СПРАВОЧНИК КОНСТРУКТОРА-ПРИБОРОСТРОИТЕЛЯ

ДЕТАЛИ И МЕХАНИЗМЫ ПРИБОРОВ

СПРАВОЧНИК КОНСТРУКТОРА— ПРИБОРО-СТРОИТЕЛЯ

ДЕТАЛИ И МЕХАНИЗМЫ ПРИБОРОВ

Минск
«Вышэйшая школа»
1990

~~ББК 34.9-02я2~~
С74
УДК 681.2(035.5)

Авторы: В. Л. Соломахо, Р. И. Томилин, Б. В. Цитович, Л. Г. Юдовин

Рецензент
д-р техн. наук Е. Е. Онегин

Справочник конструктора-приборостроителя. Детали и ме-
С 74 ханизмы приборов/В. Л. Соломахо, Р. И. Томилин, Б. В. Цитович, Л. Г. Юдовин.— Мн.: Выш. шк., 1990.— 440 с.: ил.
ISBN 5-339-00219-5.

Предлагаемое издание является продолжением справочника тех же авторов, вышедшего в 1988 году и отражающего нормы проектирования. Содержит основные характеристики и методику расчета передач и механизмов, используемых в приборостроении.

Для ИТР машино- и приборостроительных предприятий и конструкторских организаций.

$С\frac{2706040000-041}{М 304(03)-90}$ 81—89 **ББК 34.9-02я2**

Соломахо Владимир Леонтьевич, **Томилин** Рэм Иванович, **Цитович** Борис Васильевич, **Юдовин** Лев Григорьевич

СПРАВОЧНИК КОНСТРУКТОРА-ПРИБОРОСТРОИТЕЛЯ

Детали и механизмы приборов

Заведующий редакцией *В. Г. Самарина.* Редакторы *Л. Н. Козловская, А. П. Берлина.* Художник переплета *Р. Р. Сергеев.* Художественный редактор *И. А. Демковский.* Художник технического рисунка *В. М. Шмидов.* Технический редактор *Г. М. Романчук.* Корректор *Т. М. Рутковская*

ИБ № 2823

Сдано в набор 11.01.89. Подписано в печать 10.04.90. АТ 03569. Формат 60×90/16. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 27,5. Усл. кр.-отт. 27,5. Уч.-изд. л. 29,1. Тираж 12 000 экз. Заказ 2171. Цена 1 р. 90 к.

Издательство «Вышэйшая школа» Государственного комитета БССР по печати. 220048, Минск, проспект Машерова, 11.

Минский ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат МППО им. Я. Коласа. 220005, Минск, ул. Красная, 23.

ISBN 5-339-00219-5

© Коллектив авторов, 1990

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изданная в 1988 г. первая часть справочника содержит сведения о материалах, применяемых в приборостроении, допусках и посадках и других общих нормах, необходимых конструктору при разработке любого изделия.

В предлагаемой книге описываются конкретные элементы — детали и комплектующие изделия, находящие применение в приборостроении: крепежные изделия, опоры и направляющие, передачи и др. При отборе излагаемого материала авторы основывались на применении этих элементов в основном в механических приборах, контрольных автоматах, в механических узлах оптических, оптико-механических, электронных и других приборов.

В справочнике приводятся сведения только об изделиях, выпускаемых по стандартам и техническим условиям приборостроения и некоторых смежных с ним производств (электротехнических, станкостроительных), которые, на наш взгляд, найдут применение в процессе проектирования в области приборостроения. Приведенные в справочнике данные соответствуют нормативно-техническим документам, действующим на 1 января 1989 г. Учтены тенденции в разработках приборов и контрольно-испытательного оборудования как в отечественной, так и в зарубежной практике.

В силу ограниченного объема справочника в нем отсутствуют сведения о применяющихся в отечественной практике изделиях иностранных фирм, перспективных, но еще не освоенных изделиях и др. Тем не менее в целях приближения справочника к реальной

практике авторы стремились дать в нем комплекс сведений, позволяющих не только сделать выбор параметров изделия, типоразмеров входящих в него элементов, но и обеспечить проектанта набором исходных данных, необходимых для расчетов и выполнения проектной и рабочей документации — чертежей общих видов, спецификаций, сборочных чертежей, чертежей деталей приборов и др.

Авторы будут благодарны читателям за замечания по содержанию справочника. Предложения просим направлять по адресу 220048, Минск, пр. Машерова, 11, издательство «Вышэйшая школа».

Авторы

1. СОЕДИНЕНИЯ

1.1. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Свойства сварного соединения определяются: свойствами материалов или их сочетаний, включая покрытия соединяемых деталей; видом и технологическими параметрами сварки; формой и размерами шва.

Свариваемость материалов — свойство материалов и их сочетаний образовывать при установленной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и условиями эксплуатации изделия (ГОСТ 2601—84).

Оценка свариваемости:

сталей: свариваются хорошо (без применения особых методов) Ст0...Ст3, 08...25, 15Х, 15Г, 12ХН2А, 08Х18Н10 и другие малоуглеродистые; свариваются ограниченно только специальными методами или при определенных режимах сварки 30...45, 30Г, 18ХНМ, 20ХГС, 12Х13 и др.; свариваются плохо, качество шва невысокое даже при применении специальных методов сварки 65Г, У10, ХВГ и др.;

цветных металлов: свариваются хорошо алюминий и его сплавы (А0, АД1, Д1, Д16, В95, АМц, АМг1, АМг2, АМг3, АЛ2, АЛ4, АЛ19), медь и ее сплавы (М3, Л96, Л63, ЛС59—1, ЛК80—3, БрОЦ4—3, БрАЖ10—4, Бр10Ф1, МНЦ15—20 и др.);

термопластичных полимерных материалов: свариваются хорошо полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, сополимеры и композиции на их основе.

Свариваемость некоторых металлов и их сочетаний приведена в табл. 1.1.

Различают следующие классы сварки (ГОСТ 19521—74): термическую (дуговую, газовую, электронно-лучевую, световую, индукционную и др.); термомеханическую (контактную, диффузионную, индукционно-прессовую); механическую (холодную, ультразвуковую, трением и др.).

Ниже перечислены наиболее распространенные способы сварки.

Дуговая плавящимся электродом ручная (не обозначается) и **автоматическая** (А) — для конструкционных и низколегированных сталей. Толщина свариваемого материала — 2...10 мм. Типы швов (ГОСТ 5264—80, ГОСТ 11534—75) — С, У, Т, Н (табл. 1.2—1.5).

Область применения — сварка при изготовлении шкафов, рам, стоек, панелей.

Таблица 1.1

Свариваемость некоторых металлов и их сочетаний

Группа	Основной материал или покрытие соединяемой поверхности	Группа контактирующего материала																									
		11	10	9	8	7	6 в	6 б	6 а	5 д	5 г	5 в	5 б	5 а	4	3 д	3 г	3 в	3 б	3 а	2	1 е	1 д	1 г	1 в	1 б	1 а
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1 а	Сталь:																										
	малоуглеродистая	+	+	О	О	О	О	О	О	+	О	+	+	+	—	О	О	Х	О	О	О	О	+	+	+	+	+
б	среднеуглеродистая	+	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	О	О	О	+	+	—	О	О	Х	О	О	О	О	+	О	+	+	
в	высокоуглеродистая	Х	Х	—	—	—	—	—	—	О	+	+	+	+	—	О	О	Х	О	О	—	О	О	О	О		
г	нержавеющая	+	Х	О	...	Х	О	О	О	О	О	О	О	О	—	О	О	Х	О	О	—	О	О	О			
д	оцинкованная	О	О	...	О	...	О	О	О	+	...	+	+	+	—	О	О	Х	О	О	...	О	+				
е	хромированная	Х	Х	—	—	—	Х	Х	Х	...	...	...	О	О	...	О	О	Х	Х	О	О	+					
2	Чугун серый	...	...	...	...	...	...	Х	...	О	Х	Х	О	О	+	...	...	...	...	...	О						
	Алюминий:																										
3 а	деформируемый	О	Х	О	О	О	О	О	О	О	Х	Х	О	О	О	+	+	О	+	+							
г	аиодно-оксидированный	О	О	О	+	+	О	О	О	О	Х	Х	О	О	О	+	+										
д	кадмированный	...	...	...	...	...	+	+	+	Х	...	Х	Х	О	О	+											
	Алюминиевые сплавы:																										
б	малолегированные	О	Х	О	О	О	О	О	О	Х	Х	Х	Х	О	Х	+	+	О	+	...							
в	высоколегированные	Х	Х	Х	Х	О	О	Х	Х	О	Х	Х	О	О	О	+	О	О	...	...							
4	Магний и его сплавы	О	—	—	—	—	—	—	—	Х	...	Х	Х	О	О												
5 а	Медь	+	О	О	О	+	+	+	+	+	+	О	+	+													

Окончание табл. 1.1

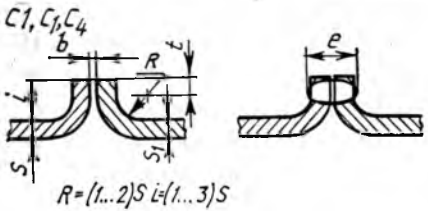
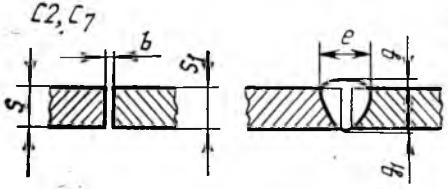
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
б	Латуни	+	О	О	О	+	+	+	+	+	+	О	+														
в	Бронзы	О	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	О	О	+															
г	Константан	Х	Х	Х	...	Х	О	О	О	+	+																
д	Латунь никелированная	+	+	+	О	+	+	+	+	+																	
6 а	Никель	Х	+	О	О	О	+	+	+																		
	Сплавы:																										
б	медно-никелевые	Х	Х	Х	...	О	+	+																			
в	никель-хромовые	Х	+	Х	...	Х	+																				
7	Титан и его сплавы	Х	О	О	—	+																					
8	Цинк и его сплавы	...	—	—	О																						
9	Молибден	Х	+	О																							
10	Вольфрам	Х	О																								
11	Серебро	+																									

Условные обозначения:

+ — хорошо свариваются несколькими методами;
О — хорошо свариваются только специальным методом или при определенных режимах сварки;
Х — плохо свариваются (низкое качество шва);
— — не свариваются;
... — отсутствуют достоверные данные.

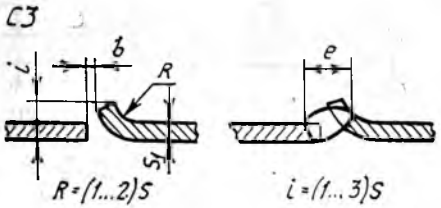
Таблица 1.2

Соединения сварные стыковые и нахлесточные

Конструктивные элементы	Обозначение шва	Способ сварки	S (S_1), мм	Размеры шва, мм, не более	Способ сварки	S (S_1), мм	Размеры шва, мм, не более
1	2	3	4	5	3	4	5
Сталь и никелевые сплавы (ГОСТ 5264—80, ГОСТ 14771—76) (сварка в защитном газе)							
	С1		1...2	$e = 2S + 3$	ИП, УП	0,5...1,4	$e = 3S + 2,5$
			Свыше 2 до 4	$e = 2S + 3$		1,5...4,0	$e = 2S + 3$
		ИН	0,5...0,9	$e = 3S + 1,5$			
			1,0...1,4	$e = 3S + 1,5$			
			1,5...2,0	$e = 2S + 2$			
			Алюминиевые сплавы (ГОСТ 14806—80)				
	С1	ИНп	0,8...1	$e = 7$	ИНп	Свыше 1,5 до 2	$e = 10$
			Свыше 1 до 1,5	$e = 10$			
			Медь и медные сплавы (ОСТ 16.0.686.869—80)				
	С1	РЗН, Г	1...2	$e = 2S$	РЗН, Г	Свыше 2 до 3	$e = 2S$
			Сталь и цветные металлы (ОСТ 1.80296—77)				
	$С_1$	ИНп	0,15	$e = 0,4$; $t = 0,3$	ИНп	0,8	$e = 1,8$; $t = 1,2$
			0,20	$e = 0,5$; $t = 0,4$		1,0	$e = 2,0$; $t = 1,5$
			0,30	$e = 0,8$; $t = 0,6$		1,5	$e = 3,0$; $t = 1,8$
			0,50	$e = 1,2$; $t = 1,0$		2,0	$e = 4,0$; $t = 2,0$
			Цветные металлы (ОСТ 1.80281—76)				
	$С_1$	Эл	0,1; (0,1)	$e = 0,2$; $g = 0,2$	Эл	0,4; (0,4)	$e = 0,6$; $g = 0,5$
			0,1; (0,4)	$e = 0,5$; $g = 0,2$		0,4; (0,8)	$e = 1,2$; $g = 0,5$
			0,2; (0,2)	$e = 0,4$; $g = 0,3$		0,5; (0,5)	$e = 1,0$; $g = 0,6$
			0,2; (0,6)	$e = 0,8$; $g = 0,3$		0,5; (1,0)	$e = 1,5$; $g = 0,6$
			0,3; (0,3)	$e = 0,6$; $g = 0,4$		0,6; (0,6)	$e = 1,2$; $g = 0,8$
			0,3; (0,6)	$e = 0,9$; $g = 0,4$		0,8; (0,8)	$e = 1,6$; $g = 0,9$
			Вариант для алюминия и сплавов				
	$С_4$	Эл	0,4; (0,4)	$e = 1,0$; $g = 0,8$		0,8; (0,8)	$e = 1,8$; $g = 1,6$
			0,5; (0,5)	$e = 1,2$; $g = 1,0$		1,0; (1,0)	$e = 2,2$; $g = 2,0$
			0,6; (0,6)	$e = 1,4$; $g = 1,2$			

1	2	3	4	5	3	4	5

Сталь и никелевые сплавы (ГОСТ 5264—80, ГОСТ 14771—76)



С2	ИН	1...1,5	$e=6$	ИНп, ИП, УП	0,8...2,0	$e=7$
		0,5...0,9	$e=6$		2,2...4,0	$e=8$
		1,0...1,9	$e=7$		4,5...6,0	$e=12$
		2,0...2,8	$e=8$			
		3,0...4,0	$e=9$			

Алюминий и сплавы (ГОСТ 14806—80)

С2	ИНп	0,8...1	$e=7$	ИНп	Свыше 2,5 до 4	$e=12$
		Свыше 1 до 2,5	$e=10$			

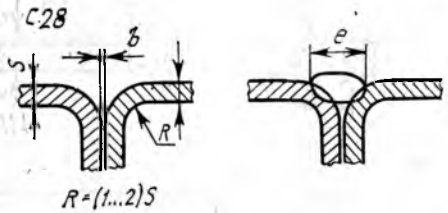
Медь и сплавы (ОСТ 16.0.686.869—80)

С2	РЗН, Г	1...1,5	$e=5$	РЗН, Г	2...3	$e=7$
		Свыше 1,5 до 2	$e=6$		Свыше 3 до 4	$e=7$

Сталь и цветные металлы (ОСТ 1.80296—77)

С2	ИНп	0,5	$e=2^{+0,5}$	ИНп	1,5	$e=4,2^{+1,2}$
		0,8	$e=3^{+1}$		2,0	$e=4,9^{+1,2}$
		1,0	$e=3,5^{+1}$		2,5	$e=5,2^{+1,4}$

Сталь и никелевые сплавы (ГОСТ 5264—80, ГОСТ 14771—76)



С3	ИН	1...3	$e=2S+3$	ИП, УП	0,5...1,4	$e=2S+2,5$
		0,5...1,4	$e=2S+1,5$		1,5...4,0	$e=3S+3$
		1,5...2,0	$e=2S+2$			

Алюминий и сплавы (ГОСТ 14806—80)

	ИНп	0,8...1	$e=7$	ИНп	Свыше 1,5 до 2	$e=10$
		Свыше 1 до 1,5	$e=10$			

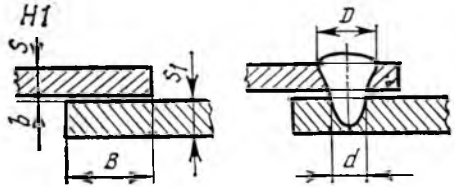
Цветные металлы (ОСТ 1.80281—76)

C_7	Эл	0,2	$e=0,4$	Эл	0,8	$e=0,9$
		0,4	$e=0,6$		1,0	$e=1,0$
		0,6	$e=0,8$			

Окончание табл. 1.2

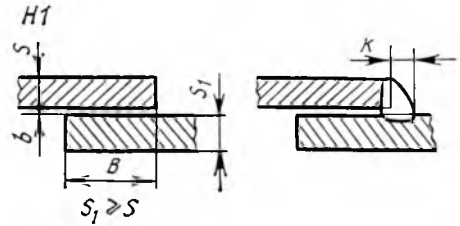
1	2	3	4	5	3	4	5

Сталь и никелевые сплавы (ГОСТ 5264—80, ГОСТ 14771—76)



C28		1...2	$e = 3S + 2$	ИП, УП	1,0...1,9	$e = 2S + 2$
		Свыше 2 до 9	$e = 2S + 3$		2,0,..9,0	$e = 2S + 3$
C28	ИНп	0,8...1,9	$e = 3S + 2$			
		2,0...4,0	$e = 2S + 2$			

Стали и никелевые сплавы (ГОСТ 5264—80, ГОСТ 8713—79)

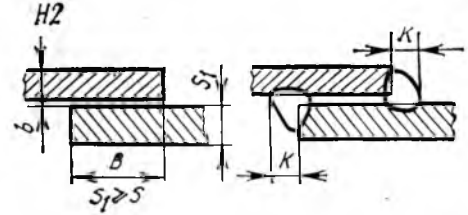


H1		2...5	$B = 3...20$	ИНп	0,8...2,0	$B = 3...20$
		Свыше 5 до 10	$B = 8...40$		5,5...10	$B = 8...40$
	ИН	0,8...3,0	$B = 3...12$	ИП, УП	0,8...5,0	$B = 3...20$
		3,2...4,0	$B = 5...16$		5,5...10	$B = 8...40$

Алюминий и сплавы (ГОСТ 14806—80)

H2	ИНп	1...2	$B \geqslant 5$	ИНп	Свыше 6 до 10	$B = 15$
		Свыше 2 до 6	$B = 10$			

Стали и цветные металлы (ГОСТ 14776—79)

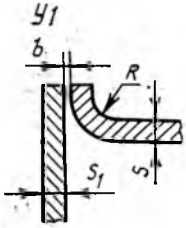
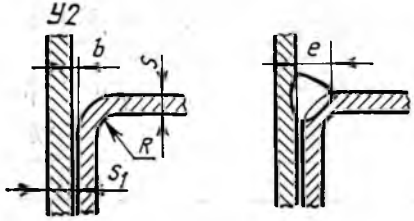


H1	ИН	0,4...0,6	$D = 6$	ИП	Свыше 1,7 до 2,1	$D = 18$
		Свыше 0,6 до 0,9	$D = 8$		» 2,1 » 3,3	$D = 19$
		Свыше 0,9 до 1,2	$D = 9$		Свыше 3,3 до 4,2	$D = 21$
		» 1,2 » 1,7	$D = 10$		» 4,2 » 5,3	$D = 23$
		» 1,7 » 2,2	$D = 11$		» 5,3 » 6,6	$D = 25$
		» 2,2 » 2,7	$D = 13$			
		» 2,7 » 3,3	$D = 14$			
	ИП	0,8...1,1	$D = 11$			
		Свыше 1,1 до 1,4	$D = 15$			

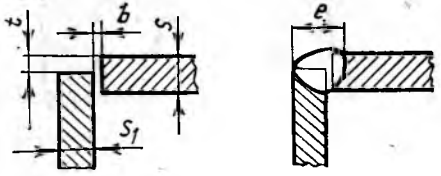
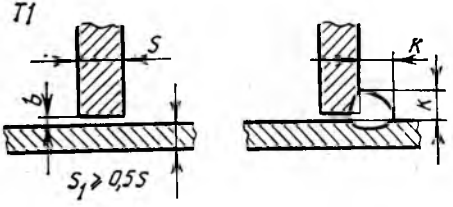
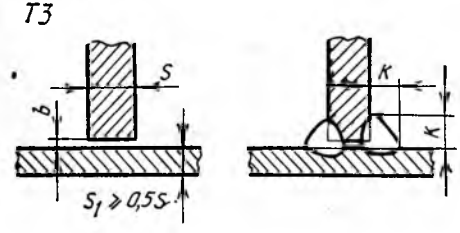
Примечания: 1. Стандартами предусмотрены конструкции швов: С4, С5...С41, для материалов толщиной до 60 мм.
2. S_1 — не менее установленного минимума.

