТ 12414—94.

На учебных чертежах на конце болта выполняют коническую фаску с углом 45° и высотой усеченного конуса z (табл. 3.1).

Диаметр торца стержня всегда меньше внутреннего диаметра резьбы. Пример вычерчивания головки болта (гайки) приведен на рисунке 3.2.

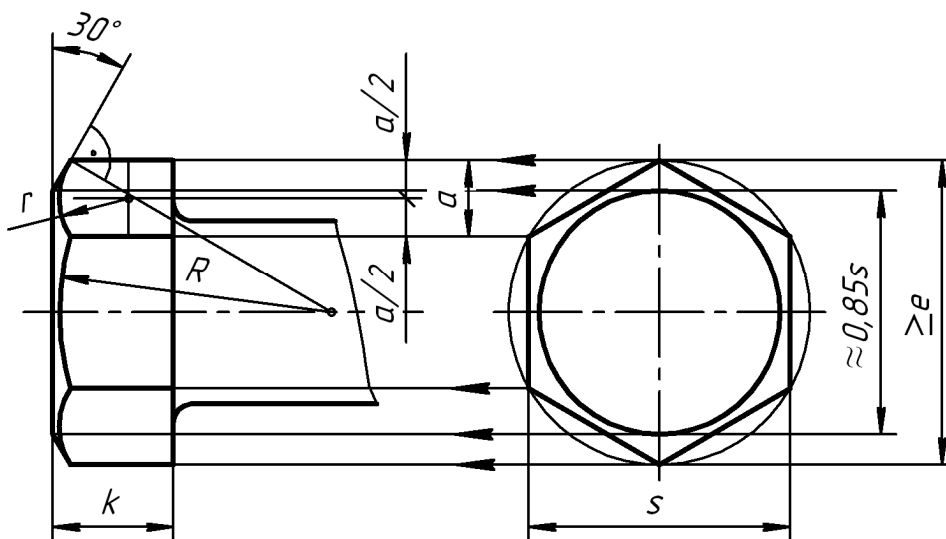


Рис. 3.2. Пример вычерчивания головки болта

Таблица 3.1. Основные размеры болтов с шестигранной головкой класса точности В по ГОСТ 7798—70

Номинальный диаметр резьбы	Длина		Размер под ключ	Высота головки	Диаметр описанной окружности, не менее	Радиус под головкой болта		Фаска на конце болта
	болта	резьбы				r		
						не менее	не более	
$d = d_1$	l	b	S	k	e			$z \times 45^\circ$
6	25...90	18	10	4	10,9	0,25	0,6	1
8	30...100	22	13	5,5	14,2	0,4	1,1	1,6
10	35...150	26	17	7	18,7	0,4	1,1	1,6
12	35...150	30	19	8	20,9	0,6	1,6	1,6
14	40...150	34	22	9	24,3	0,6	1,6	2
16	45...150	38	24	10	26,5	0,6	1,6	2
18	50...150	42	27	12	29,9	0,6	1,6	2,5
20	55...150	46	30	13	33,3 (35)	0,8	2,2	2,5
22	60...150	50	32	14	35 (38)	0,8	2,2	2,5
24	65...150	54	36	15	39,6 (42)	0,8	2,2	2,5
27	70...150	60	41	17	45,2	1,0	2,7	2,5
30	75...150	66	46	19	50,9	1,0	2,7	2,5
36	90...150	78	55	23	60,8	1,0	3,2	3
42	110..150	90	65	26	72,1	1,2	3,3	3
48	120..150	102	75	30	83,4	1,6	4,3	3

Длину l в указанных пределах выбирают из ряда, мм: 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 150.

В скобках указаны диаметры описанной окружности, рекомендуемые при вычерчивании головки болта.

Резьба на стержне болта может быть как с крупным, так и с мелким шагом.

Пример условного обозначения:

Болт исполнения 1, с диаметром резьбы 20 мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 6g, длиной 90 мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Болт M20 – 6g × 90.58 ГОСТ 7798-70

3.2. Винты

Крепежные винты общего назначения (рис. 3.3) с диаметром $d = 1 \dots 20$ мм и длиной $l = 2 \dots 120$ мм имеют форму головки цилиндрическую ГОСТ 1491—80, потайную ГОСТ 17475—80, полукруглую ГОСТ 17473—80, полупотайную ГОСТ 17474—80, цилиндрическую с шестигранным углублением ГОСТ 11738—78, цилиндрическую скругленную ГОСТ 11644—80. Винты исполнения 1 имеют прямой шлиц, исполнения 2 — крестообразный.

Основные размеры и длины винтов приведены в таблицах 3.2 и 3.3.

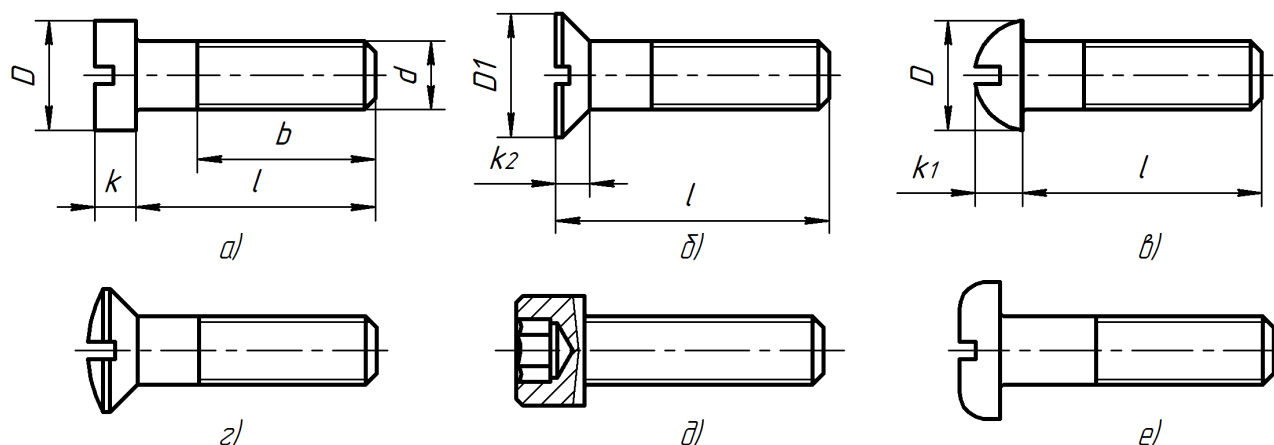


Рис. 3.3. Винты крепежные общего назначения:

с цилиндрической головкой (а), с потайной головкой (б), с полукруглой головкой (в), с полупотайной головкой (г), с цилиндрической головкой с шестигранным углублением (д), с цилиндрической скругленной головкой (е)

Таблица 3.2. Основные размеры крепежных винтов общего назначения

d	b	D	k	k_1	k_2	D_1
5	16	8,5	3,3	3,5	2,5	9,2
6	18	10	3,9	4,2	3	11
8	22	13	5	5,6	4	14,5
10	26	16	6	7	5	18
12	30	18	7	8	6	21,5
14	34	21	8	9,5	7	25

Таблица 3.3. Длина крепежных винтов общего назначения

<i>d</i>	<i>l</i> при форме головки		
	цилиндрической	потайной	полукруглой
5	6...50	6...50	6...50
6	7...60	7...60	7...55
8	12...80	8...80	12...70
10	18...100	11...100	18...70
12	18...100	16...100	22...80
14	22...100	30...100	25...90

Длину *l* в указанных пределах выбирают из ряда, мм: 6; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 90; 100.

