

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию

**ПСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

Тихонов С.И., Шагиева Т.А.

**РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Справочно-методическое пособие

Для студентов технических и экономических специальностей



Псков
Издательство ППИ
2006

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию

**ПСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

Тихонов С.И., Шагиева Т.А.

**РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Справочно-методическое пособие

Псков
2006

Тихонов С.И. Разъемные соединения деталей машин: Справочно-методическое пособие / Тихонов С.И., Шагиева Т.А. - Псков: Изд-во ППИ, 2006.- 68 с., ил.

Рецензенты:

1. Чижевский А.Б., к.т.н., доцент, заместитель директора по развитию ЗАО «Уклад»;
2. Шевельков В.В., к.т.н., доцент, декан механико-машиностроительного факультета ППИ.

Данное справочно-методическое пособие содержит необходимые сведения по выполнению чертежей разъемных соединений в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД по состоянию на 01.09.04. Основное назначение справочно-методического пособия – способствовать более качественному выполнению чертежей разъемных соединений деталей.

Справочно-методическое пособие предназначено для студентов технических специальностей ВУЗов, занимающихся выполнением чертежно-конструкторских работ, а также может быть использовано студентами экономических специальностей при изучении предмета «Инженерная графика».

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Псковского государственного политехнического института.

© Псковский государственный политехнический институт, 2006.

Тихонов Сергей Игоревич
Шагиева Тамара Александровна

РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Справочно-методическое пособие

Для студентов технических и экономических специальностей.

Редактор С.И. Тихонов
Компьютерная верстка С.И. Тихонов

Под соединениями в машиностроении понимают узлы, образованные соединительными деталями (болтами, винтами и др.) и прилегающими частями соединяемых деталей (например, фланцами), форма которых подчинена задаче соединения.

Соединения позволяют собрать-составить из отдельных деталей машину или агрегат.

Соединения по признаку возможности разборки делят на неразъемные, которые нельзя разобрать без разрушения или повреждения (заклепочные, сварные), и разъемные соединения, которые допускают многократную сборку и разборку всего соединения без нарушения формы и размеров всех его деталей.

К разъемным соединениям относят соединения резьбовыми деталями, штифтами, шпильками, шпонками и зубчатые (шлицевые).

Изображения всех видов разъемных соединений состоят из изображений деталей их составляющих. Для каждого вида соединения есть особенности, упрощения и условности, применяемые при выполнении его изображения.

1. Резьбовые соединения

1.1. Основные понятия и определения

В машиностроении получили широкое распространение резьбовые соединения. Эти соединения обладают такими достоинствами, как универсальность, высокая надежность, способность воспринимать большие нагрузки, сравнительно малые размеры и масса конструктивного элемента, простота изготовления.

Резьбовые соединения могут быть отнесены к одному из двух типов:

1. соединения, осуществляемые непосредственным свинчиванием соединяемых деталей (труба - 1, муфта - 2) без применения специальных соединительных частей (рис. 1.1, *г*);

2. соединения деталей 4 (рис.1.1, *а, б, в*), осуществляемые с помощью стандартных соединительных деталей, таких как, болты 1 (рис.1.1, *а*), винты 1 (рис.1.1, *б*), шпильки 1 (рис.1.1, *в*), гайки 2 (рис.1.1, *а, в*), шайбы 3 (рис. 1.1, *а, в*).

Термин *винт* применяют как общий (объединяющий также болты и шпильки) и как частный (винт, вращаемый при завинчивании и отвинчивании, т.е. ввинчиваемый в деталь). При сборке и разборке винтового соединения крепежные винты поворачивают или удерживают от поворота соответствующим инструментом (ключом, отверткой) или непосредственно рукой за головку винта.

Термин *болт* предполагает взаимодействие его с гайкой и наличие ГОЛОВКИ.

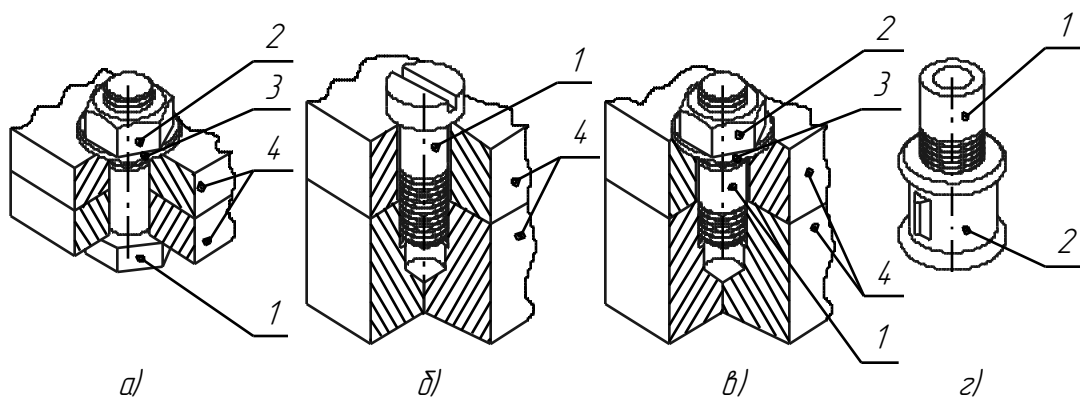
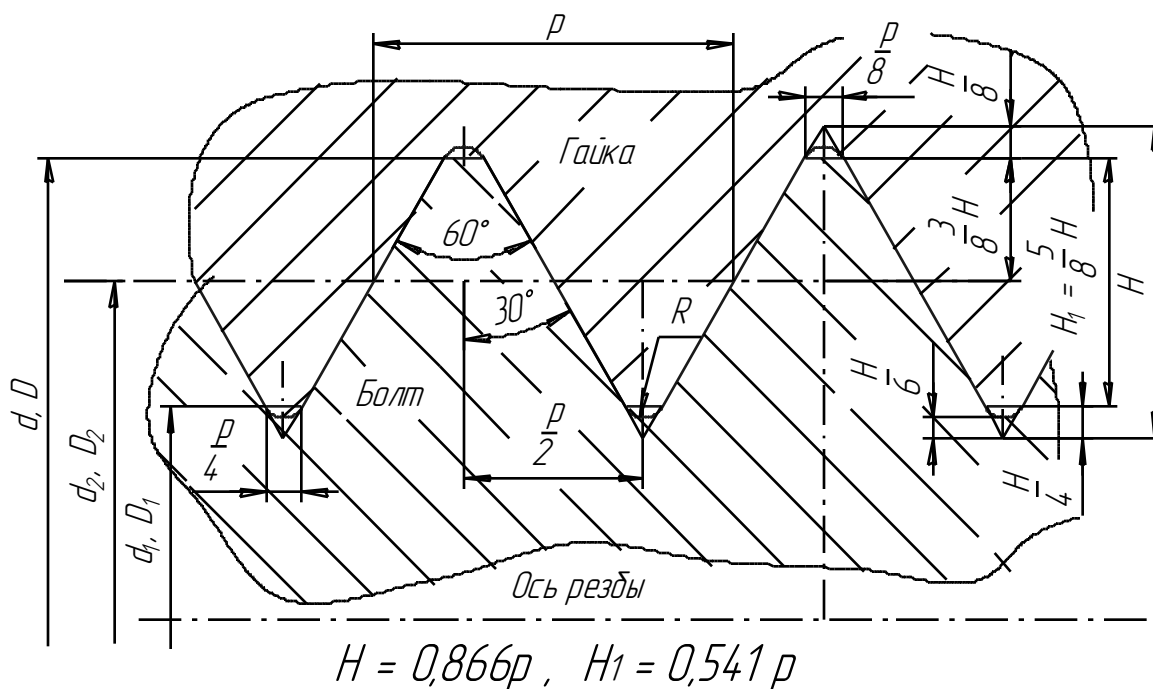


Рис. 1.1 Основные виды резьбовых соединений



а) – болтовое; б) – винтовое; в) – шпилечное; г) – соединение типа «труба-муфта».

Рис. 1.2. Профиль метрической резьбы

Гайка – это деталь с резьбовым отверстием, навинчиваемая на винт и имеющая форму, приспособленную для захвата ключом или рукой.

Основным элементом всех резьбовых соединений является резьба.

Термин *резьба* произошел от технологического процесса ее изготовления – нарезания. Резьба образуется путем нанесения на поверхность деталей винтовых канавок с сечением согласно профилю резьбы. *Профиль резьбы* – это профиль выступа и канавки резьбы в плоскости ее осевого

сечения (рис. 1.2). Образованные таким образом выступы носят названия витков. Угол профиля α - угол между смежными боковыми сторонами резьбы в осевом сечении.

Профиль резьбы характеризуется также:

3. высотой исходного треугольника резьбы H , т.е. треугольника, вершины которого образуются точками пересечения продолженных боковых сторон профиля резьбы;
4. рабочей высотой профиля резьбы H_1 , равной длине проекции участка взаимного перекрытия профилей сопрягаемых наружной и внутренней резьб на перпендикуляр к оси резьбы.

Важнейшей характеристикой резьбы является шаг. Шаг резьбы p – расстояние по линии, параллельной оси резьбы между средними точками ближайших одноименных боковых сторон профиля резьбы, лежащих в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы.

Основными размерными параметрами резьбы являются также диаметры резьбы (винта и гайки): наружный d, D , средний d_2, D_2 , внутренний d_1, D_1 .

Основной крепежной резьбой является метрическая резьба. Свое название данная резьба получила оттого, что все ее размеры выражены в метрических единицах. Она характеризуется углом профиля $\alpha = 60^\circ$, срезом по прямой вершин профиля резьбы винта на расстоянии $\frac{H}{8}$ и вершин

профиля резьбы гайки на расстоянии $\frac{H}{4}$ от вершин исходного треугольника резьбы. Профиль впадин у винта и гайки не регламентируется, но у винта предпочтительно закругление радиусом $r = \frac{H}{6} \approx 0,144p$. Высота ис-

ходного треугольника резьбы $H = \frac{p}{2} \operatorname{ctg} 30^\circ \approx 0,866p$. Рабочая высота

профиля резьбы $H_1 = H - \frac{H}{8} - \frac{H}{4} = 0,625H \approx 0,541p$.

Метрические резьбы разделяются на резьбы с крупным и мелким шагами. Их профили геометрически подобны. За основу принята резьба с крупным шагом. Шаги всех метрических резьб составляют ступенчатый арифметический ряд.

Метрическую резьбу с крупным шагом обозначают M и числом, определяющим диаметр резьбы в миллиметрах, например $M20$, а для резьбы с мелкими шагами дополнительно указывают шаг в миллиметрах, например $M 20 \times 1,5$.

Условное обозначение стандартных изделий дает полное представление об их конструкции, размерах, материале и т. д. Полное условное обозначение для болтов, винтов, гаек и шпилек производится по следующей схеме:



В обозначении не указываются: исполнение 1, крупный шаг резьбы, поле допуска 8g, вид покрытия 00 (без покрытия).

Стандартами предусмотрены три класса точности изготовления болтов и гаек: А – повышенной точности, В – нормальной точности, С – грубой точности. Два класса точности винтов и шпилек (А – повышенной точности, В – нормальной точности). Они отличаются чистотой обработки поверхности резьбы, цилиндрического стержня и опорной поверхности головки болта (винта) и гайки.

Механические свойства болтов, винтов и шпилек характеризуют 12 классов прочности, а именно: 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.8; 8.8; 9.8; 10.9; 12.9. Класс прочности обозначается двумя числами, разделенными точкой. Первое из этих чисел, умноженное на 100, определяет минимальный предел прочности материала в Н/мм^2 , второе число, умноженное на 10, - отношение предела текучести к пределу прочности в процентах. Произведение чисел, умноженное на 10, определяют предел текучести материала в Н/мм^2 .

Для гаек установлены следующие классы прочности: 4; 5; 6; 8; 9; 10; 12 – для гаек с номинальной высотой, равной $0,8d$. Для гаек с номинальной высотой, равной или более $0,5d$ и менее $0,8d$ - 0,4; 05.

Виды и условные обозначения покрытий болтов, винтов, шпилек и гаек приведены в ГОСТ 1759.0-87.

1.2. Болтовое соединение (болтом и гайкой)

Болтовое соединение применяют для скрепления двух и более деталей. Болт проводят через отверстия всех соединяемых деталей. Гладкие отверстия, предусмотренные под болт, выполняются несколько больше ($\approx 1,1 d$) наружного диаметра резьбы.

В болтовое соединение входят: болт 1, гайка 2, шайба 3 и соединяемые детали 4 (рис. 1.1, а). Шайба – это деталь, которую устанавливают под гайку или головку болта для предохранения материала детали от задиров и смятия при затяжке гайки, а также, чтобы исключить самоотвинчивание крепежной детали.

Конструкцию соединения удобнее всего показать на разрезе, плоскость которого проходит через ось болта и совмещенные с ней оси отверстий соединяемых деталей. Болт, как сплошное тело, показывают нерассеченным. Гайку и шайбу принято показывать также без разреза. Пример выполнения болтового соединения приведен на рис. 1.3.

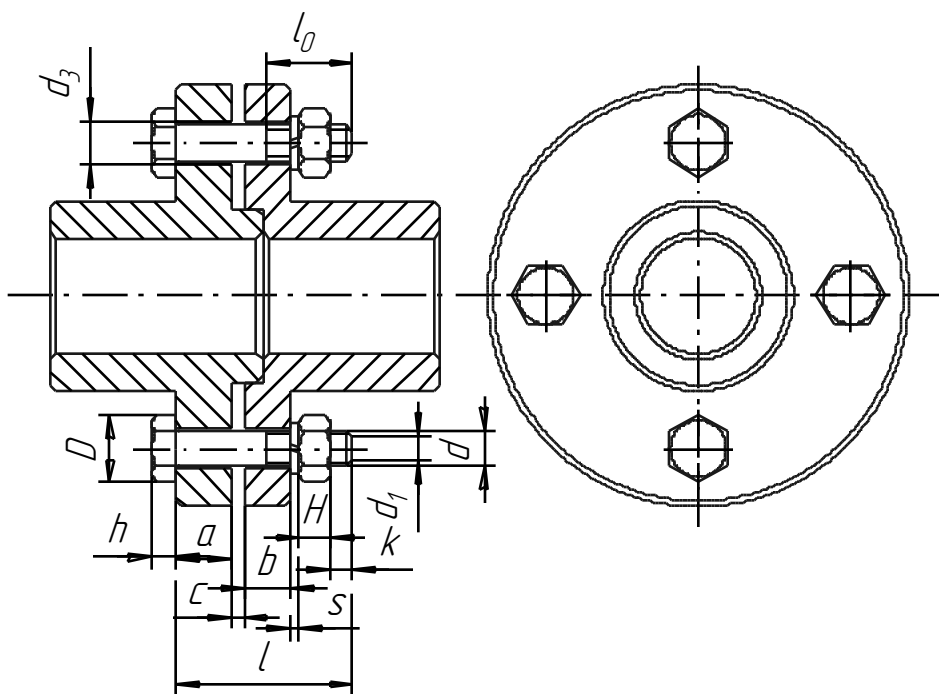


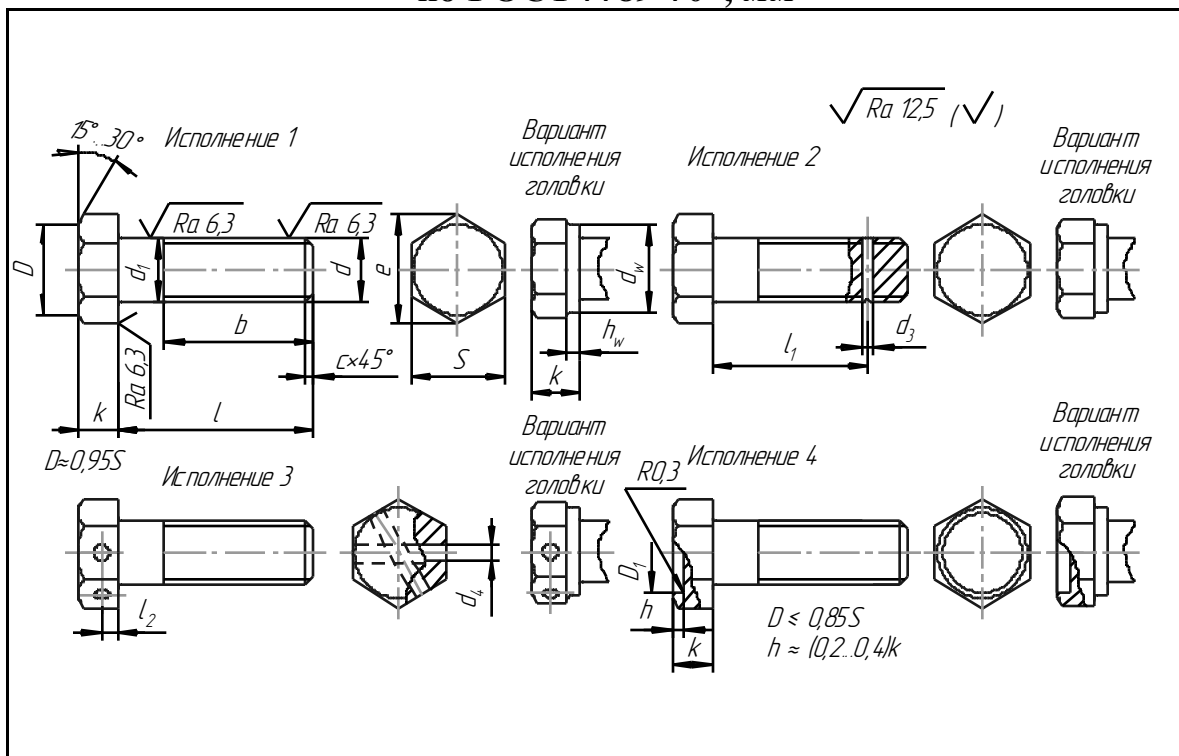
Рис. 1.3 Пример выполнения болтового соединения

Длина болта рассчитывается как сумма длин соединяемых деталей, толщины шайбы, высоты гайки и запаса резьбы болта на выходе из гайки (в пределах 3 ... 5 мм). Основные размеры болтов, гаек и шайб приведены в табл. 1.1. – 1.7.

Пример расчета длины болта (рис. 1.3):

$$l = a + c + b + s + H + k = 12 + 3 + 12 + 2,5 + 10 + 5 = 44,5 \text{ мм}$$

**Болты с шестигранной головкой класса точности В
по ГОСТ 7789-70*, мм**



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		d_1	S	k	h_w		d_w , не менее	e , не менее	d_3	d_4	l_2	c
	крупный	мелкий				не менее	не более						
6	1,0	-	6,0	10	4,0	0,15	0,6	8,7	10,9	1,6	2,0	2,0	1,0
8	1,25	1,0	8,0	13	5,3			11,5	14,2	2,0	2,5	2,8	1,6
10	1,5	1,25	10	17	6,7			15,5	18,7	2,5	3,2	3,5	
12	1,75	1,25	12	19	7,5			17,2	20,9	3,2	3,2	4,0	
(14)	2,0	1,5	14	22	8,8			20,1	24,0	3,2	3,2	4,5	2,0
16	2,0	1,5	16	24	10,0	22,0	26,7	4,0	4,0	5,0			
(18)	2,5	1,5	18	27	12,0	24,8	29,6	4,0	4,0	6,0			
20	2,5	1,5	20	30	12,5	0,20	0,8	27,7	33,0	4,0	4,0	6,5	2,5
(22)	2,5	1,5	22	32	14,0			29,5	35,0	5,0	4,0	7,0	
24	3,0	2,0	24	36	15,0			33,2	39,6	5,0	4,0	7,5	
(27)	3,0	2,0	27	41	17,0			38,0	45,2	5,0	4,0	8,5	
30	3,5	2,0	30	46	18,8			42,7	50,9	6,3	5,0	9,5	

Примечания: 1. Ряд длин l болтов: 8; 10; 12; 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; 32; 35; (38); 40; 45; 50; 60; 65; 70; 75; 80; (85); 90; (95); 100; (105); 110; (115); 120; (125); 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220; 240; 260.

2. Болты, с размерами длин, заключенными в скобки применять не рекомендуется.

Примеры условных обозначений:

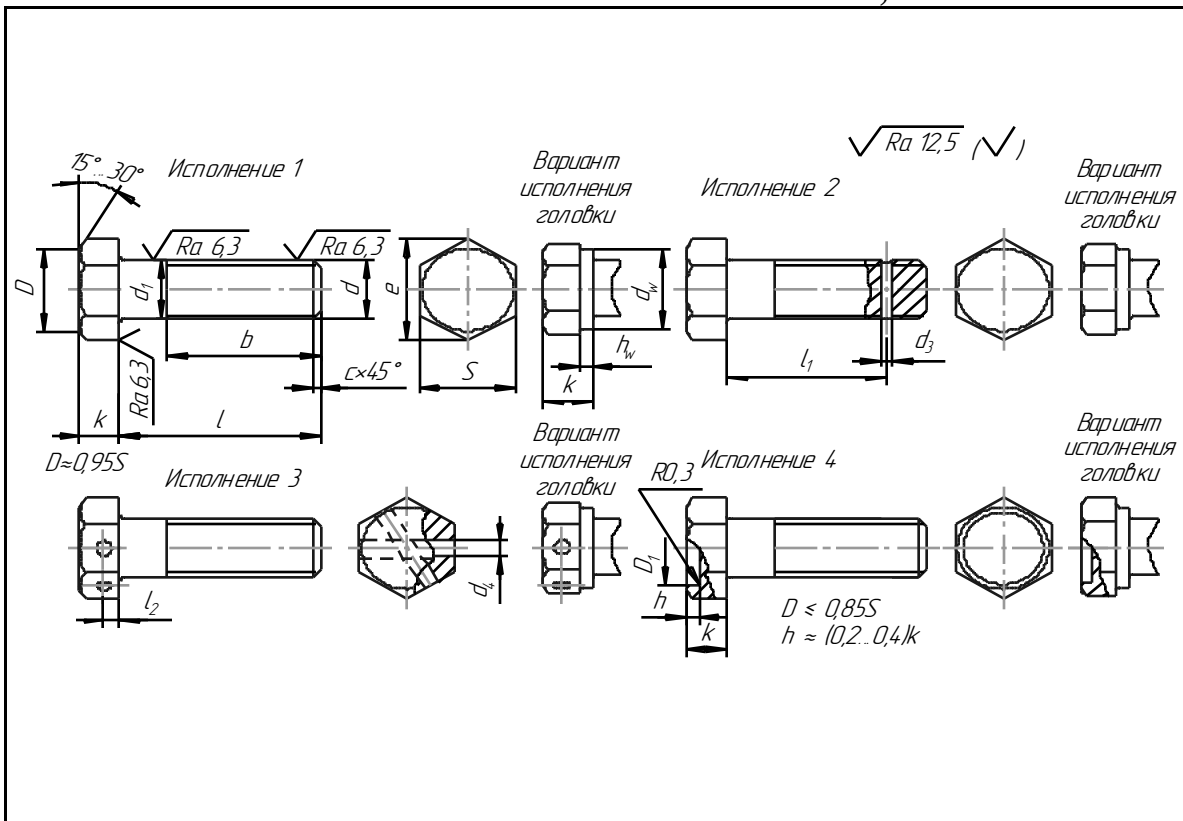
- Болт исполнения 1, диаметром резьбы $d = 20$ мм, длиной $l = 90$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия:

Болт М 20 – 6 g × 90. 58 ГОСТ 7789 -70.

- То же, исполнения 3, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6g, класса прочности 10.9, из стали 40X, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Болт 3М 20 × 1,5 – 6 g × 90. 109 . 40X. 019 ГОСТ 7789 -70.

**Болты с шестигранной уменьшенной головкой
класса точности В по ГОСТ 7796-70*, мм**

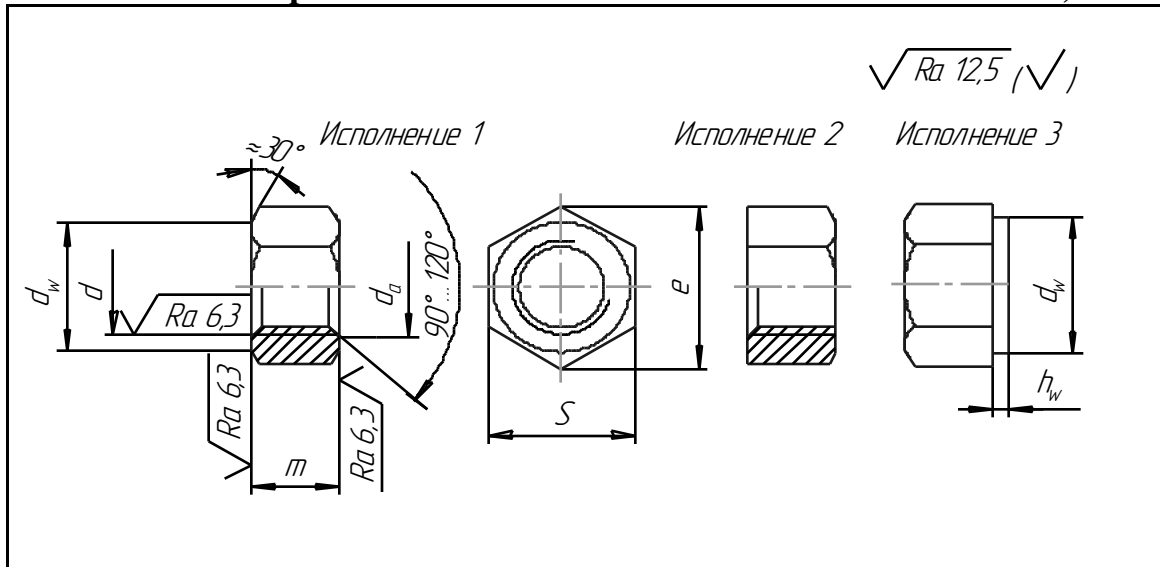


Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		d_1	S	k	h_w		d_w , не менее	e , не менее	d_3	d_4	l_2	c
	крупный	мелкий				не менее	не более						
8	1,25	1,0	8,0	12	5	0,15	0,6	11,5	13,1	2,0	2,5	2,8	1,6
10	1,5	1,25	10,0	14	6			15,5	15,3	2,5	3,2	3,5	
12	1,75	1,25	12,0	17	7			17,2	18,7	3,2	3,2	4,0	
(14)	2,0	1,5	14,0	19	8			20,1	20,9	3,2	3,2	4,5	
16	2,0	1,5	16,0	22	9	0,20	0,8	22,0	23,9	4,0	4,0	5,0	2
(18)	2,5	1,5	18,0	24	10			24,8	26,2	4,0	4,0	6,0	
20	2,5	1,5	20,0	27	11			27,7	29,6	4,0	4,0	6,5	2,5
(22)	2,5	1,5	22,0	30	12			29,5	33,0	5,0	4,0	7,0	
24	3,0	2,0	24,0	32	13	33,2	35,0	5,0	4,0	7,5			
(27)	3,0	2,0	27,0	36	15	38,0	39,6	5,0	4,0	8,5			
30	3,5	2,0	30,0	41	17			42,7	45,2	6,3	5,0	9,5	

Примечания: 1. Ряд длин l болтов: 8; 10; 12; 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; 32; 35; (38); 40; 45; 50; 60; 65; 70; 75; 80; (85); 90; (95); 100; (105); 110; (115); 120; (125); 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220; 240; 260.

2. Болты, с размерами длин, заключенными в скобки применять не рекомендуется.
- Примеры условных обозначений:
1. Болт исполнения 1, диаметром резьбы $d = 20$ мм, длиной $l = 90$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия:
Болт М 20 – 6 g × 90. 58 ГОСТ 7796 -70.
 2. То же, исполнения 3, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6g, класса прочности 10.9, из стали 40Х, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:
Болт 3М 20 × 1,5 – 6 g × 90. 109 . 40Х. 019 ГОСТ 7796 -70.