Соединения угловые и тавровые

Таблица 1.3

Конструктивные элементы	Обозначение шва	Способ сварки	S (S_1), мм	Размеры шва, мм, не более	Способ сварки	S (S_1), мм	Размеры шва, мм, не более
1	2	3	4	5	3	4	5
Сталь и никелевые сплавы (ГОСТ 5264—80, ГОСТ 14771—76) (сварка в защитном газе)							
	У1		1...4	$e = 2S + 3$	ИП, УП	0,5...4	$e = 2S + 3$
	У1	ИН, ИНп	0,5...3,0	$e = 2S + 3$			
Алюминий и сплавы (ГОСТ 14806—80)							
	У1	ИНп	1...1,5	$e = 5$		Свыше 2 до 2,5	$e = 8$
			Свыше 1,5 до 2	$e = 7$			
Медь и сплавы (ОСТ 16.0.686.869—80)							
		Г, РЗН	1...2	$e = 2S + 2$			
Сталь и цветные металлы (ОСТ 1.80296—77)							
	У1	ИНп	0,15	$h = 0,15$; $e = 0,5$	ИНп	1,5	$h = 1,5$; $e = 3$
			0,30	$h = 0,3$; $e = 0,8$		2,0	$h = 2$; $e = 4$
			0,50	$h = 0,5$; $e = 1,0$		2,5	$h = 2,5$; $e = 5$
			1,0	$h = 0,3$; $e = 1,6$		3,0	$h = 3$; $e = 6$
Цветные металлы (ОСТ 1.80281—76)							
	У1	Эл	0,1; (0,1)	$h = 0,2$; $e = 0,2$	Эл	0,2; (0,2)	$h = 0,3$; $e = 0,3$
			0,1; (0,2)	$h = 0,2$; $e = 0,3$		0,2; (0,4)	$h = 0,3$; $e = 0,6$
			0,1; (0,4)	$h = 0,2$; $e = 0,5$		0,2; (0,6)	$h = 0,3$; $e = 0,8$
Сталь и никелевые сплавы (ГОСТ 5264—80, ГОСТ 14771—76)							
	У2		1...2	$e = 5$	ИП, УП	1,0...1,5	$e = 2$
			Свыше 2 до 6	$e = 7$		1,6...4,5	$e = 4$
			» 6 » 9	$e = 13$		5,0...9,0	$e = 8$
	У2	ИНп, ИП, УП	0,8...1,5	$e = 2$			
			1,6...4,0	$e = 4$			

Продолжение табл. 1.3

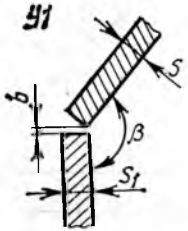
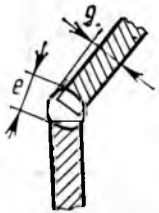
1	2	3	4	5	3	4	5
У4 	У4		1...1,5	$e = 6$	ИП, УП	0,8...1,4	$e = 4$
			Свыше 1,5 до 3	$e = 8$		1,5...2,8	$e = 6$
			» 3 » 5	$e = 10$		3,0...5,0	$e = 8$
			» 5 » 6	$e = 12$		5,5...8,0	$e = 12$
	У4	ИНп	0,8...1,4	$e = 3$			
			1,5...2,0	$e = 5$			
			2,2...3,2	$e = 7$			
			3,5...4,0	$e = 8$			
	Алюминий и сплавы (ГОСТ 14806—80)						
	У4	ИНп	1,5...3	$e = 7$	ИНп	Свыше 5 до 8	$e = 14$
			Свыше 3 до 5	$e = 10$		» 8 » 10	$e = 16$
	Медь и сплавы (ОСТ 16.0.686.869—80)						
	У4	РЗН	2...5	$e = (0,8...1)\ S$			
	Сталь и цветные металлы (ОСТ 1.80296—77)						
	У4	ИНп	0,5	$e = 1,5$	ИНп	1,0	$e = 3,0$
			0,8	$e = 2,5$		1,5	$e = 4,0$
			2,0	$e = 5$		3,0	7
			2,5	$e = 6$			
Т1 	*Стали и никелевые сплавы (ГОСТ 5264—80 и ГОСТ 14771—76)*						
	Т1		2...3	$k = 5$	ИНп, ИН, УП	0,8...1,4	$k = 1,2$
			Свыше 3 до 5	$k = 7$		1,5...2,0	$k = 1,8$
			» 5 » 8	$k = 10$		2,2...3,2	$k = 3$
Т3 	Т3		» 8 » 11	$k = 14$		3,5...4,5	$k = 4$
			» 11 » 14	$k = 18$		4,6...5,5	$k = 5$

1	2	3	4	5	3	4	5
			Алюминий и сплавы (ГОСТ 14806—80)				
Т3	ИНп	1...3	$k=3$		ИНп	Свыше 8 до 16	$k=6$
		Свыше 3 до 8	$k=4$				

Примечания: 1. Стандартами предусмотрены также конструкции швов: У5, У6...У10, Т3, Т6...Т9 для материалов толщиной до 100 мм.
2. Размеры k не стандартизированы.

Таблица 1.4

Соединения под острыми и тупыми углами (ГОСТ 11534—75, ГОСТ 23518—79)

Конструктивные элементы	Обозначение шва	Способ сварки	S, S_1, мм	e (мм), не более, при β, град					
				179...160	159...136	135...91	89...61	60...46	45...5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
 	У1		1...1,5	6	7	$S+6$	$S+4$	$1{,}75S$	$2S$
			Свыше 1,5 до 3	7	9	$S+6$	$S+4$	$1{,}75S+1$	$2S+1$
			» 3 » 6	9	12	$S+6$	$S+4$	$1{,}75S+2$	$2S+2$
	ИН		0,5...1	$S+5$	$S+6$	$S+6$	$S+4$	$1{,}75S$	$2S$
			Свыше 1 до 2	$S+5$	$S+6$	$S+6$	$S+4$	$1{,}75S$	$2S$
			» 2 » 4	$S+5$	$S+6$	$S+6$	$S+4$	$1{,}75S$	$2S$

Окончание табл. 1.4

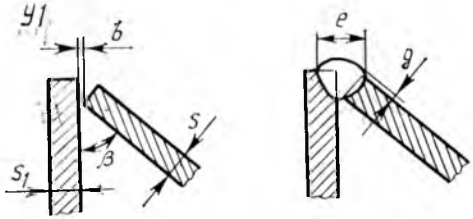
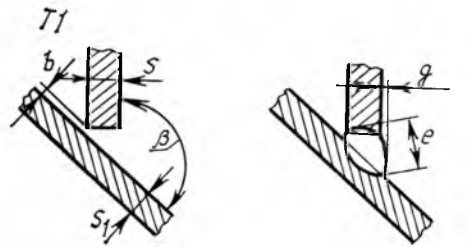
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	У1	ИНп, ИП, УП	0,8...2 Свыше 2 до 4 » 4 » 6	$S+5$ $S+5$ $S+5$	$S+6$ $S+6$ $S+6$	$S+6$ $S+6$ $S+6$	$S+4$ $S+4$ $S+4$	$1{,}75S$ $1{,}75S$ $1{,}75S$	$2S$ $2S$ $2S$

Таблица 1.5

Соединения торцовые под углом (ГОСТ 11534—75, ГОСТ 23518—79)

Конструктивные элементы	Обозначение шва	Способ сварки	S, S_1, мм	e (мм), не более, при β, град				
				91...100	101...110	111...120	121...135	136...175
	Т1		1...2,5	4	5	5	5	5
			Свыше 2,5 до 4,5	4	7	7	7	7
			» 4,5 » 6	6	$0{,}4S+5$	$0{,}6S+5$	$0{,}9S+5$	$1{,}1S+3$
			» 6 » 9	7	$0{,}4S+5$	$0{,}6S+5$	$0{,}9S+5$	$1{,}1S+3$
		ИНп	0,8...2,5	4	5	5	5	5
		ИП, УП	Свыше 2,5 до 4,5	4	7	7	7	7
			» 4,5 » 6		8	8	8	8
			» 6 » 10	6	$0{,}4S+5$	$0{,}6S+5$	$0{,}9S+5$	$1{,}1S+5$

Сварка в инертном защитном газе — аргонодуговая неплавящимся электродом — (ИН), **то же с присадочным материалом** (ИНп), **в инертных газах или их смеси с углекислым газом плавящимся электродом** (ИП) — для низко- и высоколегированных сталей, алюминия, меди, никеля, других цветных металлов и их сплавов. Толщина свариваемого материала — 0,15...20 мм. Типы швов — С, У, Н, Тр, Ш (ОСТ 1.80296—77), С, У, Т, Н (ГОСТ 14771—76).

Область применения — сварка при изготовлении несущих деталей приборов и деталей из листовых материалов.

Газовая сварка с присадочным материалом (ГП) — для углеродистых и легированных сталей, стального литья, чугуна, цветных металлов. Типы и размеры швов как для дуговой сварки с присадочным материалом. Область применения, как и дуговой сварки.

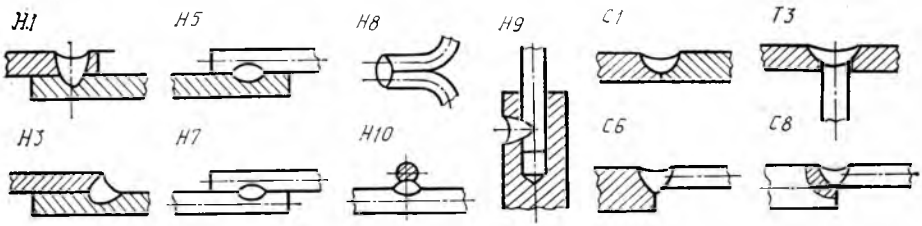


Рис. 1.1. Соединения электронно-лучевой и лазерной сваркой

Электронно-лучевая сварка (Эл) — для любых сталей, цветных и тугоплавких металлов, а также для соединения металлов с металло- и минералокерамикой. Хорошо свариваются: сталь и ее сочетания с молибденом, никелем, титаном, вольфрамом, алюминием, медью; алюминий, его сплавы и их сочетания с молибденом, никелем, титаном, медью; медь, ее сплавы и их сочетания с молибденом, никелем, титаном, вольфрамом, золотом, серебром; молибден и его сочетания с платиной, титаном, вольфрамом; никель, никелевые сплавы и их сочетания с титаном, серебром, платиной, иридием; титан, его сплавы и их сочетания с вольфрамом; серебро, золото и их сочетания с кремнием и германием. Толщина материала — 0,05...200 мм. Типы швов — С, У, Н (ОСТ 1.80281—76), а также ряд других (рис. 1.1). Область применения — сварка деталей измерительных, электронных, оптических приборов.

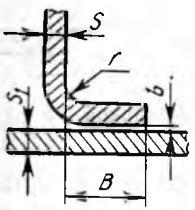
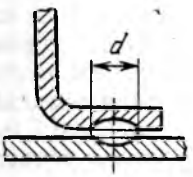
Лазерная сварка — для любых сталей, цветных металлов (особенно с очень высокой теплопроводностью); хорошо свариваются: сталь и ее сочетания с медью и медными сплавами; алюминий, его сплавы и их сочетания с никелем, вольфрамом, титаном, молибденом, золотом; медь, ее сплавы и их сочетания с никелем, молибденом, кремнием; никель, его сплавы и их сочетания с вольфрамом, германием, золотом, серебром; серебро, золото и их сочетания с германием и кремнием. Толщина материала — 0,1...4 мм. Детали и конструкции швов аналогичны таковым при электронно-лучевой сварке.

Область применения — сварка при изготовлении изделий электронной промышленности.

Контактная сварка точечная (Кт), **шовная** (Кш) и **рельефная** (Кр) — для любых сталей, цветных металлов, в том числе тугоплавких. При большой теплопроводности материала или большой разнице толщин деталей применяется рельефная сварка. Хорошо свариваются: стали и их сочетания с никелем и его сплавами, медью и ее сплавами, алюминием и ее сплавами, с молибденом; никель, его сплавы и их сочетания с медью и ее сплавами, с магнием и его сплавами; медь, ее сплавы и их сочетания с цинком и кадмием; молибден, кадмий. Не свариваются: стали с цинком,

Таблица 1.6

Швы точечные и шовные (ГОСТ 15878—79)

Конструктивные элементы	Обозначение шва	S, S_1, мм	B, мм, не менее		t, мм, не менее	d, мм, не менее
			сталь, никель, титан	алюминий, магний		
	Кт	До 0,3	6	10	8	2,5
		Свыше 0,3 до 0,4	7	10	8	2,7
		» 0,4 » 0,6	8	10	10	3,0
		» 0,6 » 0,7	9	12	11	3,3
		» 0,7 » 0,8	10	12	13	3,5
		» 0,8 » 1,0	11	14	15	4,0
		» 1,0 » 1,3	13	16	17	5,0
		» 1,3 » 1,6	14	18	20	6,0
	Кш	До 0,3	6	10	—	2,5
		Свыше 0,3 до 0,4	7	10	—	2,5
		» 0,4 » 0,6	8	10	—	3,0
		» 0,6 » 0,7	10	12	—	3,5
		» 0,7 » 0,8	11	14	—	4,0
		» 0,8 » 1,0	13	16	—	5,0
		» 1,0 » 1,3	14	18	—	6,0
		» 1,3 » 1,6	15	19	—	6,5

Примечания: 1. Стандартами предусмотрены конструкции швов для материала толщиной до 6 мм.

2. В таблице приведены данные для однорядного шва.

алюминий с никелем, медь и его сплавы с молибденом. Толщина деталей — 0,4...6 мм (до 10 мм). Конструкция швов — по ГОСТ 15878—79 (табл. 1.6).

Область применения — сварка при изготовлении деталей рам, шкафов, панелей, сосудов, корпусов, в том числе герметичных.

Стыковая сварка давлением — для сталей, цветных металлов и их сплавов. Сечение материалов по шву — 0,03...200 мм^2.

Область применения — сварка при изготовлении круглых и профильных изделий одинаковых и разных сечений, труб, полос, стержней (в том числе со сплошными деталями) с оплавлением.

Ударная конденсаторная сварка (сварка запасенной энергией, импульсная) — для высоколегированных сталей и сплавов на никелевой и кобальтовой основе, цветных металлов и их сплавов. Диаметр проволоки 0,01...1,5 мм.

Область применения — сварка проволоки и приварка проволоки к плоским деталям.

Ультразвуковая сварка — для сталей, цветных металлов и их сплавов (в том числе со стеклом), для материалов, чувствительных к нагреву, полупроводников, тонкой фольги, проволоки. Свариваются: сталь и ее сочетания с алюминием и его сплавами, с медью и ее сплавами, молибденом, никелем, платиной, золотом, титаном, вольфрамом, цирконием; алюминий, его сплавы и их сочетания с молибденом, никелем, титаном, цирконием, золотом; молибден и его сочетания с никелем, танталом, титаном, вольфрамом, цирконием; никель, его сплавы и их сочетания с платиной, титаном, ниобием; магниевые сплавы, никель, вольфрам, цирконий; серебро и его сочетания с магнием, платиной, палладием, цирконием; германий с золотом и платиной; золото с палладием и платиной; стекло с медью и ее сплавами, с никелем и его сплавами. Толщина деталей — 0,005...3 мм, диаметр проволоки — 0,01...0,5 мм.

Область применения — сварка при изготовлении деталей точной механики, оптики, электронных приборов (в том числе полупроводниковых), соединение фольги, лент, проволоки с плоскими деталями (в том числе в торец и между собой).