Резьба на стержне винта может быть как с крупным, так и с мелким шагом.

Пример условного обозначения:

Винт с цилиндрической головкой, исполнения 1, диаметром резьбы 20 мм, длиной 60 мм, с мелким шагом резьбы 1,5 мм, с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия:

Винт M20×1,5 – 6g × 60.58 ГОСТ 1491-72

3.3. Гайки

Гайка — резьбовое изделие, имеющее отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку. По форме поверхности различают гайки шестигранные, круглые, гайки-барашки, колпачковые. По конструкции гайки делятся на обыкновенные, прорезные и корончатые. Гайки по исполнению могут быть трех видов: исполнения 1 — с двумя наружными коническими фасками, исполнения 2 — с одной наружной конической фаской и исполнения 3 — с цилиндрическим или коническим выступом на одном торце гайки и без наружных фасок.

Основные размеры гаек шестигранных нормальной точности по ГОСТ 5915—70 (рис. 3.4) приведены в таблице 3.4.

Диаметр фаски отверстия на торце гайки всегда чуть больше наружного диаметра резьбы.

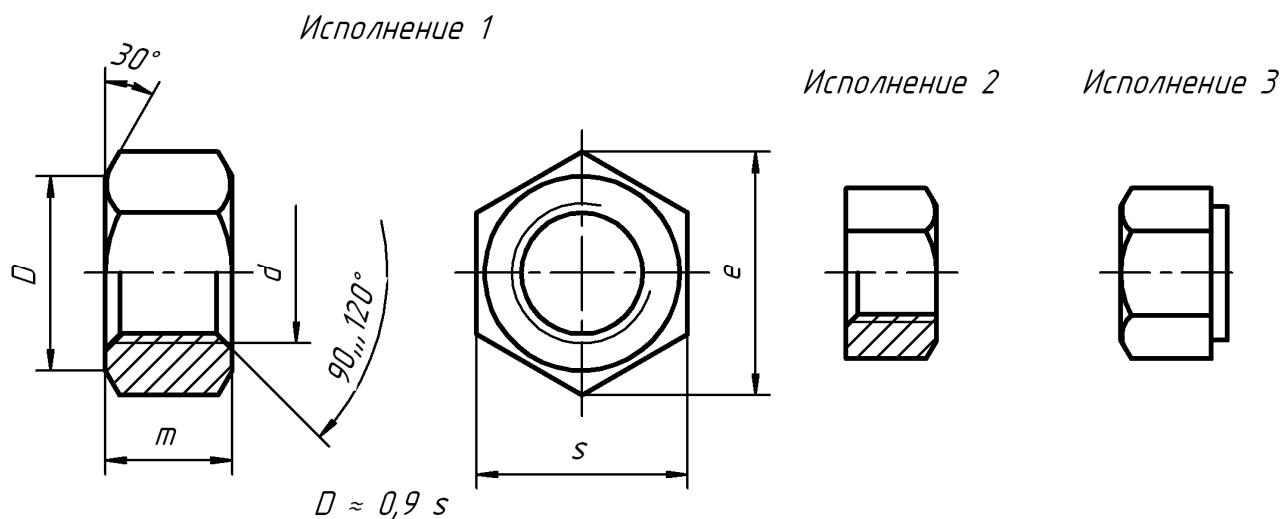


Рис. 3.4. Гайки шестигранные класса точности В по ГОСТ 5915—70

Таблица 3.4. Основные размеры гаек шестигранных класса точности В по ГОСТ 5915—70

Номинальный диаметр резьбы	Размер под ключ	Высота	Диаметр описанной окружности, не менее
<i>d</i>	<i>S</i>	<i>m</i>	<i>e</i>
6	10	5	10,9
8	13	6,5	14,2
10	17	8	18,7
12	19	10	20,9
14	22	11	24,3
16	24	13	26,5
18	27	15	29,9
20	30	16	33,3 (35)
22	32	18	35 (38)
24	36	19	39,6 (42)
27	41	22	45,2
30	46	24	50,9
36	55	29	60,8
42	65	34	72,1
48	75	38	83,4

В скобках указаны диаметры описанной окружности, рекомендуемые при вычерчивании гайки.

Пример условного обозначения:

Гайка исполнения 1, диаметром резьбы 16 мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6Н, класса прочности 5, без покрытия:

Гайка М16 – 6Н.5 ГОСТ 5915 -70

Основные размеры гаек шестигранных прорезных и корончатых нормальной точности по ГОСТ 5918—73 (рис. 3.5) приведены в таблице 3.5.

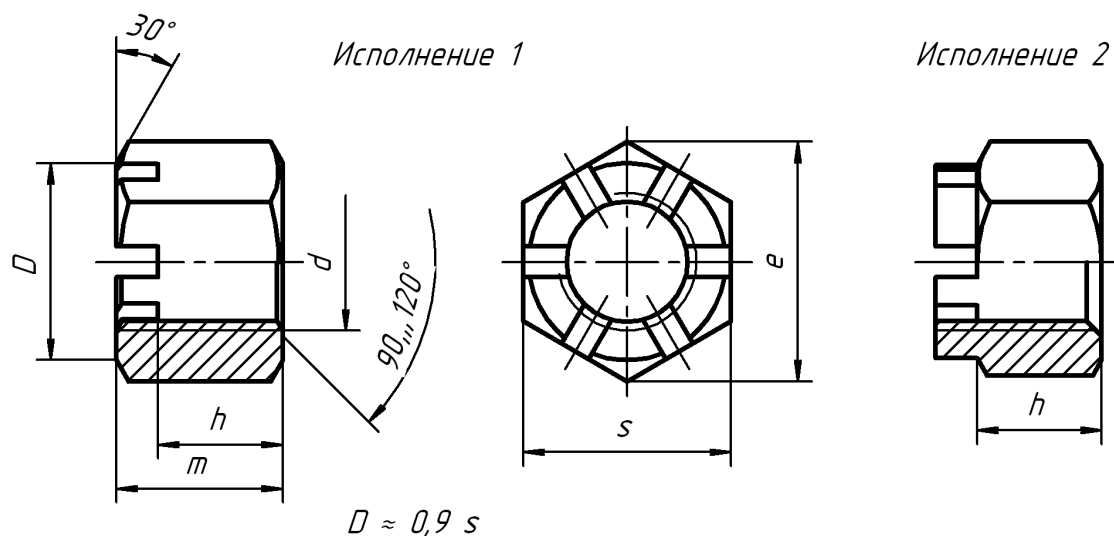


Рис. 3.5. Гайки шестигранные прорезные и корончатые по ГОСТ 5918—73

Таблица 3.5. Основные размеры гаек шестигранных прорезных и корончатых класса точности В по ГОСТ 5918—73

Номинальный диаметр резьбы <i>d</i>	Размер под ключ <i>S</i>	Высота <i>m</i>	Высота до прорезей <i>h</i>	Диаметр описанной окружности, не менее <i>e</i>	Размер шпльнта по ГОСТ 397—79 для прорезной гайки
6	10	7,5	5	10,9	1,6 x 16
8	13	9,5	6,5	14,2	2 x 20
10	17	10	8	18,7	2,5 x 25
12	19	15	10	20,9	3,2 x 32
14	22	17	11	24,3	3,2 x 32
16	24	19	13	26,5	4 x 36
18	27	20	15	29,9	4 x 40
20	30	22	16	33,3	4 x 40
22	32	24	18	35	5 x 45
24	36	27	19	39,6	5 x 45
27	41	30	22	45,2	5 x 50
30	46	33	24	50,9	6,3 x 63
36	55	38	29	60,8	6,3 x 71
42	65	46	34	72,1	8 x 80
48	75	50	38	83,4	8 x 90

Пример условного обозначения:

Гайка шестигранная прорезная, диаметром резьбы 16 мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6Н, класса прочности 5, без покрытия:

Гайка М16 – 6Н.5 ГОСТ 5918 -73

3.4. Шайбы

Шайба — деталь, которую устанавливают под гайку или головку болта для предохранения материала детали от задиров и смятия при затяжке гайки, а также, чтобы исключить возможность самоотвинчивания крепежной детали.