Гайки шестигранные класса точности В по ГОСТ 5915 -70*, мм



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		s	e	d_a		d_w , не менее	h_w		t
	крупный	мелкий			не менее	не более		не менее	не более	
6	1,0	-	10	10,9	6	6,75	9,0	0,5	0,15	5
8	1,25	1,0	13	14,2	8	8,75	11,7	0,6		6,5
10	1,5	1,25	17	18,7	10	10,8	15,5			8
12	1,75	1,25	19	20,9	12	13,0	17,2			10
(14)	2,0	1,5	22	24,0	14	15,1	20,1			11
16	2,0	1,5	24	26,7	16	17,3	22,0		0,8	0,20
(18)	2,5	1,5	27	29,6	18	19,4	24,8	15		
20	2,5	1,5	30	33,0	20	21,6	27,7	16		
(22)	2,5	1,5	32	35,0	22	23,8	29,5	18		
24	3,0	2,0	36	39,6	24	25,9	33,2	19		
(27)	3,0	2,0	41	45,2	27	29,2	38,0	22		
30	3,5	2,0	46	50,9	30	32,4	42,7	24		

Примечания: Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

Примеры условных обозначений:

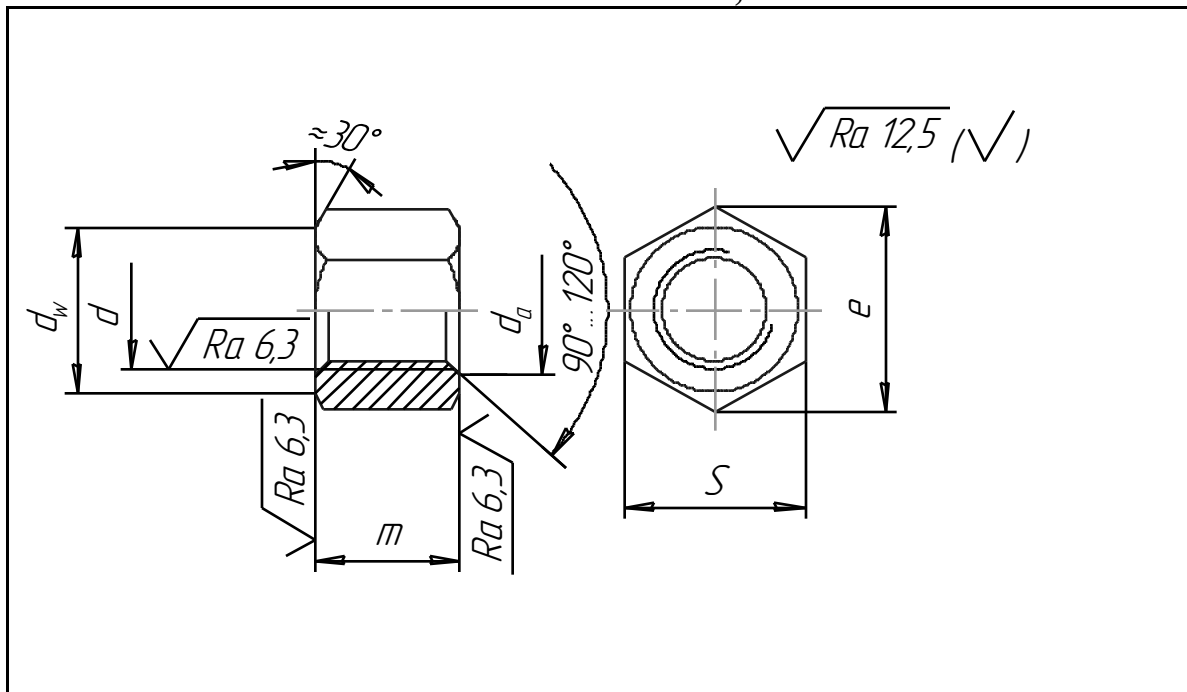
1. Гайка исполнения 1, диаметром резьбы $d = 20$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6Н, класса прочности 5, без покрытия:

Гайка М 20 – 6Н. 5 ГОСТ 5915 - 70.

2. То же, исполнения 2, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6Н, класса прочности 12, из стали 40Х, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Гайка 2М 20 × 1,5 – 6 Н. 12 . 40Х. 019 ГОСТ 5915 - 70.

**Гайки шестигранные высокие класса точности В
по ГОСТ 15523 -70*, мм**



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		s	e	d_a		d_w , не менее	h_w		m
	крупный	мелкий			не менее	не более		не менее	не более	
6	1,0	-	10	10,9	6	6,75	9,0	0,5	0,15	7,5
8	1,25	1,0	13	14,2	8	8,75	11,7	0,6		9,0
10	1,5	1,25	17	18,7	10	10,8	15,5			12
12	1,75	1,25	19	20,9	12	13,0	17,2			15
(14)	2,0	1,5	22	24,0	14	15,1	20,1			17
16	2,0	1,5	24	26,7	16	17,3	22,0		0,8	0,20
(18)	2,5	1,5	27	29,6	18	19,4	24,8	22		
20	2,5	1,5	30	33,0	20	21,6	27,7	24		
(22)	2,5	1,5	32	35,0	22	23,8	29,5	26		
24	3,0	2,0	36	39,6	24	25,9	33,2	28		
(27)	3,0	2,0	41	45,2	27	29,2	38,0	32		
30	3,5	2,0	46	50,9	30	32,4	42,7	36		

Примечания: Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

Примеры условных обозначений:

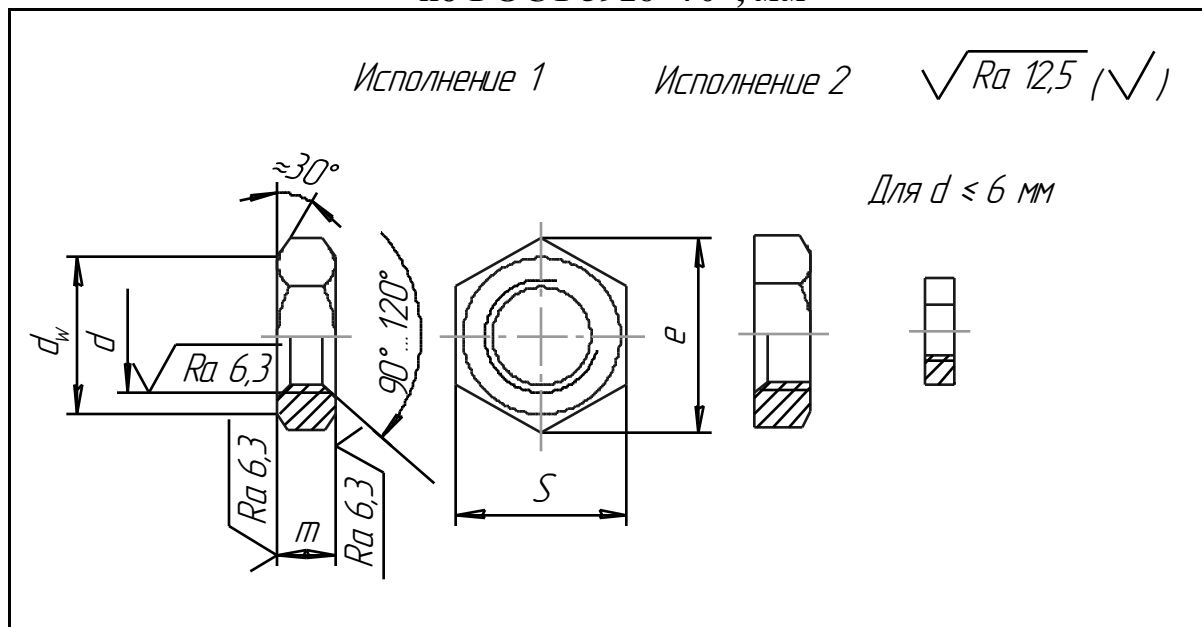
1. Гайка исполнения 1, диаметром резьбы $d = 20$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6H, класса прочности 5, без покрытия:

Гайка М 20 – 6H. 5 ГОСТ 15523 - 70.

2. То же, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6H, класса прочности 12, из стали 40X, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Гайка 2М 20 × 1,5 – 6 H. 12 . 40X. 019 ГОСТ 15523 - 70.

**Гайки шестигранные низкие класса точности В
по ГОСТ 5916 -70*, мм**



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		s	e	d_a		d_w , не менее	h_w		m
	крупный	мелкий			не менее	не более		не менее	не более	
1,6	0,35	-	3,2	3,3	1,6	1,84	2,9	0,2	0,1	1,2
2	0,40	-	4,0	4,2	2,	2,3	3,6			1,2
2,5	0,45	-	5,0	5,3	2,5	2,9	4,5			0,3
3	0,50	-	5,5	5,9	3	3,45	5,0	0,4	0,15	2
(3,5)	0,60	-	6,0	6,4	3,5	4,0	5,4			2,5
4	0,70	-	7,0	7,5	4	4,6	6,3	0,5	0,15	3
5	0,80	-	8	8,6	5	5,75	7,2			4
6	1,0	-	10	10,9	6	6,75	9,0	0,6	0,15	5
8	1,25	1,0	13	14,2	8	8,75	11,7			6
10	1,5	1,25	17	18,7	10	10,8	15,5			7
12	1,75	1,25	19	20,9	12	13,0	17,2	0,8	0,20	8
(14)	2,0	1,5	22	24,0	14	15,1	20,1			9
16	2,0	1,5	24	26,7	16	17,3	22,0	0,8	0,20	9
(18)	2,5	1,5	27	29,6	18	19,4	24,8			9
20	2,5	1,5	30	33,0	20	21,6	27,7			10
(22)	2,5	1,5	32	35,0	22	23,8	29,5	0,8	0,20	10
24	3,0	2,0	36	39,6	24	25,9	33,2			10
(27)	3,0	2,0	41	45,2	27	29,2	38,0			12
30	3,5	2,0	46	50,9	30	32,4	42,7			12

Примечания: Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

Примеры условных обозначений:

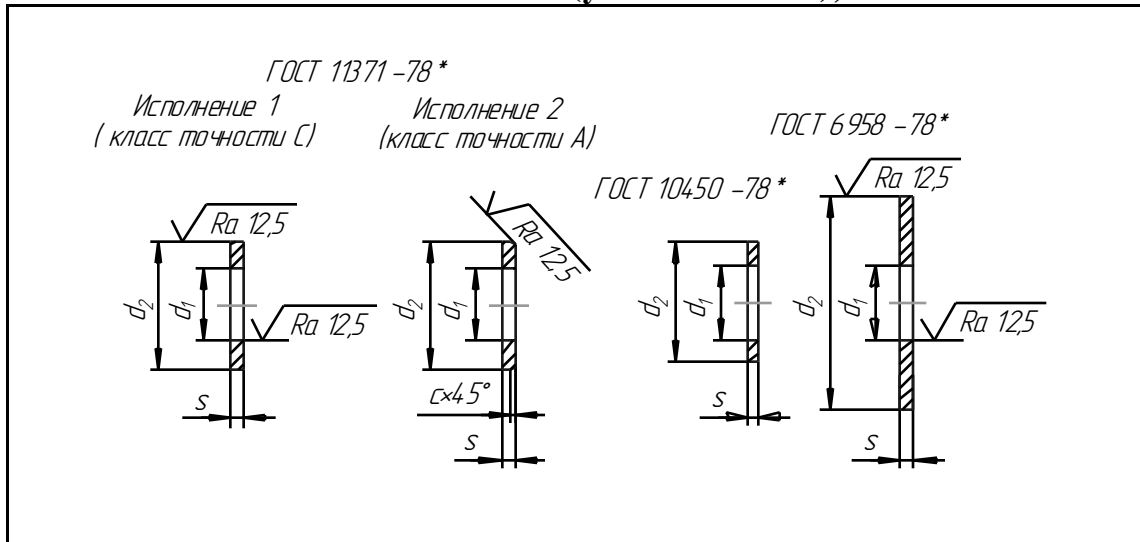
1. Гайка исполнения 1, диаметром резьбы $d = 20$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6Н, класса прочности 5, без покрытия:

Гайка М 20 – 6Н. 5 ГОСТ 5916 - 70.

2. То же, исполнения 2, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6Н, класса прочности 12, из стали 40Х, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Гайка 2М 20 × 1,5 – 6 Н. 12 . 40Х. 019 ГОСТ 5916 - 70.

**Шайбы круглые классов точности А и С по ГОСТ 11371 – 78*;
ГОСТ 6958 – 58* (увеличенные);
ГОСТ 10450 – 78* (уменьшенные), мм**

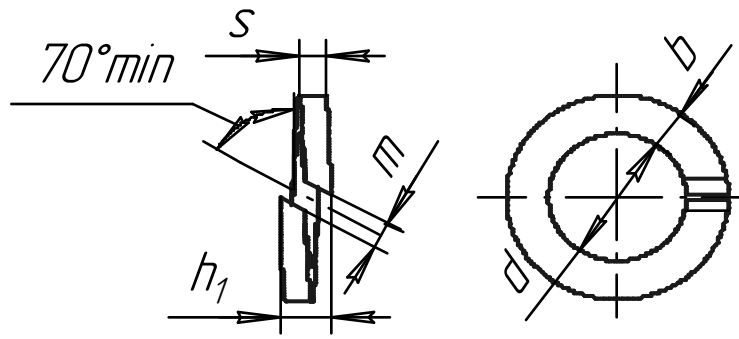


Диаметр резьбы крепежной детали	ГОСТ 6958 – 78*					ГОСТ 10450 – 78*					ГОСТ 11371 – 78*															
	d_1		d_2	s	c	d_1		d_2	s	c	d_1 для исполнения		d_2	s	c											
	Класс точности					Класс точности					1 2															
	A	C	A	C	1	2																				
1,0	1,1	1,2	4,0	0,3	0,2	1,1	1,2	2,5	0,3	0,2	1,2	1,1	3,5	3,0	0,2											
1,2	1,3	1,4	4,0			1,3	1,4				3,0	1,4				1,3										
1,4	-	-	-	1,5	1,6	3,5	1,6	1,5			4,0															
1,6	1,7	1,8	5,0	1,7	1,8	4,5	1,8	1,7																		
2,0	2,2	2,4	6,0	0,5	0,2	2,2	2,4	4,5	0,5	0,3	2,4	2,2	5,0	0,5	0,3											
2,5	2,7	2,9	8,0			2,7	2,9				5,0	2,9				2,7	6,5									
3,0	3,2	3,4	9,0	0,8	0,3	3,2	3,4	6,0			0,5	0,3	3,4			3,2	7,0	0,8	0,4							
3,5	3,7	3,9	11,0			3,7	3,9						7,0			-				-	-	-				
4,0	4,3	4,5	12,0	1,0	0,4	4,3	4,5	8,0	1,6	0,5			4,5	4,3	9,0	1,0	0,5									
5,0	5,3	5,5	15,0	1,2		5,3	5,5						9,0	10,0						11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0
6,0	6,4	6,6	18,0	1,6	6,4	6,6	11,0	12,0			13,0	14,0			15,0			16,0	17,0							
8,0	8,4	9,0	24,0	2,0	0,5	8,4							9,0	15,0						2,0	0,8	9,0	8,4	16,0	2,0	0,8
10,0	10,5	11,0	30,0	2,5	0,8	10,5	11,0	18,0	2,5	1,0	11,0	10,5	20,0		2,0	0,8										
12,0	13,0	13,5	37,0	3,0		13,0	13,5				20,0	2,0		0,8			1,0	13,5	13,0			24,0	2,5	0,8		
14,0	15,0	15,5	44,0		15,0	15,5	24,0	2,5					1,0					1,0	1,2							
16,0	17,0	17,5	50,0	1,0	17,0	17,5					28,0									3,0	1,2	1,6			17,5	17,0
18,0	19,0	20,0	56,0		4,0	19,0	20,0		30,0	3,0					1,2	1,6									20,0	19,0
20,0	21,0	22,0	60,0	1,2		21,0	22,0				34,0	4,0		1,6			1,6						22,0	21,0	37,0	4,0
22,0	23,0	24,0	66,0		5,0	23,0	24,0	37,0	4,0				1,6					1,6	24,0				23,0	39,0		
24,0	25,0	26,0	72,0	6,0		25,0	26,0				39,0								4,0	1,6	1,6	26,0	25,0		44,0	
27,0	28,0	30,0	85,0		1,6	28,0	30,0	44,0		4,0					1,6	1,6						30,0	28,0	50,0		
30,0	31,0	33,0	92,0	31,0		33,0	50,0				4,0	1,6		1,6			1,6					33,0	31,0		56,0	4,0

Примеры условных обозначений:

- Шайба исполнения 1 по ГОСТ 11371 – 78* для крепежных деталей с диаметром $d = 14$ мм, с толщиной, установленной в стандарте, из стали марки 08кп, с цинковым покрытием толщиной 6 мкм, хромированным: *Шайба 14. 01. 08кп. 016 ГОСТ 11371 – 78.*
- То же исполнения 2: *Шайба 2. 14. 01. 08кп. 016 ГОСТ 11371 – 78.*

Шайбы пружинные по ГОСТ 6402 – 70*, мм



$$h1 = 2s \pm 15\%$$

$$m \leq 0,7s \text{ max}$$

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	d	Легкие шайбы		Нормальные шайбы $s = b$	Тяжелые шайбы $s = b$	Особо тяжелые шайбы $s = b$
		s	b			
2	2,1	0,5	0,8	0,5	0,6	-
2,5	2,6	0,6		0,6	0,8	
3	3,1	0,8	1,0	0,8	1,0	
3,5	3,6			1,0	-	
4	4,1	1,2	1,2	1,0	1,4	
5	5,1			1,2	1,6	
6	6,1	1,4	1,6	1,4	2,0	
7	7,2	1,6	2,0	2,0	-	
8	8,2			2,0	2,5	
10	10,2	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5
12	12,2	2,5	3,5	3,0	3,5	4,0
14	14,2	3,0	4,0	3,2	4,0	4,5
16	16,3	3,2	4,5	3,5	4,5	5,0
18	18,3	3,5	5,0	4,0	5,0	5,5
20	20,5	4,0	5,5	4,5	5,5	6,0
22	22,5	4,5	6,0	5,0	6,0	7,0
24	24,5	4,8	6,5	5,5	7,0	8,0
27	27,5	5,5	7,0	6,0	8,0	9,0
30	30,5	6,0	8,0	6,5	9,0	10,0

Примеры условных обозначений:

1. Шайба нормальная, для крепежной детали с диаметром резьбы $d = 10$ мм, из стали марки 65Г, с покрытием 02 толщиной 6 мкм, хромированной: *Шайба 10. 65Г. 026 ГОСТ 6402 – 70.*
2. Шайба тяжелая, для крепежной детали с диаметром резьбы $d = 10$ мм, из стали марки 3Х13, с покрытием 01 толщиной 9 мкм: *Шайба 10Т.3Х13. 019 ГОСТ 6402 – 70.*

По ГОСТ 7798-70 из ряда длин болтов выбираем ближайшую длину болта $l = 45$ мм. Из этого же ГОСТа находим $l_0 = 30$ мм (в зависимости от диаметра d болта и длины болта l).

1.3. Шпильчное соединение

Соединение шпилькой и гайкой применяют для скрепления двух и более деталей, когда по конструктивным соображениям применение болтового соединения невозможно или нецелесообразно. Гладкие отверстия, предусмотренные под шпильку, выполняются несколько больше ($\approx 1,1 d$) наружного диаметра резьбы.

В шпильчное соединение входят: шпилька 1, гайка 2, шайба 3 и соединяемые детали 4 (рис. 1.1, в). Назначение шайбы то же, что и в болтовом соединении.

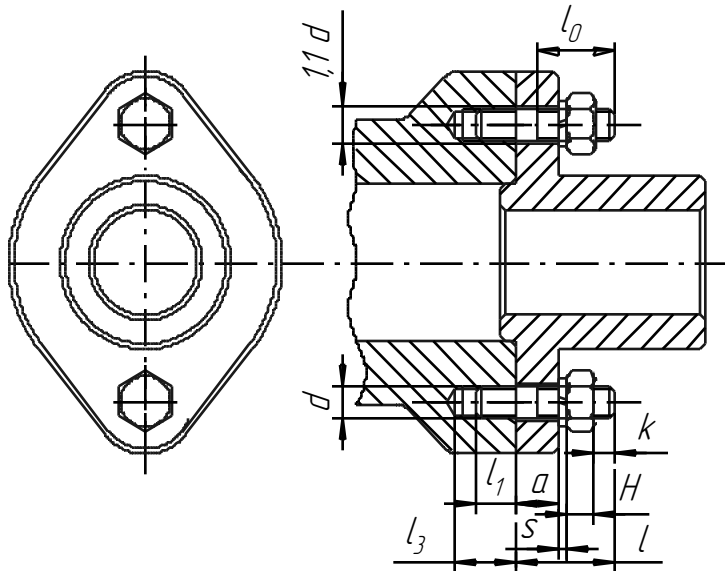


Рис. 1.4. Пример выполнения шпильчного соединения

Один конец шпильки l_1 (посадочный), ввинчивается до отказа в одну из соединяемых деталей и рассчитывается в зависимости от материала детали (рис. 1.4.), на другой конец шпильки навинчивается гайка.

Таблица 1.8

Область применения шпилек

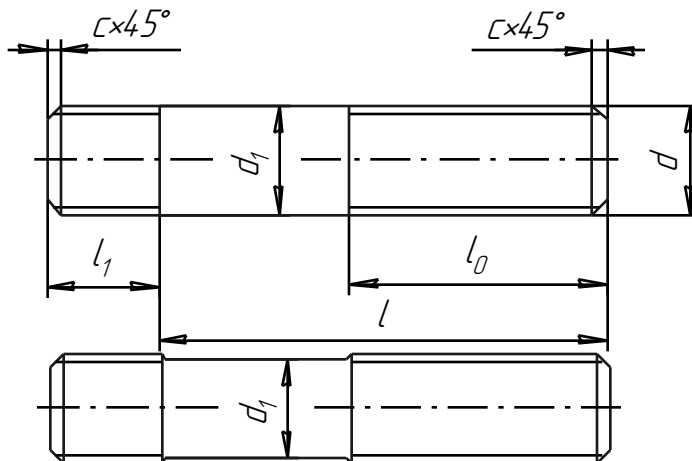
Длина ввинчиваемого резьбового конца	Шпильки класса точности В	Шпильки класса точности А	Область применения
	ГОСТ		
$l_1 = d$	22032 - 76	22033 - 76	Для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях
$l_1 = 1,25 d$	22034 - 76	22035 - 76	Для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна
$l_1 = 1,6 d$	22036 - 76	22037 - 76	
$l_1 = 2 d$	22038 - 76	22039 - 76	Для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов
$l_1 = 2,5 d$	22040 - 76	22041 - 76	Для резьбовых отверстий в деталях из пластмассы

Область применения шпилек приведена в таблице 1.8.

Основные размеры шпилек приведены в табл. 1.9.

Таблица 1.9.

Основные размеры шпилек по ГОСТ 22032 – 76*...ГОСТ 22041 – 76*.



Диаметр резьбы, d	Шаг резьбы, p		Диаметр стержня, d_1	Длина ввинчиваемого конца l_1 , равная				
	крупный	мелкий		$1d$	$1,25d$	$1,6d$	$2d$	$2,5d$
2	0,4	-	2	3	3	3,2	4	5
2,5	0,45		2,5		4	4	5	6
3	0,5		3			5	6	7,5
4	0,7		4	4	5	6,5	8	10
5	0,8		5	5	6,5	8	10	12
6	1,0		6	6	7,5	10	12	16
8	1,25	1	8	8	10	14	16	20
10	1,5	1,25	10	10	12	16	20	25
12	1,75		12	12	15	20	24	30
(14)	2	1,5	14	14	18	22	28	35
16			16	20	25	32	40	
(18)	2,5		18	18	22	28	36	45
20			20	25	32	40	50	
(22)			22	28	35	44	55	
24	3		2	24	24	30	38	48
(27)		27	27	35	42	54	68	
30	3,5	3	30	30	48	48	60	75

Примечания: 1. Ряд длин l шпилек: 10; 12; 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; 32; 35; (38); 40; (42); 45; (48); 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; (95); 100; (105); 110; (115); 120; (125); 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220; 240; 260; 280; 300.

2. Размеры, заключенные в скобки применять не рекомендуется.

3. Значение длины фаски c определяется по табл. 1.1.

Примеры условных обозначений:

1. Шпилька с ввинчиваемым концом длиной $1d$, класса точности В, исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 20$ мм, с крупным шагом $p = 2,5$ мм, с полем допуска 6g, длиной $l = 150$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Шпилька M20 – 6g × 150. 58 ГОСТ 22032 – 76.

2. То же исполнения 2, с мелким шагом $p = 1,5$ мм, с полем допуска 6g, класса прочности 10.9, из стали марки 40X, с покрытием 02 толщиной 8 мкм:

Шпилька 2M20 × 1,5 – 6g × 150. 109. 40X. 028 ГОСТ 22032 – 76.

Длина шпильки l без учета посадочного конца l_1 рассчитывается как сумма длин соединяемых деталей, толщины шайбы, высоты гайки и запаса резьбы болта на выходе из гайки (в пределах 3...5 мм). Из стандарта на шпильки выбирают длину, ближайшую к вычисленной, например (см. рис. 1.4)

$$l = a + s + H + k.$$

Далее аналогично расчету длины болта.

Отверстие с резьбой под шпильку в одной из соединяемых деталей может быть сквозным или глухим, в другой оно всегда сквозное. Если отверстие в соединяемой детали глухое, то вначале его сверлят сверлом, диаметр которого равен $0,85 d$ на глубину $l_3 = l_1 + a + b$ равную сумме l_1 , запаса резьбы a (в пределах 0,5 от диаметра резьбы) и недореза резьбы b (в пределах от 0,3 до 0,5 от диаметра резьбы). Затем нарезают резьбу на глубину $l_2 = l_1 + a$ равную сумме l_1 и запаса резьбы a . Пример последовательности выполнения глухого резьбового отверстия под шпильку и вкручивания шпильки см. рис. 1.5.

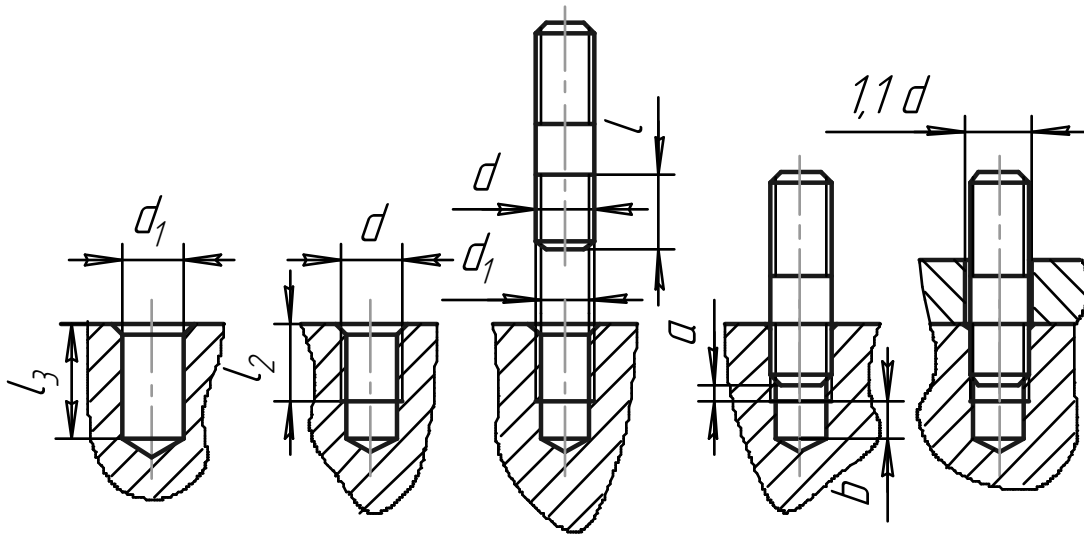


Рис. 1.5 Последовательность выполнения глухого резьбового отверстия и соединения шпилькой

1.4. Соединение винтом

Винт – цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей на другом конце.

По назначению винты делятся на крепежные (соединительные) и установочные. Крепежные винты применяют для скрепления двух и более деталей, когда винт проводят через отверстие ($\approx 1,1 d$) одной или нескольких деталей и ввинчивают в базовую деталь. В соединение может входить так же шайба. Примеры выполнения соединений винтами с разными головками см. рис. 1.6.