Диффузионная сварка — для деталей с резко различающимися сечениями или с большой поверхностью соединения, для материалов, не допускающих нагрева или с весьма различными температурами плавления. Свариваются: сталь с чугуном, алюминием, твердыми сплавами, медью, титаном; алюминий, его сплавы и их сочетания с медью, никелем, коваром; медь, ее сплавы и их сочетания с молибденом, никелем, титаном, коваром, цирконием; вольфрам, тантал, серебро; графит со сталями и титаном; керамика с медью и титаном; стекло с золотом, медью и ее сплавами, никелем и его сплавами.

Область применения — сварка при изготовлении деталей типа мембранных коробок, с тормозными или антифрикционными накладками, электронных приборов.

Холодная сварка — для металлов и их сочетаний с высокой пластичностью в холодном состоянии.

Библиотека

Область применения — сварка деталей проводниковых и контактных пластин, проводов из алюминия, меди, цинка, благородных металлов.

Сварка нагретым газом (Г) экструзионная (Э) — для деталей из пластмасс, с присадочным материалом и без него. Свариваются: поливинилхлорид, полиэтилен, полипропилен, полиметилметакрилат, поликарбонаты. Толщина деталей — 2...20 мм. Типы швов — С, У, Т, Н (ГОСТ 16310—80).

Область применения — сварка деталей панелей, труб, профилей.

Сварка нагретым инструментом — аналог контактной сварки для пластмасс, в том числе контактно-импульсная, контактно-тепловая прессованием, нагретым клином и др. Свариваются: поливинилхлорид, полиэтилен, полипропилен, полиметилметакрилат, поликарбонаты, полистирол и его сополимеры, полиамиды. Толщина деталей — более 2 мм. Типы швов — как для Кт, Кш (ГОСТ 15878—79).

Область применения — сварка деталей листовых, фасонных профилей, стержней, труб.

Сварка оплавлением нагретой проволокой или водородно-кислородным пламенем — для деталей из пластмасс. Свариваются: полиэтилен, полистирол, поликарбонаты, полиамиды, а также полиамиды с тканью. Толщина материала — 0,01...0,06 мм.

Область применения — сварка фольги, листов, лент, прутков, профилей, фасонных деталей.

Ультразвуковая сварка пластмасс — для деталей из термопластичных материалов. Свариваются: полиэтилен, полихлорвинил, полипропилен, полиметилметакрилат, полиамиды, полистирол, его сополимеры, акрилонитрил, его сополимеры, ацетилцеллюлоза, другие материалы на основе термопластичных смол, в том числе с наполнителями (до 30...40 %). Толщина материала — 0,01...6 мм, диаметр 1...10 мм. Формы швов аналогичны показанным в табл. 1.6.

Область применения — сварка профилей, прутков, листов, фольги, труб, фасонных деталей, панелей, корпусов.

Световая сварка (тепловым лучом) и **лазерная** — для пластмасс. Свариваются: полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиметилметакрилат, поликарбонат, полиамиды, полиуретан. Толщина деталей — 0,1...4 мм (предельная — 20 мм).

Область применения и формы швов как при лазерной сварке металлов (см. рис. 1.1).

Обозначения сварных соединений по ГОСТ 2.312—72 (рис. 1.2): А — вспомогательные знаки (○ — знак шва, выполняемого по замкнутому контуру; ⚐ — знак монтажного шва, выполняемого при монтаже изделия); Б — обозначение шва* (стандарт на типы и конструктивные элементы шва; обозначение шва, обозначение способа сварки, размеры шва. Для нахлесточных, угловых и торцовых

---

* Составные элементы указываются в перечисленном порядке и разделяются дефисом.

швов — знак и катет шва, мм; для точечного шва — диаметр точки, мм; для шовной сварки — ширина шва, мм; для прерывистых швов — размер шва, знак ×, длина провариваемого участка, знак / или Z (для шахматных швов), шаг шва); В — вспомогательные знаки дополнительной обработки шва (⌒ — усиление шва снять; ⌓ — шов обработать плавным переходом к основному материалу; ⊓ — шов по незамкнутому контуру, размеры которого

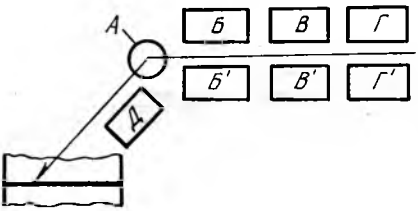


Рис. 1.2. Структура обозначения сварных соединений

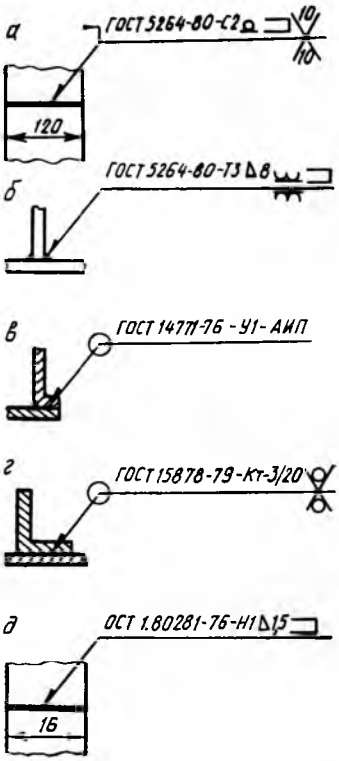


Рис. 1.3. Примеры обозначения сварных швов:

а — стыкового, выполняемого при монтаже дуговой сваркой, одностороннего, кромки без скосов, усиление шва снято (шов обработан заподлицо с поверхностью), шероховатость подготовленных кромок *Ra*10, размеры шва — по чертежу; *б* — таврового двухстороннего, выполняемого ручной дуговой сваркой, размер катета 8 мм, обработанного с обеих сторон плавным переходом к основному материалу, размеры шва — по чертежу, требований к шероховатости поверхности кромки не предъявлено; *в* — углового с отогнутыми кромками, выполняемого автоматической дуговой сваркой плавящимся электродом в среде нейтрального защитного газа, по контуру, требований к шероховатости поверхности кромок не предъявлено; *г* — точечного, выполняемого по контуру контактной сваркой, однорядного, диаметр точки 3 мм, шаг 20 мм, шероховатость свариваемых поверхностей — по техническим требованиям на заготовку; *д* — нахлесточного, одностороннего, выполняемого электронно-лучевой сваркой, размер катета 1,5 мм, размеры шва — по чертежу, шероховатость подготовленной кромки не регламентирована

не указываются в обозначении, так как они ясны из чертежа); Г — обозначение шероховатости обработанной под шов кромки; Д — обозначение контрольного комплекса или категории контроля шва.

Если лицевая сторона шва не видна на чертеже, обозначение шва, вспомогательные знаки, шероховатость (поз. Б′, В′, Г′) помещают под полкой.

При необходимости (например, если на чертеже несколько одинаковых швов) указание вида шва и его параметры помещают в технических требованиях чертежа, а на полке (или под ней) проставляют номер пункта этих требований.

Нестандартные швы изображают с указанием размеров, вид сварки определяется в технических требованиях. Примеры обозначения швов даны на рис. 1.3.

1.2. СОЕДИНЕНИЕ ЗАФОРМОВКОЙ И ЗАЛИВКОЙ

Методом зaформовки и заливки соединяют металлические детали с металлами, пластмассами и резиной.

Заливка металлических деталей металлом осуществляется различными видами литья. Соединительными материалами служат литейные сплавы, температура плавления которых ниже температуры плавления армирующих деталей (табл. 1.7).

Таблица 1.7

Температура плавления и температурные коэффициенты линейного расширения (ТКЛР) линейных сплавов

Материал	ГОСТ	Температура плавления, °С	ТКЛР $^{-1}$ $\alpha \cdot 10^{-6}$, К
Серый чугун	1412—85	1100...1200	10
Стальные отливки	977—75	1300...1400	11
Литейные латуни	17711—80	870...995	17...22
Сплавы			
алюминиевые	2685—75	650...780	19,5...24,5
магниевые	2856—79	750...800	26,0...26,8
альни и альнико	17809—72	1200...1280	11...13
Бронзы			
оловянные	613—79	995...1022	17,1...17,7
безоловянные	493—79	1040...1080	16,1...17,1

При использовании литья под давлением на соединяемые детали действуют силы, вызывающие их деформирование или взаимное смещение. Поэтому в армирующих деталях выполняют канавки, отверстия и т. п.

Соединение металлических деталей с пластмассами и металлами (рис. 1.4) рекомендуется только для конструкций, в которых металлические детали занимают относительно малый объем. Это связано с разностью ТКЛР металла и пластмассы.

Для получения прочных соединений с минимальными затратами сечение металлической арматуры должно быть существенно меньше сечения пластмассовой детали; арматура должна иметь элементы (канавки, отверстия, уступы, накатки и т. п.), заполняемые пластмассой в процессе зaформовки или заливки; она должна отличаться удобством установки в пресс-форму или литейную форму. Минимальная толщина слоя пластмассы вокруг арматуры должна соответствовать данным табл. 1.8.

Резинометаллические изделия изготавливают путем зaформовки арматуры в сырую резину (резиновые смеси).

Высокую прочность (до 500...700 МПа) и температуростойкость имеют соединения резины со сталью, латунью, чугунами и алюминиевыми сплавами; меньшую — с нержавеющими сталями, оловянистыми бронзами и магниевыми сплавами. Для повышения прочности сцепления на металлические детали наносят тонкий слой латуни или покрывают их эбонитом.

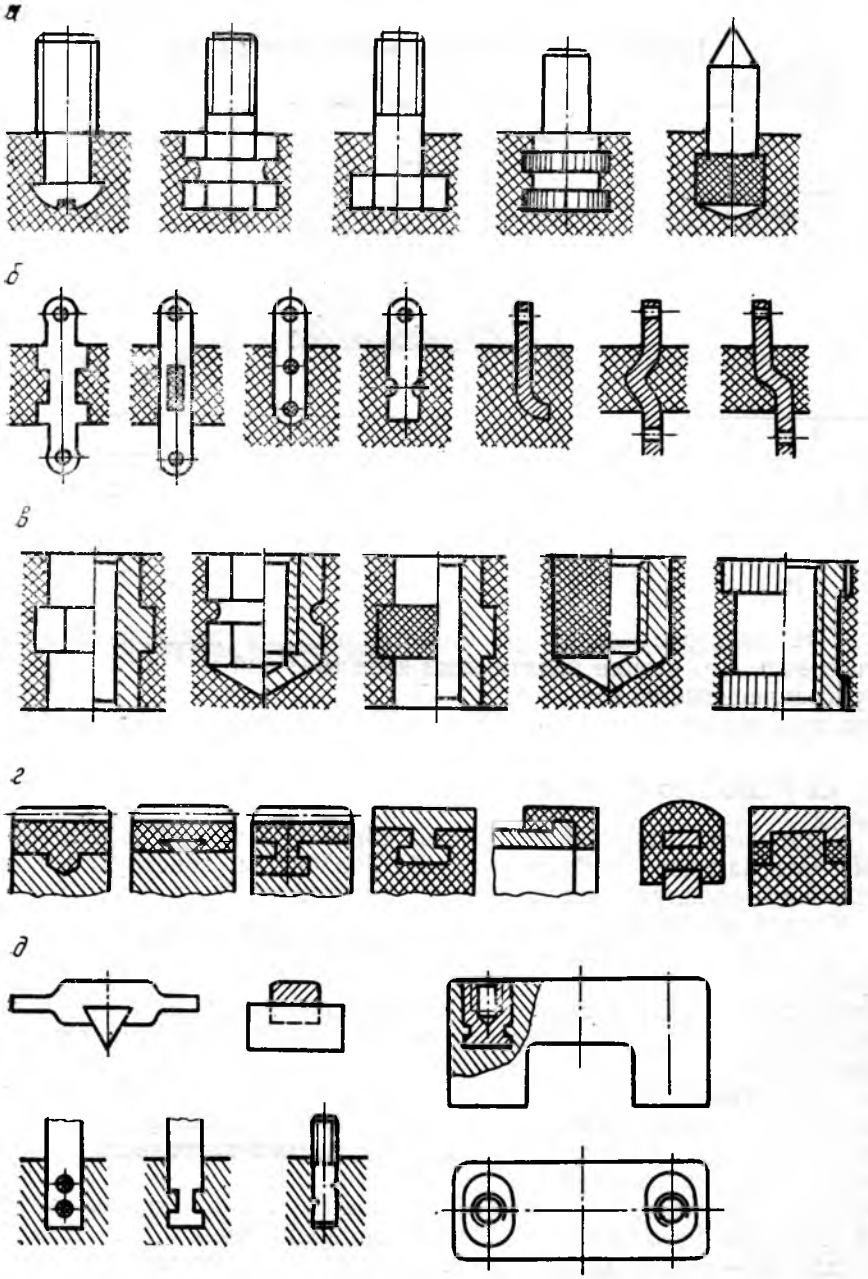
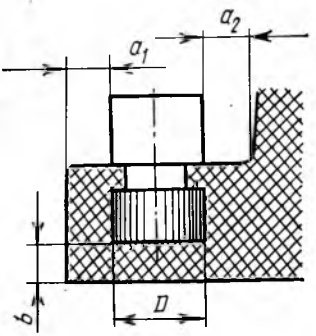


Рис. 1.4. Соединения заформовкой:

а — стержневых деталей в пластмассы; *б* — втулок в пластмассы; *в* — листовых деталей в пластмассы; *г* — кольцеобразных деталей в пластмассы; *д* — металлических деталей в металл

Таблица 1.8

Толщина слоев пластмассы вокруг арматуры, мм



D, мм	a_1	a_2	b
До 3	2,0	1,5	2,0
Свыше 3 до 6	3,0	2,5	3,0
» 6 » 10	4,5	3,5	4,0
» 10 » 18	5,5	5,0	5,0
» 18 » 30	7,0	6,0	6,0

При конструировании резинометаллических изделий следует учитывать, что резина практически несжимаемый материал, поэтому выполненные из нее элементы не должны в процессе эксплуатации изменять форму, а также работать на растяжение или изгиб.

1.3. ПАЯНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Паяемость материала — свойство образовывать паяное соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и условиями эксплуатации изделия.

Оценка паяемости:

хорошая — материал соединяется различными видами пайки, не требует особых условий проведения процесса: малоуглеродистые стали, медь и латунь с высоким содержанием меди, олова (в виде покрытия), никель, медно-никелевые сплавы типа монель-металл, константан;

удовлетворительная — материал соединяется пайкой, но только при определенных условиях (например, в защитной среде, с применением специальных припоев и т. п.); высокоуглеродистые и легированные стали, чугун, латуни с пониженным содержаним меди, бронзы, никелевые сплавы типа нихром, цинковые сплавы, цинк (в том числе в виде покрытий, вольфрам, молибден;

плохая — материал соединяется только специальными припоями, при наличии покрытий, когда качество шва невысокое: алюминиевые сплавы, титан и сплавы, магниевые сплавы.

Типы швов паяных соединений и их параметры установлены ГОСТ 19249—73 (рис. 1.5, 1.6). Стандарт приводит значения зазо-

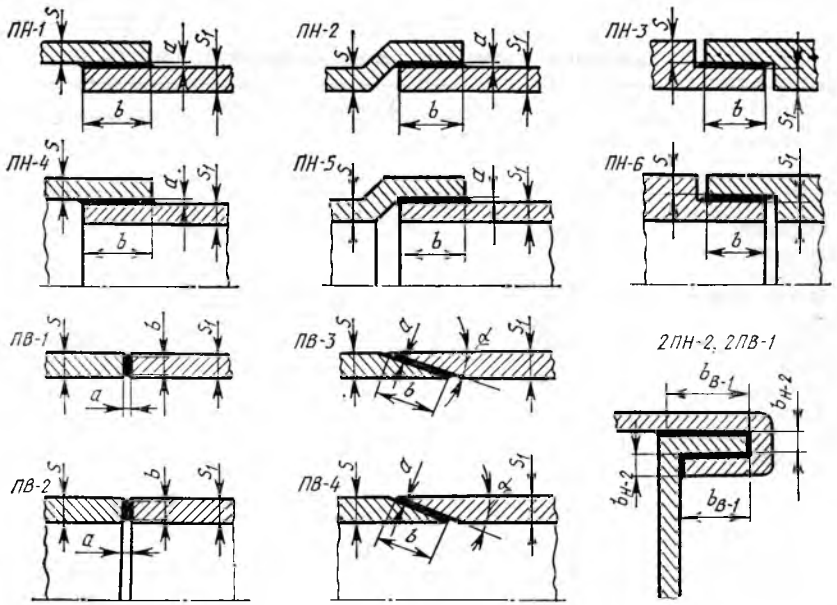


Рис. 1.5. Швы паяные нахлесточные (ПН-1 — ПН-3), телескопические (ПН-4 — ПН-6), стыковые (ПВ-1, ПВ-2), косостыковые (ПВ-3, ПВ-4) и комбинированный (2ПН-2, 2ПВ-1)

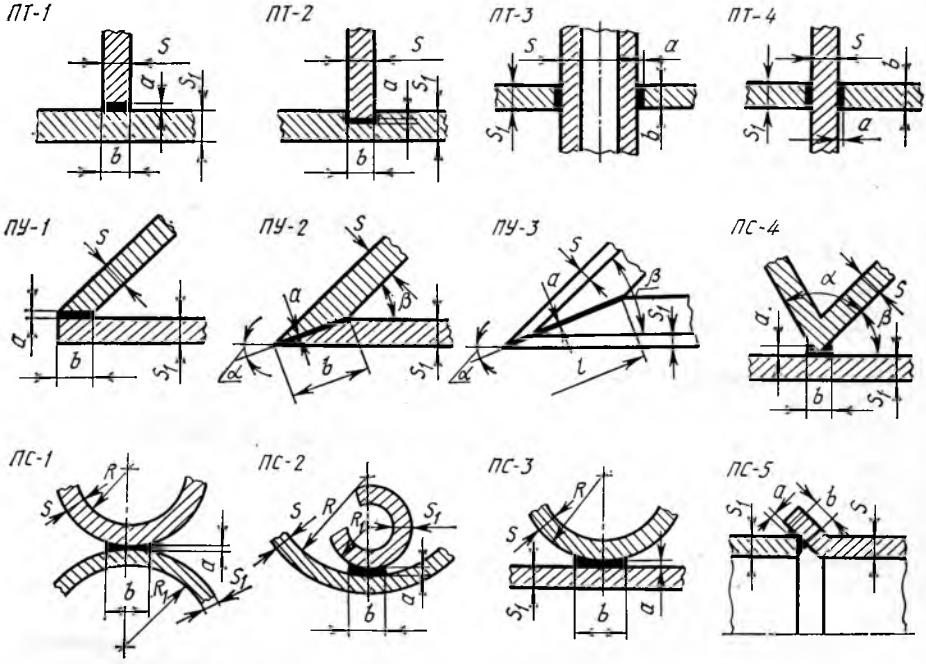


Рис. 1.6. Швы паяные тавровые (ПТ), угловые (ПУ) и соприкасающиеся (ПС)