Шайбы разделяются на круглые, косые, пружинные, стопорные и др.

Схема условного обозначения шайб:

Шайба X. XX × XX. XX. XX. XXX ГОСТ X...X

1 2 3 4 5 6 7 8

1 — исполнение (исполнение 1 не указывается); 2 — диаметр резьбы крепежной детали; 3 — толщина (указывается для шайб с толщиной не предусмотренной в стандартах на конкретные виды шайб); 4 — условное обозначение марки (группы) материала (табл. 3.6); 5 — марка материала (указывается для групп 01, 02, 11, 32); 6 — условное обозначение вида покрытия (отсутствие покрытия не указывается); 7 — толщина покрытия; 8 — номер стандарта.

Примеры условных обозначений:

1). Шайба по ГОСТ 11371—78 исполнения 1 для крепежной детали с диаметром резьбы 12 мм, группа материала 03, из стали марки 15, с цинковым хроматированным покрытием, толщиной 9 мкм:

Шайба 12.03.019 ГОСТ 11371-78

2). То же, исполнения 2, без покрытия:

Шайба 2.12.03 ГОСТ 11371-78

Таблица 3.6. Технические требования на шайбы по ГОСТ 18123-82

Вид материала	Марка материала	ГОСТ	Условное обозначение марки (группы)
Углеродистые стали	08, 08кп, 10, 10кп	1050-88	01
	Ст3, Ст3кп	380-94	02
	15	-	03
	20	1050-88	04
	35		05
	45		06
Легированные стали	40Х, 30ХГСА	4543-71	11
Коррозионно-стойкие стали	12Х18Н10Т	5632-72	21
	20Х13		22
Латуни	Л63, ЛС59-1	15527-70	32
	Л63 антимагнитная		33
Бронза	БрАМц9-2	18175-78	34
Медь	М3	859-78	38
Алюминиевые сплавы	АМг5	4784-97	31
	Д1		35
	АД1		37

Основные размеры шайб круглых по ГОСТ 11371—78 (рис. 3.6) приведены в таблице 3.7.

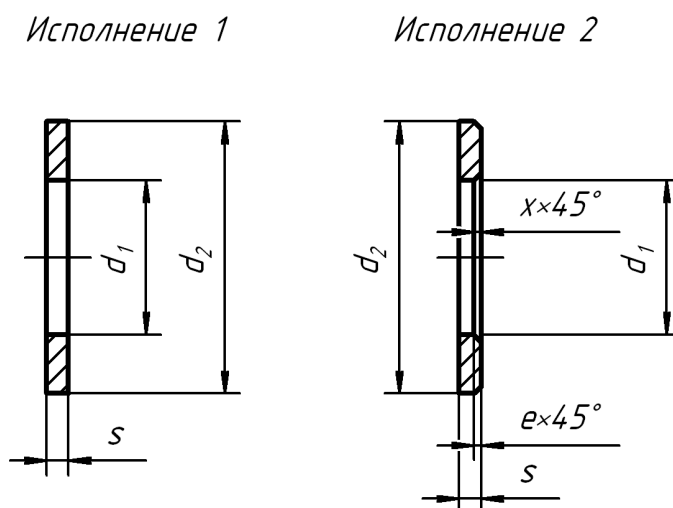


Рис. 3.6. Шайбы круглые по ГОСТ 11371—78

Таблица 3.7. Основные размеры шайб по ГОСТ 11371—78

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали d	Внутренний диаметр d_1	Наружный диаметр d_2	Толщина шайбы s	Наружная фаска e	Внутренняя фаска x , не менее
6	6,4	12,5	1,6	0,4...0,8	0,8
8	8,4	17	1,6	0,4...0,8	0,8
10	10,5	21	2	0,5...1	1
12	13	24	2,5	0,6...1,25	1,25
14	15	28	2,5	0,6...1,25	1,25
16	17	30	3	0,75...1,5	1,5
18	19	34	3	0,75...1,5	1,5
20	21	37	3	0,75...1,5	1,5
22	23	39	3	0,75...1,5	1,5
24	25	44	4	1...2	1,5
27	28	50	4	1...2	1,5
30	31	56	4	1...2	1,5
36	37	66	5	1,25...2,5	1,5
42	43	78	7	1,75...3,5	2,1
48	50	92	8	2...4	2,4

Пример условного обозначения:

Шайба круглая исполнения 2 для крепежной детали с диаметром резьбы 18 мм, группа материала 03, из стали марки 15, без покрытия:

Шайба 2.18.03 ГОСТ 11371-78

Основные размеры шайб пружинных по ГОСТ 6402—70 (рис. 3.7) приведены в таблице 3.8.

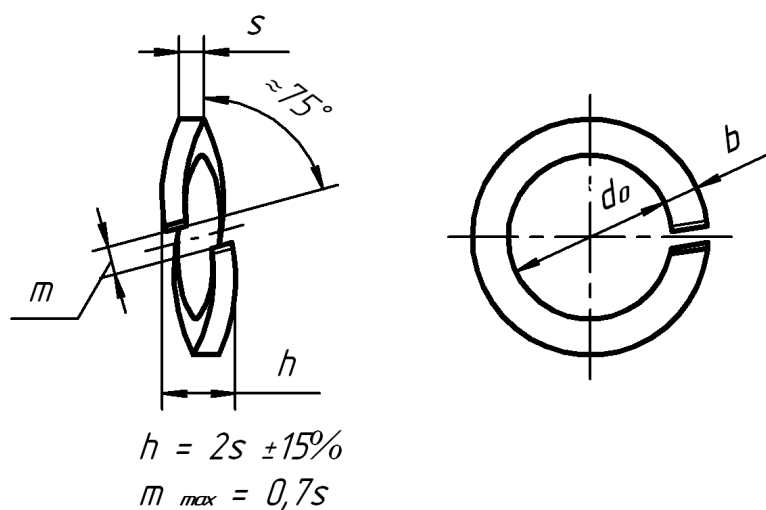


Рис. 3.7. Шайба пружинная по ГОСТ 6402—70

Таблица 3.8. Основные размеры шайб пружинных по ГОСТ 6402—70

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	Внутренний диаметр	Стороны квадратного сечения	Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	Внутренний диаметр	Стороны квадратного сечения
d	d_0	$b=s$	d	d_0	$b=s$
6	6,1	1,4	22	22,5	5
8	8,2	2	24	27,5	5,5
10	10,2	2,5	27	30,5	6
12	12,2	3	30	36,5	6,5
14	14,2	3,2	36	39,5	8
16	16,3	3,5	42	42,5	9
18	18,3	4	48	48,5	10
20	20,5	4,5			

Пример условного обозначения:

Шайба пружинная по ГОСТ 6402—70 для крепежной детали с диаметром резьбы 18 мм, из стали марки 65Г, без покрытия:

Шайба 18.65Г ГОСТ 6402-70

3.5. Шпильки

Шпилькой называется крепежная деталь, представляющая собой цилиндрический стержень, оба конца которого имеют резьбу.