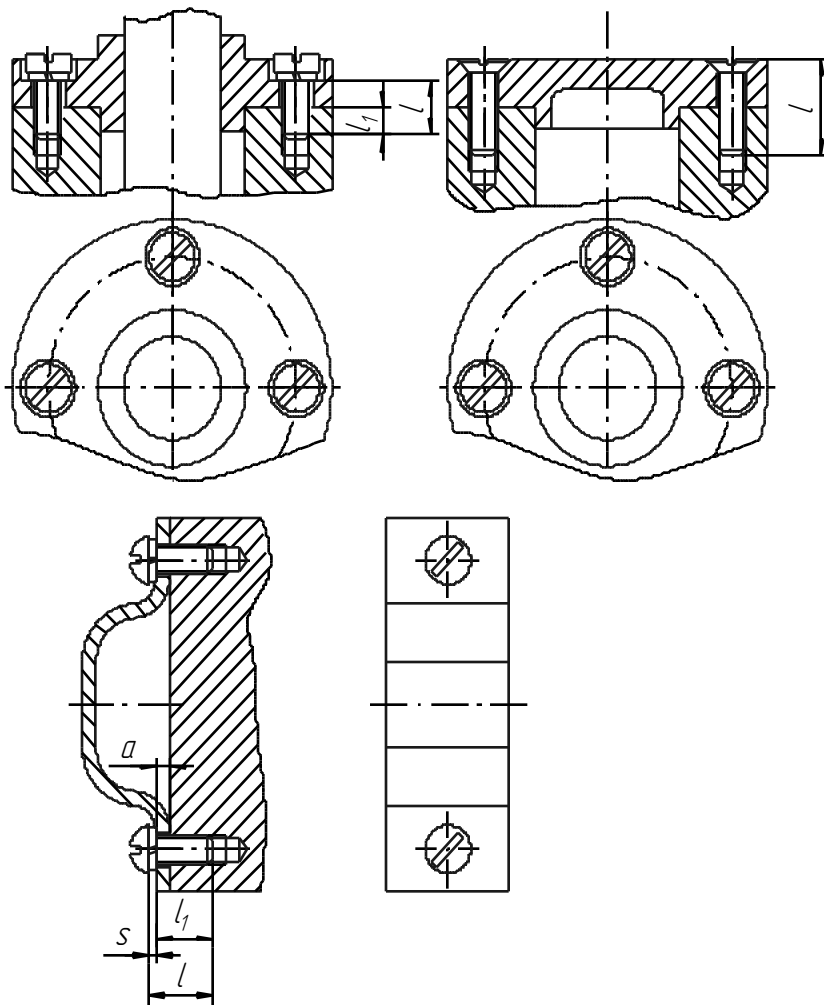


Рис. 1.6 Примеры выполнения соединений винтами

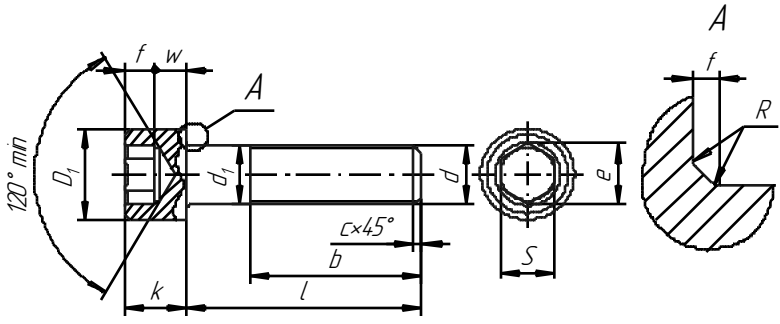
Отверстие с резьбой под винт может быть глухим или сквозным и выполняется аналогично отверстию под шпильку (рис. 1.5).

Глубину закручивания винтов принимают примерно равной глубине закручивания шпилек l_1 в аналогичный материал (см. таблицу 1.8). Глубину глухого резьбового отверстия рассчитывают так же, как и для шпилечного соединения.

Длина винта $l = l_1 + a + s$, где: l_1 - глубины вкручивания винта, a - толщина присоединяемой детали, s - толщина шайбы (рис. 1.6). Далее аналогично расчету длины болта.

Основные параметры винтов приведены в табл. 1.10 –1.11. Посадочные места под потайную и полупотайную головки винтов приведены в табл. 1.12.

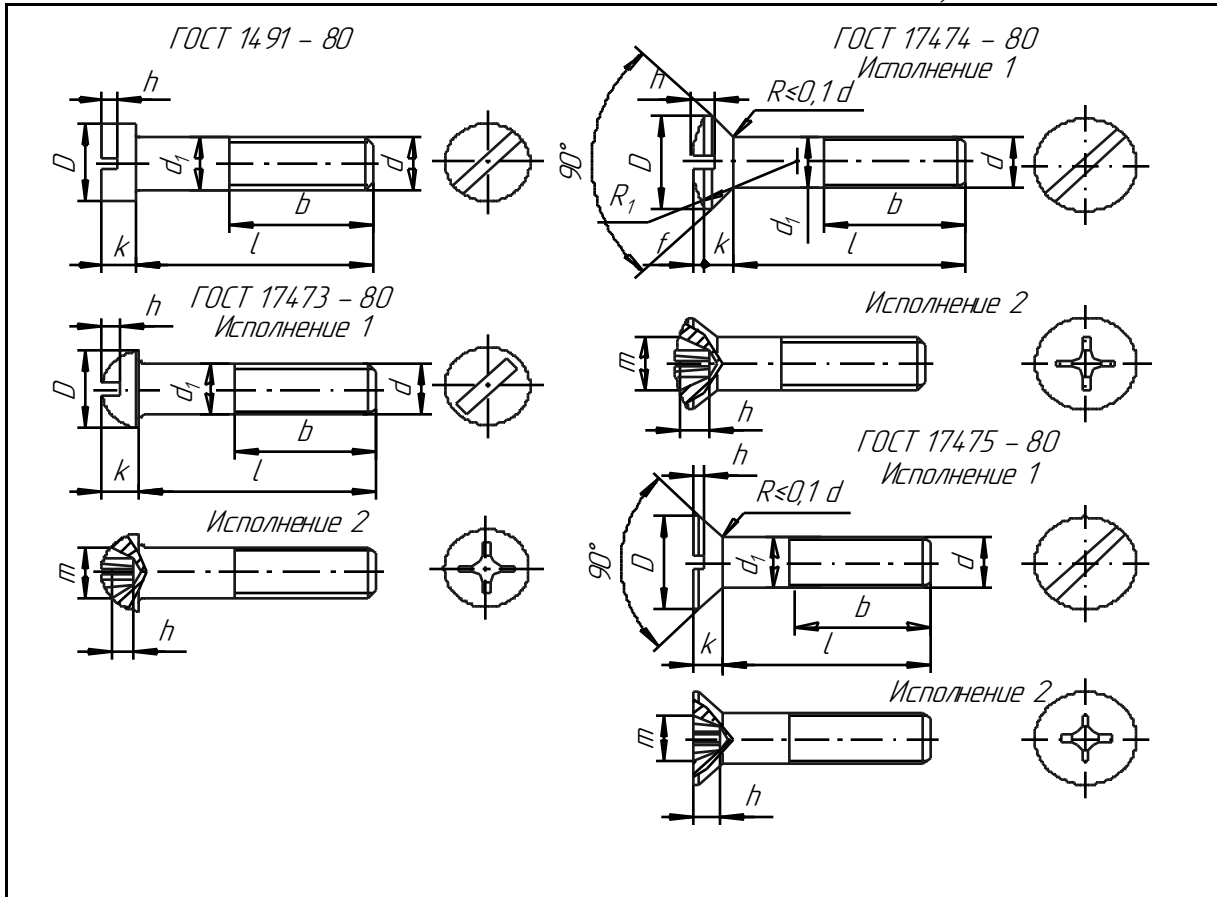
Винты с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ класса точности А по ГОСТ 11738 – 84, мм



Диаметр резьбы, d	d_1	D	D_1	k	S	e , не менее	W	t , не менее	f , не более	R , не менее	d_a , не более	c	l
3	3	5,5	3,2	3	2,5	2,87	1,15	1,3	0,51	0,1	3,6	0,5	18
4	4	7,0	3,8	4	3,0	3,44	1,40	2,0	0,60	0,2	4,7		20
5	5	8,5	4,9	5	4,0	4,59	1,90	2,5			0,68	0,25	5,7
6	6	10,0	6,1	6	5,0	5,73	2,30	3,0	1,02	0,4			6,8
8	8	13,0	7,2	8	6,0	6,87	3,00	4,0			1,87	0,6	9,2
10	10	16,0	9,7	10	8,0	9,17	4,00	5,0	2,04	0,8			11,2
12	12	18,0	12,0	12	10,0	11,45	4,80	6,0			2,89	1,0	14,2
(14)	14	21,0	14,3	14	12,0	13,74	5,80	7,0	3,44	1,2			16,2
16	16	24,0	16,7	16	14,0	16,02	6,80	8,0			4,00	0,8	18,2
(18)	18	27,0		18			19,0	21,73	7,80	9,0			20,2
20	20	30,0	20,4	20	17,0	19,44	8,60	10,0	4,59	1,0	22,4	3,5	52
22	22	33,0		22			19,0	21,73			9,40		11,0
24	24	36,0	22,7	24	19,0	21,73	10,40	12,0	5,18	1,2	26,4	4,0	60
(27)	27	40,0		27			21,0	23,17			11,90		13,5
30	30	45,0	26,2	30	22,0	25,15	12,90	15,5	5,18	1,2	33,4	5,0	72

Примечания: 1. Ряд длин l винтов: 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 20; 25; 30; 32; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220; 240.
 2. Размеры, заключенные в скобки применять не рекомендуется.
 Примеры условных обозначений:
 1. Винт с диаметром резьбы $d = 16$ мм, с крупным шагом $p = 2,5$ мм, с полем допуска 8g, длиной $l = 80$ мм, класса прочности 8.8, без покрытия:
Винт М16 – 8g × 80. 88 ГОСТ 11738 – 84.
 2. То же, с полем допуска 6g, класса прочности 10.9, из стали марки 40X, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:
Винт М16 – 6g × 80. 109. 40X. 019 ГОСТ 11738 - 84.

**Винты классов точности А и В:
с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491 – 80*,
с полукруглой головкой по ГОСТ 17473 – 80*,
с полупотайной головкой по ГОСТ 17474 – 80*,
с потайной головкой по ГОСТ 17475* – 80, мм**



Диаметр резьбы <i>d</i>	Шаг резьбы <i>p</i>		Длина резьбы <i>b</i>		Диаметр головки <i>D</i>		Высота головки <i>k</i>			Радиус сферы <i>R₁ ≈</i>	Диаметр крестообразного шлица <i>M</i>			Глубина паза <i>h</i>					
	крупный	мелкий	удлиненная	нормальная	ГОСТ 1491-80	ГОСТ 17473-80	ГОСТ 17474-80	ГОСТ 17475-80	ГОСТ 1491-80		ГОСТ 17473-80	ГОСТ 17474-80	ГОСТ 17475-80	ГОСТ 1491-80	ГОСТ 17473-80	ГОСТ 17474-80	ГОСТ 17475-80		
																		Высота сферы <i>f ≈</i>	ГОСТ 17473-80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0,25	-	-	8	2,0	1,9	0,7	0,7	0,6	0,25	2,1	1,1	-	-	-	0,3	-	-	-
1,2		-	-	9	2,03	2,3	0,8	0,8	0,72	0,3	2,6	1,3	-	-	-	0,4	-	-	-
1,4	0,3	-	-		2,6	2,6	0,9	0,95	0,84	0,35	2,9	1,4	-	-	-	0,5	-	-	-
1,6	0,35	-	-		3,0	3,0	1,0	1,1	0,96	0,4	3,4	1,6	-	-	-	0,6	-	-	-
2	0,4	-	16	10	3,8	3,8	1,3	1,4	1,2	0,5	4,2	2,0	2,0	2,3	2,0	0,7	1,2	1,5	1,1
2,5	0,45	-	18	11	4,5	4,7	1,6	1,7	1,5	0,6	5,4	2,4	2,6	3,0	2,7	0,9	1,3	1,6	1,4
3	0,5	-	19	12	5,5	5,6	2,0	2,1	1,65	0,75	6,0	2,9	3,0	3,3	2,8	1,0	1,7	2,0	1,5
3,5	0,6	-	20	13	6,0	6,5	2,4	2,4	1,93	0,9	6,8	3,1	4,1	4,4	4,0	1,0	1,8	2,2	1,7
4	0,7	-	22	14	7,0	7,4	2,6	2,8	2,2	1,0	8,0	3,6	4,6	4,8	4,3	1,4	2,2	2,5	2,0
5	0,8	-	25	16	8,5	9,2	3,3	3,5	2,5	1,25	9,4	4,4	5,2	5,4	4,6	1,7	2,8	3,1	2,3
6	1	-	28	18	10,0	11,0	3,9	4,2	3,0	1,5	12,0	5,1	7,0	7,3	6,5	2,0	3,2	3,5	2,7

Таблица 1.11. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8	1,25	1	34	22	13,0	14,5	5,0	5,6	4,0	2,0	15,0	6,6	8,2	8,7	7,5	2,5	4,6	5,0	3,7
10	1,5	1,25	40	26	16,0	18,0	6,0	7,0	5,0	2,5	19,0	8,1	10,6	11,2	9,7	3,0	5,6	6,1	4,6
12	1,75		46	30	18,0	21,5	7,0	8,0	6,0	3,0	22,5	9,1	11,8	12,6	10,7	3,5	6,8	7,5	5,6
14	2	1,5	52	34	21,0	25,0	8,0	9,5	7,0	3,5	26,0	10,6	-	-	-	3,5	-	-	-
16			58	38	24,0	28,5	9,0	11,0	8,0	4,0	30,0	12,1	-	-	-	4,0	-	-	-
18	2,5		64	42	27,0	32,5	10,0	12,0	9,0	4,5	34,0	13,6	-	-	-	4,5	-	-	-
20			70	46	30,0	36,0	11,0	14,0	10,0	5,0	38,0	15,1	-	-	-	4,5	-	-	-

Примечания: 1. Ряд длин l винтов: 2; (2,5); 3; (3,5); 4; 5; 6; (7); 8; 9; 10; 11; 12; (13); 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; 32; 35; (38); 40; 45; (48); 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; (85); 90; (95); 100; (105); 110; 120.

2. Винты, с размерами длин, заключенными в скобки применять не рекомендуется.

Примеры условных обозначений:

1. Винт с полукруглой головкой по ГОСТ 17473-80* класса точности А, исполнения 1 с диаметром резьбы $d = 16$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, длиной $l = 80$ мм, с нормальной длиной резьбы $b = 38$ мм, класса прочности 4.8, без покрытия:

Винт А . М16 – 6g × 80. 48 ГОСТ 17473 – 80.

2. То же класса точности В, исполнения 2, с мелким шагом резьбы, с удлиненной длиной резьбы $b = 58$ мм, с цинковым покрытием толщиной 9 мкм, хромированным:

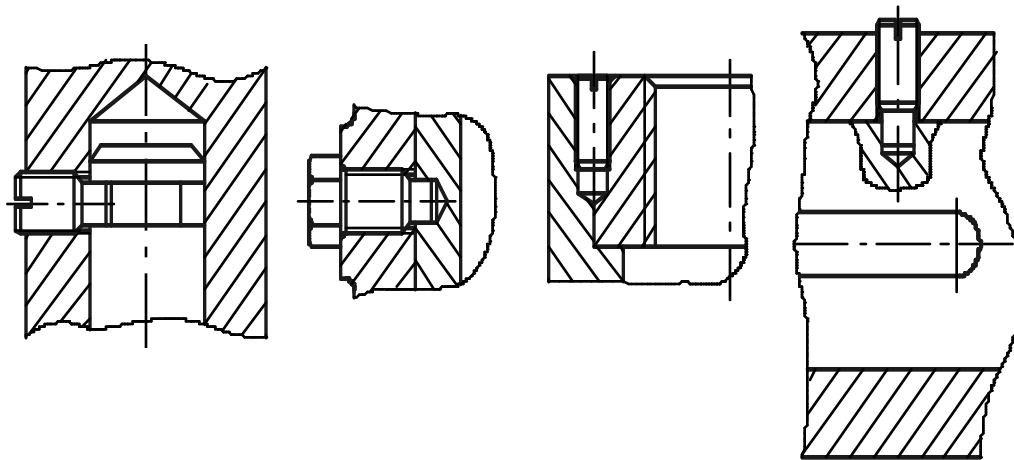
Винт В2 . М16×1,5 – 6g × 80 - 58. 48.019 ГОСТ 17473 – 80.

Таблица 1.12.

Места под потайную и полупотайную головки винтов

d	d_1	D	D_1	D_2	H_1	H_2
2	2,4	4	4,6	-	-	1,4
2,5	2,9	5	5,6	-	-	1,7
3	3,4	6	6,5	-	-	2,0
4	4,5	8	8,3	12	4	2,8
5	5,5	10	10,3	15	5	3,5
6	6,6	12	12,3	18	6	4,0
8	9,0	15	16,5	20	8	5,0
10	11,0	18	20,0	24	10	6,0
12	13,0	20	24,0	26	12	7,0
14	15,0	24	28,0	30	14	8,0
16	17,0	28	31,0	34	16	9,0
18	19,0	30	35,0	36	18	10,0
20	22,0	34	39,0	40	20	11,0

Установочные винты служат для предотвращения взаимного сдвига деталей. Обычно установочные винты выполняют короткими, преимущественно с резьбой по всей длине стержня. Установочные винты, применяемые на вращающихся деталях, во избежание дисбаланса выполняют обычно со шлицем под отвертку без головки или с шестигранным углублением под ключ. Установочные винты, применяемые для неподвижных деталей, выполняют с квадратными, шестигранными или цилинд-



рическими головками по аналогии с винтами общего назначения. Примеры применения установочных винтов приведены на рис. 1.7.

Основные параметры установочных винтов и отверстия под концы установочных винтов приведены в табл. 1.13. – 1.16.

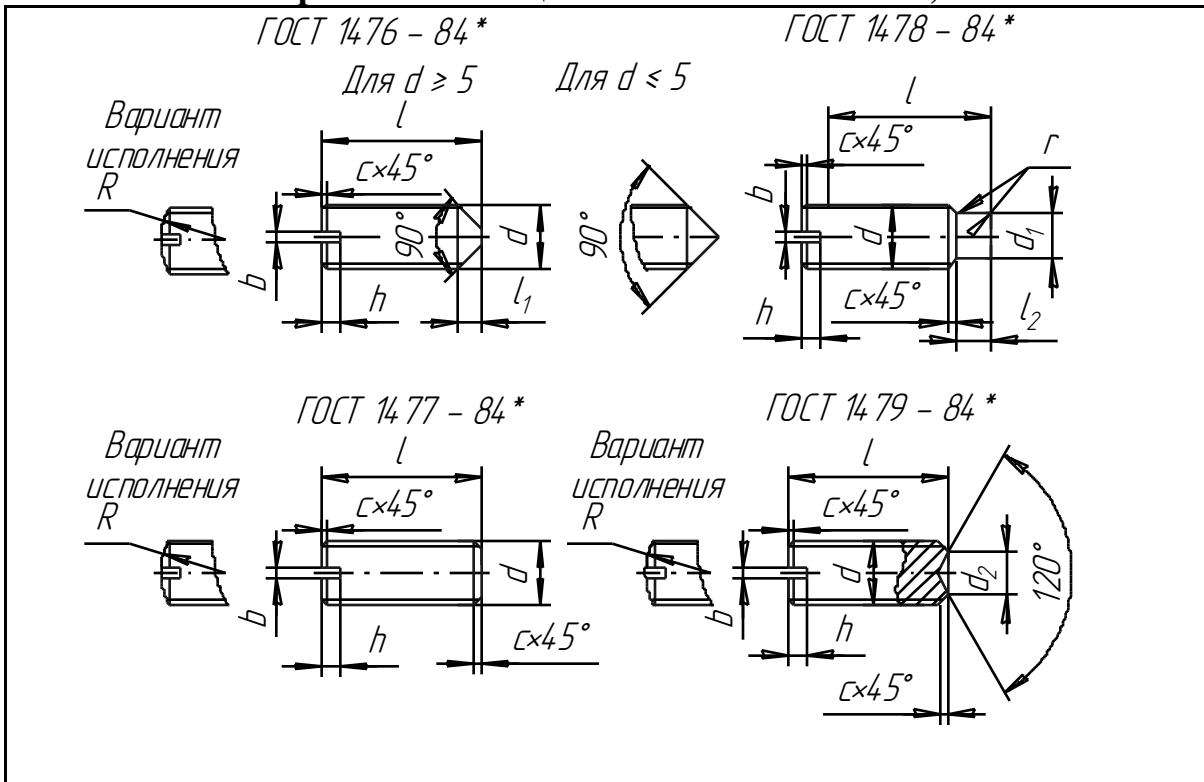
Таблица 1.13.

Отверстия под концы установочных винтов по ГОСТ 12415 – 80*, мм

Диаметр резьбы винта	d_1	d_2	h	h_1	h_2	h_3
2,5	1,7	-	1,0	-	-	0,8
3	2,0	-	1,2	-	-	1,0
4	2,5	-	1,6	-	-	1,2
5	3,5	3,0	1,6	-	3	1,7
6	4,5	4,0	2,0	1,0	4	2,2
8	6,0	5,5	2,5	1,0	5	3,0
10	7,0	6,4	3,0	1,2	6	3,5
12	9,0	8,4	4,0	1,6	6	4,5
16	12,0	-	4,0	2,0	-	6,0
20	15,0	-	6,0	2,5	-	7,5

Таблица 1.14.

**Винты установочные с прямым шлицем классов точности А и В:
с коническим концом по ГОСТ 1476 – 93*,
с плоским концом по ГОСТ 1477 – 93*,
с цилиндрическим концом по ГОСТ 1478 – 93*,
с засверленным концом по ГОСТ 1479 – 93*, мм.**



Диаметр резьбы винта	Шаг резьбы p		l_1	l_2	b	h	d_1	d_2	R	r	c	l
	крупный	мелкий										
2,5	0,45	-	-	-	0,4	1,1	-	-	2,5	-	0,3	3...14
3	0,50	-	-	-	0,5	1,2	-	2	3,0	-	0,5	4...16
4	0,70	-	-	-	0,6	1,4	-	3	4,0	-	0,5	4...20
5	0,80	-	-	2,5	0,8	1,8	3,5	3	5,0	0,3	1,0	5...25
6	1,00	-	2,5	3,0	1,0	2,0	4,5	4	6,0	0,4	1,0	6...30
8	1,25	1,00	3,0	4,0	1,2	2,5	6,0	5	8,0	0,4	1,5	8...40
10	1,50	1,25	4,0	4,5	1,6	3,0	7,0	7	10,0	0,5	1,5	10...50
12	1,75	1,25	5,0	5,0	2,0	3,5	9,0	9	12,0	0,6	1,5	12...50

Примечания: 1. Ряд длин l винтов: 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; (14); 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; 35; 40; 45; 50.

2. Винты, с размерами длин, заключенными в скобки применять не рекомендуется.

Примеры условных обозначений:

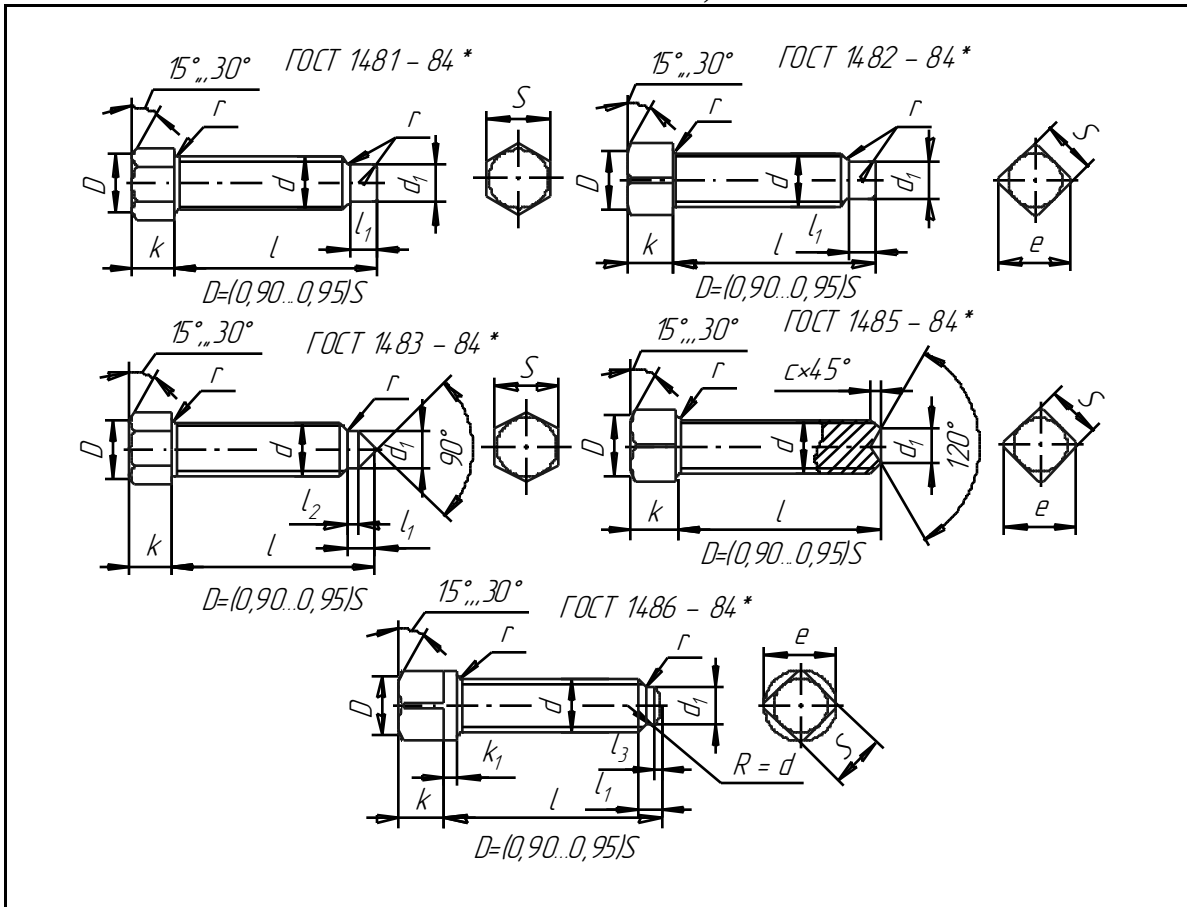
1. Винт с коническим концом класса точности В, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, длиной $l = 40$ мм, класса прочности 14Н, без покрытия:

Винт В. М12 – 6g × 40. 14Н ГОСТ 1476 – 93.

2. То же класса точности А, с мелким шагом резьбы, класса прочности 45Н, из стали 40Х, с химическим окисным покрытием, пропитанным маслом:

Винт А. М12×1,25 – 6g × 40 . 45Н 40Х.05 ГОСТ 1476 – 93.

Винты установочные классов точности А и В с шестигранной головкой: с цилиндрическим концом по ГОСТ 1481 – 93*, со ступенчатым концом по ГОСТ 1483 – 93*; с квадратной головкой: с цилиндрическим концом по ГОСТ 1482 – 93*, с засверленным концом по ГОСТ 1485 – 93*, со ступенчатым концом со сферой концом по ГОСТ 1486 – 93*, мм.