Таблица 1.9

Сборочные зазоры для паяных соединений, мм

Припой	Паяемый материал				
	медь	медные сплавы	сталь		алюминий и сплавы
			нержавеющая	углеродистая	
Оловянно-свинцовый	0,07...0,20	0,07...0,20	0,20...0,75	0,05...0,50	0,05...0,15
Медный	—	0,04...0,20	0,01...0,10	0,001...0,05	—
Медно-цинковый	0,04...0,20	0,04...0,20	0,02...0,12	0,05...0,25	—
Медно-фосфористый	0,04...0,20	0,04...0,20	—	—	—
Серебряный	0,04...0,25	0,04...0,25	0,05...0,10	0,02...0,15	—
Алюминиевый	—	—	—	—	0,12...0,25
Цинковый	—	—	—	—	0,10...0,2

Таблица 1.10

Паяемость материалов

Паяемый материал	Припой													
	ПОС 61, ПОС 40	ПОССу 40-0,5	ПОССу 40-2	ПМЦ-36, ПМЦ-54	ПСр72, ПСр40	ПСр1,5, ПСр2,5	ПМФ-7, ПМФ-9	Медь М0	Силумин, П575А	ПЦАМКд-40	ВПр-1, ВПр-4	ПОСК 50-18	МЦН 48-10	ПЖ 45-1
Сталь														
малоуглеродистая	+	+	О	+	+	О	Х	+	О	О	О	+	+	...
высокоуглеродистая	О	О	—	О	О	...	...	О	...	...	...	Х	...	...
жаропрочная и нержавеющая	+	О	—	Х	+	...	Х	О	...	...	+	...	...	+
Чугун	+	О	—	О	О	...	Х	О	...	...	...	...	+	...
Медь, томпак	+	+	+	+	+	+	+	—	О	+	...	+	+	...
Латунь	+	О	—	—	О	+	+	—	О	+	...	+	+	...
Бронза	+	О	...	О	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Никель и сплавы	+	О	О	—	+	...	...	+	...	+	...	...	+	О
Алюминий и сплавы	П	...	...	...	...	...	...	...	+	+	...	П	...	...
Магний и сплавы	—	—	—	...	...	—	...	...	...	П	...	—	...	...
Цинк и сплавы	+	О	—	...	...	...	...	...	...	П	...	О	...	...
Титан и сплавы	...	...	...	—	Х	...	...	—	Х	...	...	...	...	...
Молибден, вольфрам	...	...	...	—	+	...	...	—	...	...	...	...	...	+
Серебро	...	...	...	+	+	...	...	...	...	...	...	...	+	...
Олово (покрытия)	+	+	+	+	+	...	...	...	...	...	...	+	+	...
Керамика	...	...	...	...	+	...	...	...	...	П	...	...	...	...
Твердые сплавы	...	...	...	+	+	...	...	...	...	...	...	...	+	...

Условные обозначения: + — совмещаются хорошо; О — ограниченно (материалы не всех марок или требуются особые условия пайки); П — только с покрытиями; Х—хрупкий шов; — — не совмещается;...—достоверных сведений нет.

ров, обеспечивающих возможность затекания припоя (табл. 1.9). Рекомендации по выбору припоев см. в табл. 1.10.

Обозначения паяных соединений по ГОСТ 2.313—82 (рис. 1.7): А — знак паяного соединения) ; Б — вспомогательный знак расположения шва по контуру ○ (при необходимости); В — обозначение шва по ГОСТ 19249—73 (обозначение типа шва; размеры

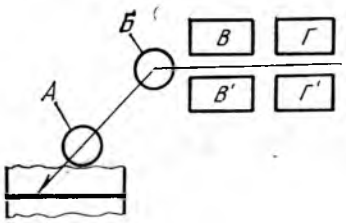


Рис. 1.7. Структура обозначения паяного соединения

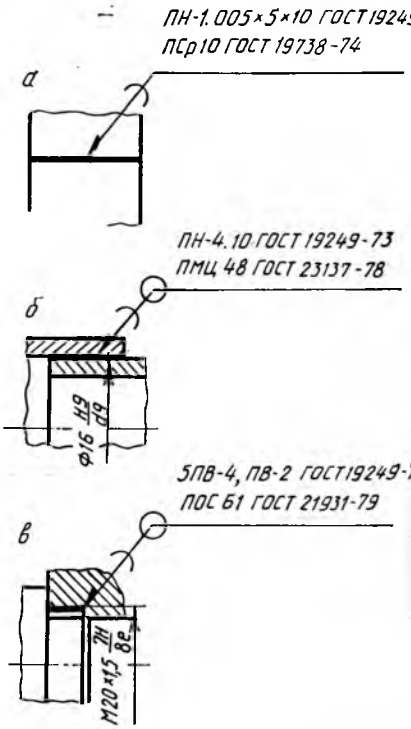


Рис. 1.8. Примеры обозначения паяных швов:

а — паяное нахлесточное соединение типа ПН-1 (толщина слоя припоя 0,05 мм, ширина шва 5 мм, длина шва 10 мм), выполненное серебряным припоем марки ПСр10; *б* — паяное телескопическое соединение типа ПН-4, выполненное по контуру, ширина шва 10 мм, остальные размеры по чертежу (длина шва и толщина слоя припоя — по указанным диаметру и посадке), припой марки ПМЦ 48; *в* — паяное комбинированное соединение типа 5ПВ-4, ПВ-2 (5 витков резьбы и торцовая поверхность), выполняемое по контуру, все размеры по чертежу (длина, ширина шва и толщина слоя припоя — по указанным размерам резьбы и торца), припой марки ПОС 61

шва — толщина слоя припоя, ширина и длина в миллиметрах, разделенные знаками ×); Г — обозначение материала припоя.

Если размеры соединения, включая толщину слоя припоя, обусловленную зазором между деталями, нанесены на чертеж, размеры шва не проставляются.

Зоны В′ и Г′ используются в случаях, когда лицевая сторона шва невидима на чертеже.

Примеры обозначения см. на рис. 1.8.

1.4. КЛЕЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Склеивание материалов осуществляется на основе процессов адгезии или растворения.

Рекомендации по применению клеев в различных отраслях промышленности содержатся в ОСТ 1.80517—83, ОСТ 11.0140—85, ОСТ 26.04—2586—80 и др. Некоторые данные см. в табл. 1.11.

Таблица 1.11

Применение клеев

Обозначение	Материал: наименование	Сочетаемый материал: Р	П	О	Н	М	Л	К	И	З	Ж	Е	Д	Г	В	Б	А
А	Металлы и сплавы	8	10; 15	1; 13	7; 8; 6	1; 15; 6; 11	13; 14	1; 19	4; 7	15; 19; 12	14; 15	11; 15	9	7	1; 10; 17	1; 4; 6 1; 12	1; 4; 5; 6; 10
Б	Фено- и амино-пласты	8	10; 19	8	7; 19	15; 18	11	...	4; 7	...	4; 19	11; 15	19	7	1; 4; 16		
В	Стеклопластики	19	18	10	7; 10		10; 18	4; 18	10; 18	10	19	10	1; 9	1; 10	1; 4; 15		
Г	Поливинилхлорид	...	18; 19	...	7; 14	18; 19	7; 19	...	18; 19	...	19	...	7	7			
Д	Полистирол	7	18; 19	...	7; 14	9; 19	9; 19	9; 18	9; 18	9; 19	19	9	9; 19				
Е	Полиакрилаты	8	...	16	8	4; 16	13; 19	...	1; 19	1; 19	...	11; 15					
Ж	Поликарбонаты	17	19	19	19	19	19	4; 19	19	4; 19	4; 19						
З	Фторопласты	...	4; 13; 16; 19	19	8	4; 16	...	4; 7	4; 16	4; 19; 16							
И	Полиамиды	18	13; 18	19	8	18	19	...	4; 18								
К	Полиолефины	...	18	...	...	4; 19	19	4; 19									
Л	Резины общего назначения	...	...	19	13	10; 11; 13	13; 14										
М	Стекло, керамика	...	4; 19	1; 8	8	6; 15											
Н	Древесина	8; 18	7; 19	3; 8	3; 8												
О	Ткань, войлок, бумага	...	...	2; 9													
П	Полимерные пленки	18	18; 19														
Р	Пенопласты	18															

Условные обозначения

1. БФ-2, БФ-4, БФ-2Н
2. БФ-6
3. ФР-12, ФР-100
4. ВК-9
5. ВК-36
6. УП-5-207-1
7. Пластизоль
8. ДФ 48/5С
9. ПС-40
10. МПФ-1
11. ТК-200
12. НПС-609-30
13. 88Н, 88НП
14. КТ-30, КС-5
15. Эластосил
16. ТК-8, ТК-8А
17. ВК-20, ВК-20М
18. ТЭК-2, ТЭК-3
19. Вилад

Примечание. Для металлов или керамики с покрытиями: Ц. хр. — 1, 13, 18, 19; Н. — 10, 18, 16, 4; Ср. — 1, 6, 16, 19; О-Ви. — 10, 4; Хим. М. — 1, 4, 10, 11, 16, 18; Кд. хр. — 1, 13, 4; Н. хим. — 10, 4; Зл. — 4, 16, 19; О-С — 4; Ан. Окс., Ан. Оке. хр., Хим. Окс. — 1, 4, 16, 19.

Конструкции клеевых соединений аналогичны конструкциям паяных. Зазоры в нахлесточных и стыковых соединениях типов ПН-1, ПН-2, ПН-3, ПВ-3, ПУ-3, ПС-1, ПС-2, ПС-3 образуются вследствие нагружения (прижатия) деталей в процессе склеивания. В зависимости от вязкости клея они составляют 0,05...0,10 мм, для клеев с наполнителями — 0,10...0,20 мм. В соединениях типа ПН-4,

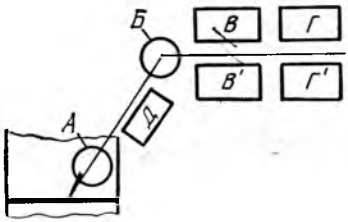


Рис. 1.9. Структура обозначения клеевого соединения

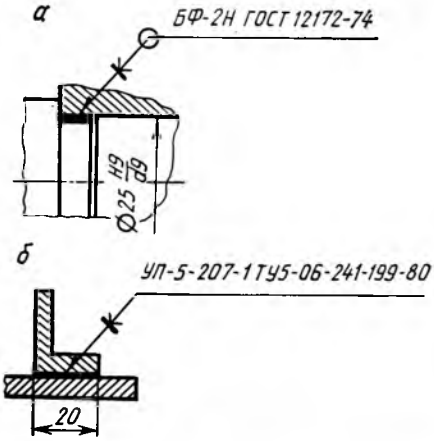


Рис. 1.10. Примеры обозначения клеевых швов:

а — соединение клеем БФ-2Н по контуру, размеры по чертежу, толщина слоя клея определена указанной посадкой; *б* — соединение клеем УП-5-207-1, размеры по чертежу, толщина слоя клея обеспечивается усилием прижатия деталей; *в* — соединение оптическим клеем Бальзамин-М, размеры по чертежу, толщина слоя клея 0,05 мм, не более

ПН-5, ПВ-4, ПВ-5 такие зазоры должны быть предусмотрены при назначении размеров деталей.

Обозначение клеевых соединений по ГОСТ 2.313—82 (рис. 1.9): А — знак клеевого соединения —К—; Б — дополнительный знак — указание по контуру О (при необходимости; В — размеры клеевого соединения — толщина слоя, ширина и длина шва, разделенные знаком "×„ (при необходимости); Г — марка клея; Д — обозначение шероховатости поверхности кромок (при необходимости).

Примеры обозначения соединений см. на рис. 1.10.

При необходимости данные о размерах соединения и марки клея даются в технических требованиях чертежа. Если лицевая сторона невидима на чертеже, поз. В, Г помещают под полкой (рис. 1.9, поз. В′, Г′).

1.5. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Соединения могут быть образованы путем свинчивания скрепляемых деталей, имеющих резьбовые поверхности, или с помощью крепежных резьбовых деталей (гаек, болтов, шпилек

и т. п.). Для стандартных крепежных деталей используется цилиндрическая метрическая резьба, для присоединительных деталей трубопроводов — коническая (метрическая, дюймовая, трубная).

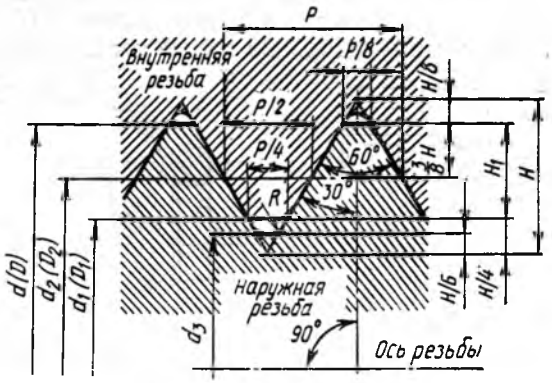


Рис. 1.11. Номинальный профиль метрической резьбы

Таблица 1.12

Размеры метрической резьбы (ГОСТ 24705—81), мм

d	P	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d	P	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$
0,25	0,075	0,201	0,169	3	0,5	2,675	2,459
0,3	0,08	0,248	0,213	3	0,35	2,773	2,621
0,35*	0,09	0,292	0,253	3,5*	(0,6)	3,110	2,850
0,4	0,1	0,335	0,292	3,5*	0,35	3,273	2,121
0,45*	0,1	0,385	0,342	4	0,7	3,545	3,242
0,5	0,125	0,419	0,365	4	0,5	3,675	3,459
0,55*	0,125	0,469	0,415	4,5*	(0,75)	4,013	3,688
0,6	0,15	0,503	0,438	4,5*	0,5	4,175	3,959
0,7*	0,175	0,586	0,511	5	0,8	4,480	4,134
0,8	0,2	0,670	0,583	5	0,5	4,675	4,459
0,9*	0,225	0,754	0,656	(5,5)	0,5	5,175	4,959
1	0,25	0,838	0,729	6	1	5,350	4,917
1	0,2	0,870	0,783	6	0,75	5,513	5,188
1,1	0,25	0,938	0,829	6	0,5	5,675	5,459
1,1*	0,2	0,970	0,883	(7)	1	6,350	5,917
1,2	0,25	1,038	0,929	(7)	0,75	6,513	6,188
1,2	0,2	1,070	0,983	(7)	0,5	6,675	6,459
1,4*	0,3	1,205	1,075	8	1,25	7,188	6,647
1,4*	0,2	1,270	1,183	8	1	7,350	6,917
1,6	0,35	1,373	1,221	8	0,75	7,513	7,188
1,6	0,2	1,470	1,383	8	0,5	7,675	7,459
1,8*	0,35	1,573	1,421	(9)	(1,25)	8,188	7,647
1,8*	0,2	1,670	1,583	(9)	1,0	8,350	7,917
2	0,4	1,740	1,567	(9)	0,75	8,513	8,188
2	0,25	1,838	1,729	(9)	0,5	8,675	8,459
2,2*	0,45	1,908	1,713	10	1,5	9,026	8,376
2,2*	0,25	2,038	1,929	10	1,25	9,188	8,647
2,5	0,45	2,208	2,013	10	1	9,350	8,917
2,5	0,35	2,273	2,121	10	0,75	9,513	9,188

Примечание. Размеры, не помеченные знаком *, предпочтительны. Размеры в скобках применять не рекомендуется.

Резьба метрическая. Номинальный профиль — по ГОСТ 8724—81. Основные размеры — по ГОСТ 24705—81 (рис. 1.11, табл. 1.12).

Стандарт предусматривает три группы длин свинчивания: короткую *S*, нормальную *N* (табл. 1.13), длинную *L*.

Таблица 1.13

Нормальная длина свинчивания *N* метрической резьбы с зазорами (ГОСТ 16093—81), мм

d	*P*	*N*	
		от	до
1...1,4	0,2	0,5	1,4
	0,25	0,6	1,7
	0,3	0,7	2
Свыше 1,4 до 2,8	0,2	0,5	1,5
	0,25	0,6	0,9
	0,35	0,8	2,6
	0,4	1	3
	0,45	1,3	3,8
» 2,8 » 5,6	0,25	0,7	2,1
	0,35	1	3
	0,5	1,5	4,5
	0,6	1,7	5
	0,7	2	6
	0,75	2,2	6,7
	0,8	2,5	7,5
» 5,6 » 11,2	0,25	0,8	2,4
	0,35	1,1	3,4
	0,5	1,6	4,7
	0,75	2,4	7,1
» 5,6 » 11,2	1	3	9
	1,25	4	12
	1,5	5	15
» 11,2 » 22,4	0,35	1,3	3,8
	0,5	1,8	5,5
	0,75	2,8	8,3
	1	3,8	11
	1,25	4,5	13
	1,5	5,6	16
	1,75	6	18
	2	8	24
	2,5	10	30

Примечание. Для каждого *d* при соответствующем значении *P* все длины меньше нормальных *N* относятся к группе коротких *S*, больше нормальных — к группе длинных *L*.

Поля допусков наружной и внутренней резьбы, установленные в классах точности (точный, средний и грубый), должны соответствовать указанным в табл. 1.14.

Обозначение резьбы: *M* — знак резьбы, номинальный диаметр резьбы, числовое значение шага (для резьбы с мелким шагом), буквы *LH* (для левой резьбы).