Шпильки общего применения предназначены для соединения деталей, как с резьбовыми, так и с гладкими отверстиями.

Шаг резьбы крупный, а для диаметров свыше 8 мм — крупный или мелкий.

Основные размеры шпилек по ГОСТ 22032—76...22040-76 (рис. 3.8) приведены в таблице 3.9.

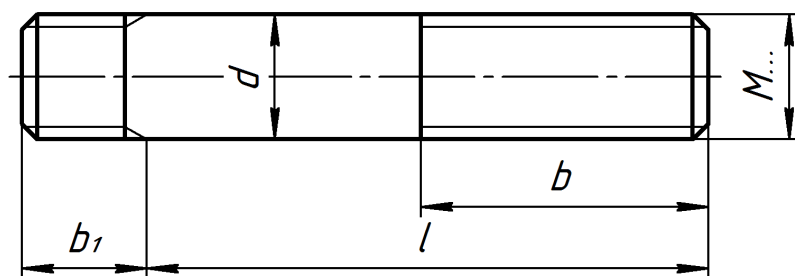


Рис. 3.8. Шпилька по ГОСТ 22032-76...22040—76

Таблица 3.9. Основные размеры шпилек по ГОСТ 22032—76...22040—76

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	Длина шпильки	Длина гаечного конца	Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	Длина шпильки	Длина гаечного конца
d	l	b	d	l	b
6	25...120	18	22	65...120	50
8	35...120	22	24	70...120	54
10	35...120	26	27	75...120	60
12	40...120	30	30	80...120	66
14	45...120	34	36	100...120	78
16	50...120	38	42	120	90
18	55...120	42	48	140...300	108
20	60...120	46			

Длину l в указанных пределах выбирают из ряда, мм: 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 90; 100; 110; 120.

Пример условного обозначения:

Шпилька диаметром резьбы 20 мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, длиной 90 мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Шпилька M20 – 6g × 90.58 ГОСТ 22032-76

На учебных чертежах на конце шпильки выполняют коническую фаску с углом 45° и высотой усеченного конуса z (табл. 3.1).

Длина ввинчиваемого резьбового конца шпильки зависит от материала детали, в которую ввинчивают шпильку (табл. 3.10).

Таблица 3.10. Область применения шпилек

Длина ввинчиваемого резьбового конца (со сбегом резьбы)	ГОСТ		Область применения
	класс точности В	класс точности А	
$b_l = d$	22032-76	22033-76	Для стальных, бронзовых и латунных деталей с относительным удлинением $\delta_s \geq 8\%$, а также для деталей из титановых сплавов
$b_l = 1,25d$	22034-76	22035-76	Для деталей из ковкого и серого чугуна $\delta_s < 8\%$
$b_l = 1,6d$	22036-76	22037-76	Для деталей из ковкого и серого чугуна. Допускается применять для стальных и бронзовых деталей с $\delta_s < 8\%$
$b_l = 2d$	22038-76	22039-76	Для деталей из легких сплавов. Допускается применять для стальных деталей
$b_l = 2,5d$	22040-76	22041-76	
-	22042-76	22043-76	Шпильки с двумя одинаковыми по длине резьбовыми концами для деталей с гладкими отверстиями

3.6. Шплинты

Шплинты используются для предотвращения самоотвинчивания гайки. В соединениях со шплинтами применяются прорезные и корончатые гайки. На конце стержня болта, винта или шпильки выполняется отверстие под шплинт (рис. 3.9) Размеры отверстия устанавливает ГОСТ Р ИСО 7378—93.

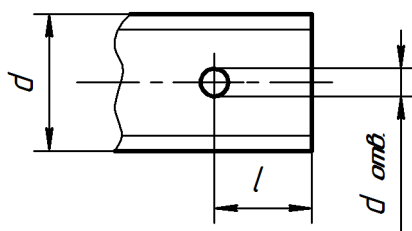


Рис. 3.9. Отверстие под шплинт

Основные размеры шплинтов по ГОСТ 397—79 (рис. 3.10) приведены в таблице 3.12.

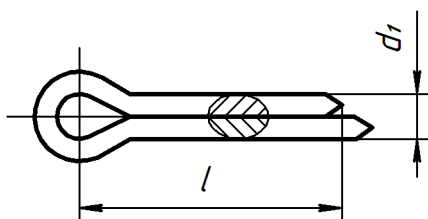


Рис. 3.10. Шплинт по ГОСТ 397—79

Таблица 3.12. Основные размеры шплинтов по ГОСТ 397—79

Условный диаметр шплинта <i>do</i>	Диаметр шплинта <i>d 1</i>	Длина шплинта <i>l</i>	Условный диаметр шплинта <i>do</i>	Диаметр шплинта <i>d 1</i>	Длина шплинта <i>l</i>
1,6	1,3...1,4	8...32	6,3	5,7...5,9	32...125
2	1,7..1,8	10...40	8	7,3... 7,5	40...160
2,5	2,1...2,3	12...51	10	9,3...9,5	45...200
3,2	2,7...2,9	14...63	13	12,1...12,4	71...250
4	3,5...3,6	18...80	16	15,1...15,4	112...280
5	4,4...4,6	22...100	20	19,0...19,3	160...280

Длину *l* в указанных пределах выбирают из ряда, мм: 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 51; 56; 63; 71; 80; 90; 100; 112; 125; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280.

Условный диаметр шплинта *do* равен диаметру отверстия под шплинт.

Пример условного обозначения:

Шплинт с условным диаметром 4 мм, длиной 32 мм, без покрытия:

Шплинт 4×32 ГОСТ 397—79

4. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ И ИЗОБРАЖЕНИЕ ИХ НА ЧЕРТЕЖАХ

Соединения бывают разъемные и неразъемные.

Разъемными называют соединения, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения их составных частей.

К разъемным соединениям относят резьбовые, шпоночные, шлицевые (зубчатые), а также соединения, выполняемые с применением штифтов и клиньев.

Неразъемными называют соединения, разборка которых невозможна без нарушения деталей изделия.

К неразъемным относят клепанные и сварные соединения, а также соединения, образованные развальцовкой, пайкой, склеиванием, посадкой с натягом и другие.

Резьбовое соединение состоит из детали имеющей наружную резьбу и детали с внутренней резьбой (рис. 4.9).

Детали машин и приборов соединяют с помощью крепежных деталей: болтов, винтов, шпилек, гаек, шайб и др. Такие соединения так же относятся к резьбовым.

4.1 Болтовое соединение

Болтовое соединение состоит из болта, гайки, шайбы и скрепляемых деталей. На рис. 4.1, *a* показано конструктивное изображение болтового соединения, которое выполняется *по действительным размерам*. Болты, винты, шпильки, гайки, шайбы на сборочных чертежах при продольном разрезе изображают как на виде.