Диаметр резьбы d	Шаг резьбы		S		e	k		k_1	d_1	r	c	l	l_1	l_2	l_3
	p		шестигранная головка	квадратная головка		шестигранная головка	квадратная головка								
	крупный	мелкий													
6	1,00	-	8	7	9	5	6	-	4,0	0,4	1,0	12...35	3	2,0	0,7
8	1,25	1,00	10	8	10	6	7	2	5,5	0,4	1,5	14...40	4	2,5	1,0
10	1,50	1,25	12	10	13	7	8	3	7,0	0,5	1,5	16...50	5	3,0	1,0
12	1,75	1,25	14	12	16	9	10	3	8,5	0,6	1,5	20...60	6	3,5	1,2
16	2,00	1,50	17	17	22	11	14	4	12,0	0,8	2,0	25...80	8	4,0	1,7
20	2,50	1,50	22	22	28	14	18	5	15,0	1,0	2,5	35...100	10	5,0	2,5

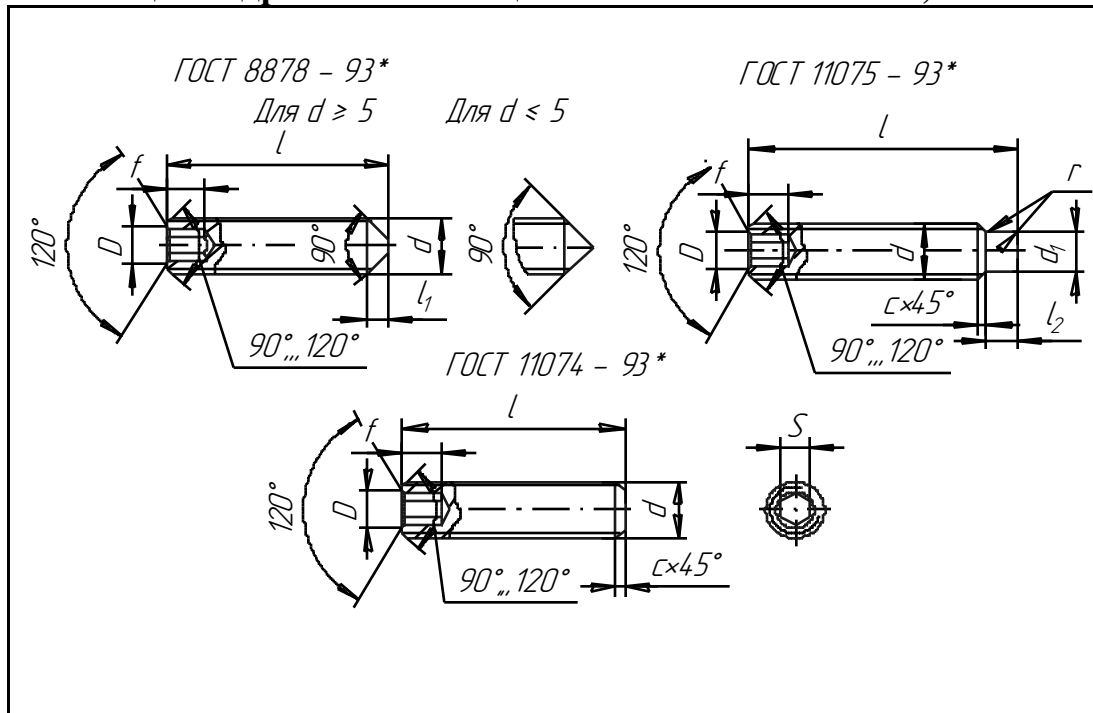
П р и м е ч а н и я: 1. Ряд длин l винтов: 12; 14; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 90; 100.

Примеры условных обозначений:

1. Винт с шестигранной головкой с цилиндрическим концом класса точности В, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, длиной $l = 40$ мм, класса прочности 14Н, без покрытия:

Винт В. М12 – 6g × 40. 14НГОСТ 1481 – 93.

Винты установочные с шестигранным углублением под ключ классов точности А и В: с коническим концом по ГОСТ 8878 – 93*, с плоским концом по ГОСТ 11074 – 93*, с цилиндрическим концом по ГОСТ 11075 – 93*, мм.



Диаметр резьбы d	Шаг резьбы p		d_1	D	S	f	c	r	l_1	l_2	l		
	крупный	мелкий									ГОСТ 8878 – 93*	ГОСТ 11074 – 93*	ГОСТ 11075 – 93*
4	0,70	-	2,5	2,6	2,0	2,5	0,5	0,3	1,5	1,00	3...20	2,5...20	5...20
5	0,80	-	3,5	3,2	2,5	3,0	1,0	0,3	2,0	1,25	4...25	3...25	6...25
6	1,00	-	4,0	3,8	3,0	3,5	1,0	0,4	2,5	1,50	5...45	4...30	8...45
8	1,25	1,00	5,5	4,9	4,0	5,0	1,5	0,4	3,0	2,00	6...60	5...50	10...70
10	1,50	1,25	7,0	6,1	5,0	6,0	1,5	0,5	4,0	2,50	8...70	6...70	12...80
12	1,75	1,25	8,5	7,2	6,0	8,0	1,5	0,6	5,0	3,00	10...80	8...80	16...100
16	2,00	1,50	12,0	9,7	8,0	10,0	2,0	0,8	6,0	4,00	12...90	10...90	20...100
20	2,50	1,50	15,0	12,0	10,0	12,0	2,5	1,0	8,0	5,00	16...100	12...100	25...100
24	3,00	2,00	18,0	14,3	12,0	15,0	3,0	1,0	10,0	6,00	20...100	16...100	25...100

Примечания: 1. Ряд длин l винтов: 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 90; 100.

Примеры условных обозначений:

1. Винт с коническим концом класса точности В, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, длиной $l = 40$ мм, класса прочности 14Н, без покрытия:

Винт В. М12 – 6g × 40. 14Н ГОСТ 8878 – 93.

1.5. Изображение стандартных резьбовых изделий на чертежах

На сборочных чертежах различают конструктивное, упрощенное и условное изображения крепежных деталей и их соединений. Выбор конструктивного, упрощенного или условного изображения зависит от назначения и масштаба чертежа. Если при изображении изделия необходимо указать технологические особенности соединяемых частей, то используют конструктивное изображение крепежных деталей и соединений.

В тех случаях, когда на сборочных чертежах не требуется соблюдение действительных размеров болтов, винтов, шпилек, а также гаек и шайб, указанных в таблицах ГОСТ, головки болтов (а также гайки и шайбы) вычерчиваются по эмпирическим формулам в зависимости от диаметра болта d (рис. 1.8).

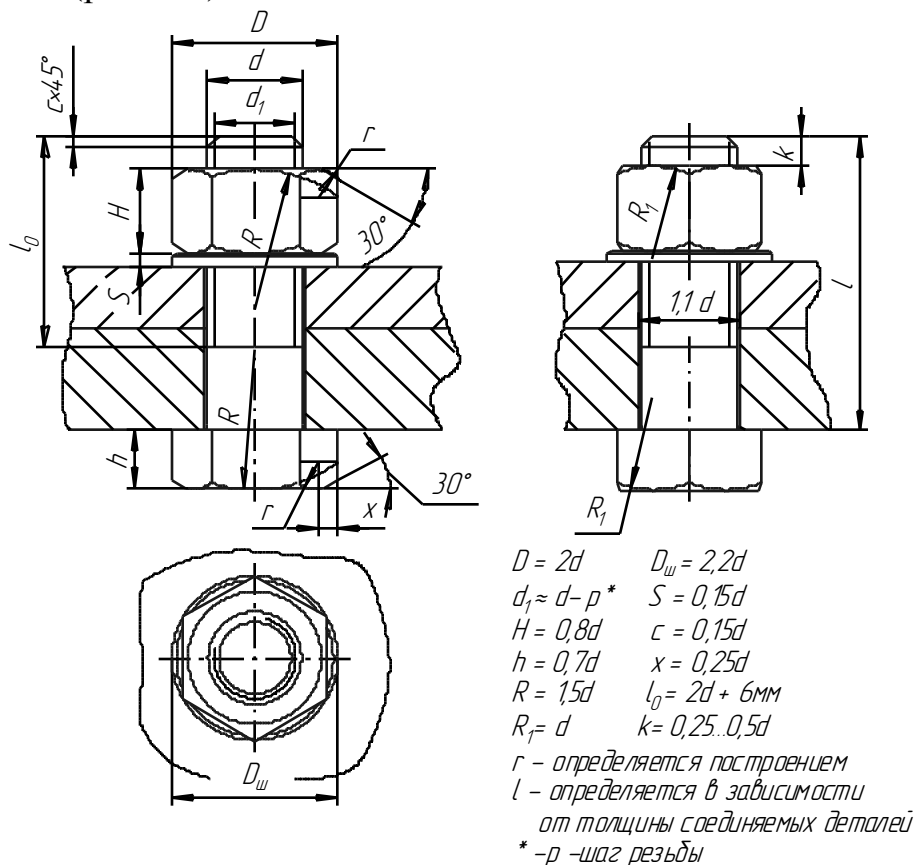


Рис. 1.8. Вычерчивание крепежных изделий по эмпирическим формулам

В случае, когда изображение изделия выполнено достаточно крупно и нет необходимости указывать технологические особенности соединяемых частей, крепежные детали и соединения изображают упрощенно. При изображении на чертеже крепежных деталей, диаметры которых равны 2 мм и менее, все соединение допускается изображать условно.

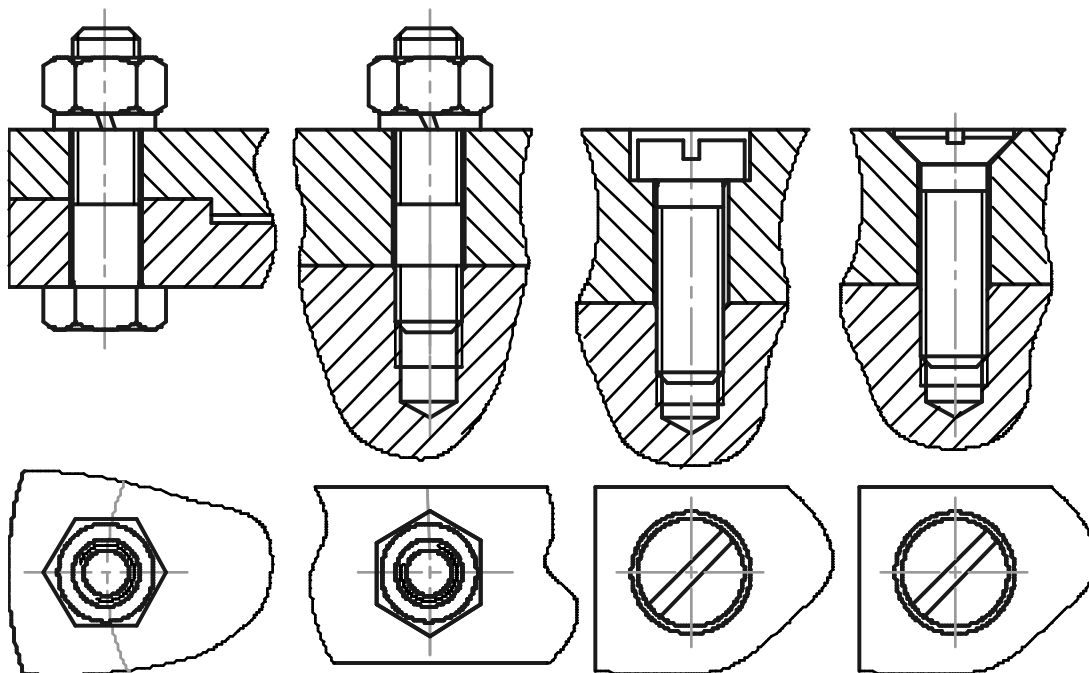


Рис. 1.9. Конструктивные изображения соединений болтом, шпилькой, винтом

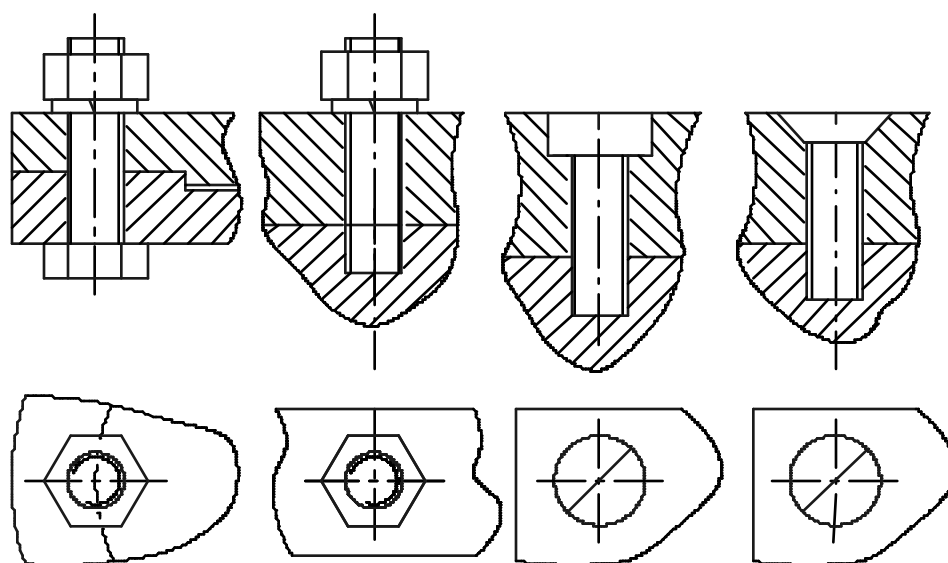


Рис. 1.10. Упрощенные изображения соединений болтом, шпилькой, винтом

Отличие конструктивного изображения болтового соединения (рис.1.9) от упрощенного (рис. 1.10) заключается в следующем:

- резьбу показывают по всей длине стержня болта;
- не изображают фаски на конце стержня болта, головке болта, гайке, шайбе;
- не изображают зазор между стержнем болта и отверстиями в скрепляемых деталях.

Изображение шпилечного соединения выполняют по тем же правилам, что и болтовое соединение (рис. 1.8, 1.9, 1.10). Отличие упрощенного изображения шпилечного соединения от конструктивного заключается в следующем:

- резьбу показывают по всей длине стержня шпильки;
- не изображают фаски на концах стержня шпильки, гайке, шайбе;
- не изображают зазор между стержнем шпильки и отверстием в прикрепляемой детали;
- границу резьбы изображают только на ввертываемом конце шпильки;
- линию разъема деталей условно совмещают с линией конца резьбы на шпильке;
- не показывают гнездо с резьбой и без резьбы в детали ниже конца шпильки.

Изображение винтового соединения выполняют по тем же правилам, что и болтовое соединение (рис. 1.8, 1.9, 1.10). Отличие упрощенного изображения винтового соединения от конструктивного заключается в следующем:

- резьбу показывают по всей длине стержня винта;
- не изображают фаски на конце стержня винта;
- не изображают зазор между стержнем винта и отверстием в прикрепляемой детали;
- не показывают гнездо с резьбой и без резьбы в детали ниже конца винта;
- шлиц в головке винта изображают одной утолщенной линией.

1.6. Резьбовые соединения труб

Резьбовые соединения типа «труба-муфта» предназначены для соединения труб по длине с помощью специальных соединительных устройств (муфты, угольники, тройники, кресты), называемыми фитингами.

Для соединения труб в системах отопления, водопровода, газопровода и других системах, проводящих неагрессивные среды (вода, горючий газ, насыщенный водяной пар и др.) с температурой не выше 175°C , используются соединительные части из ковкого чугуна с цинковым покрытием и без покрытия. Цилиндрическая трубная резьба применяется в данном типе соединений потому, что в ней отсутствует зазор между резьбой трубы и муфты. Отсутствие зазора производит герметизацию данного соединения. Детали соединений имеют цилиндрическую трубную резьбу по ГОСТ 6357-81. Профиль цилиндрической трубной резьбы приведен на рис. 1.11.

Обозначение трубной цилиндрической резьбы состоит из буквы *G*, обозначения размера резьбы и класса точности среднего диаметра: *G1-A*. В обозначении резьбы указывается не наружный диаметр резьбы, а диа-

метр в дюймах ($1'' = 25,4$ мм) условного прохода трубы (просвета), на внешней поверхности которой нарезана резьба. Так для резьбы G1 действительный наружный диаметр резьбы равен 33,249 мм. Условные проходы труб стандартизованы (табл. 1.17).

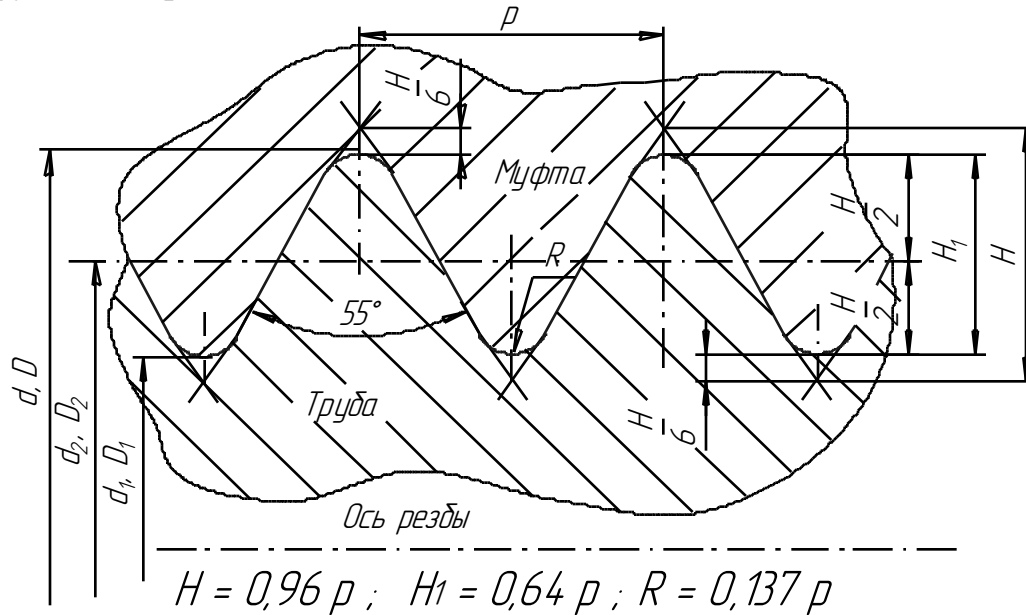


Рис. 1.11. Профиль цилиндрической трубной резьбы

Таблица 1.17.

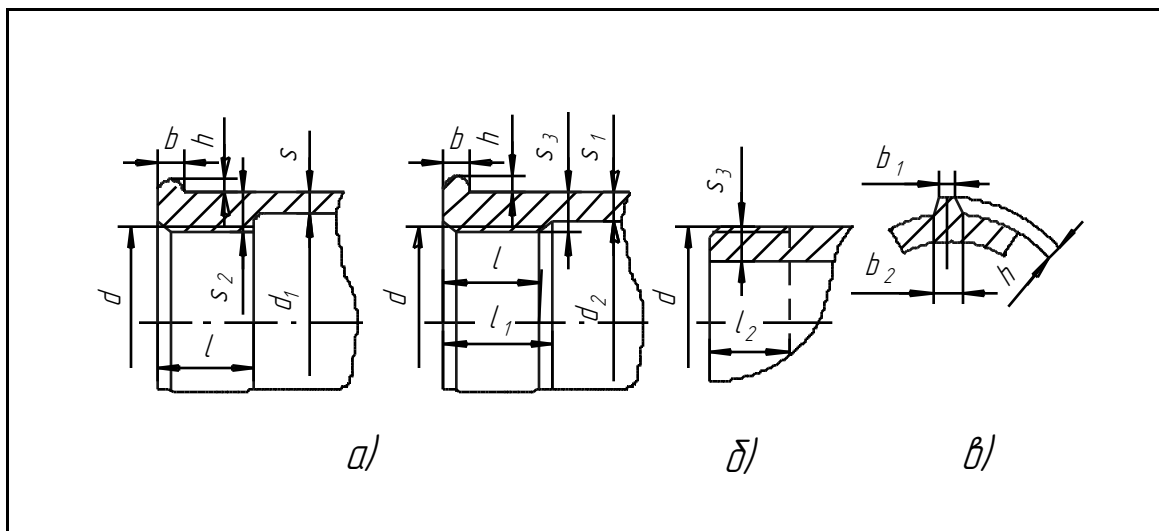
Трубы стальные газопроводные по ГОСТ 3262 – 75*, мм

Условный проход	Наружный диаметр	Толщина стенки трубы			Число ниток резьбы	Длина резьбы до сбега		
		легкой	обыкновенной	усиленной		конической	цилиндрической	
							длинной	короткой
6	10,2	1,8	2,0	2,5	-	-	-	-
8	13,5	2,0	2,2	2,8	-	-	-	-
10	17,0	2,0	2,2	2,8	-	-	-	-
15	21,3	2,3	-	-	14	15	14	9,0
15	21,3	2,5	2,8	3,2	14	15	14	9,0
20	26,8	2,35	-	-	14	17	16	10,5
20	26,8	2,5	2,8	3,2	14	17	16	10,5
25	33,5	2,8	3,2	4,0	11	19	18	11,0
32	42,3	2,8	3,2	4,0	11	22	20	13,0
40	48,0	3,0	3,5	4,0	11	23	22	15,0
50	60,0	3,0	3,5	4,5	11	26	24	17,0
70	75,5	3,2	4,0	4,5	11	30	27	19,5
80	88,5	3,5	4,0	4,5	11	32	30	22,0
90	101,3	3,5	4,0	4,5	11	35	33	26,0
100	114,0	4,0	4,5	5,0	11	38	36	30,0
125	140,0	4,0	4,5	5,5	11	41	38	33,0
150	165,0	4,0	4,5	5,5	11	45	42	36,0

Фасонные соединительные части изготавливаются из стали или ковкого чугуна. Конструктивные размеры соединительных частей из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой приведены в табл. 1.18-1.27.

Таблица 1.18

Форма и конструктивные размеры соединительных частей по ГОСТ 8944 -75, мм



Условный проход D_y	Резьба					d_1	d_2	s	s_1	s_2	s_3	b	b_1	b_2	h
	Обозначение	d	l	l_1	l_2 , не более										
			не менее												
8	G 1/4-B	13,158	9,0	9,0	7	13,5	12,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
10	G 3/8-B	16,663	10,0	11,0	8	17,0	16,0	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
15	G 1/2-B	20,956	12,0	14,0	9	21,5	20,0	2,8	3,5	4,2	4,2	3,5	2,0	4,0	2,0
20	G 3/4-B	26,442	13,5	16,0	10	27,0	25,5	3,0	3,5	4,4	4,2	4,0	2,0	4,0	2,5
25	G 1-B	33,250	15,0	19,0	11	34,0	32,0	3,3	4,0	5,2	4,8	4,0	2,5	4,5	2,5
32	G 1 1/4-B	41,912	17,0	21,0	13	42,5	40,5	3,6	4,0	5,4	4,8	4,0	2,5	5,0	3,0
40	G 1 1/2-B	47,805	19,0	21,0	15	48,5	46,5	4,0	4,0	5,8	4,8	4,0	3,0	5,0	3,0
50	G 2-B	59,616	21,0	24,0	17	60,5	58,5	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,0	6,0	3,5
65	G 2 1/2-B	75,187	23,5	27,0	19	76,0	74,0	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,5	6,5	3,5
80	G 3-B	87,887	26,0	30,0	22	89,0	87,0	4,5	4,5	6,5	6,0	6,0	4,0	7,0	4,0
100	G 4-B	113,034	39,5	39,5	30	115	112,0	5,5	5,5	8,0	7,0	7,0	5,0	8,5	4,5

Чертеж трубного соединения выполняют по размерам его деталей. Основные виды трубных соединений приведены в табл. 1.19 ... 1.27.

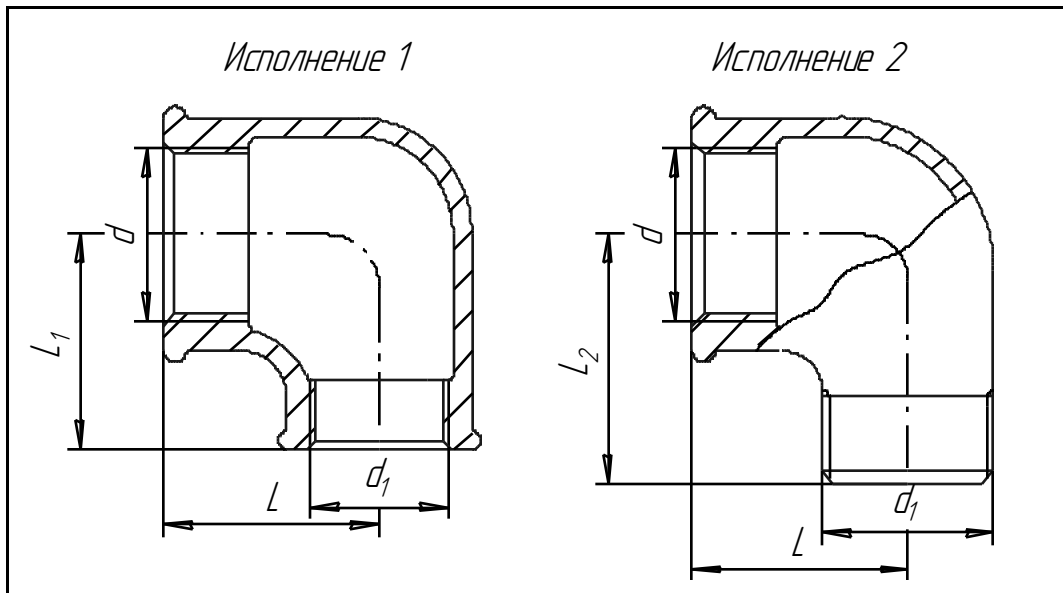
При вычерчивании трубного соединения, трубы ввинчивают в соединительные части не полностью. Примеры вычерчивания трубных соединений приведены на рис. 1.12.

Таблица 1.19

Угольники проходные по ГОСТ 8946 – 75* с углом 90⁰, мм

Исполнение 1		Исполнение 2	
Условный проход D_y	Резьба d	L	L_1
8	G 1/4 - В	21	28
10	G 3/8 - В	25	32
15	G 1/2 - В	28	37
20	G 3/4 - В	33	43
25	G 1 - В	38	52
32	G 1 1/4 - В	45	60
40	G 1 1/2 - В	50	65
50	G 2 - В	58	74
(65)	G 2 1/2 - В	69	88
(80)	G 3 - В	78	98
(100)	G 4 - В	96	-
<p>Примечания: Угольники с D_y, указанными в таблице в скобках, применять не рекомендуется.</p> <p>Примеры условных обозначений:</p> <p>1. Угольник проходной с углом 90⁰ исполнения 1 без покрытия с $D_y = 20$ мм: Угольник 90⁰ -1 - 20 ГОСТ 8946 -75.</p> <p>2. То же с цинковым покрытием: Угольник 90⁰ -1 - Ц - 20 ГОСТ 8946 -75.</p>			

Угольники переходные по ГОСТ 8947 – 75*, мм



Условный проход $D_v \times D_{v1}$	Резьба		L	L_1	L_2
	d	d_1			
10 × 8	G 3/8 - B	G 1/4 - B	23	23	-
15 × 10	G 1/2 - B	G 3/8 - B	26	26	33
20 × 10	G 3/4 - B	G 3/8 - B	28	28	-
20 × 15	G 3/4 - B	G 1/2 - B	30	31	40
25 × 15	G 1 - B	G 1/2 - B	32	34	-
25 × 20	G 1 - B	G 3/4 - B	35	36	46
32 × 15	G 1 1/4 - B	G 1/2 - B	34	38	-
32 × 20	G 1 1/4 - B	G 3/4 - B	36	41	-
32 × 25	G 1 1/4 - B	G 1 - B	40	42	56
40 × 25	G 1 1/2 - B	G 1 - B	42	46	-
40 × 32	G 1 1/2 - B	G 1 1/4 - B	46	48	-
50 × 40	G 2 - B	G 1 1/2 - B	52	55	-
65 × 50	G 2 1/2 - B	G 2 - B	61	66	-

Примеры условных обозначений:

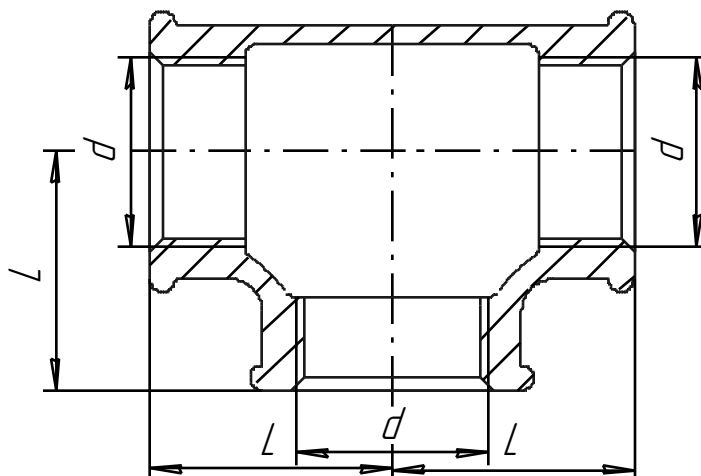
1. Угольник переходной исполнения 1 без покрытия с $D_v = 20$ мм на $D_{v1} = 15$ мм:

Угольник 1 – 20 × 15 ГОСТ 8947 – 75.