Таблица 1.14

Поля допусков метрической резьбы

Класс точности	Длина свинчивания наружной резьбы			Длина свинчивания внутренней резьбы		
	S	*N*	*L*	*S*	*N*	*L*
Точный	(3*h*4*h*)	4*g*; 4*h*	(5*h*4*h*)	4*H*	4*H*5*H*; 5*H*	6*H*
Средний	5*g*6*g*; (5*h*6*h*)	6*d*; 6*e*; 6*f*; **6*g***; 6*h*	(7*e*6*e*); 7*g*6*g*; (7*h*6*h*)	(5*G*); 5*H*	6*G*; **6*H***	(7*g*); 7*H*
Грубый		8*g* (8*h*)*	(9*g*8*g*)		7*g*; 7*H*	(8*G*); 8*H*

Примечания: 1. Поля допусков, заключенные в рамки, предпочтительны.
2. Применение полей допусков, заключенных в скобки, следует по возможности ограничить.
3. При длинах свинчивания *S* и *L* допускаются поля допусков, установленные при длинах свинчивания *N*.
4. Для резьбы с шагом $P < 0{,}8$ мм применяется поле допуска 8*h*6*h*.

* Только для резьбы с шагом $P \geqslant 0{,}8$ мм.

Обозначение многозаходной резьбы: М — знак резьбы, номинальный диаметр, числовое значение хода (в скобках буква *P* и числовое значение шага).

Примеры обозначения

M20 — резьба, номинальный диаметр 20 мм, шаг крупный.
M20×2 — то же, шаг мелкий 2 мм.
M20LH — левая резьба, номинальная диаметр 20 мм, шаг крупный.
M24×3(P1) — трехзаходная резьба, номинальный диаметр 24 мм, ход 3 мм, шаг 1 мм.
M24×3(P1)LH — то же, левая резьба.

Обозначение поля допуска диаметра резьбы: цифра, указывающая степень точности, и буква — основное отклонение. Поле допуска среднего диаметра помещается на первом месте, за ним — поле допуска диаметра выступов. Если оба диаметра имеют одинаковые поля допусков, они указываются один раз.

Длина свинчивания, если она относится к группе *L* или *S*, в условном обозначении резьбы указывается, к группе *N* — не указывается.

Посадка в резьбовом соединении обозначается дробью: в числителе — поле допуска внутренней резьбы, в знаменателе — наружной.

Примеры обозначения

M10 — 7g6g — резьба, поля допусков среднего диаметра *7g*, наружного — *6g*.

Таблица 1.15

Размеры метрической резьбы для приборостроения (ГОСТ 24706—81), мм

d	P	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d	P	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$
1	2	3	4	1	2	3	4
3,5*	0,5	3,175	2,959	14,5	0,75	14,013	13,688
4*	0,35	3,773	3,621	14,5	0,5	14,175	13,959
4*	0,25	3,838	3,729	15*	0,75	14,513	14,188
4,5*	0,35	4,273	4,121	15*	0,5	14,675	14,459
4,5*	0,25	4,338	4,229	15,5	0,5	15,175	14,959
5*	0,35	4,773	4,621	16,5	0,5	16,175	15,959
5*	0,25	4,838	4,729	17*	0,75	16,513	16,188
5,5*	0,35	5,273	5,121	17*	0,5	16,675	16,459
5,5*	0,25	5,338	5,229	17,5	0,75	17,013	16,688
6*	0,35	5,773	6,621	17,5	0,5	17,175	16,959
6*	0,25	5,838	5,729	18,5	0,5	18,175	17,959
6,5	0,75	6,013	5,688	19	1,5	18,026	17,376
6,5	0,5	6,175	5,959	19	1	18,350	17,917
6,5	0,35	6,273	6,121	19	0,75	18,513	18,188
6,5	0,25	6,338	6,229	19	0,5	18,675	18,459
7*	0,35	6,773	6,621	19,5	0,5	19,175	18,959
7*	0,25	6,838	6,729	20,5	1	19,850	19,417
7,5	0,75	7,013	6,688	20,5	0,5	20,175	19,959
7,5	0,5	7,175	6,959	21	1,5	20,026	19,376
7,5	0,35	7,273	7,121	21	1	20,350	19,917
7,5	0,25	7,338	7,229	21	0,75	20,513	20,188
8*	0,35	7,773	7,621	21	0,5	20,675	20,459
8*	0,25	7,838	7,729	21,5	0,5	21,175	20,959
8,5	1	7,850	7,417	22,5	0,5	22,175	21,959
8,5	0,75	8,013	7,688	23	1,5	22,026	21,376
8,5	0,5	8,175	7,959	23	1	22,350	21,917
9*	0,35	8,773	8,621	23	0,75	22,513	22,188
9,5	1	8,850	8,417	23	0,5	22,675	22,459
9,5	0,75	9,013	8,688	23,5	0,5	23,175	22,959
9,5	0,5	9,175	8,959	24*	0,5	23,675	23,459
9,5	0,35	9,273	9,121	24,5	0,5	24,175	23,959
10*	0,35	9,773	9,621	25*	0,75	25,513	24,188
10,5	1	9,850	9,417	25*	0,5	24,675	24,459
10,5	0,75	10,013	9,688	25,5	0,5	25,175	24,959
10,5	0,5	10,175	9,959	26*	1	25,350	24,917
11*	0,35	10,773	10,621	26*	0,75	25,513	24,188
11,5	1	10,850	10,417	26	0,5	25,675	24,459
11,5	0,75	11,013	10,688	26,5	0,5	26,175	25,959
11,5	0,5	11,175	10,959	27*	0,5	26,675	26,459
12*	0,35	11,773	11,621	27,5	0,5	27,175	26,959
12,5	1,5	11,526	10,876	28*	0,75	27,513	27,188
12,5	1	11,850	11,417	28*	0,5	27,675	27,459
12,5	0,75	12,013	11,688	28,5	0,5	28,175	27,959
12,5	0,5	12,175	11,959	29	0,75	28,513	28,188
13	1,5	12,026	11,376	29	0,5	28,675	28,459
13	1	12,350	11,917	29,5	0,5	29,175	28,959
13	0,75	12,513	12,188	30*	0,5	29,675	29,459
13	0,5	12,675	12,459	30,5	0,5	30,175	29,959
13,5	1,5	12,526	11,876	31	1,5	30,026	29,376
13,5	1	12,850	12,417	31	0,75	30,513	30,188
13,5	0,75	13,013	12,688	31,5	0,5	31,175	30,959
13,5	0,5	13,175	12,959	32*	1	31,350	30,917
14,5	1,5	13,526	12,876	32*	0,75	31,513	31,188
14,5	1	13,850	13,417	32*	0,5	31,675	31,459

1	2	3	4	1	2	3	4
32,5	0,5	32,175	31,959	46,5	0,5	46,175	45,959
33*	0,5	32,675	32,459	47	1,5	46,026	45,376
33,5	0,5	33,175	32,959	47	0,75	46,513	46,188
34	1,5	33,026	32,376	47	0,5	46,675	46,459
34	1	33,350	32,917	47,5	0,5	47,175	46,959
34	0,75	33,513	33,188	48*	0,75	47,513	47,188
34	0,5	33,675	33,459	48*	0,5	47,675	47,459
34,5	0,5	34,175	33,959	48,5	0,5	48,175	47,959
35*	1	34,350	33,917	49	1,5	48,026	47,376
35*	0,75	34,513	34,188	49	0,75	48,513	48,188
35*	0,5	34,675	34,459	49	0,5	48,675	48,459
35,5	0,5	35,175	34,959	49,5	0,75	49,013	48,688
36*	0,75	35,513	35,188	49,5	0,5	49,175	48,959
36*	0,5	35,675	35,459	50*	1	49,350	48,917
36,5	0,5	36,175	35,959	50*	0,75	49,513	49,188
37	1,5	36,026	35,376	50*	0,5	49,675	49,459
37	0,75	36,513	36,188	(50,5)	0,5	50,175	49,959
37	0,5	36,675	36,459	51	1,5	50,026	49,376
37,5	0,5	37,175	36,959	51	1	50,350	49,917
38*	1	37,350	36,917	51	0,75	50,513	50,188
38*	0,75	37,513	37,188	51	0,5	50,675	50,459
38*	0,5	37,675	37,459	(51,5)	0,75	51,013	50,688
38,5	0,5	38,175	37,959	(51,5)	0,5	51,175	50,959
39*	0,75	38,513	38,188	52*	0,75	51,513	51,188
39*	0,5	38,675	39,459	52*	0,5	51,675	51,459
39,5	0,5	39,175	38,959	(52,5)	0,75	52,013	51,688
40*	1	39,350	38,917	(52,5)	0,5	52,175	51,959
40*	0,75	39,513	39,188	53	1	52,350	51,917
40*	0,5	39,675	39,459	53	0,75	52,513	52,188
40,5	0,5	40,175	39,959	53	0,5	52,675	52,459
41	1,5	40,026	39,375	(53,5)	0,5	53,175	52,959
41	0,75	40,513	40,188	54	1	53,350	52,917
41	0,5	40,675	40,459	54	0,75	53,513	53,188
41,5	0,5	41,175	40,959	54	0,5	53,675	53,459
42*	0,75	41,513	41,188	(54,5)	0,75	54,013	53,688
42*	0,5	41,675	41,459	(54,5)	0,5	54,175	53,959
42,5	0,5	42,175	41,959	55*	1	54,350	53,917
43	1,5	42,026	41,376	55*	0,75	54,513	54,188
43	0,75	42,513	42,188	55*	0,5	54,675	54,459
43	0,5	42,675	42,459	56*	0,75	55,513	55,188
43,5	0,5	43,175	42,959	56*	0,5	55,675	55,459
44	1,5	43,026	42,376	57	1	56,350	55,917
44	1	43,350	42,917	57	0,75	56,513	56,188
44	0,75	43,513	43,188	57	0,5	56,675	56,459
44	0,5	43,675	43,459	58	1	57,350	56,917
44,5	0,5	44,175	43,959	58*	0,75	57,513	57,188
45*	0,75	44,513	44,188	58*	0,5	57,675	57,459
45*	0,5	44,675	44,459	59	1	58,350	57,917
45,5	0,5	45,175	44,959	59	0,75	58,513	58,188
46	1,5	45,026	44,376	59	0,5	58,675	58,459
46	1	45,350	44,917	60*	0,75	59,513	59,188
46	0,75	45,513	45,188	60*	0,5	59,675	59,459
46	0,5	45,675	45,459				

См. примечание к табл. 1.14.

M12 — 7g6g — 30 — резьба с длиной свинчивания, отличающейся от нормальной (30 мм).

M12 — 6H/6g — резьбовое соединение, с крупным шагом, нормальной длиной свинчивания и посадкой по среднему диаметру 6*H*/6*g*.

Резьба метрическая для приборостроения (ГОСТ 24706—81). Номинальный профиль — по ГОСТ 9150—81, диаметры и шаги — по ГОСТ 16967—81. Основные размеры см. в табл. 1.15. Поля допусков и обозначения — как для метрической резьбы общего назначения.

Резьба метрическая коническая (ГОСТ 25229—82). Основные размеры конической (наружной и внутренней) резьбы должны соответствовать указанным на рис. 1.12 и в табл. 1.16.

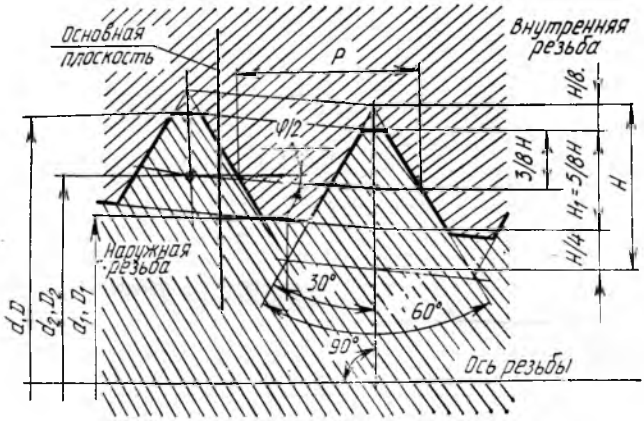


Рис. 1.12. Профиль и основные размеры метрической конической резьбы

Обозначение резьбы: МК — знак конической резьбы или М — знак внутренней цилиндрической резьбы, номинальный диаметр, шаг и обозначение стандарта (только для внутренней цилиндрической резьбы).

Примеры обозначения

МК20×1,5 — резьба метрическая коническая, номинальный диаметр 20 мм, шаг 1,5 мм.

М20×1,5 ГОСТ 25229—82 — резьба метрическая цилиндрическая внутренняя под сборку с конической резьбой *МК20×1,5*.

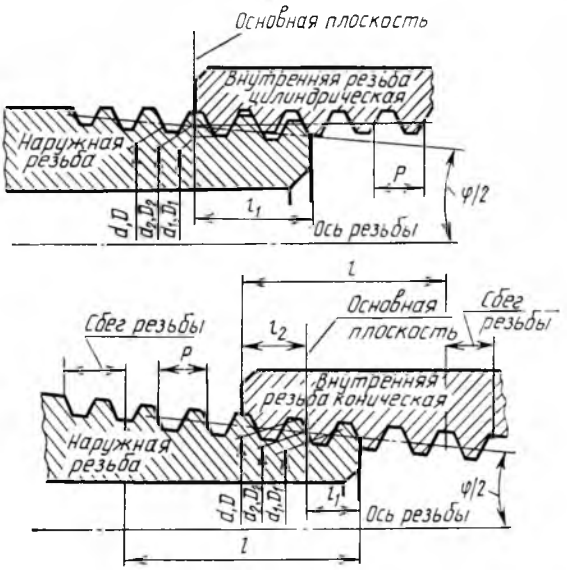
М20×1,5LH ГОСТ 25229—82 — то же, левые.

Стандартом нормировано осевое смещение основной плоскости наружной и внутренней резьб относительно номинального расположения.

Резьба метрическая для деталей из пластмасс (ГОСТ 11709—81). Резьба диаметром 1...180 мм для деталей из пластмасс, соединяемых с пластмассовыми или металлическими деталями. Основные размеры — по ГОСТ 24705—81.

Таблица 1.16

Размеры метрической конической резьбы (ГОСТ 25229—82), мм



d (D)		P	l	l_1	l_2
1-й ряд	2-й ряд				
6; 8; 10	—	1	8	2,5	3
12; 16; 20; 24	14; 18; 22	1,5	11	3,5	4

Примечания: 1. Допускается применение меньших длин.
2. При выборе диаметров резьб первый ряд следует предпочитать второму.

Номинальный профиль резьбы и размеры его элементов — по ГОСТ 16093—81. На выступах наружной и внутренней резьбы допускается закругление кромок радиусом R_1 в соответствии с табл. 1.17.

Диаметр резьбы и шаги ограничены (ГОСТ 8724—81): для диаметров менее 4 мм — только крупные шаги, более 16 мм — свыше 0,5 мм, более 18 мм — свыше 0,75 мм, более 36 мм — свыше 1 мм. Для диаметров 3...8 мм допускаются особо крупные шаги (табл. 1.18).

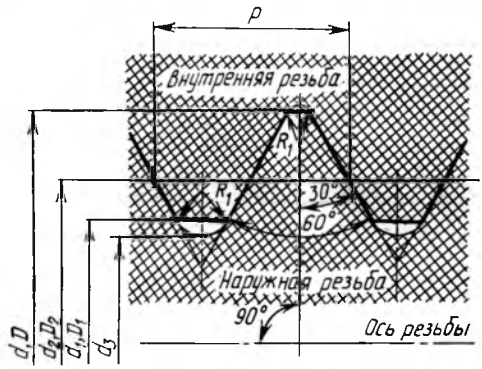
Обозначение резьбы — по ГОСТ 16093—81.

Пример обозначения

М5×1,5 — 8g ГОСТ 11709—81 — резьба метрическая для деталей из пластмасс, наружная, с особо крупным шагом 1,5 мм, с полями допусков по среднему и наружному диаметрам 8*g*.

Таблица 1.17

Шаги и наибольшие радиусы скруглений профиля резьбы для деталей из пластмасс (ГОСТ 11709—81), мм



P	R_1	P	R_1	P	R_1
0,20	0,011	0,70	0,058	3,00	0,182
0,25	0,014	0,75	0,061	3,50	0,209
0,30	0,016	0,80	0,063	4,00	0,236
0,35	0,019	1,00	0,074	4,50	0,263
0,40	0,022	1,25	0,088	5,00	0,290
0,45	0,024	1,50	0,101	5,50	0,317
0,50	0,047	1,75	0,115	6,00	0,344
0,60	0,052	2,00	0,128		
		2,50	0,155		

Примечание. Значение R_1 рассчитано по формуле $R_1 = 0{,}054P$ при $P < 0{,}5$; $R_1 = 0{,}054P + 0{,}02$ при $P \geqslant 0{,}5$.

Таблица 1.18

Размеры метрической резьбы с особо крупным шагом для деталей из пластмасс, мм

d	P	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$
3	0,8	2,480	2,134
4	1,0	3,350	2,917
5	1,5	4,026	3,376
6	1,5	5,026	4,376
8	1,5	7,026	6,376

Поля допусков, их обозначения, числовые значения и основные отклонения для размеров резьб — по ГОСТ 16093—81. Поля допусков наружной и внутренней резьбы должны соответствовать указанным в табл. 1.19. Длина свинчивания резьб — по ГОСТ 16093—81.

Стандарт распространяется на размеры (d, D) до 60 мм включительно.

Таблица 1.19

Поля допусков метрической резьбы для деталей из пластмасс

Класс точности	Длина свинчивания внутренней резьбы			Длина свинчивания наружной резьбы		
	S	*N*	*L*	*S*	*N*	*L*
Средний	—	6*G*; 6*H*	7*G*; 7*H*	6*g*; 6*h*	6*g*; 6*h*	7*g*6*g*; 7*h*6*h*
Грубый	6*G*; 6*H*	7*G*; 7*H*	8*G*; 8*H*	7*g*6*g*; 7*h*6*h*	8*g*; 8*h*; (8*h*6*h*)	9*g*8*g*; 9*h*8*h*
Очень грубый	8*G*; 8*H*	9*H*8*H*	9*H*8*H*	9*g*8*g*; 9*h*8*h*	10*h*8*h*	10*h*8*h*

Примечания: 1. При длине свинчивания *N* и классе точности «грубый» поле допуска 8*h*6*h* — для резьб с шагом $P < 0{,}8$ и 8*h* — для резьб с шагом $P \geqslant 0{,}8$.