Длину болта определяют по формуле:

$$l = H_1 + H_2 + 1,3 d,$$

где H_1 и H_2 — толщина скрепляемых деталей; d — номинальный диаметр резьбы болта.

$1,3 d$ — сумма высоты гайки, толщины шайбы и запаса длины стержня болта.

Выход стержня болта за гайку принимают приблизительно равным $0,3 d$.

Подсчитав длину болта по формуле, подбирают ближайшее значение длины из п 3.1. (после таблицы 3.1).

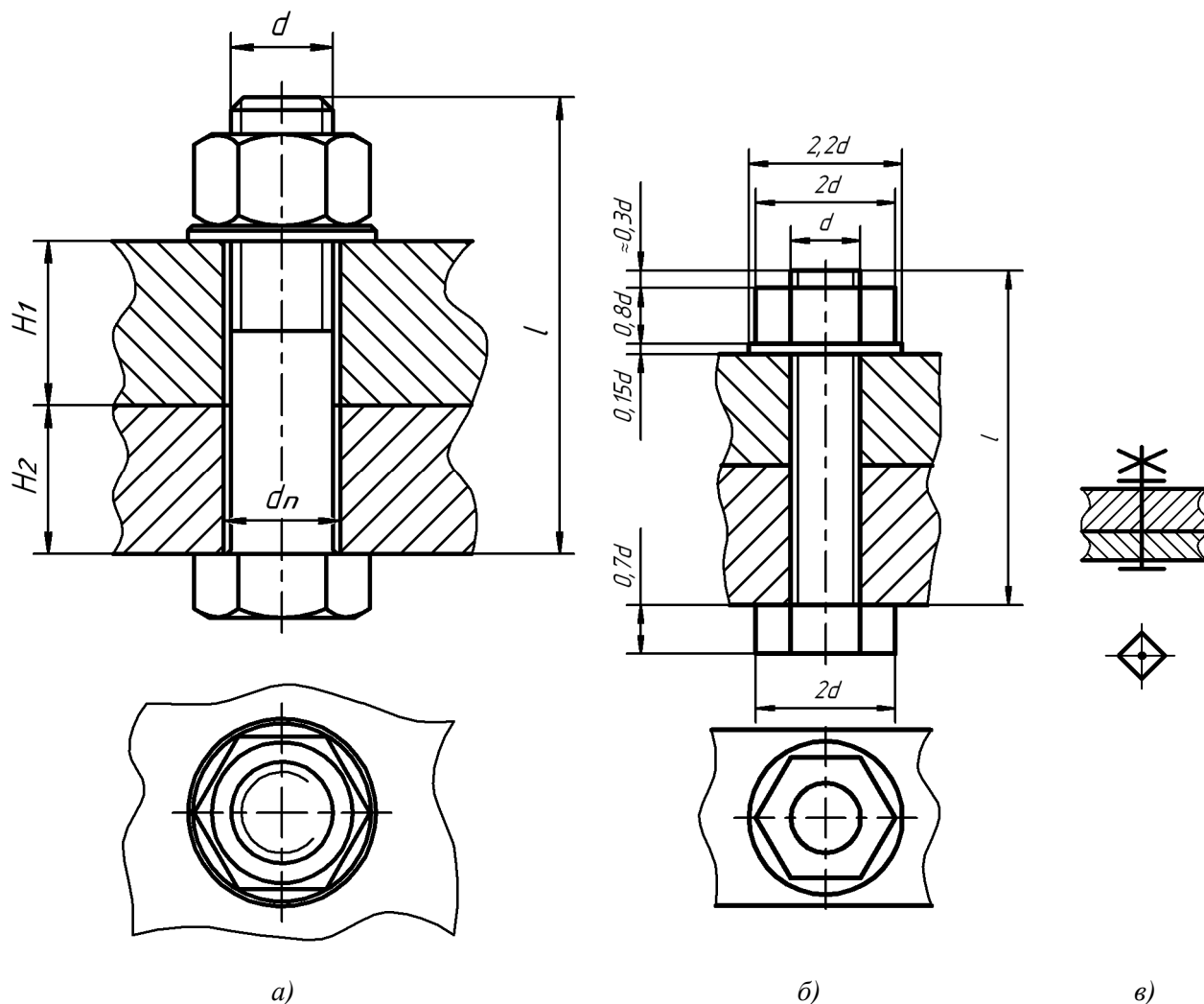


Рис. 4.1. Изображения болтового соединения:

a — по действительным размерам; b — упрощенное изображение; $в$ — условное изображение

На сборочных чертежах и чертежах общего вида изображение крепежных деталей выполняют упрощенное или условное по ГОСТ 2.315-68, в зависимости от назначения и масштаба чертежа. Крепежные детали, у которых на чертеже диаметры стержней равны 2 мм и менее, изображают условно.

На рисунке 4.1, б приведено упрощенное изображение болтового соединения, размеры которого определяют по условно принятым соотношениям в зависимости от диаметра резьбы. Резьбу показывают на всей длине стержня болта. Не показывают фаски, зазор между стержнем болта и отверстиями в скрепляемых деталях.

На рисунке 4.1, в показано условное изображение болтового соединения.

Пример обозначения метрической резьбы в соединениях:

$M 20 - 6H/6g$,

где $6H/6g$ – посадка резьбы, в числителе — поле допуска внутренней резьбы, в знаменателе — поле допуска наружной резьбы.

На рисунке 4.2 показаны изображения болтового соединения (по действительным размерам — конструктивное (а), упрощенное (б) и условное (в)) с предохранением от самоотвинчивания посредством шплинта.

В таком соединении применяются прорезные или корончатые гайки. На конце стержня болта или шпильки делается отверстие под шплинт (рис. 4.9). Шайба может быть любая, а может в состав соединения и не входить.

Диаметр пружинной шайбы на упрощенном изображении принимается произвольный, чуть меньше гайки. Линия соединения частей шайбы проводится наклонной, толщина этой линии — $2s$.

Размеры шплинта на упрощенном изображении произвольные.