2. То же с цинковым покрытием:

Угольник 1 – Ц – 20 × 15 ГОСТ 8947 – 75.

Тройники прямые по ГОСТ 8948 – 75*, мм



Условный проход D_v	Резьба d	L
8	G $1/4$ - B	21
10	G $3/8$ - B	25
15	G $1/2$ - B	28
20	G $3/4$ - B	33
25	G 1 - B	38
32	G $1 1/4$ - B	45
40	G $1 1/2$ - B	50
50	G 2 - B	58
(65)	G $2 1/2$ - B	69
(80)	G 3 - B	78
(100)	G 4 - B	96

Примечания: Тройники с D_v , указанными в таблице в скобках, применять не рекомендуется.

Примеры условных обозначений:

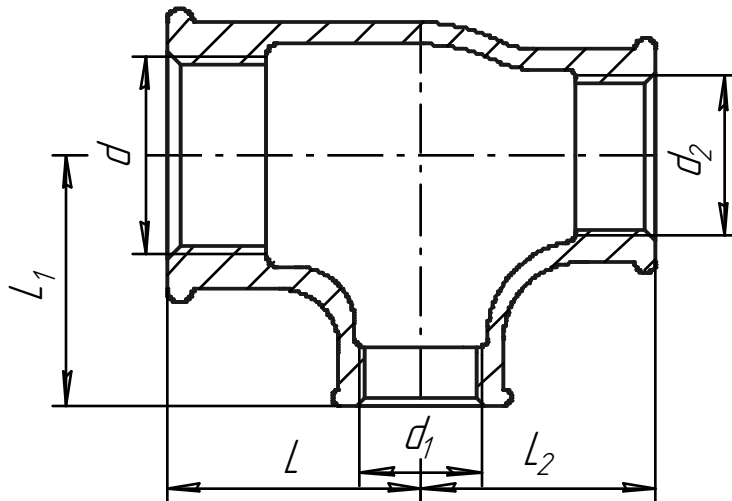
1. Тройник прямой без покрытия с $D_v = 20$ мм:

Тройник 20 ГОСТ 8948 -75.

2. То же с цинковым покрытием:

Тройник Ц- 20 ГОСТ 8948 -75.

Тройник с двумя переходами по ГОСТ 8950 – 75*, мм



Условный проход $D_y \times D_{y1} \times D_{y2}$	Резьба			L	L_1	L_2
	d	d_1	d_2			
20 × 15 × 15	G 3/4 - B	G 1/2 - B	G 1/2 - B	30	31	28
20 × 20 × 15	G 3/4 - B	G 3/4 - B	G 1/2 - B	33	33	31
25 × 20 × 15	G 1 - B	G 3/4 - B	G 1/2 - B	35	36	31
25 × 15 × 20	G 1 - B	G 1/2 - B	G 3/4 - B	32	34	30
25 × 20 × 20	G 1 - B	G 3/4 - B	G 3/4 - B	35	36	33
25 × 25 × 15	G 1 - B	G 1 - B	G 1/2 - B	38	38	34
25 × 25 × 20	G 1 - B	G 1 - B	G 3/4 - B	38	38	36
32 × 20 × 20	G 1 1/4 - B	G 3/4 - B	G 3/4 - B	36	41	33
32 × 20 × 25	G 1 1/4 - B	G 3/4 - B	G 1 - B	36	41	35
32 × 25 × 25	G 1 1/4 - B	G 1 - B	G 1 - B	40	42	38
40 × 25 × 32	G 1 1/2 - B	G 1 - B	G 1 1/4 - B	42	46	40

Примеры условных обозначений:

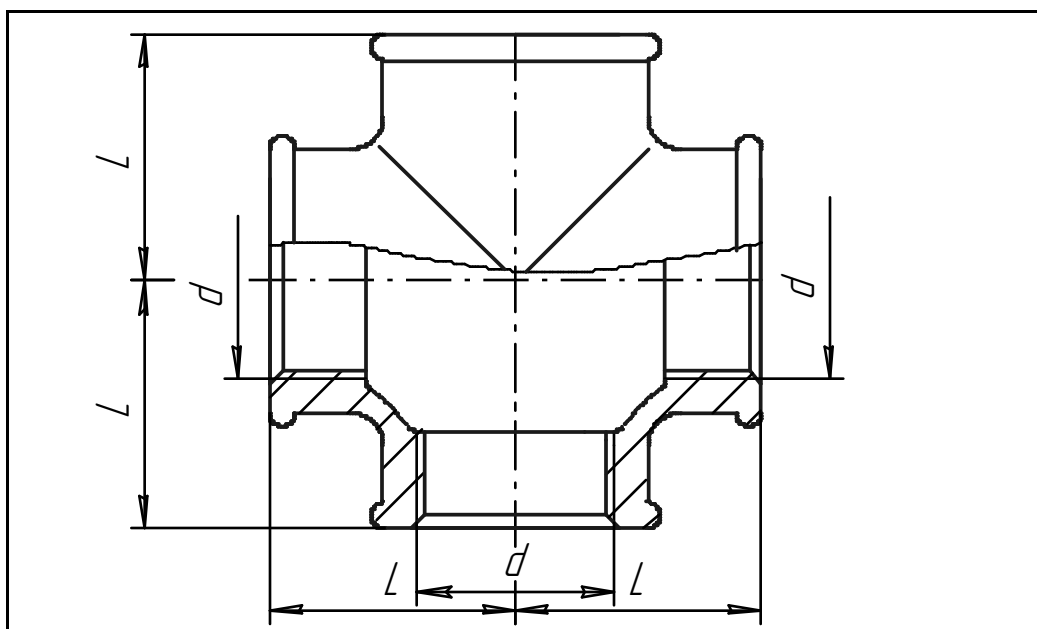
1. Тройник с двумя переходами без покрытия с $D_y = 40$ мм на $D_{y1} = 25$ мм и $D_{y2} = 32$ мм:

Тройник 40 × 25 × 32 ГОСТ 8950 – 75.

2. То же с цинковым покрытием:

Тройник Ц – 40 × 25 × 32 ГОСТ 8950 – 75.

Кресты прямые по ГОСТ 8951 – 75*, мм



Условный проход D_v	Резьба d	L
8	G $1/4$ - B	21
10	G $3/8$ - B	25
15	G $1/2$ - B	28
20	G $3/4$ - B	33
25	G 1 - B	38
32	G $1 1/4$ - B	45
40	G $1 1/2$ - B	50
50	G 2 - B	58
(65)	G $2 1/2$ - B	69
(80)	G 3 - B	78
(100)	G 4 - B	96

Примечания: Кресты с D_v , указанными в таблице в скобках, применять не рекомендуется.

Примеры условных обозначений:

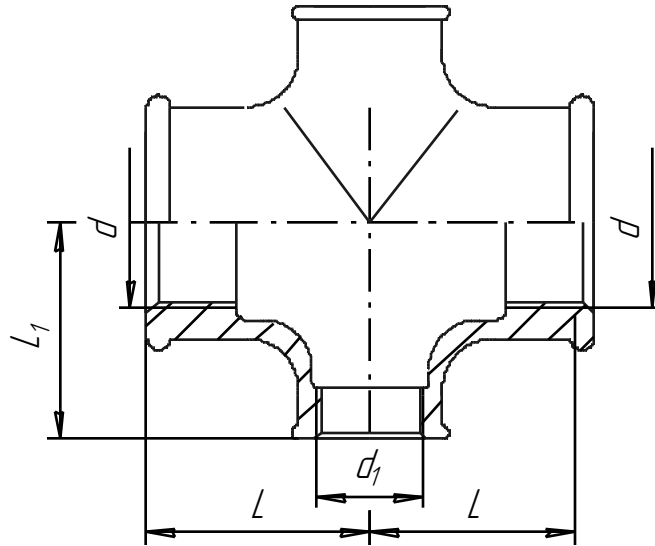
1. Крест прямой без покрытия с $D_v = 20$ мм:

Крест 20 ГОСТ 8950 – 75.

2. То же с цинковым покрытием:

Крест Ц – 20 ГОСТ 8950 – 75.

Кресты переходные по ГОСТ 8952 – 75*, мм



Условный проход $D_v \times D_{v1}$	Резьба		L	L_1
	d	d_1		
15 × 10	G 1/2 - B	G 3/8 - B	26	26
20 × 10	G 3/4 - B	G 3/8 - B	28	28
20 × 15	G 3/4 - B	G 1/2 - B	30	31
25 × 10	G 1 - B	G 3/8 - B	30	32
25 × 15	G 1 - B	G 1/2 - B	32	34
25 × 20	G 1 - B	G 3/4 - B	35	36
32 × 15	G 1 1/4 - B	G 1/2 - B	34	36
32 × 20	G 1 1/4 - B	G 3/4 - B	36	41
32 × 25	G 1 1/4 - B	G 1 - B	40	42
40 × 20	G 1 1/2 - B	G 3/4 - B	38	44
40 × 25	G 1 1/2 - B	G 1 - B	42	46
40 × 32	G 1 1/2 - B	G 1 1/4 - B	46	48
50 × 25	G 2 - B	G 1 - B	44	52
50 × 32	G 2 - B	G 1 1/4 - B	48	54
50 × 40	G 2 - B	G 1 1/2 - B	52	56
(65 × 32)	G 2 1/2 - B	G 1 1/4 - B	52	62
(65 × 40)	G 2 1/2 - B	G 1 1/2 - B	55	63
(65 × 50)	G 2 1/2 - B	G 2 - B	61	66
(80 × 40)	G 3 - B	G 1 1/2 - B	58	71
(80 × 50)	G 3 - B	G 2 - B	64	73
(80 × 65)	G 3 - B	G 2 1/2 - B	72	76
(100 × 65)	G 4 - B	G 2 1/2 - B	78	89
(100 × 80)	G 4 - B	G 3 - B	84	92

П р и м е ч а н и я: Кресты с D_v , указанными в таблице в скобках, применять не рекомендуется.

Примеры условных обозначений:

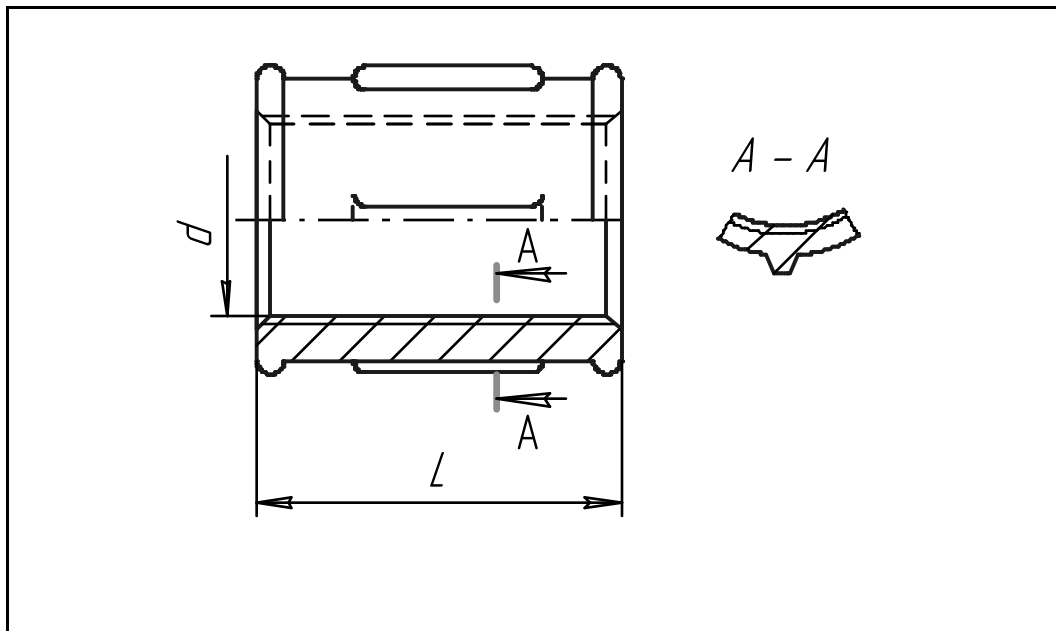
1. Тройник переходной без покрытия с $D_v = 25$ мм на $D_{v1} = 20$ мм:

Крест 25 × 20 ГОСТ 8952 – 75.

2. То же с цинковым покрытием:

Крест Ц – 25 × 20 ГОСТ 8952 – 75.

Муфты прямые короткие по ГОСТ 8954 – 75*, мм



Условный проход D_v	Резьба d	L	Число ребер
8	G 1/4 - B	22	2
10	G 3/8 - B	24	2
15	G 1/2 - B	28	2
20	G 3/4 - B	31	2
25	G 1 - B	35	4
32	G 1 1/4 - B	39	4
40	G 1 1/2 - B	43	4
50	G 2 - B	47	6
(65)	G 2 1/2 - B	53	6
(80)	G 3 - B	59	6
(100)	G 4 - B	84	6

П р и м е ч а н и я: Муфты с D_v , указанными в таблице в скобках, применять не рекомендуется.

Примеры условных обозначений:

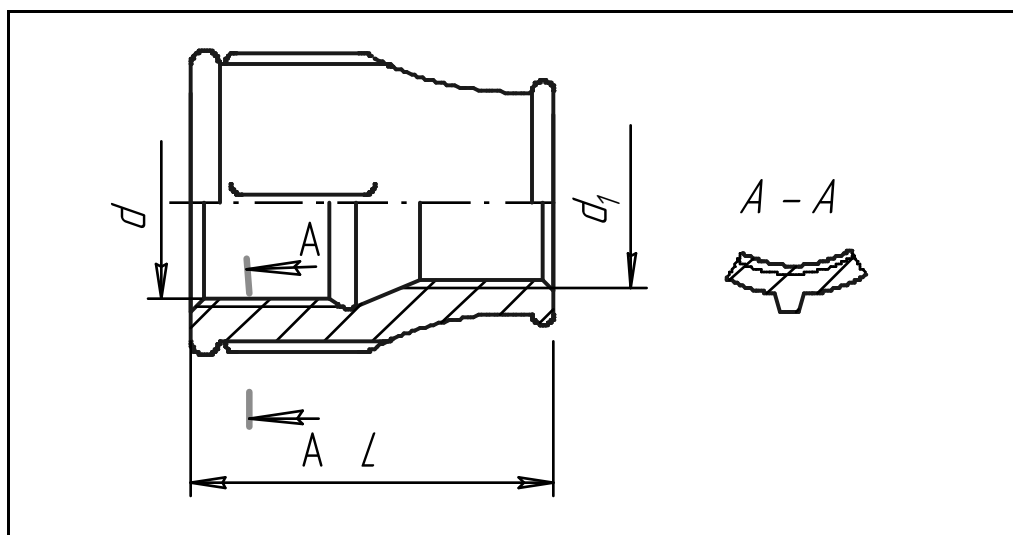
1. Муфта прямая короткая без покрытия с $D_v = 20$ мм:

Муфта короткая 20 ГОСТ 8954 – 75.

2. То же с цинковым покрытием:

Муфта короткая Ц - 20 ГОСТ 8954 – 75.

Муфты переходные по ГОСТ 8957 – 75*, мм



Условный проход $D_v \times D_{vl}$	Резьба		L	Число ребер
	d	d_1		
10 × 8	G $\frac{3}{8}$ - B	G $\frac{1}{4}$ - B	30	2
15 × 8	G $\frac{1}{2}$ - B	G $\frac{1}{4}$ - B	36	2
15 × 10	G $\frac{1}{2}$ - B	G $\frac{3}{8}$ - B	36	2
20 × 8	G $\frac{3}{4}$ - B	G $\frac{1}{4}$ - B	39	2
20 × 10	G $\frac{3}{4}$ - B	G $\frac{3}{8}$ - B	39	2
20 × 15	G $\frac{3}{4}$ - B	G $\frac{1}{2}$ - B	39	2
25 × 10	G 1 - B	G $\frac{3}{8}$ - B	45	4
25 × 15	G 1 - B	G $\frac{1}{2}$ - B	45	4
25 × 20	G 1 - B	G $\frac{3}{4}$ - B	45	4
32 × 10	G $1\frac{1}{4}$ - B	G $\frac{3}{8}$ - B	50	4
32 × 15	G $1\frac{1}{4}$ - B	G $\frac{1}{2}$ - B	50	4
32 × 20	G $1\frac{1}{4}$ - B	G $\frac{3}{4}$ - B	50	4
32 × 25	G $1\frac{1}{4}$ - B	G 1 - B	50	4
40 × 15	G $1\frac{1}{2}$ - B	G $\frac{1}{2}$ - B	55	4
40 × 20	G $1\frac{1}{2}$ - B	G $\frac{3}{4}$ - B	55	4
40 × 25	G $1\frac{1}{2}$ - B	G 1 - B	55	4
40 × 32	G $1\frac{1}{2}$ - B	G $1\frac{1}{4}$ - B	55	4
50 × 15	G 2 - B	G $\frac{1}{2}$ - B	65	6
50 × 20	G 2 - B	G $\frac{3}{4}$ - B	65	6
50 × 25	G 2 - B	G 1 - B	65	6
50 × 32	G 2 - B	G $1\frac{1}{4}$ - B	65	6
50 × 40	G 2 - B	G $1\frac{1}{2}$ - B	65	6

Примеры условных обозначений:

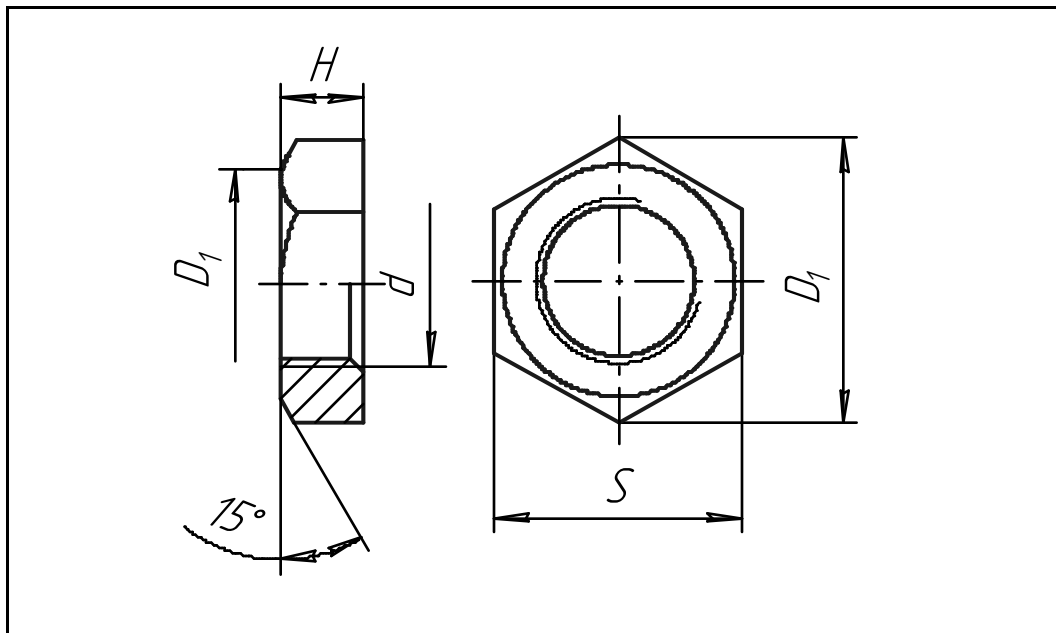
1. Муфта переходная без покрытия с $D_v = 20$ мм на $D_{v1} = 15$ мм:

Муфта 20 × 15 ГОСТ 8957 – 75.

2. То же с цинковым покрытием:

Муфта Ц – 20 × 15 ГОСТ 8957 – 75.

Контргайки по ГОСТ 8961 – 75*, мм



Условный проход D_v	Резьба d	H	S	D	D_1
8	G 1/4 - B	6	22	25,4	20
10	G 3/8 - B	7	27	31,2	25
15	G 1/2 - B	8	32	36,9	30
20	G 3/4 - B	9	36	41,6	33
25	G 1 - B	10	46	53,1	43
32	G 1 1/4 - B	11	55	63,5	52
40	G 1 1/2 - B	12	60	69,3	56
50	G 2 - B	13	75	86,5	70
(65)	G 2 1/2 - B	16	95	110,0	90
(80)	G 3 - B	19	105	121,0	100
(100)	G 4 - B	21	135	156,0	128

П р и м е ч а н и я: Контргайки с D_v , указанными в таблице в скобках, применять не рекомендуется.

Примеры условных обозначений:

1. Контргайка без покрытия с $D_v = 20$ мм:

Контргайка 20 ГОСТ 8961 –75.

2. То же с цинковым покрытием:

Контргайка Ц – 20 ГОСТ 8961 –75.

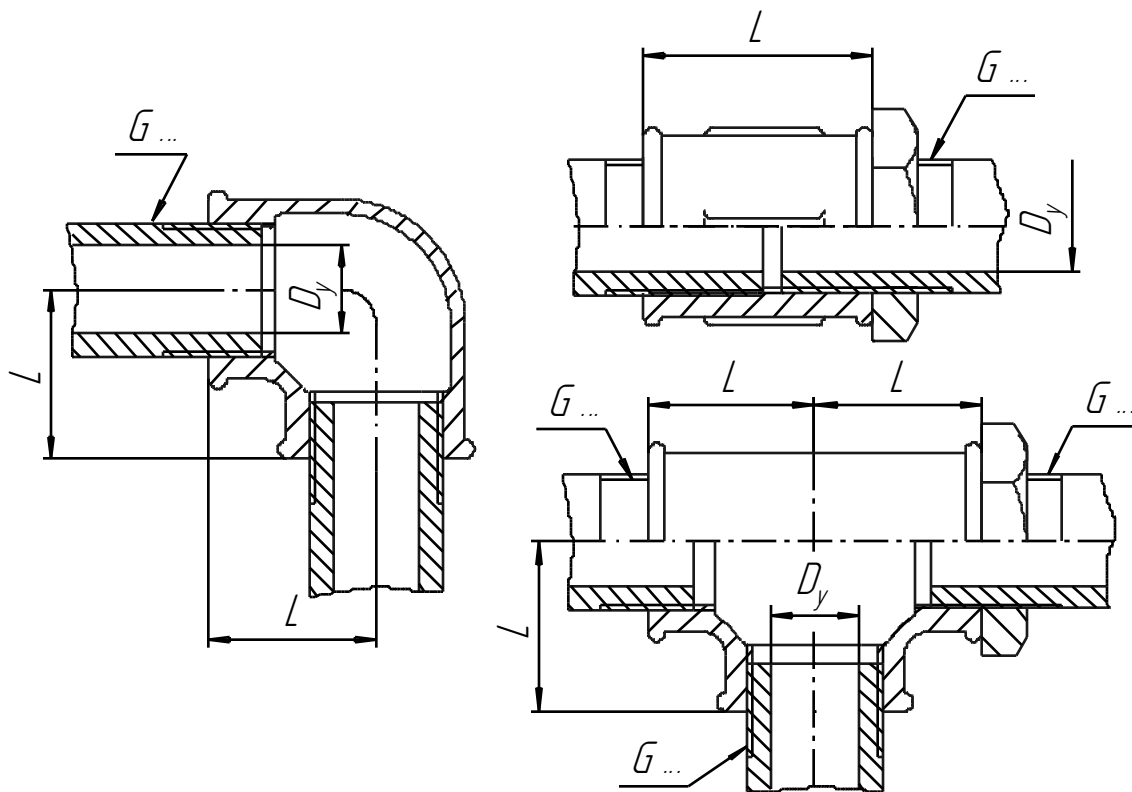


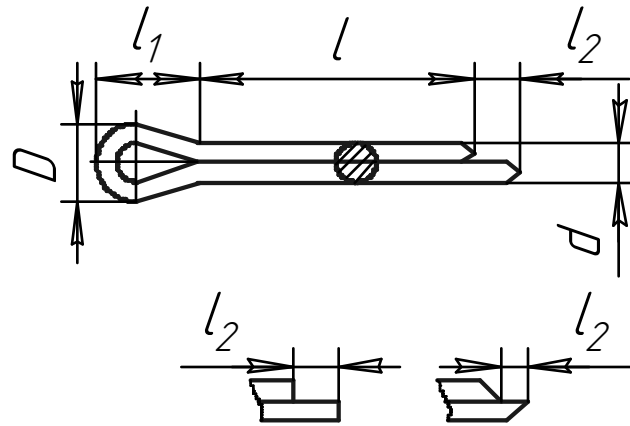
Рис. 1.12 Примеры вычерчивания трубных соединений

2. Соединение шплинтом

Шплинтом называется стальная проволока, сложенная вдвое, пропускаемая сквозь радиальное отверстие гайки, болта, вала и т. д. Шплинт (табл. 2.1) предназначен для взаимного фиксирования деталей, в том числе для фиксирования болта или шпильки относительно прорезных и корончатых гаек (табл. 2.2) и для фиксирования гаек на концах валов. После установки шплинта его концы разводят.

В условном обозначении шплинта указывают: наименование, условный диаметр d_0 шплинта, длину l шплинта, обозначение марки материала, обозначение вида покрытия, толщину покрытия и обозначение стандарта. Примеры изображения шплинтов и случаи их применения приведены на рис. 2.1.

Конструкция и размеры шплинтов по ГОСТ 397 – 79*, мм



Условный диаметр шплинта d_0	d		l_2		$l_1 \approx$	D		Рекомендуемые диаметры соединяемых деталей			
	наибольший	наименьший	наибольший	наименьший		наибольший	наименьший	Болт		Штифт, ось	
								свыше	до	свыше	до
0,6	0,5	0,4	1,6	0,8	2,0	1,0	0,9	-	2,5	-	2,0
0,8	0,7	0,6	1,6	0,8	2,4	1,4	1,2	2,5	3,5	2,0	3,0
1,0	0,9	0,8	1,6	0,8	3,0	1,8	1,6	3,5	4,5	3,0	4,0
1,2	1,0	0,9	2,5	1,3	3,0	2,0	1,7	4,5	5,5	4,0	5,0
1,6	1,4	1,3	2,5	1,3	3,2	2,8	2,4	5,5	7,0	5,0	6,0
2,0	1,8	1,7	2,5	1,3	4,0	3,6	3,2	7,0	9,0	6,0	8,0
2,5	2,3	2,1	2,5	1,3	5,0	4,6	4,0	9,0	11,0	8,0	9,0
3,2	2,9	2,7	3,2	1,6	6,4	5,8	5,1	11,0	14,0	9,0	12,0
4,0	3,7	3,5	4,0	2,0	8,0	7,4	6,5	14,0	20,0	12,0	17,0
5,0	4,6	4,4	4,0	2,0	10,0	9,2	8,0	20,0	27,0	17,0	23,0
6,3	5,9	5,7	4,0	2,0	12,6	11,8	10,3	27,0	39,0	23,0	29,0
8,0	7,5	7,3	4,0	2,0	16,0	15,0	13,1	39,0	56,0	29,0	44,0
10,0	9,5	9,3	6,3	3,2	20,0	19,0	16,6	56,0	80,0	44,0	69,0

Примечания: 1. Условный диаметр шплинта равняется диаметру отверстия под шплинт.
2. Ряд длин шплинтов: 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 71; 80; 90; 100; 112; 125; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280 мм.