2. При длинах свинчивания *S* и *L* допускается применять поля допусков, соответствующие длине свинчивания *N*.

Резьба коническая дюймовая (ГОСТ 6111—52). Для соединения топливных, масляных и водяных трубопроводов.

Пример обозначения

К3/4″ ГОСТ 6111—52 — резьба коническая с номинальным диаметром 3/4 дюйма.

1.6. РЕЗЬБОВЫЕ КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Крепежные изделия (болты, винты, шпильки, гайки) изготовляются из углеродистых и легированных сталей и цветных металлов. Механические свойства изделий и виды покрытий регламентированы ГОСТ 1759—70 (табл. 1.20—1.23).

Болты и винты крепежные выпускаются: с шестигранной нормальной головкой и уменьшенной, с круглой, полупотайной, потайной с прямым и крестовым пазом под отвертку, круглой головкой под ключ (с внутренним шестигранником), направляющим подголовком, для отверстий из-под развертки, откидные и другие конструкции, нормальной и повышенной точности.

Поле допуска резьбы 6*g* или 8*g* — по ГОСТ 1491—80, технические требования — по ГОСТ 1759—87. Конструкция и размеры некоторых видов болтов даны в табл. 1.24—1.37.

Обозначение стандартных крепежных деталей: наименование, исполнение, диаметр резьбы, поле допуска резьбы, длина, класс или группа прочности, указание о применении спокойной стали (марка стали для классов прочности 3.6...6.9 (см. табл. 1.21) не указывается), вид и толщина покрытия, номер стандарта. Поля допуска резьбы 8*g*, и 8*H*, крупный шаг резьбы, исполнение 1, вид покрытия 00 (без покрытия) в обозначении не указывается.

Таблица 1.20

Механические свойства болтов, винтов и шпилек из углеродистых и легированных сталей (ГОСТ 17594—87)

Класс прочности	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа, не менее	Относительное удлинение δ_5, %, не менее	Ударная вязкость*, МДж/м², не менее	Твердость НВ	Напряжение от пробной нагрузки, МПа	Рекомендуемая марка стали
3.6	300...330	180	25	—	90...210	180	Ст3кп, Ст3сп, 10, 10кп
4.6	400	240	22	—	114...209	225	20
4.8	400...420	320	14	—	124...209	310	10, 10кп
5.6	500	300	20	50	147...210	280	30, 35
5.8	500...520	400	10	—	152...210	380	10, 10кп, 20, 20кп
6.6	600	360	16	40	181...238	440	35, 45, 45Г
6.8	600	380	8	—	181...238	440	20, 20кп
8.8	800	—	12	60	219...300	580	35, 35Х, 38ХА, 45Г
9.8	900	—	10	50	266...342	650	30ХМ, 33ХС, 40ХГ
10.9	1000...1040	—	9	40	295...363	840	40Г, 40Х, 30ХГСА
12.9	1200...1220	—	8	30	353...412	970	35ХГСА

Примечание. Класс прочности обозначен двумя числами: первое, умноженное на 100, — минимальное временное сопротивление, МПа; второе, умноженное на 10, — отношение предела текучести к временному сопротивлению, %.

* Если ударная вязкость не указана, она не регламентируется.

Таблица 1.21

Механические свойства гаек из углеродистых и легированных сталей (ГОСТ 17595—87)

Класс прочности	Напряжение от испытательной нагрузки, МПа, не менее	Твердость, не более		Рекомендуемые марки стали
		НВ	$HRC_э$	
04	380	302	30	10, 10кп, 15, 15кп
05	380	353	36	35Х, 38ХА, 20Г2Р
4	—	—	—	Ст3кп3, Ст3сп3, 20
5	520...590*	302	30	10, 10кп, 20
6	600...680*	302	30	10, 10кп, 15, 15кп
8	800...830*	302	30	35, 20, 20кп
9	900...940*	302	30	35, 20, 20кп
10	1040	353	38	35Х, 38ХА, 20Г2Р, 16ХСН
12	1150...1160*	353	38	35Х, 38ХА, 20Г2Р, 16ХСН

Примечание. Класс прочности обозначен числом, которое при умножении на 100 дает значение напряжения от испытательной нагрузки, МПа.

* Меньшие значения — для резьб до М4, большие — для М7...М10.

Таблица 1.22

Механические свойства болтов, винтов и шпилек из цветных сплавов (ГОСТ 1759—70)

Условное обозначение материала*	Предел прочности, МПа, не менее	Предел текучести, МПа, не менее	Относительное удлинение, %, не менее	Твердость, НВ, не менее	Марка материала или сплава*
31	270	120	15	**	АМг5П
32, 33	320	**	12	75	ЛС59-1, Л63, Л63
34, 35	500	**	12	**	антимагнитная
36	380	200	10	**	БрАМц9-2 антимагнитная, алюминиевые сплавы Д1П, Д16П

* Относится также к гайкам.
** Не регламентируется.

Таблица 1.23

Виды покрытий, рекомендуемых для крепежных деталей

Вид	Условное обозначение	Вид	Условное обозначение
1	2	1	2
Цинковое хроматированное	01	Медное	07
Кадмиевое хроматированное	02	Цинковое	08
Многослойное медь — никель	03	Цинковое горячее	09
Многослойное медь — никель — хром	04	Оксидное, наполненное в растворе бихромата калия	10
Оксидное	05	Оксидное из кислых растворов	11
Фосфатное с пропиткой маслом	06	Никелевое	13
		Кадмиевое	14

Примечание. Минимальная толщина покрытия 3, 6 и 9 мкм.

Примеры обозначений

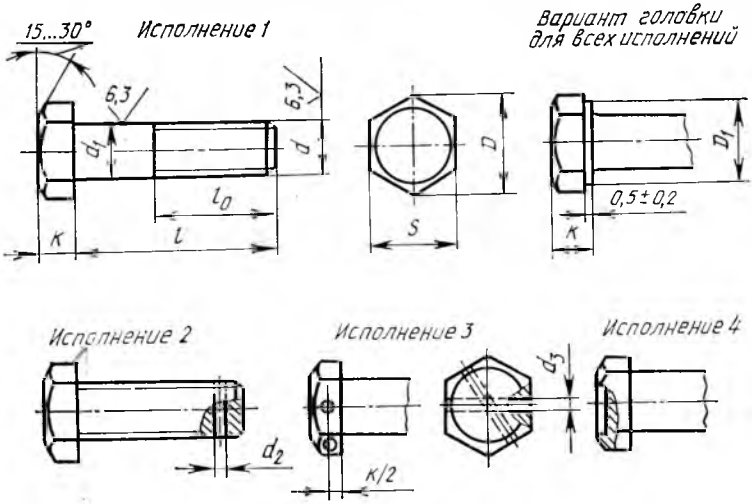
Болт В.М12×60.56.146 ГОСТ 7798—70 — болт класса точности В, исполнения 1 (не указывается), резьба М12, крупный шаг, поле допуска 8*g* (не указывается), номинальная длина 60 мм, класс прочности 5.6, с кадмиевым покрытием (14) толщиной 6 мкм.

Болт А.М12×1,25—6g×60.109.40Х.054 ГОСТ 7805—70 — болт класса точности А, резьба М12, мелкий шаг — 1, 25, поле допуска резьбы 6g, номинальная длина 60 мм, класс прочности 10.9, сталь 40Х, с оксидным покрытием (05) толщиной 4 мкм.

Винт А.М8—6g×50.48 ГОСТ 1491—80 — винт с цилиндрической головкой, класс точности А, резьба М8, крупный шаг резьбы, поле допуска 6*g*, длина 50 мм, класс прочности 4.8, без покрытия.

Таблица 1.24

Размеры болтов с шестигранной головкой (ГОСТ 7805—70, класс точности А), мм



d	P	d_2	d_3	D	S	K
1,6	0,35	—	—	3,9	3,2	1,1
2,0	0,4	—	—	4,6	4,0	1,4
2,5	0,45	—	—	5,8	5,0	1,7
3	0,5	—	—	6,3	5,5	2,0
4	0,7	1,2	1,5	8,1	7,0	2,8
5	0,8	1,2	1,5	9,2	8,0	3,5
6	1	2	1,8	11,5	10	4,0
8	1,25; 1	2	2,0	16,2	13	5,5
10	1,5; 1,25	2	2,5	19,6	17	7

Примечания: **1.** Стандартом предусмотрены диаметры $d \leqslant 48$ мм включительно.

2. При $d \leqslant 10$ мм $d = d_1$, $S \approx D_1$.

3. P — шаг резьбы.

Винт В.М8×1—8g×50.48.016 ГОСТ 1491—80 — то же, класс точности В, резьба М8, мелкий шаг — 1 мм, поле допуска резьбы 8*g*, цинковое покрытие, нанесенное способом катодного восстановления (48), хроматированное (01) толщиной 6 мкм.

Винты установочные выпускаются классов точности А и В. Наименьший диаметр резьбы — 2 мм (ГОСТ 1478—84), 3 мм (ГОСТ 1479—84). Наименьшая длина — 3 мм.

Примеры обозначения

Винт В.М10—6g×25.14Н ГОСТ 1476—84 — винт класса точности В, резьба М10, поле допуска 6*g*, длина 25 мм, класс прочности 14Н, без покрытия.

Винт А.М10—6g×25.45Н.05 ГОСТ 1476—84 — то же, класс точности А, класс прочности 45Н, с оксидным покрытием, пропитанным маслом (05).

Таблица 1.25

Длина резьбы болтов (ГОСТ 7805—70), мм

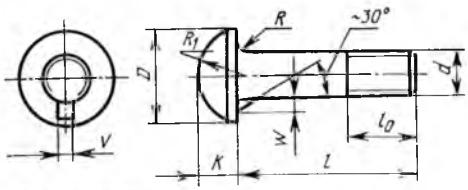
Длина болта, мм	Номинальный диаметр резьбы, мм								
	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10
2	X	—	—	—	—	—	—	—	—
3	X	X	X	—	—	—	—	—	—
4; 5	X	X	X	X	—	—	—	—	—
6	X	X	X	X	X	X	—	—	—
8	X	X	X	X	X	X	X	X	—
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	8	X	X	X	X	X	X	X	X
14	8	10	10	12	X	X	X	X	X
16	—	10	10	12	14	X	X	X	X
20	—	—	10	12	14	16	X	X	X
25	—	—	10	12	14	16	18	X	X
30	—	—	—	12	14	16	18	22	X
35	—	—	—	—	14	16	18	22	26

Условное обозначение: X — резьба по всей длине стержня.

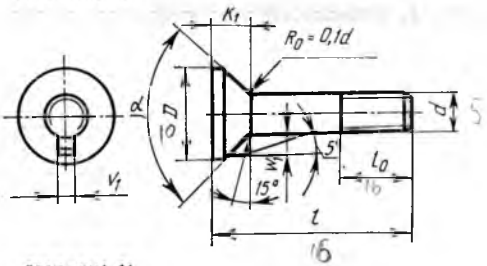
Таблица 1.26

Размеры болтов с усом (ГОСТ 7783—81, ГОСТ 7785—81, ГОСТ 7801—81), мм

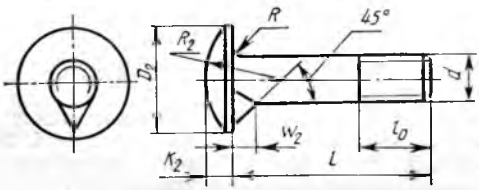
ГОСТ 7783-81



ГОСТ 7785-81



ГОСТ 7801-81



d	D	D_2	K	K_1	K_2	R_1	R_2	V	W	W_1	W_2	R	l_0
5	10	—	4	3	—	6	—	2,0	1,8	2,3	—	0,2	16
6	12	14	5	4	3	7	11	2,5	3	2,8	3	0,25	18
8	16	18	6	5	4	9	14	3,0	4	3,5	3,5	0,4	22
10	20	23	8	6	5	11	18	3,2	4,5	4,5	5	0,4	26

Примечания: **1.** Для болтов с $d \leqslant 16$ мм $\alpha = 90°$.
2. При длине болта до 120 мм длина резьбы l_0.

Таблица 1.27

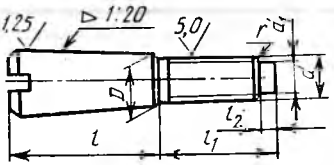
Длина болтов с усом (ГОСТ 7783—81, ГОСТ 7785—81, ГОСТ 7801—81), мм

Номинальный диаметр	Головка					
	полукруглая		потайная		увеличенная полукруглая	
	l	l_{max}	l	l_{max}	l	l_{max}
5	16...80	30	16...80	25	—	—
6	16...100	35	16...100	30	25...100	35
8	16...100	35	20...110	35	30...150	35
10	20...160	40	20...160	40	35...200	40

Примечание. Стандарты предусматривают следующий ряд длин: 16, 20 мм, затем через каждые 5 мм до 80 мм и через 10 мм до 200 мм.

Таблица 1.28

Размеры конических болтов (ГОСТ 15163—78), мм



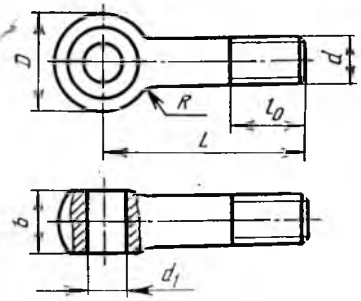
d	D	d_1	l_1	l_2	l	r
4	5	2,5	12	1,0	20...63	0,3
5	6	3,5	14	1,2	20...71	0,3
6	8	4,0	16	1,5	25...80	0,4
8	10	5,5	18	2,0	32...80	0,4
10	12	7,0	20	2,5	32...80	0,5

Примечания: **1.** Применяется резьба с крупным шагом, при $d \geqslant 8$ мм — с мелким.
2. Рекомендуемый ряд длин: 20, 25, 32, 40, 50, 63, 71, 80 и 100 мм.

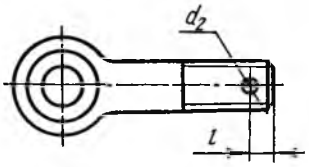
Таблица 1.29

Размеры откидных болтов (ГОСТ 3033—79), мм

Исполнение 1



Исполнение 2



d	*D*	d_1	d_2	*b*	*l*	*R*
5	10	4	1,6	6	2,5	4
6	12	5	1,6	8	2,5	5
8	14	6	2	10	3,5	5
10	18	8	2	12	3,5	6

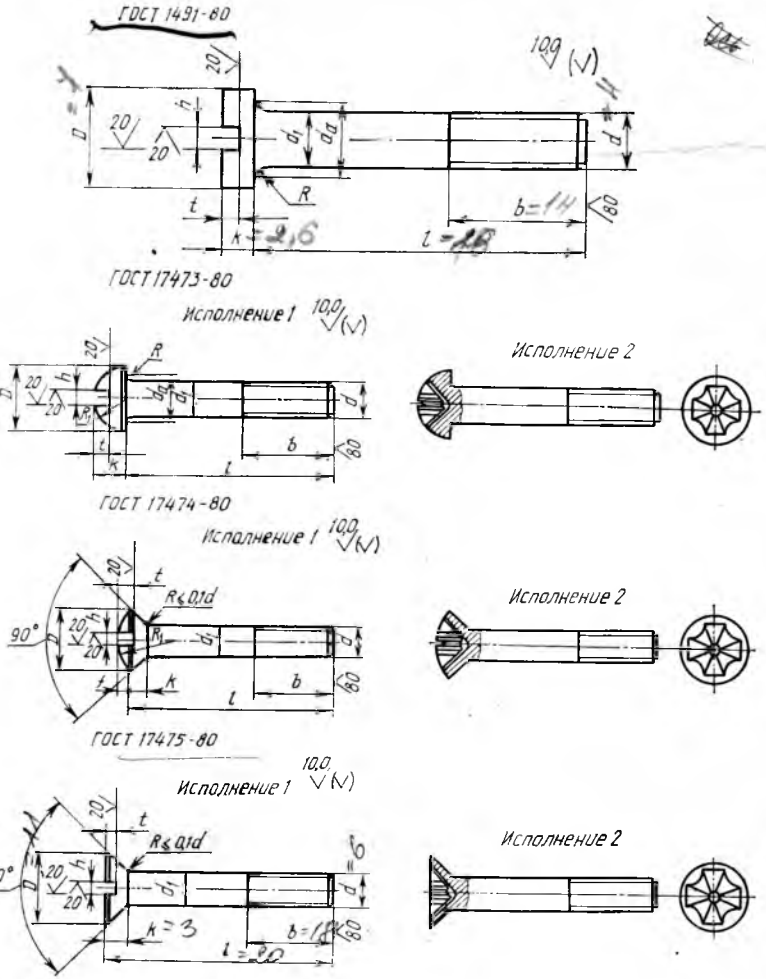
Таблица 1.30

Длина резьбы откидных болтов (ГОСТ 3033—79), мм

Длина болта, мм	Номинальный диаметр резьбы, мм			
	5	6	8	10
25	16	—	—	—
32	16	16	—	—
36	20	20	20	—
40	25	25	25	25
45	30	30	30	30
50	30	30	30	30
55	30	30	35	35
60	30	35	35	40
65	—	35	35	40
70	—	35	40	45
75	—	—	45	45
80	—	—	45	45
85	—	—	—	45
90	—	—	—	55
95	—	—	—	55
100	—	—	—	65

Таблица 1.31

Размеры винтов (ГОСТ 1491—80, ГОСТ 17473—80, ГОСТ 17474—80, ГОСТ 17475—80), мм



d	P	ГОСТ 1491—80		ГОСТ 17473—80		ГОСТ 17474—80, ГОСТ 17475—80		R_{max}	b	
		D	k	D	k	D	k		нормальная	удлиненная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,25	2,0	0,7	2,0	0,7	1,9	0,6	1,4	8	—
1,2	0,25	2,3	0,8	2,3	0,8	2,3	0,72	1,6	9	—
1,4	0,30	2,6	0,9	2,6	0,95	2,6	0,84	1,8	9	—
1,6	0,35	3,0	1,0	3,0	1,1	3,0	0,96	2,0	9	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	0,4	3,8	1,3	3,8	1,4	3,8	1,2	2,6	10	16
2,5	0,45	4,5	1,6	4,5	1,7	4,7	1,5	3,1	11	18
3	0,5	5,5	2,0	5,5	2,1	5,6	1,65	3,6	12	19
3,5	0,6	6,0	2,4	6,0	2,4	6,5	1,93	4,1	13	20
4	0,7	7,0	2,6	7,0	2,8	7,4	2,2	4,7	14	22
5	0,8	8,5	3,3	8,5	3,5	9,2	2,5	5,7	16	25
6	1	10	3,9	10	4,2	11,0	3	6,8	18	28
8	1,25	13	5	13	5,6	14,5	4	9,2	22	34
10	1,5	16	6	16	7	18	5	11,2	26	40

Примечание. Предельные отклонения диаметра D для винтов класса точности А — по $h12$, класса В — по $h14$.