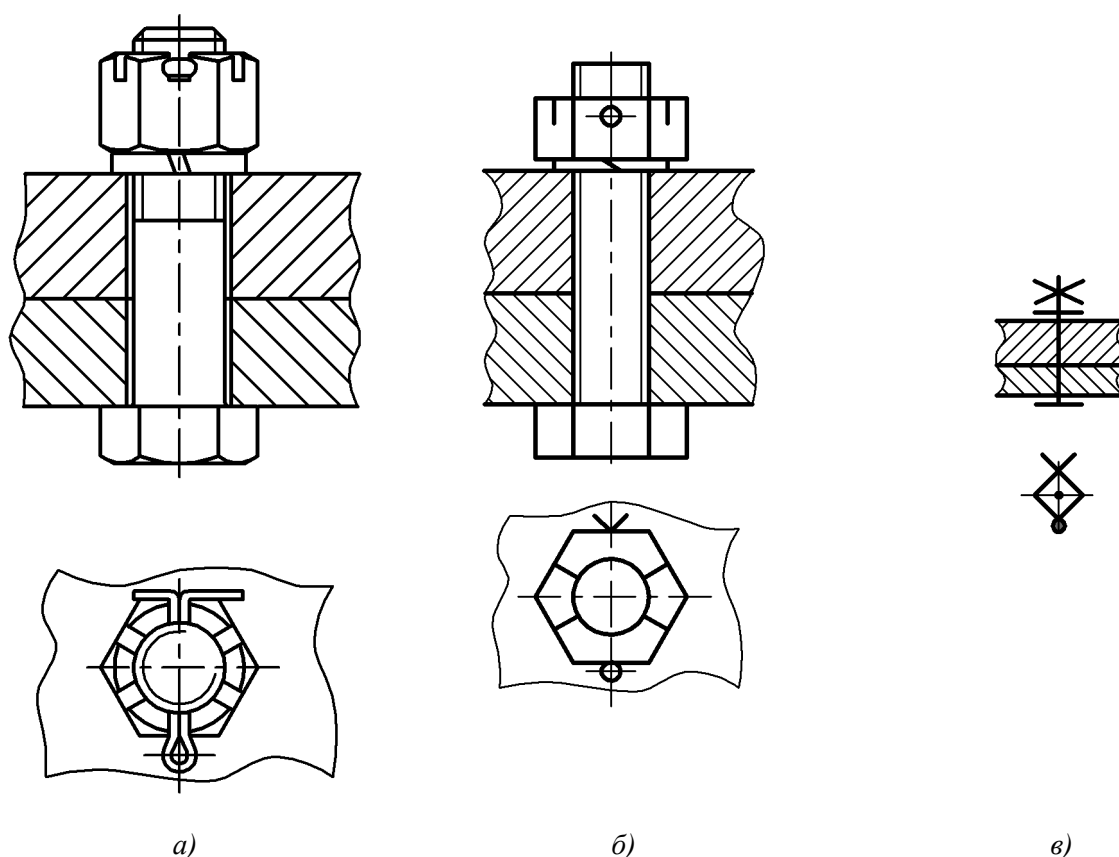


Рис. 4.2. Изображения болтового соединения со шплинтом:

a — по действительным размерам; *б* — упрощенное изображение; *в* — условное изображение

9.2. Шпильчное соединение

Шпильчное соединение состоит из шпильки, гайки, шайбы и скрепляемых деталей. На рисунке 4.3, *a* показано конструктивное изображение шпильчного соединения, на рисунке 4.3, *б* — упрощенное, на рисунке 4.3, *в* — условное изображение соединения шпилькой.

Длину шпильки определяют по формуле:

$$l = H_1 + 1,3 d,$$

где H_1 — толщина прикрепляемой детали; d – номинальный диаметр резьбы.

$1,3 d$ — сумма высоты гайки, толщины шайбы и запаса длины стержня болта.

Выход шпильки за гайку принимают приблизительно $0,3 d$.

Подсчитав длину шпильки по формуле, подбирают ближайшее значение длины из п. 3.5. (после таблицы 3.9).

Величину отверстия под крепежные детали выбирают по ГОСТ 11284-75 (табл. 4.1, по второму ряду).

Размеры упрощенных изображений гайки и шайбы приведены на рисунке 4.1. Резьбу на упрощенном изображении показывают на всей шпильке.

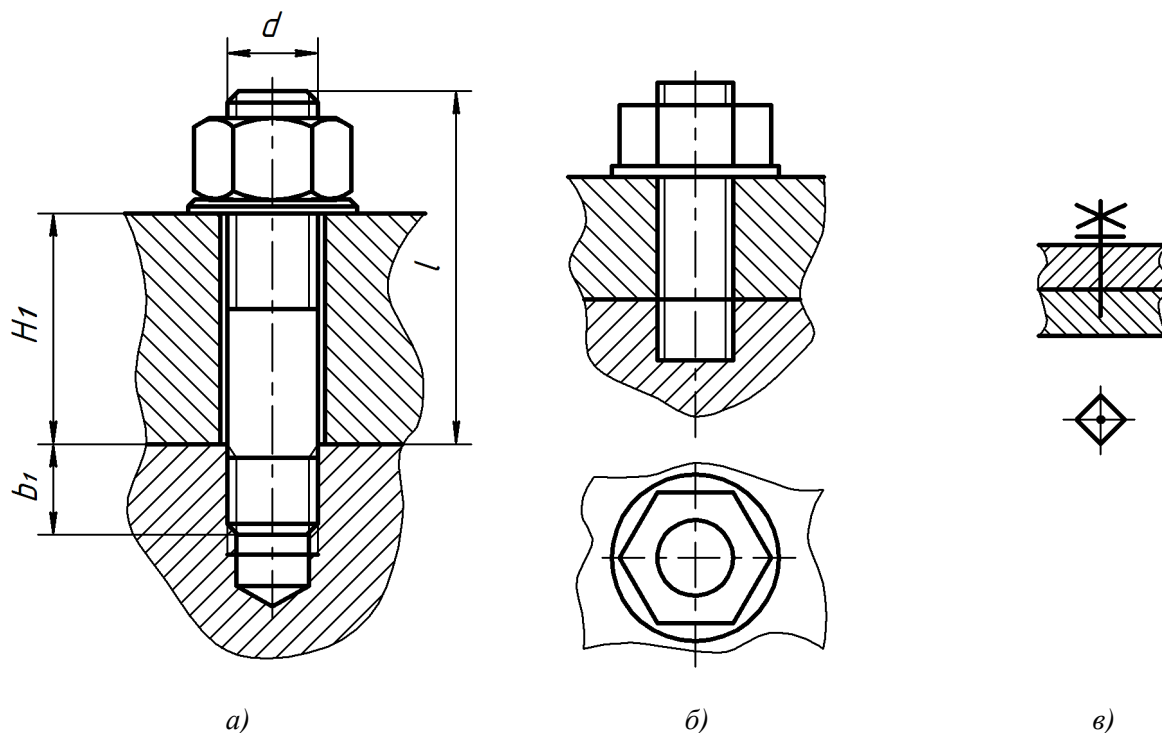


Рис. 4.3. Изображения соединения шпилькой:

a — по действительным размерам; *б* — упрощенное изображение; *в* — условное изображение

4.3. Винтовое соединение

В винтовом соединении, как и в шпильчном, резьбовая часть винта ввинчивается в резьбовое отверстие детали. В прикрепляемой детали имеется гладкое отверстие.

Граница резьбы винта должна быть немного выше линии соединения деталей. То есть при выборе длины винта l необходимо учитывать, что l чуть меньше длины резьбы b .

Чертежи соединений деталей винтами различных типов показаны на рисунке 4.5.

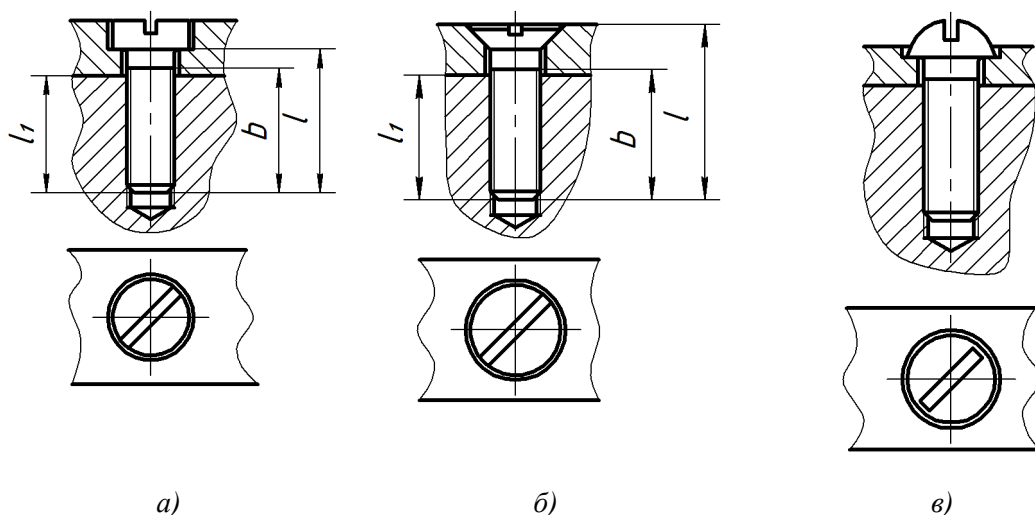


Рис. 4.5. Соединения винтом с цилиндрической (а), потайной (б) и полукруглой (в) головкой

Размеры опорных поверхностей под головки винтов (посадочные места) установлены ГОСТ 12876—79. Допускается применение винтов с не потайной головкой без углублений в прикрепляемой детали (рис. 4.6, а и б).