Примеры условных обозначений:

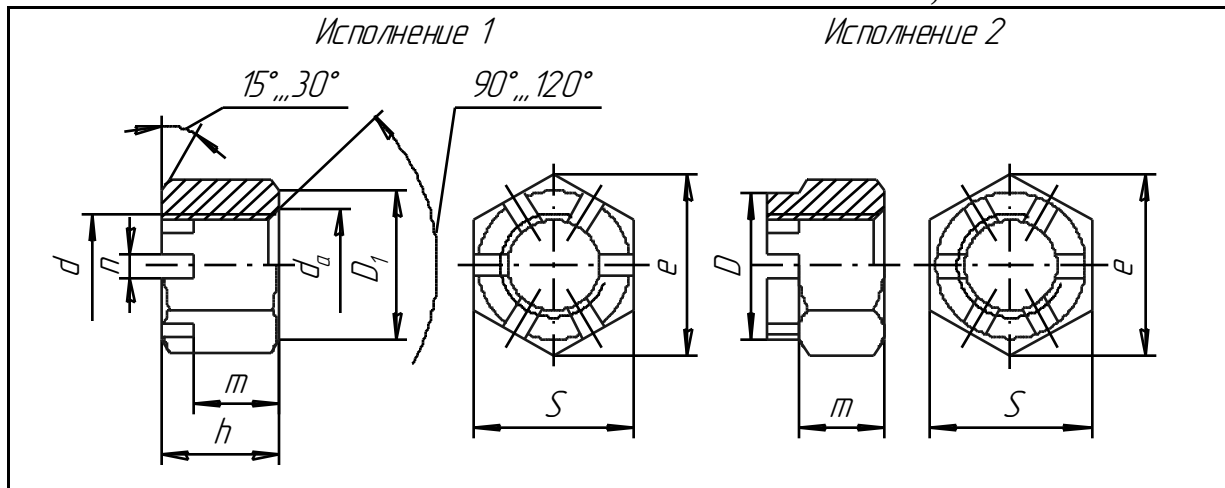
1. Шплинт с условным диаметром $d_0 = 8$ мм, длиной $l = 32$ мм, из низкоуглеродистой стали без покрытия:

Шплинт 8 × 32 ГОСТ 397 – 79.

2. То же из латуни Л63 с никелевым покрытием толщиной 9 мкм:

Шплинт 8 × 32. 3. 039 ГОСТ 397 – 79.

Гайки шестигранные прорезные и корончатые
класса точности В по ГОСТ 5918 – 73*
и класса точности А по ГОСТ 5932 – 73*, мм



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		S	h	e , не менее		Число прорезей	n	m	D	d_a		ШЛИНТ по ГОСТ 397 – 79*	
	крупный	мелкий			ГОСТ 5918 - 73	ГОСТ 5932 - 73					не менее	не более	Исполнение 1	Исполнение 2
4	0,7	-	7	5,0	7,7	7,7	6	1,2	3,2	-	4	4,6	1 × 12	-
5	0,8	-	8	6,0	8,8	8,8		1,4	4,0		5	5,75	1,2 × 12	
6	1,0	-	10	7,5	10,9	11,0		2,0	5,0		6	6,75	1,6 × 16	
8	1,25	1,0	13	9,5	14,2	14,4		2,5	6,5		8	8,75	2 × 20	
10	1,5	1,25	17	12,0	18,7	18,9		2,8	8,0		10	10,8	2,5 × 25	
12	1,75		19	15,0	20,9	21,1		3,5	10,0	17	12	13,0	3,2 × 32	3,2 × 25
(14)	2,0	1,5	22	16,0	24,3	24,5			11,0	19	14	15,1		
16			24	19,0	26,5	26,8		4,5	13,0	22	16	17,3	4 × 36	4 × 32
(18)	2,5	1,5	27	21,0	29,9	30,2			15,0	25	18	18,5	4 × 40	4 × 36
20			30	22,0	33,3	33,6		16,0		28	20	21,6		
(22)	3,0	2,0	32	26,0	35,0	35,8			18,0	30	22	22,7	5 × 45	5 × 40
24			36	27,0	39,6	40,0		19,0		34	24	25,9		
(27)	3,5	2,0	41	30,0	45,2	45,9			22,0	38	27	29,1	5 × 50	5 × 45
30			46	33,0	50,9	51,6		24,0		42	30	32,4		
(33)	4,0	3,0	50	35,0	55,4	56,1	26,0		46	33	35,6	6,3 × 63	6,3 × 50	
36			55	38,0	60,8	61,7		29,0	50	36	38,9			
(39)	4,5	3,0	60	40,0	66,4	67,4	31,0		55	39	42,2	6,3 × 71	6,3 × 63	
42			65	46,0	72,1	73,0		34,0	58	42	45,4			
48	5,0		75	50,0	83,4	84,3	8		9	38,0	65	48	52,0	8 × 80

Примечания: 1. Размеры, заключенные в скобках, применять не рекомендуется.

2. Допускается выполнение фаски со стороны прорези или коронки.

3. Форма дна прорези может быть плоской, скругленной или с фаской.

Примеры условных обозначений:

1. Гайка класса точности В, исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 16$ мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса прочности 5, без покрытия :

Гайка М16 – 6Н.5 ГОСТ 5918 – 73.

2. Гайка класса точности А, исполнения 2, с диаметром резьбы $d = 16$ мм, с мелким шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса прочности 5, с покрытием 01 толщиной 9 мкм :

Гайка 2М16 × 1,5 – 6Н.5.019 ГОСТ 5932 – 73.

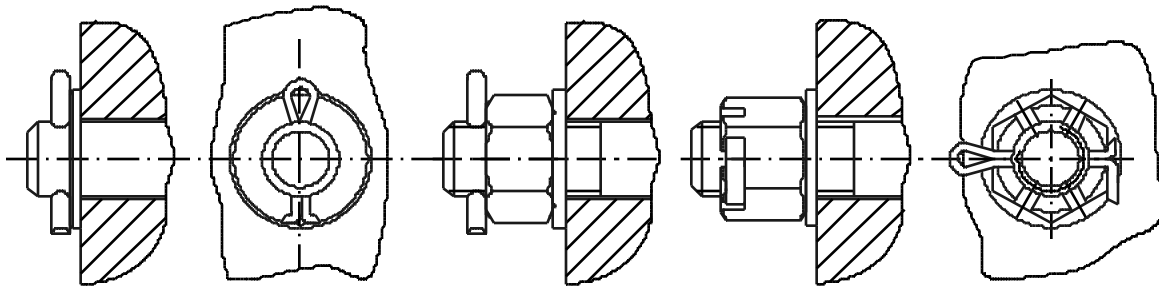


Рис. 2.1 Примеры фиксирования деталей шплинтом

3. Штифтовое соединение

Штифты представляют собой стальные стержни: цилиндрические, конические или фасонные круглого сечения, которые забивают в сквозные отверстия соединяемых деталей.

Штифты применяют для неподвижного соединения двух деталей и точной фиксации их друг относительно друга. Они позволяют при необходимости разъединения деталей повторную сборку с сохранением точности их расположения. В некоторых случаях штифты выполняют предохранительную роль: срезаясь при перегрузке, они предотвращают разрушение соединяемых деталей. В отверстиях штифты удерживаются силой трения, создаваемой при монтаже соединения с натягом, или благодаря расклепыванию концов штифта.

Штифты по форме подразделяются на цилиндрические и конические, с наружной или внутренней резьбой на их концах или без нее, с насечкой на посадочных поверхностях или без нее, пружинные и другие. Основные типы штифтов приведены на рис. 3.1.

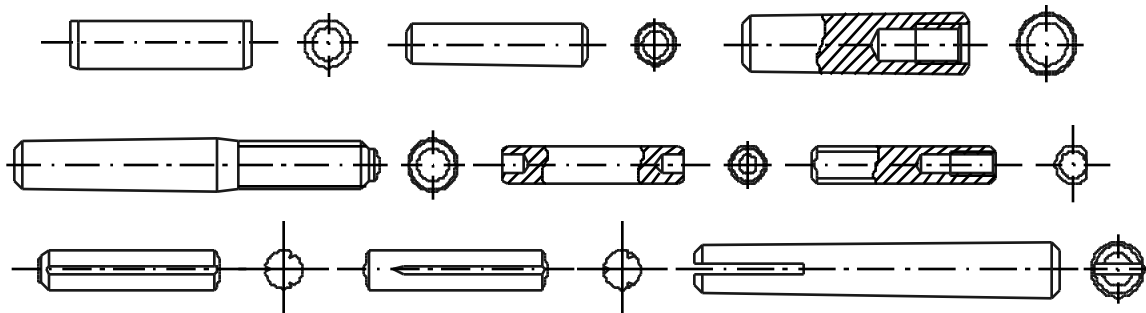
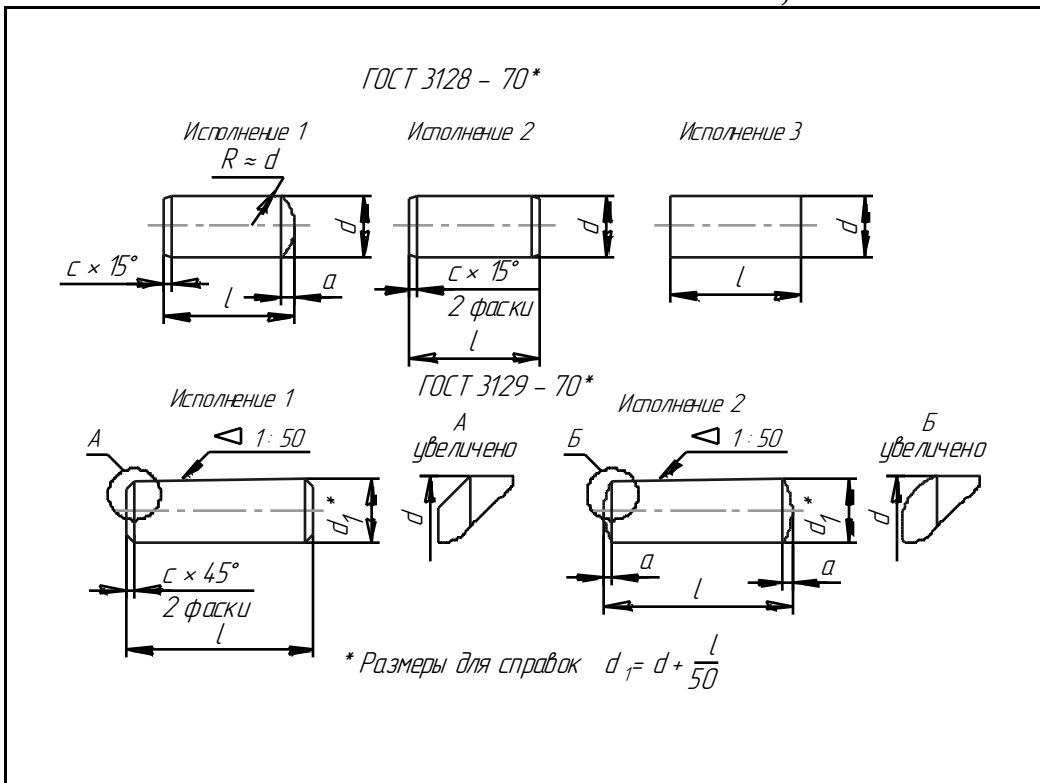


Рис. 3.1 Основные типы штифтов

Параметры основных типов штифтов приведены в табл. 3.1, 3.2.

**Штифты цилиндрические по ГОСТ 3128 – 70*
и конические по ГОСТ 3129 – 70*, мм**



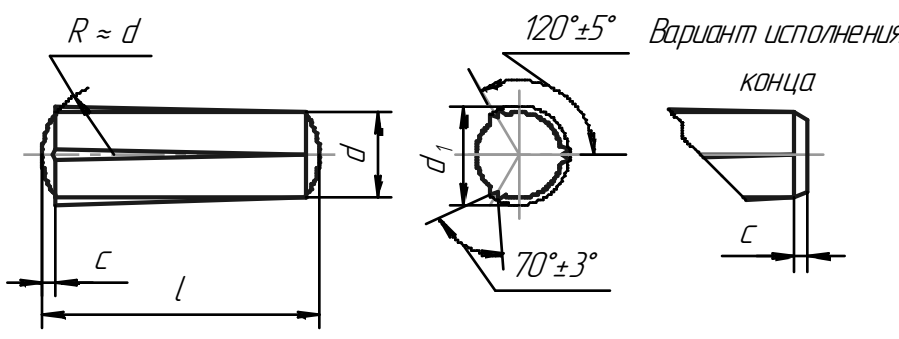
d	$a \approx$	$c \approx$		d	$a \approx$	$c \approx$	
		ГОСТ 3128 - 70	ГОСТ 3129 - 70			ГОСТ 3128 - 70	ГОСТ 3129 - 70
0,6	0,08	0,12	0,1	6	0,8	1,2	1,0
0,8	0,10	0,16	0,1	8	1,0	1,6	1,2
1,0	0,12	0,20	0,2	10	1,2	2,0	1,6
1,2	0,16	0,25	0,2	12	1,6	2,5	1,6
1,5	0,20	0,30	0,3	16	2,0	3,0	2,0
(1,6)	0,20	0,30	0,3	20	2,5	3,5	2,5
2,0	0,25	0,35	0,3	25	3,0	4,0	3,0
2,5	0,30	0,40	0,5	30	4,0	5,0	4,0
3,0	0,40	0,50	0,5	(32)	4,0	5,0	4,0
4,0	0,50	0,63	0,6	40	5,0	6,3	5,0
5,0	0,63	0,80	0,8	50	6,3	8,0	6,3

Примечания: 1. Ряд длин штифтов: 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 120; 140; 160; 180; 200 мм.

Примеры условных обозначений:

- Штифт цилиндрический исполнения 1, с $d = 12$ мм, длиной $l = 80$ мм, без покрытия:
Штифт 12 × 80 ГОСТ 3128 – 70.
- То же исполнения 2:
Штифт 2.12 × 80 ГОСТ 3128 – 70.
- Штифт конический исполнения 1, с $d = 12$ мм, длиной $l = 80$ мм, без покрытия:
Штифт 12 × 80 ГОСТ 3129 – 70.

**Цилиндрические насечные штифты с коническими насечками по
ГОСТ 10773 – 80*, мм**



d	d_1 , не менее	c	l
1,6	1,80	0,3	4 ... 20
2,0	2,25	0,3	4 ... 30
2,5	2,75	0,5	5 ... 30
3,0	3,35	0,5	6 ... 40
4,0	4,40	0,6	8 ... 60
5,0	5,40	0,8	8 ... 60
6,0	6,40	1,0	10 ... 80
8,0	8,45	1,2	12 ... 100
10,0	10,50	1,6	14 ... 120
12,0	12,55	1,6	16 ... 120
16,0	16,70	2,0	30 ... 120

Примечания: 1. Ряд длин штифтов: 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 20; 25; 30; 36; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 80; 90; 100; 110; 120 мм.
Примеры условных обозначений:
1. Штифт с $d = 10$ мм, длиной $l = 50$ мм, без покрытия:
Штифт 10 × 50 ГОСТ 10773 – 80.
2. То же с химическим окисным покрытием, пропитанным маслом
Штифт 10 × 50 Хим. Окс. прм. ГОСТ 10773 – 80.

Цилиндрические и конические штифты изготавливают из конструкционных сталей.

Пример использования цилиндрических штифтов приведены на рис. 3.2.

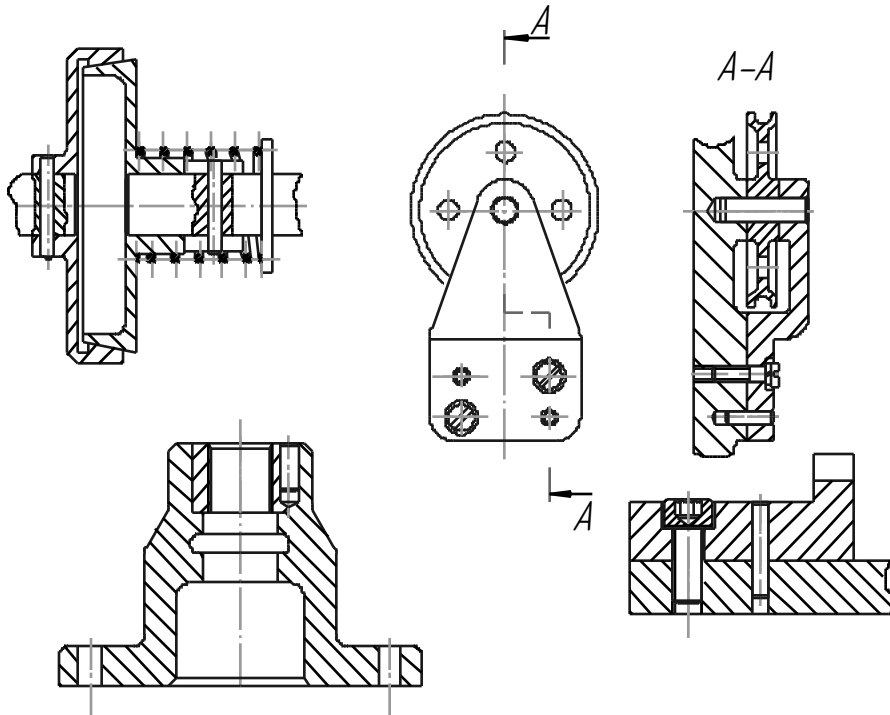


Рис. 3.2. Примеры использования цилиндрических штифтов

4. Шпоночные соединения

Шпоночное соединение предназначено для передачи крутящего момента от одной из двух соприкасающихся деталей к другой, чаще всего от вала к расположенным на нем деталям, например шкивам, зубчатым колесам, маховикам, кулачкам, полумуфтам, рычагам и др. Эти соединения применяют в тех случаях, когда к точности центрирования соединяемых деталей (совпадение осей вала и насаженных на него деталей) не предъявляются особые требования.

Шпоночные соединения могут обеспечивать неподвижное или подвижное вдоль продольной оси соединение деталей.

По форме шпонки разделяются на призматические (рис. 4.1, а), призматические направляющие (рис. 4.1, б), сегментные (рис. 4.1, г), клиновые (рис. 4.1, в).

Основное применение имеют призматические и сегментные шпонки.

Форма и размеры сечений шпонок и шпоночных пазов стандартизованы и выбираются в зависимости от диаметра вала, а вид шпоночных соединений определяется условиями работы соединяемых деталей.

На продольных разрезах шпоночных соединений шпонки всех типов условно изображают не рассеченными.

Материалом для изготовления шпонок служит чисто тянутая сталь для шпонок.

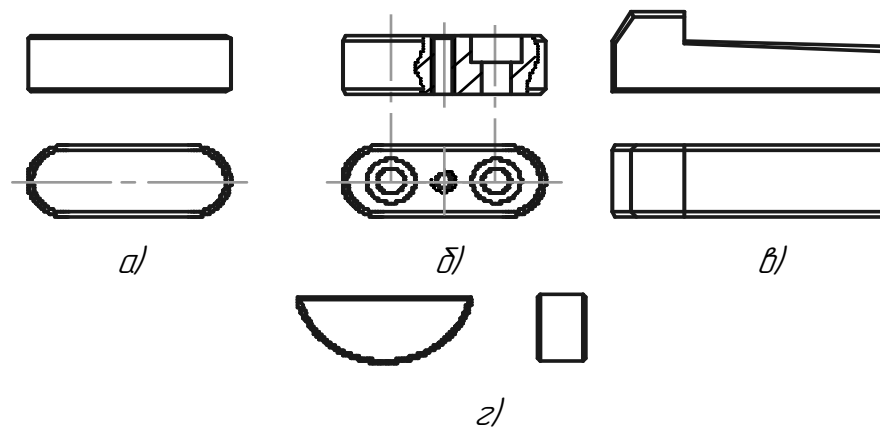


Рис. 4.1 Типы шпонок

4.1. Соединения призматическими шпонками

Простые призматические шпонки закладывают в паз вала без дополнительного крепления (рис. 4.2).

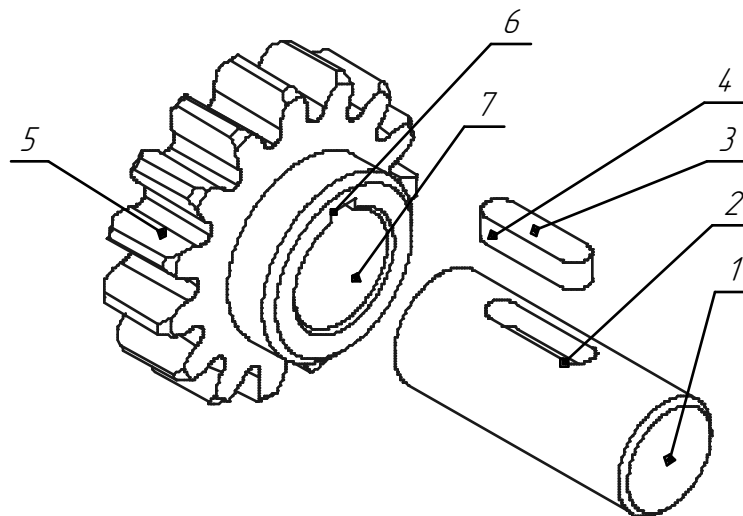


Рис. 4.2 Соединение призматической шпонкой

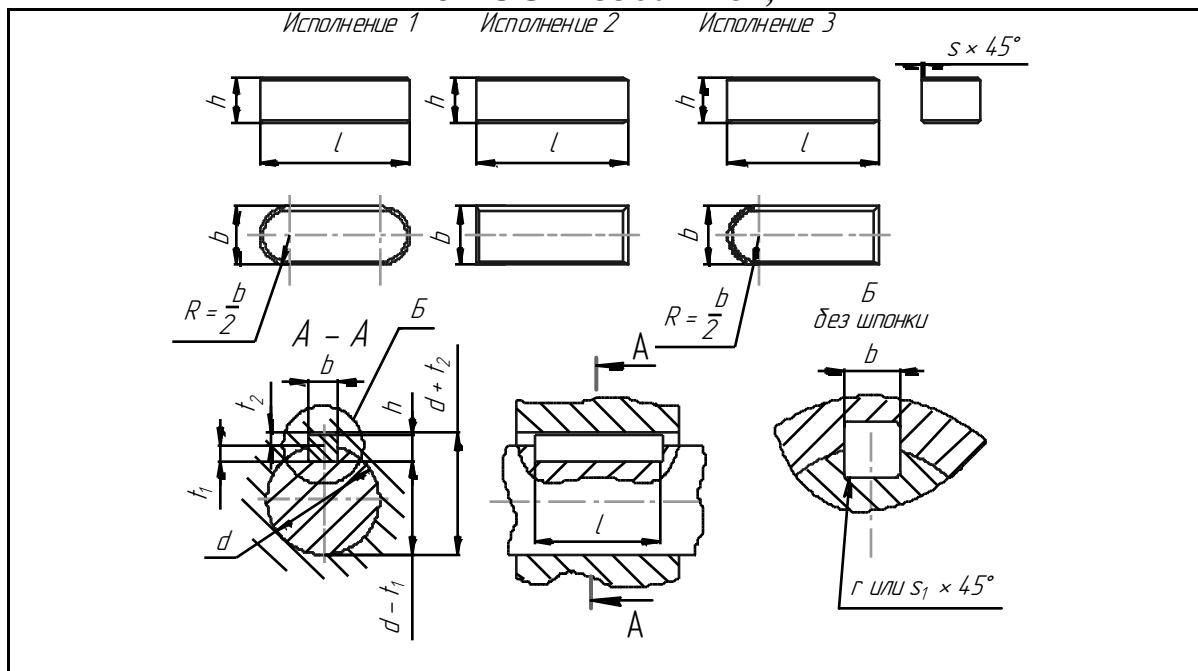
(1 – вал, 2 – шпоночный паз на валу, 3 – шпонка, 4 – рабочая поверхность шпонки, 5 – насаживаемая деталь, 6 – шпоночный паз в детали, 7 – отверстие в детали)

Призматические шпонки выполняются прямоугольного сечения с отношением сторон от 1:1 для валов малых диаметров до 1:2 для валов больших диаметров. Концы шпонок выполняются плоскими или скругленными. Рабочими у призматических шпонок являются боковые, более узкие грани. В радиальном направлении предусматривают зазор. Шпоноч-

ные пазы на валу выполняют длиной, равной длине шпонки, с помощью пальцевой или дисковой фрезы, а канавки в ступице получают способом долбления или протягиванием одношлицевой протяжкой. Размеры призматических шпонок и шпоночных пазов приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Размеры призматических шпонок и шпоночных пазов
по ГОСТ 23360 – 78*, мм**



D	b	h	t_1	t_2	l	s	s_1
1	2	3	4	5	6	7	8
От 6 до 8	2	2	1,2	1,0	6 ... 20	0,16...0,25	0,08...0,16
Св. 8 » 10	3	3	1,8	1,4	6 ... 36		
» 10 » 12	4	4	2,5	1,8	8 ... 45		
» 12 » 17	5	5	3,0	2,3	10 ... 56	0,25...0,40	0,16...0,25
» 17 » 22	6	6	3,5	2,8	14 ... 70		
» 22 » 30	8	7	4,0	3,3	16 ... 63		
» 30 » 38	10	8	5,0	3,3	22...110	0,40...0,60	0,25...0,40
» 38 » 44	12	8	5,0	3,3	28...140		
» 44 » 50	14	9	5,5	3,8	36...160		
» 50 » 58	16	10	6,0	4,3	45...180	0,60...0,80	0,40...0,60
» 58 » 65	18	11	7,0	4,4	50...200		
» 65 » 75	20	12	7,5	4,9	56...220		
» 75 » 85	22	14	9,0	5,4	63...250	1,00...1,20	0,70...1,00
» 85 » 95	25	14	9,0	5,4	70...280		
» 95 » 110	28	16	10,0	6,4	80...320		
» 110 » 130	32	18	11,0	7,4	90...360	1,60...2,00	1,20...1,60
» 130 » 150	36	20	12,0	8,4	100...400		
» 150 » 170	40	22	13,0	9,4	100...400		
» 170 » 200	45	25	15,0	10,4	110...450		
» 200 » 230	50	28	17,0	11,4	125...500		
» 230 » 260	56	32	20,0	12,4	140...500		

1	2	3	4	5	6	7	8
» 260 » 290	63	32	20,0	12,4	160...500	1,60...2,00	1,20...1,60
» 290 » 330	70	36	22,0	14,4	180...500		
» 330 » 380	80	40	25,0	15,4	200...500	2,50...3,00	2,00...2,50
» 380 » 440	90	45	28,0	17,4	220...500		
» 440 » 500	100	50	31,0	19,5	250...500		

Примечания: 1. Длины шпонок следует выбирать из ряда: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 220; 250; 280; 320; 360; 400; 450; 500 мм.

2. Допускается применять шпонки с длинами, выходящими за интервалы, указанные в таблице.

Примеры условных обозначений:

1. Шпонка, исполнения 1, шириной $b = 14$ мм, высотой $h = 9$ мм, длиной $l = 80$ мм:
Шпонка 14 × 9 × 80 ГОСТ 23360–78.

2. То же исполнения 2:
Шпонка 2 - 14 × 9 × 80 ГОСТ 23360–78.

4.2. Соединения сегментными шпонками

Сегментные шпонки по назначению аналогичны призматическим шпонкам и применяются при коротких ступицах колес (рис. 4.3).