Таблица 1.32

Длина винтов (ГОСТ 1491—80, ГОСТ 17473—80, ГОСТ 17474—80, ГОСТ 17475—80), мм

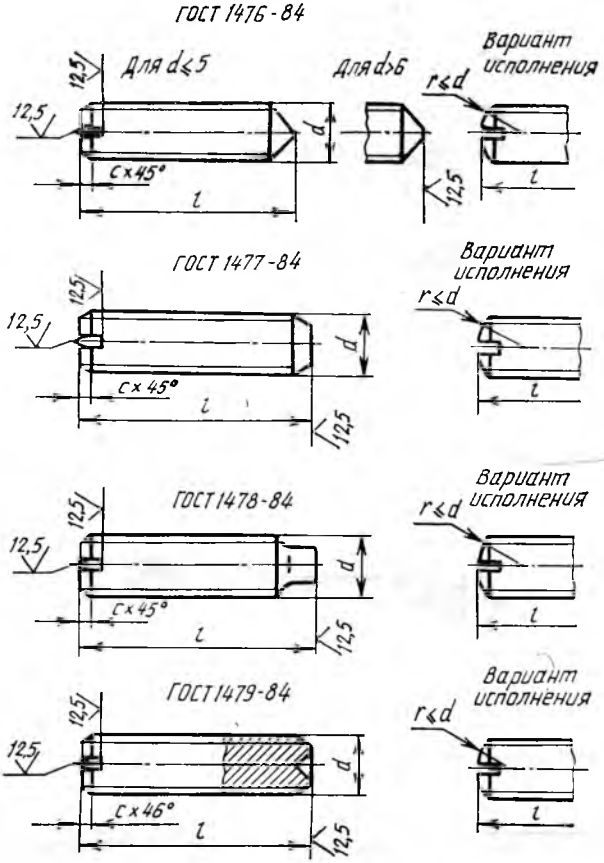
d	ГОСТ 1491—80	ГОСТ 17473—80	ГОСТ 17474—80	ГОСТ 17475—80
1	2...10	2...5	2...10	2...10
1,2	2...12	2...7	2...12	2...12
1,4	2...12	2...11	3...12	3...12
1,6	2...16	2...14	3...16	3...16
2	2,5...20	2,5...18	3...20	3...20
2,5	3...25	3...25	3,5...25	3,5...25
3	3...30	3...30	3,5...30	3,5...30
3,5	4...35	4...35	5...35	5...35
4	4...40	4...40	5...40	5...40
5	6...50	6...50	6...100	6...50
6	8...60	7...55	8...100	8...60
8	12...80	11...70	10...100	10...80
10	18...100	18...70	12...100	12...100

Примечания: **1.** Длина винтов по ряду 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, (42), 45, (48), 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100. Размеры в скобках непредпочтительные.

2. Предельные отклонения длины винта класса точности А — j_s15, класса В — по j_s16.

Таблица 1.33

Размеры винтов (ГОСТ 1476—84 — ГОСТ 1479—84), мм

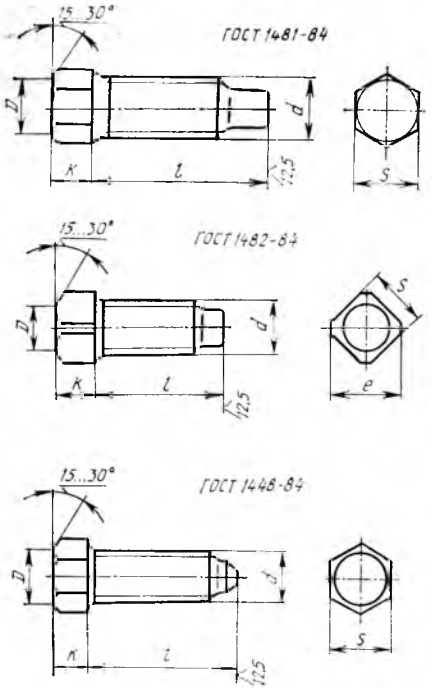


d	c	l
1	0,2	2; 2,5; 3; 4
1,2	0,2	2,5; 8; 4
1,6	0,3	2,5; 3; 4; 5; 6; 8
2	0,3	2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10
2,5	0,3	3; 4; 5; 6; 8; 10; 12
3	0,5	3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; (14); 16
4	0,5	4; 5; 6; 8; 10; 12; (14); 16; (18); 20
5	1,0	5; 6; 8; 10; 12; (14); 16; (18); 20; (22); 25
6	1,0	6; 8; 10; 12; (14); 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30
8	1,4	8; 10; 12; (14); 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; 35; 40
10	1,6	10; 12; (14); 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; 35; 40; 45; 50

Примечание. Размеры, приведенные в скобках, применять не рекомендуется.

Таблица 1.34

Размеры винтов (ГОСТ 1481—84 — ГОСТ 1483—84), мм



d	S	K	l
6	7; 8*	6; 5*	9
8	8; 10*	7; 6*	10
10	10; 12*	8; 7*	13

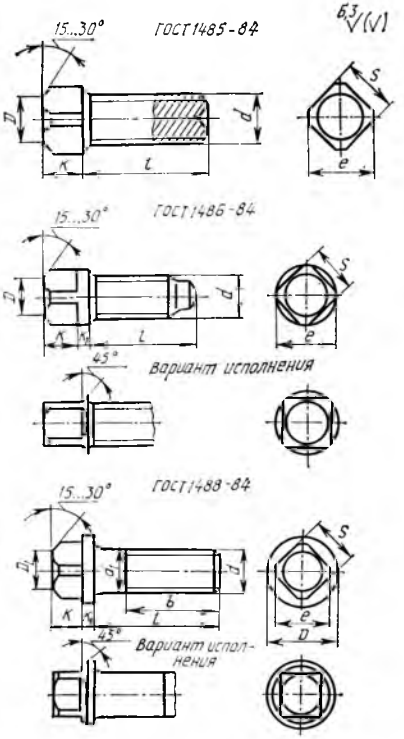
Примечания: **1.** Длина винтов берется по ряду: 12, 14, 16, 20, 25, 30 35, 40, 45, 50 мм.

2. При $d = 6$ мм $l = 12...35$ мм; при $d = 8$ $l = 14...40$; при $d = 10$ мм $l = 16...50$ мм.

3. $D = (0{,}90...0{,}95)\,S$.

* Для винтов ГОСТ 1483—84.

Размеры винтов (ГОСТ 1485—84, ГОСТ 1486—84, ГОСТ 1488—84), мм



d	d_1	S	k	e	D	b	k_1
5	5	5	3,5	6,5	7,5	16	—
6	6	7	5,5; 6*	9,0	11,0	18	2
8	8	8	5,5; 7*; 7**	10,0	14,0	22	3; 2*
10	10	10	7,0; 8*; 8**	13,0	16,0	26	3

Примечания: **1.** Длина винтов берется по ряду: 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 мм.

2. При $d = 5$ мм $l = 14 \ldots 45$ мм; при $d = 6$ $l = 14 \ldots 50$; при $d = 8$ $l = 16 \ldots 50$; при $d = 10$ мм $l = 20 \ldots 55$ мм.

3. $D = (0{,}90 \ldots 0{,}95)\, S$.

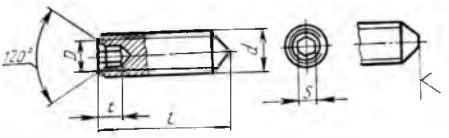
* Для винтов по ГОСТ 1486—84.

** Для винтов по ГОСТ 1488—84.

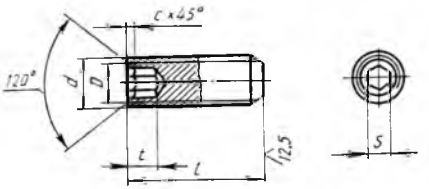
Размеры винтов (ГОСТ 8878—84, ГОСТ 11074—84, ГОСТ 11075—84), мм

ГОСТ 8878-84

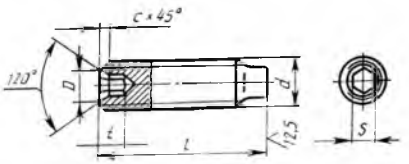
При $d \leq 5$ При $d \geq 6$



ГОСТ 11074-84



ГОСТ 11075-84



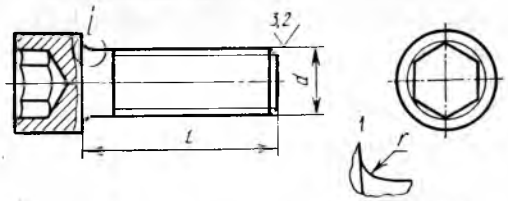
d	S	t, не менее	D	c
4	2,0	2,5	2,6	0,5
5	2,5	3,0	3,2	1,0
6	3,0	3,5	3,8	1,0
8	4,0	5,0	4,9	1,4
10	5,0	6,0	6,1	1,6

Примечания: 1. Длина винтов берется по ряду: 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 мм.

2. При $d = 4$ мм $l = 8 \ldots 20$ мм; при $d = 5$ $l = 10 \ldots 25$; при $d = 6$ $l = 10 \ldots 45$; при $d = 8$, 10 мм $l > 16$ мм.

Таблица 1.37

Размеры винтов (ГОСТ 11738—84), мм



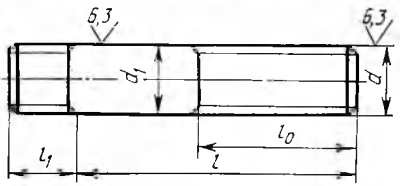
d	P	d	P
4	0,7	8	1; 1,25
5	0,8	10	1,25; 1,5
6	1		

Примечания: 1. Длина винтов берется по ряду: 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 мм.

2. При $d = 4$ мм $l = 10...35$ мм; при $d = 5$ $l = 10...50$; при $d = 6$ $l > 12$; при $d = 8$ $l > 16$; при $d = 10$ мм $l > 20$ мм.

Таблица 1.38

Длина ввинчиваемого резьбового конца шпилек (ГОСТ 22032—76 — ГОСТ 22043—76), мм



ГОСТ	Номинальный диаметр резьбы d, мм							
	2	2,5	3	4	5	6	8	10
	Шаг P, мм							
	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,25; 1,5
22032—76	—	3	3	4	5	6	8	10
22033—76	—	3	3	4	5	6	8	10
22034—76	3	3,2	4	5	6,5	7,5	10	12
22035—76	3	3,2	4	5	6,5	7,5	10	12
22036—76	3,2	4	5	6,5	8	10	14	16
22037—76	3,2	4	5	6,5	8	10	14	16
22038—76	4	5	6	8	10	12	16	20
22039—76	4	5	6	8	10	12	16	20
22040—76	5	6	7,5	10	12	16	20	25
22041—76	5	6	7,5	10	12	16	20	25

Примечания: 1. В стандартах предусмотрены диаметры до М48 включительно и длины шпилек до 300 мм.

2. Допускается изготовление шпилек с диаметром стержня, приблизительно равным среднему диаметру резьбы. В обозначении этих шпилек после слова «шпилька» следует указать цифру 2.

3. Диаметр стержня d_1 равен номинальному диаметру резьбы d.

Шпильки. Предназначены для соединения деталей с резьбовыми гнездами с деталями, имеющими сквозные отверстия. Конструкция и размеры шпилек приведены в табл. 1.38, 1.39.

Примеры обозначений

Шпилька М16×2—6g×120 ГОСТ 22032—76 — шпилька с диаметром резьбы 16 мм, крупный шаг (2 мм), поле допуска 6*g*, длина 120 мм, класс прочности 5.8 (не указывается), без покрытия.

Шпилька М16×1,5—8g×120.109.40Х.026 ГОСТ 22032—76 — то же, мелкий шаг — 1,5 мм, поле допуска 8*g*, класс прочности 10.9, из стали марки 40Х, покрытие (02) толщиной 6 мкм.

Шпилька $M16\times\frac{1{,}5—3n(3)}{2—6g}\times 120.66.056$ *ГОСТ 22032—76* — то же, мелкий шаг — 1,5 мм, поле допуска 3*n* (3) на ввинчиваемом конце, шаг 2 мм и поле допуска 6*g* на гаечном конце, класс прочности 6.6, покрытие (05) толщиной 6 мкм.

Таблица 1.39

Длина l_0 резьбы гаечного конца шпилек (ГОСТ 22032—76 — ГОСТ 22043—76), мм

l, мм	*d*, мм							
	2	2,5	3	4	5	6	8	10
10	Х	Х	Х	—	—	—	—	—
12	10	Х	Х	—	—	—	—	—
14	10	11	Х	Х	—	—	—	—
16	10	11	12	Х	Х	Х	Х	Х
20	10	11	12	14	16	Х	Х	Х
25	10	11	12	14	16	18	Х	Х
30	10	11	12	14	16	18	22	Х
35	10	11	12	14	16	18	22	26
40	10	11	12	14	16	18	22	26
45	10	11	12	14	16	18	22	26
50	10	11	12	14	16	18	22	26
55	10	11	12	14	16	18	22	26
60	10	11	12	14	16	18	22	26
65	10	11	12	14	16	18	22	26
70	10	11	12	14	16	18	22	26
75	10	11	12	14	16	18	22	26
80	10	11	12	14	16	18	22	26
85	—	11	12	14	16	18	22	26
90	—	11	12	14	16	18	22	26
100	—	11	12	14	16	18	22	26

Условное обозначение: Х — резьба по всей длине шпильки.

Гайки. Гайки шестигранные выпускаются класса точности А, нормальной высоты (ГОСТ 5927—70), высокие (ГОСТ 15524—70), особо высокие (ГОСТ 5931—70), низкие (ГОСТ 5929—70), с уменьшенным размером под ключ нормальной высоты (ГОСТ 2524—70)

и низкие (ГОСТ 2526—70), а также класса точности В нормальной высоты (ГОСТ 15521—70).

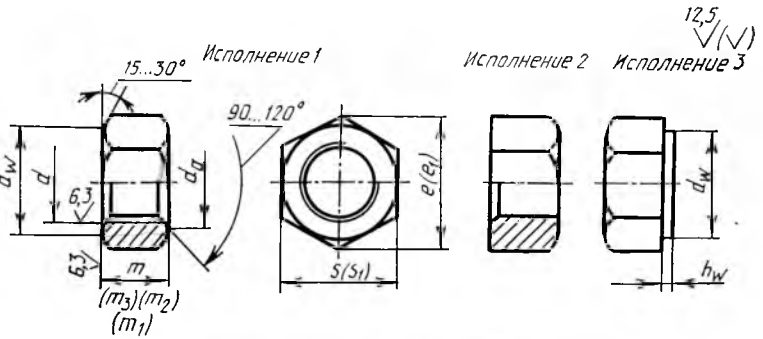
Гайки шестигранные прорезные и корончатые выпускаются классов точности А (ГОСТ 5933—73) и Б нормальной высоты (ГОСТ 5918—73) и низкие (ГОСТ 5919—73). Гайки класса точности В отличаются большими допусками на размеры под ключ S, на высоту m, h и большими значениями шероховатости резьбовой поверхности.

Гайки колпачковые (ГОСТ 11860—85) имеют резьбовые отверстия, закрытые с одной стороны. Гайки барашки (ГОСТ 3032—76) имеют элементы, предназначенные для завинчивания от руки.

Классы точности гаек отличаются допусками размеров под ключ и высоту. Конструкции гаек и их размеры даны в табл. 1.40—1.46.

Таблица 1.40

Размеры гаек (ГОСТ 5915—70, ГОСТ 15521—70, ГОСТ 15523—70, ГОСТ 15525—70, ГОСТ 5916—70, ГОСТ 15522—70), мм



d	P	S	S_1	e	e_1	d_a	d_w	h_w	m	m_1	m_2	m_3
1,6	0,35	3,2	—	—	3,3	1,84	2,9	0,2	1,3	—	—	1
2	0,40	4,0	—	—	4,2	2,30	3,6	0,2	1,6	—	—	1,2
2,5	0,45	5,0	—	—	5,3	2,9	4,5	0,3	2,0	—	—	1,6
3	0,50	5,5	—	—	5,9	3,45	5,0	0,4	2,4	3,6	—	1,8
(3,5)	0,60	6	—	—	6,4	4,00	5,4	0,4	2,8	—	—	2
4	0,70	7	—	—	7,5	4,60	6,3	0,4	3,2	4,8	—	2,2
5	0,80	8	—	—	8,6	5,75	7,2	0,5	4,7	6	—	2,7
6	1	10	—	—	10,9	6,75	9,0	0,5	5	7,5	—	3,2
8	1,25	13	12	13,1	14,2	8,75	11,7	0,6	6,5	9,0	12	4
10	1,5	17	14	15,3	18,7	10,8	15,5	0,6	8	12	15	5

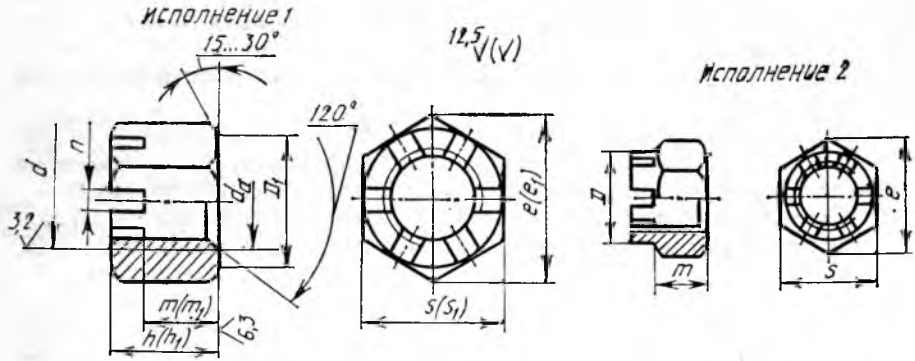
Примечания: 1. Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2. Стандарты распространяются на гайки с резьбой до М48 включительно.