Упрощенные изображения винтовых соединений показаны на рисунке 4.6.

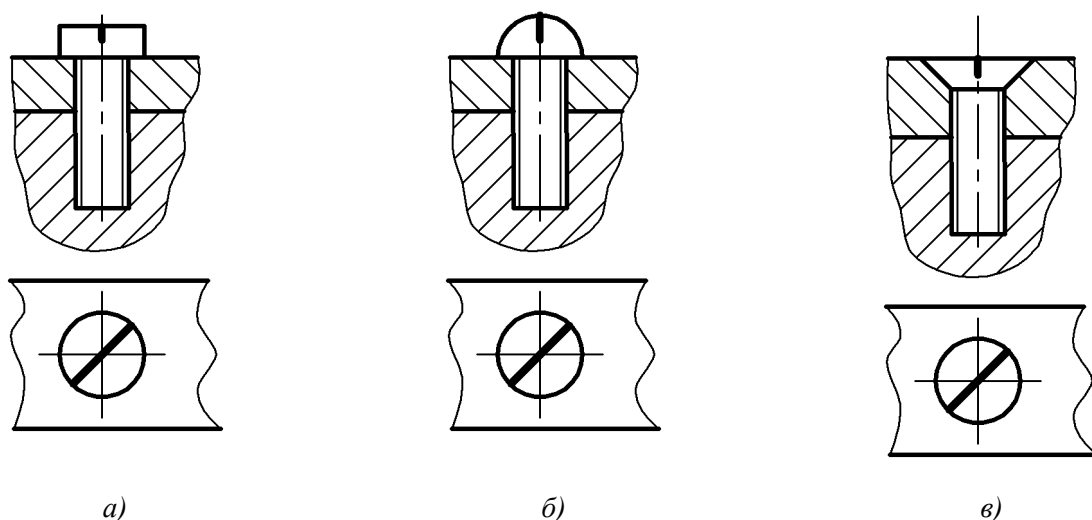


Рис 4.6. Упрощенные изображения соединения винтом с цилиндрической (а), полукруглой (б) и потайной (в) головкой

4.4. Шпоночное соединение

Шпонкой называется деталь, устанавливаемая в пазах соединяемых деталей для предотвращения смещения при передаче крутящего момента.

Стандартами предусмотрено использование призматических (ГОСТ 23360—78), сегментных (ГОСТ 24071—97) и клиновых (ГОСТ 24068—80) шпонок.

Примеры изображения соединения шпонкой приведены на рисунке 4.7.

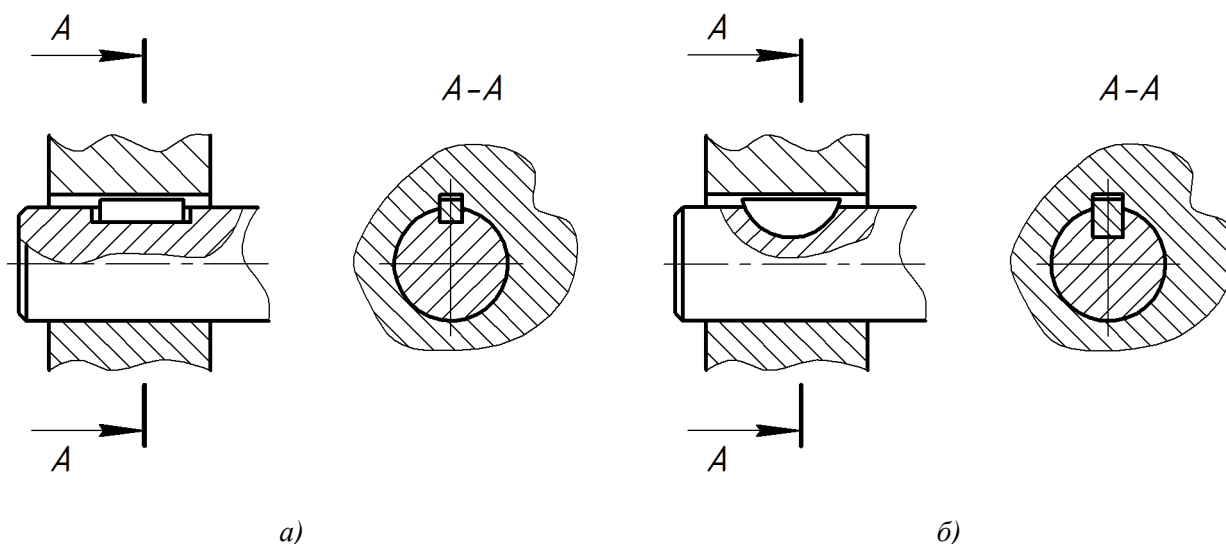


Рис. 4.7. Изображения соединений с призматической (а) и сегментной (б) шпонкой

Примеры условных обозначений шпонки:

1). Шпонка призматическая с шириной 10 мм, высотой 7 мм, длиной 28 мм:

Шпонка 10×7×28 ГОСТ 23360 - 78

2). Шпонка сегментная с шириной 5 мм, высотой 5,2 мм:

Шпонка 5 × 5,2 ГОСТ 24071-97

4.5. Шлицевое соединение

Пример шлицевого (зубчатого) изображения показан на рисунке 4.8.

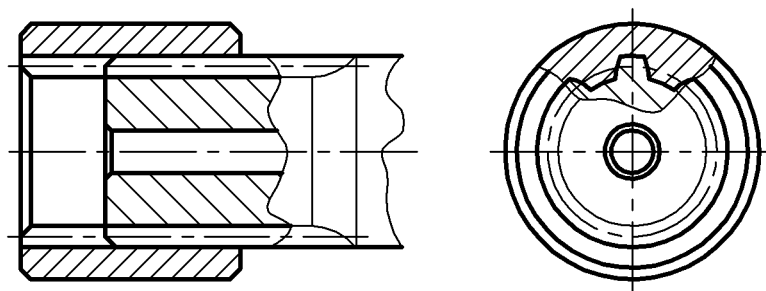


Рис. 4.8. Изображение шлицевого соединения

4.6. Штифтовое соединение

Для соединений деталей применяют цилиндрические (ГОСТ 3178—70) и конические (ГОСТ 3129—70) штифты.

Пример изображения соединения штифтом показан на рисунке 4.9.