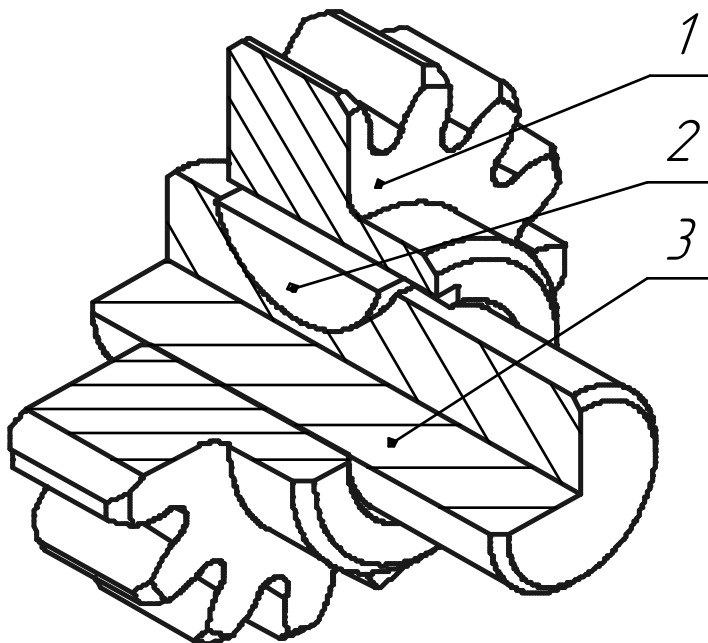


Рис. 4.3 Соединение сегментной шпонкой

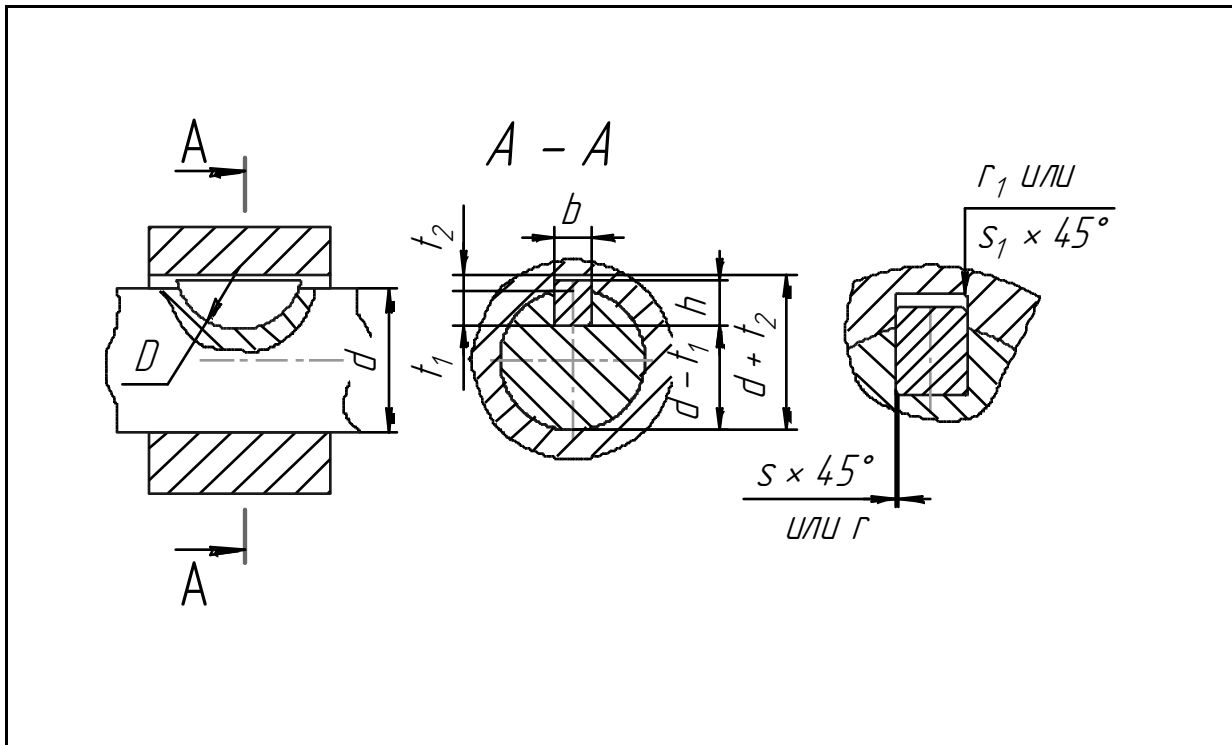
(1 – насаживаемая деталь, 2 – шпонка, 3 – вал)

Шпонки выполняются в виде сегмента, что обеспечивает технологичность изготовления шпоночного паза на валу, путем фрезерования дисковой фрезой, а также удобство сборки шпоночного соединения. Относительно большая глубина шпоночного паза уменьшает прочность вала, поэтому сегментные шпонки применяют для передачи небольших крутящих моментов или только лишь для фиксации шпоночного соединения.

Размеры сечений сегментных шпонок и пазов, а также их диаметры, в зависимости от диаметра вала приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

**Размеры сегментных шпонок и шпоночных пазов
по ГОСТ 24071 – 97, мм**



d	D	b	h	t_1	t_2	s или r	s_1 или r_1
От 3 до 4	4	1,0	1,4	1,0	0,6	0,16 ... 0,25	0,08 ... 0,16
Св. 4 » 5	7	1,5	2,6	2,0	0,8		
» 5 » 6	7	2,0	2,6	1,8	1,0		
» 6 » 7	10	2,0	3,7	2,9	1,0		
» 7 » 8	10	2,5	3,7	2,7	1,2		
» 8 » 10	13	3,0	5,0	3,8	1,4		
» 10 » 12	16	3,0	6,5	5,3	1,4	0,25 ... 0,40	0,16 ... 0,25
» 12 » 14	16	4,0	6,5	5,0	1,8		
» 14 » 16	19	4,0	7,5	6,0	1,8		
» 16 » 18	16	5,0	6,5	4,5	2,3		
» 18 » 20	19	5,0	7,5	5,5	2,3		
» 20 » 22	22	5,0	9,0	7,0	2,3		
» 22 » 25	22	6,0	9,0	6,5	2,8	0,40 ... 0,60	0,25 ... 0,40
» 25 » 28	25	6,0	10,0	7,5	2,8		
» 28 » 32	28	8,0	11,0	8,0	3,3		
» 32 » 38	32	10,0	13,0	10,0	3,3		

Пример условного обозначения:

1. Шпонка сегментная, шириной $b = 6$ мм, высотой $h = 11$ мм:

Шпонка 6 × 11 ГОСТ 24071-97.

4.3. Нанесение размеров на чертежах шпоночных соединений

На чертежах деталей шпоночных соединений с призматическими шпонками (рис. 4.4) следует наносить следующие размеры:

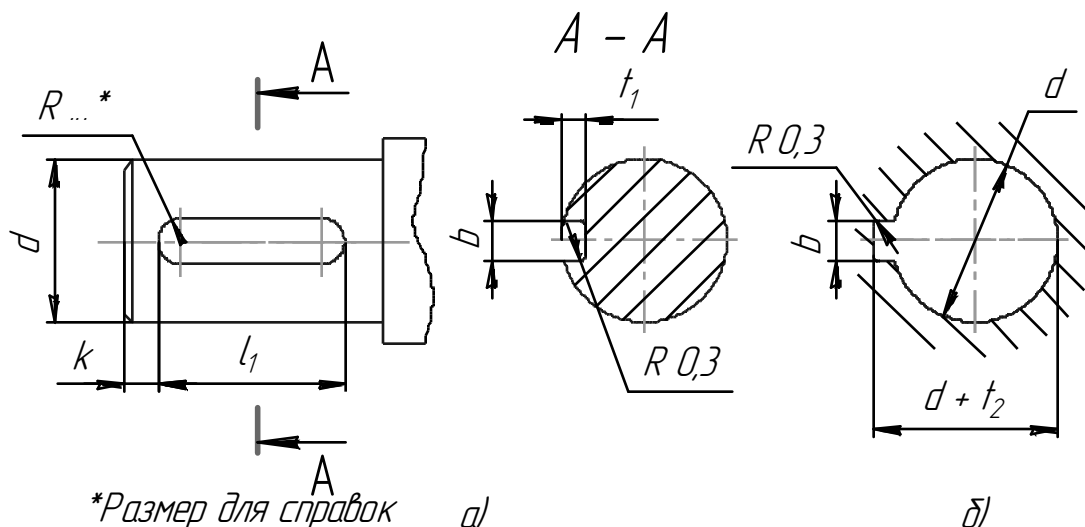


Рис. 4.4 Размеры, наносимые на чертежах соединений призматическими шпонками

- длину l_1 шпоночного паза (рис. 4.4, а), которую следует принимать на 0,5 ... 1,0 мм больше длины шпонки;
- ширину b шпоночного вала и ступицы;
- глубину пазов на валу - размер t_1 (предпочтительный вариант, рис. 4.4, а) и в ступице - размер $d + t_2$ (рис.4.4, б);
- диаметр вала и отверстия ступицы.

Кроме того, допускается наносить в качестве справочного размера радиус закругления паза (для выбора радиуса фрезы). Радиус сопряжения дна паза с боковыми гранями указывают только для ответственных шпоночных соединений.

Пазы не доводят до торца вала (рис. 4.4, а) на расстояние $k = 3 \dots 5$ мм при $d \leq 30$ мм и $k = 5 \dots 7$ мм при $d \geq 30$ мм.

При наличии на ступенчатом валу нескольких шпоночных пазов их рекомендуется располагать в одной плоскости.

Чертежи сегментных шпоночных соединений выполняются так же, как чертежи призматических шпоночных соединений, с учетом конструктивных особенностей сегментных шпонок.

5. Шлицевые соединения

Зубчатое (шлицевое) соединение - соединение вала и втулки, осуществляемое с помощью зубьев (шлицев) и впадин (пазов), выполненных на валу и в отверстии втулки (рис. 5.1).

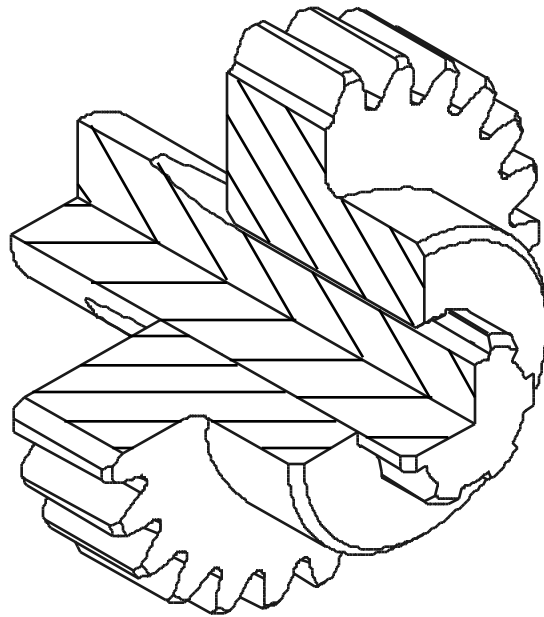


Рис. 5.1 Шлицевое соединение

Зубчатое соединение обладает большей прочностью по сравнению со шпоночным соединением, передает большие крутящие моменты, обеспечивает хорошее центрирование и легкость перемещения деталей вдоль оси вала.

Наибольшее распространение в машиностроении получили зубчатые соединения с прямобочным, эвольвентным и треугольным профилями зубьев.

5.1. Зубчатые соединения прямобочными шлицами

Шлицевые соединения прямобочными шлицами различаются по способу центрирования отверстия втулки относительно шлицевого вала:

а) с центрированием по наружному диаметру D шлицев, радиальный зазор образуется по внутреннему диаметру d шлицев (рис. 5.2, а);

б) с центрированием по внутреннему диаметру d шлицев, радиальный зазор образуется по наружному диаметру D шлицев (рис. 5.2, б);

в) с центрированием по боковым сторонам b зубьев, радиальные зазоры образуются по обоим диаметрам D и d (рис. 5.2, в).

Способ центрирования зубчатых соединений выбирают по конструктивным и технологическим соображениям.

Центрирование по наружному диаметру D шлицев целесообразно применять в тех случаях, когда отверстие втулки термически не обрабатывается или когда твердость материала втулки допускает калибровку протягиванием после термообработки, а материал вала – фрезерование для получения окончательных размеров зубьев. Такой способ центрирования позволяет точно и с большой производительностью обрабатывать центрирующие поверхности.

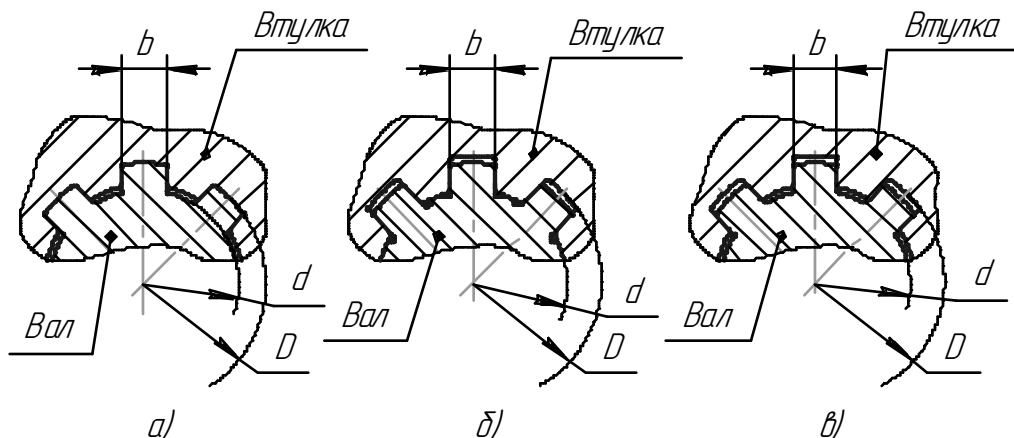


Рис. 5.2 Способы центрирования прямобочных шлицевых соединений

Областью применения центрирования по наружному диаметру являются неподвижные зубчатые соединения, в которых отсутствует износ поверхностей от осевых перемещений, и подвижные соединения, воспринимающие небольшие нагрузки.

Центрирование по внутреннему диаметру d шлицев рекомендуется в тех случаях, когда материал втулки имеет высокую твердость и отверстие во втулке подвергается чистовому шлифованию. Этот способ обеспечивает точное центрирование и обычно применяется для подвижных зубчатых соединений.

Центрирование по боковым сторонам b зубьев применяют в тех случаях, когда высокая соосность не имеет большого значения, но необходимо обеспечить достаточную прочность соединения в условиях эксплуатации, особенно при знакопеременных нагрузках и реверсивном вращении вала (например, карданное соединение валов в автомобилях).

Основные параметры прямозубых шлицевых соединений приведены в табл. 5.1.

ГОСТ 1139 – 80* предусматривает деление зубчатых соединений в зависимости от передаваемой нагрузки на легкую, среднюю и тяжелую серии, отличающиеся высотой и числом зубьев.

При центрировании по внутреннему диаметру d шлицевые валы изготавливаются в исполнении А и С (табл. 5.1), а при центрировании по наружному диаметру D и боковым сторонам b зубьев – в исполнении В.

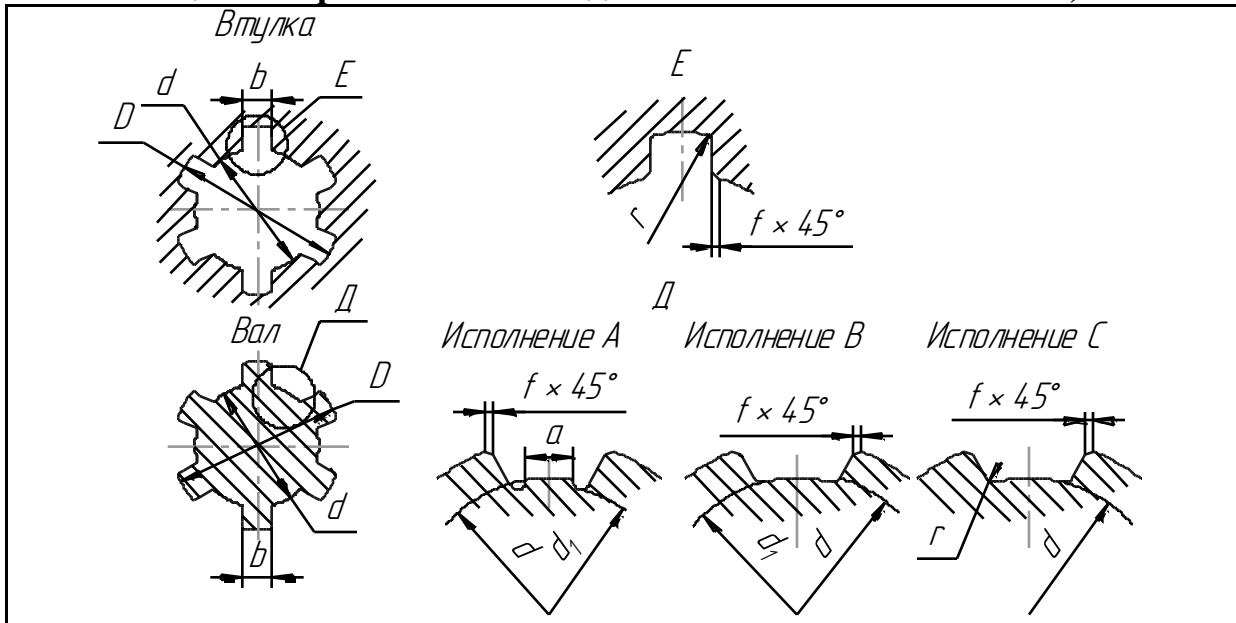
Форма сечения втулки при всех способах центрирования шлицевых соединений остается неизменной (табл. 5.1).

Фаски у пазов отверстия втулки могут быть заменены закруглением с радиусом, равным размеру c фаски.

Посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем строятся по системе отверстия и осуществляются по центрирующей цилиндрической поверхности и одновременно по боковым поверхностям впадин втулки и зубьев вала.

Поля допусков центрирующих диаметров d или D и размера b приведены в таблицах 5.2, 5.3.

Шлицевые прямобоочные соединения по ГОСТ 1139 – 80*, мм



Число зубьев z	d	D	b	d_1 , не менее	a , не менее	c		r , не бо- лее	
						Номинальное значение	Предельное отклонение		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Легкая серия									
6	23	26	6	22,1	3,54	0,3	+ 0,2	0,2	
6	26	30	6	24,6	3,58				
6	28	32	7	26,7	4,03				
8	32	36	6	30,4	2,71	0,4		+ 0,2	0,3
8	36	40	7	34,5	3,46				
8	42	46	8	40,4	5,03				
8	46	50	9	44,6	5,75	0,5	+ 0,3		0,5
8	52	58	10	49,7	4,89				
8	56	62	10	53,6	6,38				
8	62	68	12	59,8	7,31				
10	72	78	12	69,6	5,45				
10	82	88	12	79,3	8,62				
10	92	98	14	89,4	10,08	0,5	+ 0,3	0,5	
10	102	108	16	99,9	11,49				
10	112	102	18	108,8	10,72				
Средняя серия									
6	11	14	3	9,9	-	0,3	+ 0,2	0,2	
6	13	16	3,5	12,0	-				
6	16	20	4	14,5	-				
6	18	22	5	16,7	-				
6	21	25	5	19,5	1,95				
6	23	28	6	21,3	1,34				
6	26	32	6	23,4	1,65	0,4	+ 0,2	0,3	
6	28	34	7	25,9	1,70				
8	32	38	6	29,4	-				
8	36	42	7	33,5	1,02	0,5	+ 0,3	0,5	
8	42	48	8	39,5	2,57				
8	46	54	9	42,7	-				
8	52	60	10	48,7	2,44				

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	56	65	10	52,2	2,50	0,5	+ 0,3	0,5
8	62	72	12	57,8	2,40			
10	72	82	12	67,4	-			
10	82	92	12	77,1	3,00			
10	92	102	14	87,3	4,50			
10	102	112	16	97,7	6,30			
10	112	125	18	106,3	4,40			
Тяжелая серия								
10	16	20	2,5	14,1	-	0,3	+ 0,2	0,2
10	18	23	3	15,6				
10	21	26	3	18,5				
10	23	29	4	20,3				
10	26	32	4	23,0				
10	28	35	4	24,4		0,4	0,3	
10	32	40	5	28,0				
10	36	45	5	31,3				
10	42	52	6	36,9				
10	46	56	7	40,9				
16	52	60	5	47,0	-	0,5	+ 0,3	0,5
16	56	65	5	50,6				
16	62	72	6	56,1				
16	72	82	7	65,9				
20	82	92	6	75,6				
20	92	102	7	85,5				
20	102	115	8	94,0				
20	112	125	9	104,0				

Таблица 5.2

**Поля допусков центрирующих размеров шлицевых втулок
по ГОСТ 1139 – 80***

Квалитет	Основное отклонение			
	<i>D</i>	<i>F</i>	<i>H</i>	<i>Js</i>
6			<i>H 6</i>	
7			<i>H 7</i>	
8		<i>F 8</i>	<i>H 8</i>	
9	<i>D 9</i>			
10	<i>D 10</i>	<i>F 10</i>		<i>Js 10</i>

Пр и м е ч а н и е. Предпочтительные поля допусков набраны полужирным шрифтом

Таблица 5.3

**Поля допусков центрирующих размеров шлицевых валов
по ГОСТ 1139 – 80***

Квалитет	Основное отклонение							
	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>js</i>	<i>k</i>	<i>n</i>
5				<i>g 5</i>		<i>js 5</i>		
6				<i>g 6</i>	<i>(h 6)</i>	<i>js 6</i>		<i>n 6</i>
7			<i>f 7</i>		<i>h 7</i>	<i>js 7</i>	<i>k 7</i>	
8	<i>d 8</i>	<i>e 8</i>	<i>f 8</i>		<i>h 8</i>			
9	<i>(d 9)</i>	<i>e 9</i>	<i>f 9</i>		<i>h 9</i>			
10	<i>d 10</i>				<i>(h 10)</i>			

Пр и м е ч а н и е. Предпочтительные поля допусков набраны полужирным шрифтом, в скобках указаны поля допусков, которые по возможности применять не следует.

Рекомендуемые поля допусков нецентрирующих диаметров шлицевых соединений приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Поля допусков нецентрирующих диаметров шлицевых соединений по ГОСТ 1139 – 80*

Нецентрирующий диаметр	Вид центрирования	Поле допуска	
		вала	втулки
d	По d или b	-	$H 11$
D	По D или b	$a 11$	$H 12$

Поля допусков шлицевых валов и втулок, рекомендуемые посадки шлицевых соединений при различных способах центрирования приведены в таблицах 5.5, 5.6.

Таблица 5.5

Рекомендуемые посадки прямобоочных шлицевых соединений при центрировании по диаметрам по ГОСТ 1139 – 80*

Поля допусков втулки	Поля допусков втулки					
	e	f	g	h	js	n
При центрировании по d						
$H 7$		$\frac{H 7}{f 7}$	$\frac{H 7}{g 6}$	$\frac{H 7}{h 7}$	$\frac{H 7}{js 6}$, $\frac{H 7}{js 7}$	$\frac{H 7}{n 6}$
$H 8$	$\frac{H 8}{e 8}$					
При центрировании по D						
$H 7$		$\frac{H 7}{f 7}$	$\frac{H 7}{g 6}$	$\frac{H 7}{h 7}$	$\frac{H 7}{js 6}$	$\frac{H 7}{n 6}$
$H 8$	$\frac{H 8}{e 8}$					
Пр и м е ч а н и е. Предпочтительные поля допусков набраны полужирным шрифтом, в скобках указаны поля допусков, которые по возможности применять не следует.						

Условные обозначения шлицевых прямобоочных соединений на чертежах должны содержать:

- а) букву, означающую поверхность центрирования;
- б) число зубьев z и номинальные размеры d , D и b соединения;
- в) обозначение полей допусков по диаметрам (d и D) и по ширине (b), помещенные после соответствующих размеров.

Поля допусков нецентрирующих диаметров допускается в обозначении не указывать.

Пример условных обозначений. Прямобоочное шлицевое соединение числом зубьев $z = 8$, внутренним диаметром $d = 36$ мм, наружным диаметром $D = 40$ мм, шириной $b = 7$ мм:

**Рекомендуемые посадки прямобочных шлицевых соединений
по ширине b зубьев по ГОСТ 1139 – 80***

Поля допусков втулки	Основное отклонение вала					
	d	e	f	h	js	k
При центрировании по d						
$F 8$			$\frac{F 8}{f 7} . \frac{F 8}{f 8}$	$\frac{F 8}{h 7}$	$\frac{F 8}{js 7}$	$\frac{F 8}{k 7}$
$H 8$				$\frac{H 8}{h 7} . \frac{H 8}{h 8}$	$\frac{H 8}{js 7}$	
$D 9$		$\frac{D 9}{e 8} . \frac{D 9}{e 9}$	$\frac{D 9}{f 8}$	$\frac{D 9}{h 9}$		$\frac{D 9}{k 7}$
$F 10$		$\frac{F 10}{e 8} . \frac{F 10}{e 9}$	$\frac{F 10}{f 8}$	$\frac{F 10}{h 7} . \frac{F 10}{h 9}$	$\frac{F 10}{js 7}$	$\frac{F 10}{k 7}$
При центрировании по D						
$F 8$	$\frac{F 8}{d 9}$	$\frac{F 8}{e 8}$	$\frac{F 8}{f 7} . \frac{F 8}{f 8}$	$\frac{F 8}{h 9} . \frac{F 8}{h 8}$	$\frac{F 8}{js 7}$	
$D 9$	$\frac{D 9}{d 9}$	$\frac{D 9}{e 8}$	$\frac{D 9}{f 7}$	$\frac{D 9}{h 8} . \frac{D 9}{h 9}$	$\frac{D 9}{js 7}$	
При центрировании по b						
$F 8$	$\frac{F 8}{d 9}$	$\frac{F 8}{e 8} . \frac{F 8}{e 9}$	$\frac{F 8}{f 8}$	$\frac{F 8}{h 9}$	$\frac{F 8}{js 7}$	
$D 9$	$\frac{D 9}{d 9}$	$\frac{D 9}{e 8} . \frac{D 9}{e 9}$	$\frac{D 9}{f 8}$	$\frac{D 9}{h 9}$	$\frac{D 9}{js 7}$	$\frac{D 9}{k 7}$
$F 10$	$\frac{F 10}{d 9}$	$\frac{F 10}{e 8} . \frac{F 10}{e 9}$	$\frac{F 10}{f 8}$	$\frac{F 10}{h 9}$		$\frac{F 10}{k 7}$
Пр и м е ч а н и е. Предпочтительные поля допусков набраны полужирным шрифтом						

а) при центрировании по внутреннему диаметру d , с посадкой по центрирующему диаметру $\frac{H 7}{e 8}$ и по ширине зуба $\frac{D 9}{f 8}$:

$$d - 8 \times 36 \frac{H 7}{e 8} \times 40 \frac{H 12}{a 11} \times 7 \frac{D 9}{f 8};$$

б) при центрировании по наружному диаметру D , с посадкой по центрирующему диаметру $\frac{H 8}{h 7}$ и по ширине зуба $\frac{F 10}{h 7}$:

$$D - 8 \times 36 \times 40 \frac{H 8}{h 7} \times 7 \frac{F 10}{h 9};$$

в) при центрировании по боковым сторонам b зубьев:

$$b - 8 \times 36 \times 40 \frac{H 12}{a 11} \times 7 \frac{D 9}{h 8}.$$

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

$$d - 8 \times 36 \times 40 H 12 \times 7 D 9.$$

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

$$d - 8 \times 36 e 8 \times 40 a 11 \times 7 f 8.$$

5.2. Зубчатые соединения эвольвентными шлицами

Шлицевые соединения с эвольвентным профилем зубьев, расположенных параллельно оси соединения, с углом профиля 30° имеют следующие преимущества перед прямобочными:

- а) повышенную прочность на изгиб и смятие вследствие утолщения профиля зуба у основания;
- б) высокую точность и технологичность изготовления благодаря применению зуборежущих станков;
- в) лучшее центрирование сопрягаемых деталей;
- г) возможность компенсации перекосов в соединении, путем придания зубьям бочкообразной формы.

В шлицевых соединениях с эвольвентным профилем зубьев центрирование выполняется: по боковым поверхностям (рис. 5.3, а) или по наружному диаметру (рис. 5.3, б).

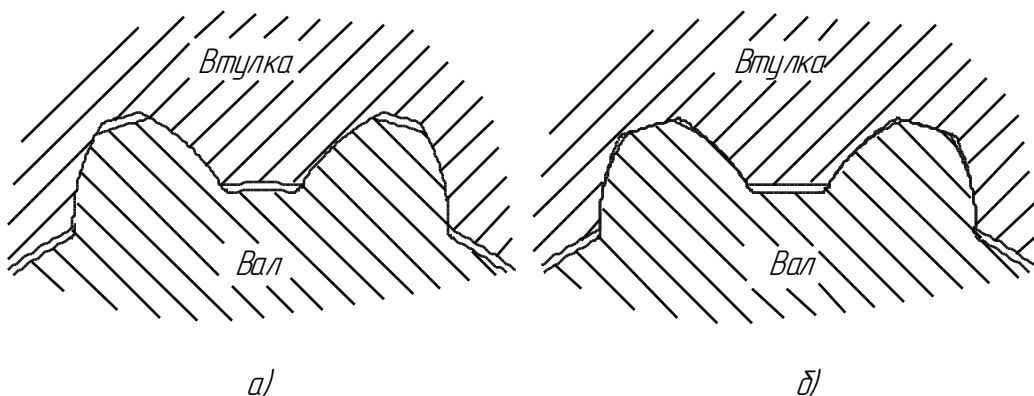


Рис. 5.2 Способы центрирования прямобочных шлицевых соединений

Зубья при центрировании по боковым поверхностям выполняются с плоской или закругленной формой дна впадины.

Значение модулей в миллиметрах по ГОСТ 6033-80* выбирается из ряда:

Ряд 1 0,5; 0,8; 1,25; 2; 3; 5; 8

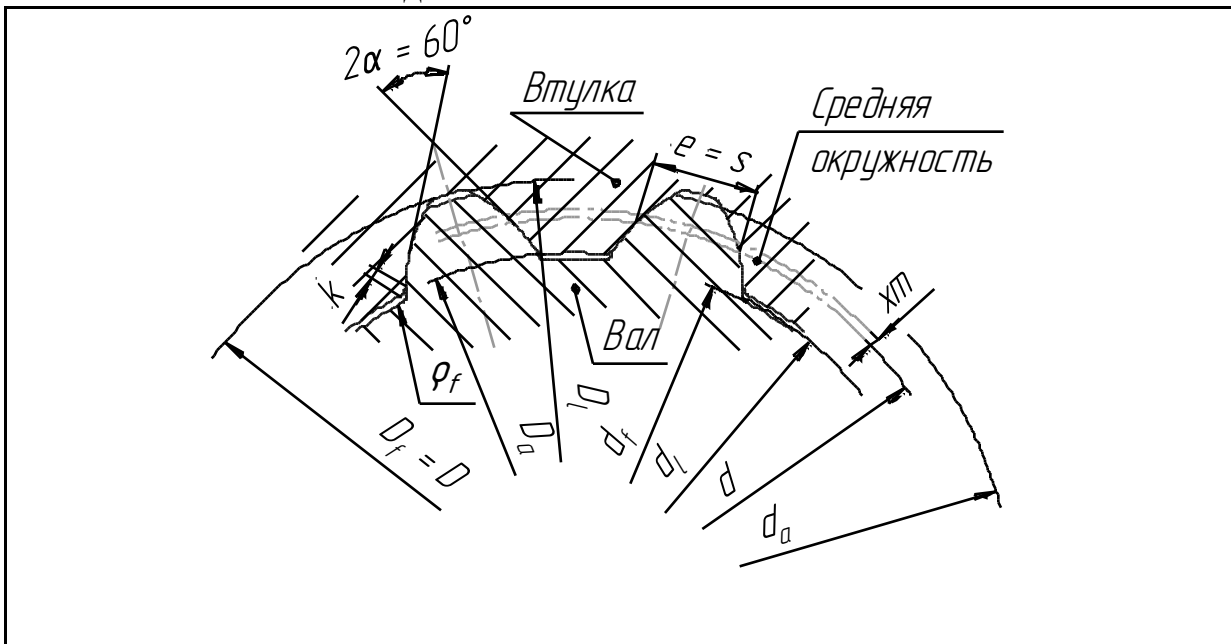
Ряд 2 0,5; 1; 1,5; 2,5; 3,5; 4; 6; 10

При выборе модулей ряд 1 следует предпочесть ряду 2. Модуль 3,5 применять не рекомендуется.

Основные зависимости для определения параметров эвольвентных шлицевых соединений приведены в табл. 5.7.

Таблица 5.7

Зависимости для определения параметров эвольвентных шлицевых соединений по ГОСТ 6033 – 80*



Параметр	Обозначение	Расчетная зависимость
Модуль	m	-
Угол профиля	α	$\alpha = 30^\circ$
Число зубьев	z	-
Диаметр делительной окружности	d	$d = mz$
Радиус кривизны переходной кривой зуба	ρ_f	$\rho_{f \min} = 0,15 m$
Номинальная делительная окружная толщина зуба вала (ширина впадины втулки)	$s(e)$	$s = e = \frac{\pi}{2} m + 2xm \operatorname{tg} \alpha$
Номинальный диаметр соединения	D	$D = mz + 2xm + 1,1 m$
Диаметр окружности впадин втулки: при плоской форме дна впадины	D_f	$D_f = D$
при закругенной форме дна впадины	D_f	$D_{f \min} = D + 0,44 m$
Диаметр окружности вершин зубьев втулки	D_a	$D_a = D - 2 m$
Смещение исходного контура	xm	$xm = 0,5 (D - mz - 1,1 m)$
Диаметр окружности впадин вала: при плоской форме дна впадины	d_f	$d_{f \max} = D - 2,2 m$
при закругенной форме дна впадины	d_f	$d_{f \max} = D - 2,76 m$
Диаметр окружности вершин зубьев вала при центрировании:		

Продолжение таблицы 5.7

по боковым поверхностям зубьев по наружному диаметру	d_a d_a	$d_a = D - 0,2 m$ $d_a = D$
Диаметр окружностей граничных точек: зуба втулки зуба вала	D_l d_l	$D_{l \min} = d_a + F_r$ $d_{l \max} = D_a - F_r$
Фаска (радиус) притупления продольной кромки зуба	k	$k = 0,15 m$
Примечание. Радиальное биение F_r зубчатого венца по ГОСТ 6033-80*.		

При центрировании по боковым поверхностям зубьев предельные отклонения ширины e впадины втулки и толщины s зуба вала необходимо отсчитывать от их общего размера по дуге делительной окружности.

Установлены следующие степени точности элементов соединения, определяющие допуски для втулки и вала, обозначаемые числами 7, 9, 11 – для ширины впадины втулки; 7, 8, 9, 10, 11 – для толщины зуба вала.

Стандартом приняты следующие ряды основных отклонений, обозначаемых буквами латинского алфавита: H – для ширины впадины втулки; $r, p, n, k, h, g, f, d, c, a$ – для толщины зуба вала.

Обозначение полей допусков размеров e и s установлены в виде числа, показывающего степень точности, за которым следует буква, показывающая основное отклонение (в отличие от гладких соединений, где число следует за буквой).

Поля допусков ширины e впадины и толщины s зуба вала, а так же посадки по боковым поверхностям зубьев приведены в табл. 5.8.

Таблица 5.8

Посадки по боковым поверхностям зубьев эвольвентных шлицевых соединений по ГОСТ 6033 – 80*

Поле допуска ширины e впадины втулки	Поле допуска толщины S зуба вала									
	$9 r$	$8 p$	$7 n$	$(8 k)$	$7 h$	$(9 h)$	$(9 g)$	$7 f$	$8 f$	$10 d$
$7 H$	$\frac{7 H}{9 r}$	$\frac{7 H}{8 p}$	$\frac{7 H}{7 n}$	$\frac{7 H}{8 k}$	$\frac{7 H}{7 h}$					
$9 H$				$\frac{9 H}{8 k}$		$\frac{9 H}{9 h}$	$\frac{9 H}{9 g}$	$\frac{9 H}{7 f}$	$\frac{9 H}{8 f}$	
$11 H$										$\frac{11 H}{10 d}$
Примечание. 1. Поля допусков в скобках являются предпочтительными для посадок с зазором.										

При центрировании по наружному диаметру (D_f и d_a) поля допусков и их сочетания должны соответствовать приведенным в табл. 5.9.

Таблица 5.9

**Поля допусков центрирующих диаметров
при центрировании по наружному диаметру
по ГОСТ 6033 – 80***

Центрирующий диаметр	Поле допуска	
	Ряд 1	Ряд 2
D_f	$H 7$	$H 8$
d_a	$n 6, js 6, h 6, g 6, f 7$	$n 6, h 6, g 6, f 7$

Примечание. При выборе полей допусков ряд 1 следует предпочитать ряду 2.

При этом ширина e впадины втулки должна иметь поле допуска $9H$ или $11H$, а поле допуска толщины s зуба вала должно быть выбрано из ряда: $9n, 9g, 9d, 11c$ или $11a$.

Условные обозначения шлицевых эвольвентных соединений, валов и втулок на чертежах должны содержать:

- а) номинальный диаметр соединения D ;
- б) модуль m ;
- в) обозначение посадки (полей допусков вала и втулки), помещенное после размеров центрирующих элементов;
- г) обозначение стандарта.

Пример условных обозначений.

1. Эвольвентное шлицевое соединение с $D = 40$ мм, модулем $m = 2$ мм, при центрировании по боковым поверхностям зубьев с посадкой по центрирующим поверхностям $9H/9g$:

$$40 \times 2 \times \frac{9H}{9g} \text{ ГОСТ } 6033 - 80.$$

Втулка того же соединения:

$$40 \times 2 \times 9H \text{ ГОСТ } 6033 - 80.$$

Вал того же соединения:

$$40 \times 2 \times 9g \text{ ГОСТ } 6033 - 80.$$

2. Эвольвентное шлицевое соединение с $D = 40$ мм, модулем $m = 2$ мм, при центрировании по наружному диаметру D_f , с посадкой по центрирующему диаметру $H7/g6$:

$$40 \times \frac{H7}{g6} \times 2 \text{ ГОСТ } 6033 - 80.$$

Втулка того же соединения:

$$40 \times H7 \times 2 \text{ ГОСТ } 6033 - 80.$$

Вал того же соединения:

$$40 \times g6 \times 2 \text{ ГОСТ } 6033 - 80.$$

5.3. Шлицевые соединения с треугольным профилем зубьев

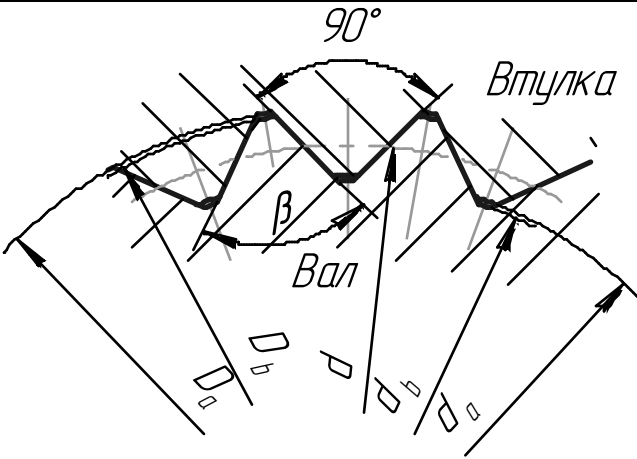
Шлицевые соединения с треугольным профилем зубьев применяются для неподвижного соединения деталей при передаче небольших крутящих моментов тонкостенными втулками.

Профиль треугольных зубьев и параметры шлицевого соединения не стандартизованы. Размеры шлицевых соединений с треугольным профилем зубьев устанавливаются отраслевыми нормативно-техническими документами автотракторной, авиационной, станкостроительной и приборостроительной промышленности.

Форма и основные размеры шлицевых соединений с треугольным профилем зубьев (по нормали автотракторной промышленности) приведены в табл. 5.10.

Таблица 5.10

Основные размеры шлицевых соединений треугольного профиля (по нормали автотракторной промышленности), мм



Номинальный диаметр D_0	Отверстие и вал			Отверстие		Вал	
	Число зубьев z	Угол β	Диаметр делительной окружности d	Наружный диаметр $D_{a \min}$	Внутренний диаметр d_a	Наружный диаметр D_b	Внутренний диаметр $d_{b \max}$
1	2	3	4	5	6	7	8
10	36	80°	9,72	10,03	9,38	10	9,35
12			11,67	12,03	11,26	12	11,23
15			14,55	15,03	14,04	15	14,01
18			17,43	18,03	16,81	18	16,78
20			19,33	20,03	18,66	20	18,63
22	48	$82,5^\circ$	21,55	22,03	20,97	22	20,94
25			24,45	25,03	23,82	25	23,79
28			27,37	28,03	26,66	28	26,63
30			29,32	30,03	28,57	30	28,54
32			31,27	32,05	30,47	32	30,42

1	2	3	4	5	6	7	8
35	48	82,5 ⁰	34,19	35,05	33,31	35	33,26
38			37,11	38,05	36,15	38	36,10
40			39,06	40,05	38,0	40	38,00
42			41,01	42,05	39,95	42	39,90
45			43,94	45,05	42,81	45	42,76
50			48,83	50,05	47,57	50	47,52
55			53,72	55,05	52,33	55	52,28
60			58,62	60,05	57,10	60	57,05
65			63,51	65,05	61,88	65	61,83
70			68,40	70,05	66,64	70	66,59
75			73,29	75,05	71,40	75	71,35

Пример условного обозначения:
 1. Шлицевое соединение с треугольным профилем зубьев с номинальным диаметром $D_b = 20$ мм с числом зубьев $z = 36$:
Тр. 20 × 36.

Центрирование шлицевого соединения с треугольным профилем зубьев осуществляется только по боковым сторонам зубьев.

5.4. Условное изображение зубчатых валов, отверстий и их соединений

Окружности и образующие поверхностей выступов зубьев вала и отверстия показываются на всем протяжении сплошными основными линиями (рис. 5.3).

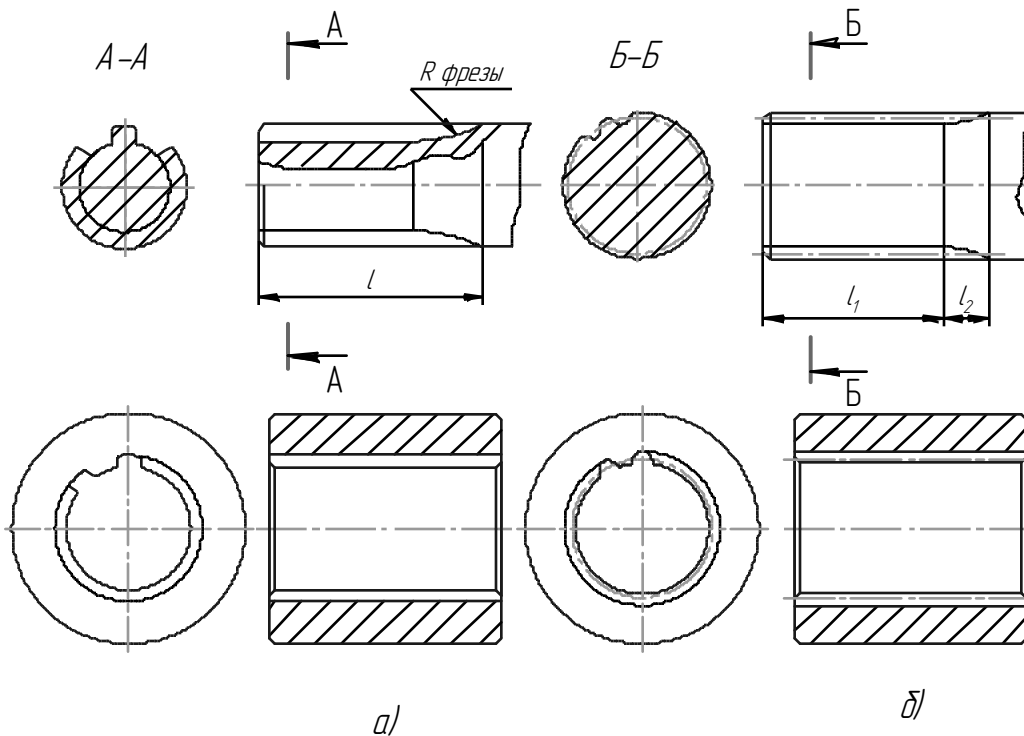


Рис. 5.3 Условное изображение шлицев: а – прямобочных, б - эвольвентных

Окружности и образующие поверхностей впадин на изображении зубчатого вала и отверстия показываются сплошными тонкими линиями. Сплошная тонкая линия поверхности впадин на проекции вала на плоскость, параллельную его оси, должна пересекать линию границы фаски.

Окружности впадин в разрезах и сечениях, перпендикулярных оси валов и отверстий, показываются сплошными тонкими линиями.

Делительные окружности и образующие делительных поверхностей на изображении деталей зубчатых соединений эвольвентного и треугольного профилей показываются штрихпунктирной тонкой линией.

Граница зубчатого вала, а также граница между зубьями полного профиля и сбегом показывается сплошной тонкой линией.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси зубчатого вала и отверстия, изображается профиль одного зуба (выступа) и двух впадин без фасок, канавок и закруглений. При этом фаски на конце вала и в отверстии не показываются.

Если секущая плоскость проходит через ось зубчатого вала или отверстия, то на разрезах и сечениях вала зубья условно совмещают с плоскостью чертежа и показывают нерассеченными, а на разрезах и сечениях отверстий впадины условно совмещают с плоскостью чертежа.

При изображении зубчатого вала или отверстия в разрезе или сечении линии штриховки проводятся до линии впадин вала или отверстия (рис. 5.3).

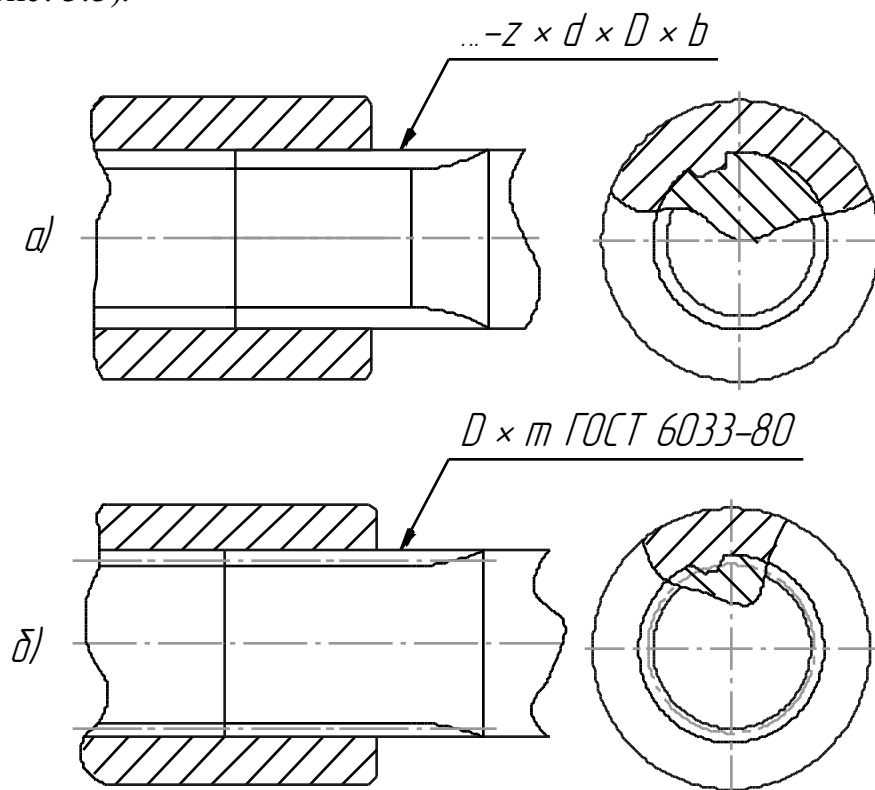


Рис. 5.4 Обозначение шлицев

Если секущая плоскость проходит через ось зубчатого соединения, то при его изображении на разрезе показывается только та часть поверхности выступов отверстия, которая не закрыта валом. Радиальный зазор между зубьями и впадинами вала и отверстия не показывается.

На сборочных чертежах допускается указывать условное обозначение зубчатого соединения (рис. 5.4). Условное обозначение указывается на полке линии-выноки, проведенной от наружного диаметра вала.

5.5. Правила выполнения чертежей зубчатых валов и отверстий

Чертежи зубчатых валов и отверстий шлицевых соединений выполняются в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. На рисунке 5.5 приведен чертеж зубчатого вала с прямобочным профилем зубьев.

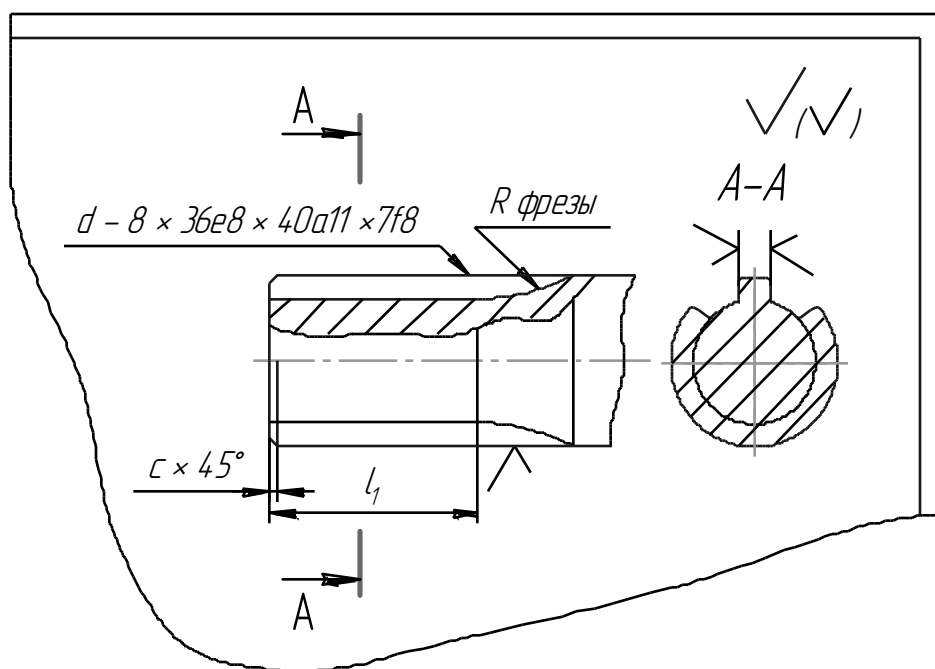


Рис. 5.5 Чертеж шлицевого вала с прямобочным профилем зубьев

На изображении вала, полученного путем проецирования на плоскость, параллельную оси указывается длина l_1 зубьев полного профиля до сбега.

В зависимости от технологии изготовления и способа контроля параметров допускается указывать еще один из размеров: радиус инструмента (фрезы) R_f (рис. 5.5), полную длину l зубьев или длину l_2 сбега (рис. 5.3, б).

Диаметр фрезы для нарезания шлицев назначают в зависимости от диаметра вала d : $R_{фр} \approx (0,65d + 15) / 2$, мм.

Оформление чертежа зубчатого отверстия с прямобочным профилем зубьев приведено на рис. 5.6.

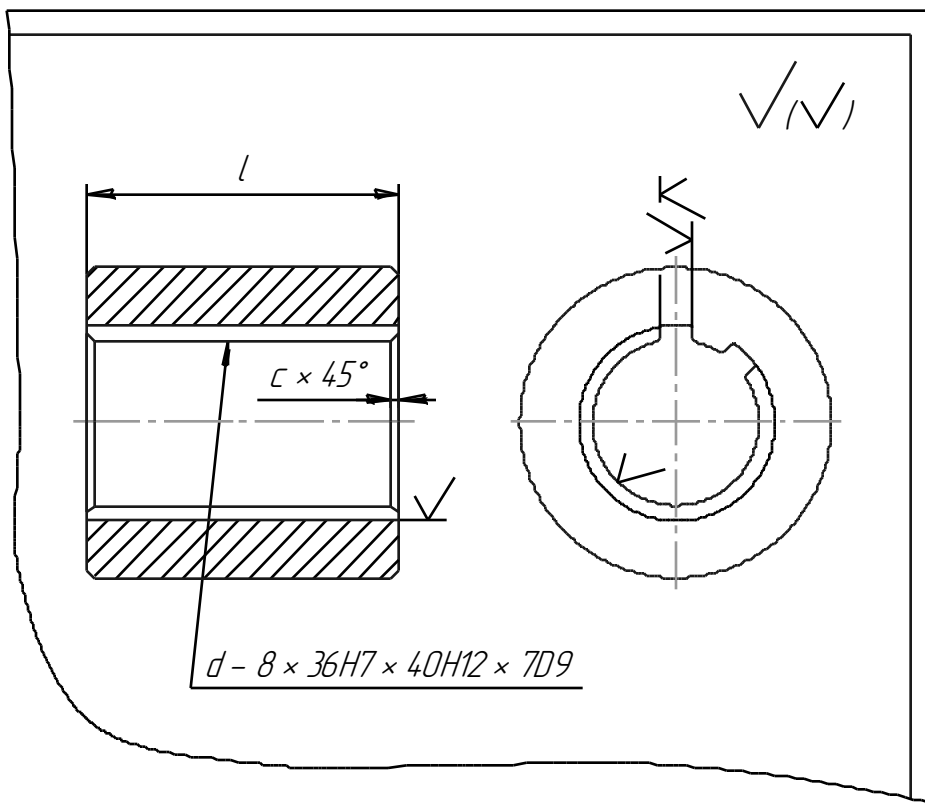


Рис. 5.6 Чертеж шлицевого отверстия с прямоугольным профилем зубьев

Чертежи зубчатых валов и отверстий эвольвентного профиля выполняются аналогично чертежам прямоугольных соединений.

При выборе параметра шероховатости поверхностей деталей зубчатых соединений предпочтение отдается параметру R_a , который более информативно, чем R_z , характеризует неровности профиля, так как определяется по большему числу точек профиля.

Рекомендуемые значения параметра шероховатости R_a для деталей зубчатых соединений приведены в табл. 5.11.

Таблица 5.11

Рекомендуемая шероховатость поверхностей деталей зубчатых (шлицевых) соединений

Характер соединения	R_a , мкм					
	Впадина отверстия	Зуб вала	Центрирующие поверхности		Нецентрирующие поверхности	
			отверстие	вал	отверстие	вал
Подвижное	2,5...0,63	2,5...0,63	1,25...0,32	1,25...0,32	5,0...1,25	5,0...0,63
Неподвижное	1,25...0,32	0,63...0,16		0,63...0,16	2,5...1,25	2,5...0,63

Список литературы

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х томах. Под ред. И.Н. Жестковой М., 8-е изд., перераб. и доп. М.: машиностроение, 2001. – Т.1. 920 с., Т.2. 912 с., Т.3. 864 с.
2. Справочное руководство по черчению/ В.Н. Богданов, И.Ф. Малежик, А.П. Верхола и др.- М.: машиностроение, 1989. - 864с.
3. Стандарты ЕСКД по состоянию на 01.01.2005 г.
4. Государственные стандарты. Указатель, 1997 (по состоянию на 01.03.1997 г.), Издание официальное. Государственный Комитет РФ по стандартизации, метрологии и сертификации.

Оглавление

1. Резьбовые соединения.....	5
1.1. Основные понятия и определения.....	5
1.2. Болтовое соединение (болтом и гайкой).....	9
1.3. Шпилечное соединение.....	17
1.4. Соединение винтом.....	19
1.5. Изображение стандартных резьбовых изделий на чертежах	28
1.6. Резьбовые соединения труб	30
2. Соединение шплинтом.....	42
3. Штифтовое соединение	45
4. Шпоночные соединения.....	48
4.1. Соединения призматическими шпонками	49
4.2. Соединения сегментными шпонками.....	51
4.3. Нанесение размеров на чертежах шпоночных соединений	53
5. Шлицевые соединения.....	53
5.1. Зубчатые соединения прямобочными шлицами.....	54
5.2. Зубчатые соединения эвольвентными шлицами	60
5.3. Шлицевые соединения с треугольным профилем зубьев.....	64
5.4. Условное изображение зубчатых валов, отверстий и их соединений	65
5.5. Правила выполнения чертежей зубчатых валов и отверстий	67
Список литературы.....	69