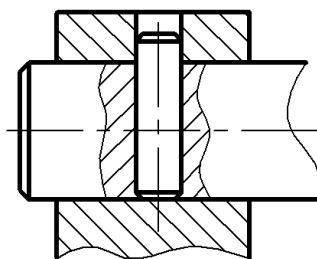


Рис. 4.9. Изображение штифтового соединения

Пример условного обозначения штифта:

Штифт цилиндрический диаметром 10 мм и длиной 60 мм:

Штифт 10×60 ГОСТ 3138 - 70

4.7. Сварные соединения

Сварка является основным способом получения неразъемных соединений в машиностроении.

Условные изображения и обозначения на чертежах швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312-72.

Сварной шов независимо от способа сварки изображают на чертеже соединения видимый — сплошной основной линией (рис. 4.10, а), невидимый — штриховой линией (рис. 4.10, б). От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой.

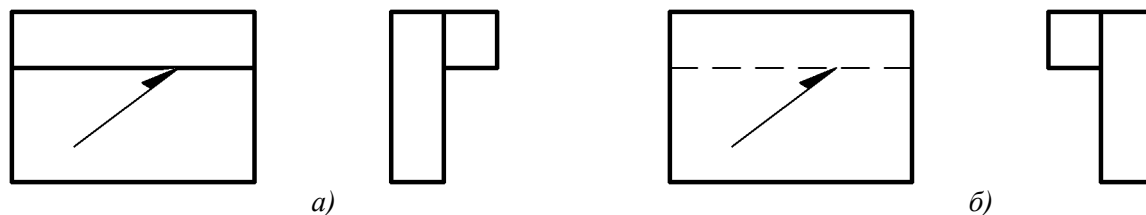


Рис. 4.10. Условные изображения швов сварных соединений:
а — видимый шов; б — невидимый шов

При точечной сварке видимую одиночную сварную точку изображают знаком + (рис. 4.11), который выполняют сплошными линиями. Невидимые одиночные точки не изображают.

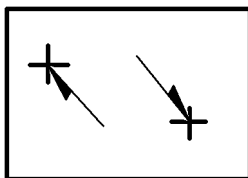


Рис. 4.11. Изображение одиночных сварных точек

На чертежах сварного соединения приводят условное обозначение шва, которое наносят над или под полкой линии-выноска, проводимой от изображения шва.

Условное обозначение лицевого шва наносят над полкой линии-выноска.

Условное обозначение шва с оборотной стороны наносят под полкой линии-выноска.

Структура условного обозначения стандартного шва или одиночной сварной точки включает:

1. Обозначение стандарта сварного соединения.

2. Буквенно-цифровое обозначение шва.

Стыковой — С, нахлесточный — Н, угловой — У, тавровый — Т, торцовый — Тр. Цифра характеризует вид подготовки кромок (со скосом, без скоса) и интервал толщин свариваемых деталей.

3. Условное обозначение способа сварки (допускается не указывать).

Автоматическая — А, полуавтоматическая — П, контактная точечная — Кт, контактная шовная — Кш, контактная роликовая — Кр и др.








4. Знак и размер катета.

Для прерывистого шва — длина провариваемого участка, обозначение цепного или шахматного шва и шаг. Для одиночной сварной точки — расчетный диаметр точки. Для шва контактной точечной сварки или электрозаклепочного — расчетный диаметр точки или электрозаклепки, обозначение цепного или шахматного шва и шаг.

5. Обозначение вспомогательных знаков (табл. 4.3).

Вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями, они должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

Таблица 4.3. Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

	Усиление шва снять
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии 60°
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением
	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм
	Шов по незамкнутой линии

Номера стандартов некоторых видов сварки приведены в таблице 9.4.

Пример условного обозначения сварных швов:

Шов таврового соединения без скоса кромок, двусторонний, прерывистый с шахматным расположением, выполняемый электродуговой ручной сваркой в защитных газах неплавящимся электродом (**РнЗ**) по замкнутой линии. Катет шва 4 мм, длина провариваемого участка 10 мм, шаг 20 мм:

ГОСТ 14806 – 80 – Т5 – РнЗ —Δ 4 – 10 Z 20

При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносят у одного из швов, а от изображений остальных таких швов проводят линии-выноски с полками и указывают порядковый номер шва (рис. 4.12).

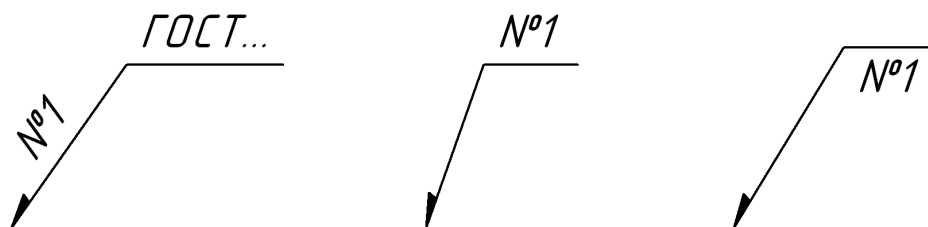


Рис. 4.12. Обозначение одинаковых швов порядковыми номерами

4.8. Паяные и клеевые соединения

В соединениях, получаемых пайкой и склеиванием, место соединения деталей следует изображать сплошной линией толщиной $2s$ (рис. 4.13).

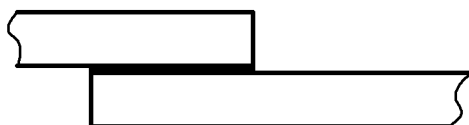


Рис. 4.13. Изображение паяного и клеевого шва

Для обозначения паяного и клеевого соединений следует применять условные знаки, которые наносят на полке линии-выноски сплошной основной линией (рис. 9.14)

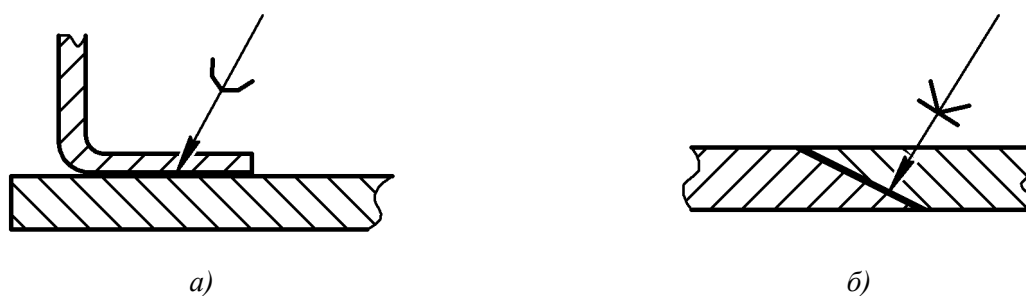


Рис. 4.14. Знаки, наносимые на линии-выноски при обозначении:

а — паяного шва; *б* — клеевого шва

Швы, выполняемые по замкнутой линии, обозначают подобно сварному шву со знаком \bigcirc (рис. 4.15).

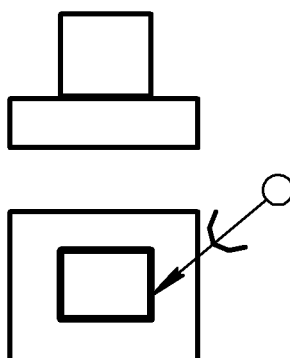


Рис. 4.15. Обозначение паяного шва по замкнутому контуру