3. ГОСТ 5916—70 предусматривает $d = (1)$; $d = (1,4)$.

Таблица 1.41

Размеры прорезных и корончатых гаек (ГОСТ 5932—73, ГОСТ 5933—73, ГОСТ 2528—73, ГОСТ 5935—73), мм



d	P	S	S_1	h	h_1	e	e_1	N	n	m	m_1	d_a
4	0,7	7	—	5	—	7,7	—	6	1,2	3,2	—	4,6
5	0,8	8	—	6	—	8,8	—	6	1,4	4	—	5,7
6	1	10	—	7,5	6	11,0	—	6	2	5	3,5	6,75
8	1,25	13	12	9,5	7	14,4	13,2	6	2,5	6,5	4	8,75
10	1,5	17	14	12	8	18,9	15,5	6	2,8	8	5	10,85

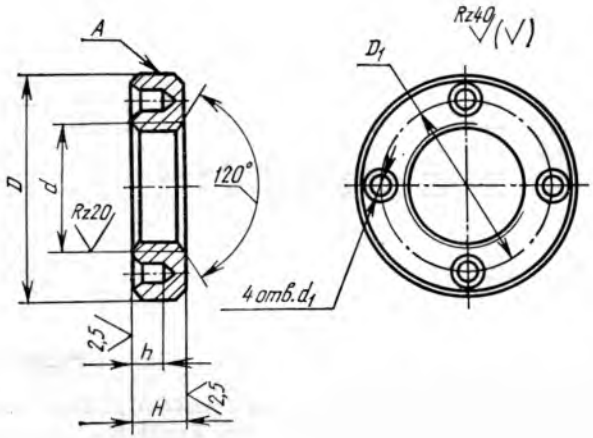
Примечания: 1. Стандарты распространяются на гайки с резьбой до М48 включительно.

2. N — число прорезей.

3. $D_1 = (0{,}9 \ldots 0{,}95)\,S$.

Таблица 1.42

Размеры круглых гаек (ГОСТ 6393—73), мм

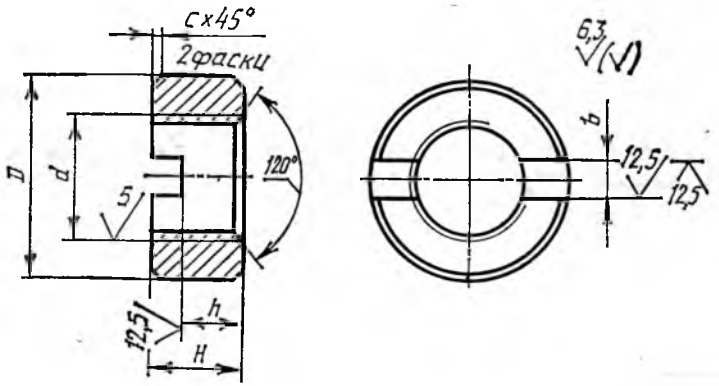


d	P	D	D_1	d_1	H	h
8	1	18	13	3,0	6	3,5
10	1,25	22	15	3,0	6	3,5
12	1,25	26	18	3,0	6	3,5
14	1,5	28	20	3,0	6	3,5
16	1,5	30	22	3,5	8	5,0
18	1,5	32	24	3,5	8	5,0
20	1,5	34	27	3,5	8	5,0

Примечание. Предельные отклонения размеров: D по $h13$, d по $H13$, H по $h14$, h по $\pm IT14/2$.

Таблица 1.43

Размеры круглых гаек (ГОСТ 10657—80), мм



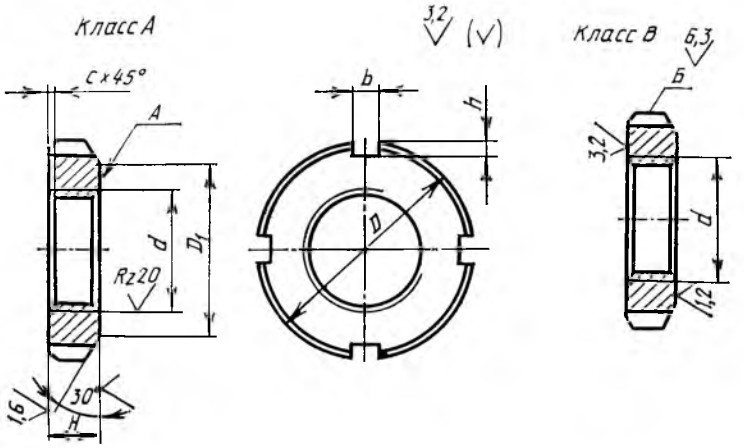
d	P	D	H	b	h	c
1	0,25	2,5	1,0	0,3	0,7	0,1
1,2	0,25	3,0	1,2	0,3	0,8	0,1
1,6	0,35	3,0	1,6	0,5	1,0	0,1
2	0,4	4,0	2,0	1,0	1,3	0,2
2,5	0,45	5,0	2,2	1,0	1,5	0,2
3	0,5	6,0	2,5	1,2	1,6	0,2
4	0,7	8,0	3,5	1,4	2,2	0,4
5	0,8	10	4,0	2,0	2,5	0,4
6	1	11	5,0	2,8	2,7	0,6
8	1,25	14	6,5	3,0	3,5	0,6
10	1,5; 1,25	18	8,0	3,5	4,5	0,6
12	1,75; 1,25	22	10	4,0	6,0	0,8
16	2,0; 1,5	27	12	4,0	8,0	0,8
20	2,5; 1,5	32	14	5,0	9,0	1,0

Примечания: 1. c — фаска. Для гаек М1; М1,2; М1,4 вместо фасок допускается притупление.

2. Предельные отклонения размеров: D по $h13$, H по $h14$.

Таблица 1.44

Размеры круглых гаек (ГОСТ 11871—80), мм

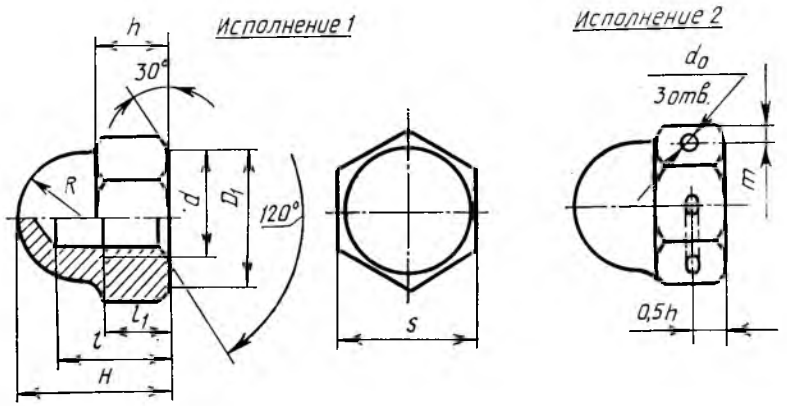


d	*P*	*D*	D_1	*H*	*b*	*h*	*c*
4	0,7; 0,5	12	6,5	3	1,6	1,6	0,6
5	0,8; 0,5	14	8,0	3	1,6	1,6	0,6
6	1; 0,5	16	9,5	4	2,0	2,0	0,6
8	1	22	14,0	6	3,5	2,0	0,6
10	1,25	24	16,0	8	4,0	2,0	0,6
12	1,25	26	18,0	8	4,0	2,0	0,6
14	1,5	28	20,0	8	4,0	2,0	0,6
16	1,5	30	22,0	8	5,0	2,5	0,6
18	1,5	32	24,0	8	5,0	2,5	1,0
20	1,5	24	27,0	8	5,0	2,5	1,0

Примечание. Число прорезей $N = 4$.

Таблица 1.45

Размеры колпачковых гаек (ГОСТ 11860—85), мм

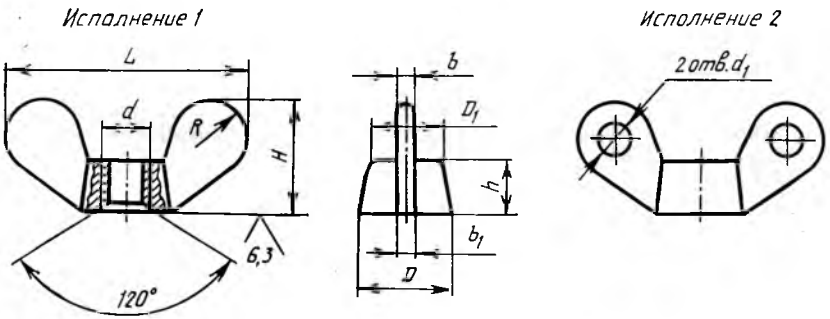


d	H	h	R	l	l_1	$d_0 = m$	S
3	7,0	2,4	2,5	5	2	—	5,5
4	9	3,2	3,0	6	3	—	7
5	10	4,0	4,0	7	3,8	—	8
6	12	5,0	5,0	8	4	1,5	10
8	15	6,5	6,5	11	6	1,5	13
10	18	8	8	13	7	2	17

Примечания: 1. Шестигранник имеет нормальные размеры.
2. Резьба с мелким шагом применяется при $d \geqslant 8$ мм.

Таблица 1.46

Размеры гаек-барашков (ГОСТ 3032—76), мм



d	D	D_1	L	H	h	b	b_1	R	d_1
3	7	6	20	8	3	1,2	1,5	3,0	—
4	8	7	24	10	4	1,5	2,0	4,0	4,0
5	10	8	28	12	5	2,0	2,5	4,5	4,5
6	12	10	32	14	6	2,5	3,0	5,0	5,0
8	15	13	40	18	8	3,0	3,4	6,0	6,0
10	18	15	48	22	10	3,4	4	7,0	7,0

Примечания: 1. $d_\Phi = d + 0{,}8P$.
2. Резьба с мелким шагом применяется при $d \geqslant 8$ мм.

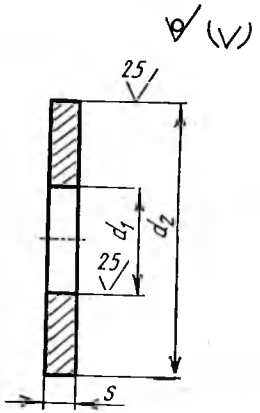
Примеры обозначения

Гайка М12—6Н.5 ГОСТ 15521—70 — гайка шестигранная, резьба М12, крупный шаг, поле допуска 6*Н*, класс прочности 5, без покрытия.

Гайка М12×1,25—6Н.12.40Х.016 ГОСТ 15521—70 — то же, мелкий шаг — 1,25 мм, поле допуска 6*Н*, класс прочности 12, сталь марки 40Х, покрытие цинковое хроматированное (01) толщиной 6 мкм.

Таблица 1.47

Размеры шайб (ГОСТ 11371—78, ГОСТ 6958—78, ГОСТ 10450—78), мм

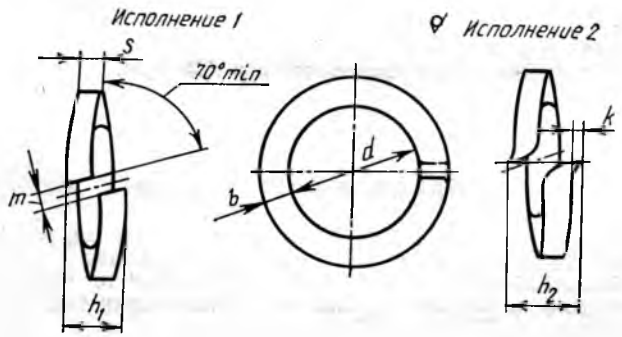


$d_{1\,1}$	d_1	d_2	s
1	1,1	3; 5; 4*; 2,5*	0,3; 0,3*; 0,3**
1,2	1,3	4; 4*; 3**	0,3; 0,3*; 0,3**
1,4	1,6	1,5**; 4; 3**	0,3; 0,3**
1,6	1,7	4; 5*; 3**	0,3; 0,3*; 0,3**
2	2,2	5; 6*; 3,5**	0,3; 0,3*; 0,3**
2,5	2,7	6,5; 8*; 4,5**	0,3; 0,5*; 0,3**
3	3,2	7; 10*; 6**	0,5; 0,8*; 0,5**
4	4,3	9; 12*; 8**	0,8; 1,0*; 0,8**
5	5,3	10; 16*; 10**	1,0; 1,6*; 0,8**
6	6,4	12,5; 18*; 12**	1,6; 1,6*; 1,0**
8	8,4	17; 24*; 15,5**	1,6; 2,0*; 1,6**
10	10,5	21; 30*; 18**	2,0; 2,5*; 1,6**

* Шайбы увеличенные (ГОСТ 6958—78).
** Шайбы уменьшенные (ГОСТ 10450—78).

Таблица 1.48

Размеры пружинных шайб (ГОСТ 6402—70), мм



$d_н$	d	$b=s$	b^*	s^*	$b^{**}=s^{**}$	k
2	2,1	0,5	0,8	0,5	0,6	—
2,5	2,6	0,6	0,8	0,6	0,8	—
3	3,1	0,8	1,0	0,8	1,0	—
3,5	3,6	1,0	1,0	0,8	—	0,15
4	4,1	1,0	1,2	0,8	1,8	0,15
5	5,1	1,2	1,2	1,0	1,6	0,15
6	6,1	1,4	1,6	1,2	2,0	0,2
7	7,2	2,0	2,0	1,6	—	0,2
8	8,2	2,0	2,0	1,6	2,5	0,3
10	10,2	2,5	2,5	2,0	3,0	0,3

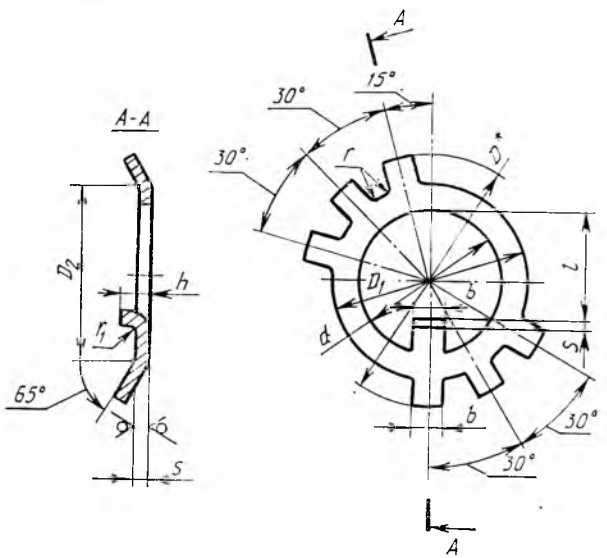
Примечания: 1. $d_н$ — номинальный диаметр резьбы крепежных деталей.
2. В стандарте предусмотрены шайбы для крепежных деталей до М48. Для крепежных деталей от М10 предусмотрены особо тяжелые шайбы (ОТ).
3. $m \leqslant 0,7s$; $h_1 = 2s \pm 15\ \%$; $h_2 = (2s + 2k) \pm 15\ \%$.

* Для легких шайб (Л).
** Для тяжелых шайб (Т).

Шайбы. Используют в качестве прокладок под крепежные детали, для предотвращения самоотвинчивания. Шайбы бывают пружинные, стопорные, контровочные, фиксирующие, запорные, обжимные, изоляционные и др. (табл. 1.47—1.50).

Таблица 1.49

Размеры стопорных многолапчатых шайб (ГОСТ 11872—80), мм

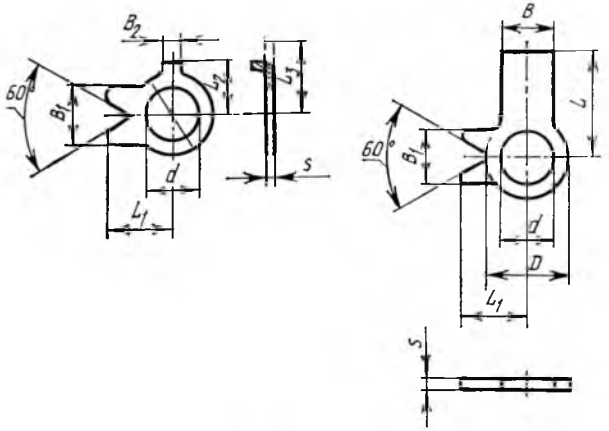


$d_н$	d	D	D_1	b	l	h	r, не более	s
4	4,2	14	6,5	1,5	2,7	2,0	0,2	0,8
5	5,2	16	8,0	1,5	3,2	2,0	0,2	0,8
6	6,2	18	9,5	1,8	4,2	2,5	0,2	1,0
8	8,5	24	14	3,0	5,5	2,5	0,2	1,0
18	10,5	26	16	3,5	7,0	3,0	0,2	1,0
12	12,5	28	18	3,8	9,0	3,0	0,2	1,0
14	14,5	30	20	3,8	11	3,0	0,2	1,0
16	16,5	32	22	4,8	13	3,0	0,2	1,0
20	20,5	37	27	4,8	17	4,0	0,5	1,0

Примечания: 1. $d_н$ — номинальный диаметр резьбы крепежных деталей.
2. Размер D в развертке.
3. $D_2 \approx D_1$, $r_1 \approx s$.
4. Предельные отклонения размеров: d по $H13$, D по $h14$, D_1 по $h14$, b по $h14$, l по $H14$, h по $h14$.

Таблица 1.50

Размеры стопорных шайб с лапками (ГОСТ 13463—77), мм



$d_н$	d	D	B	B_1	L	L_1	s	B_2	L_2	L_3
3	3,2	5,5	3	4	12	5,0	0,5	2,4	4,5	7,5
4	4,3	7	4	5	14	6,0	0,5	2,4	5,5	8,5
5	5,3	8	5	6	16	7,5	0,5	3,4	7,0	10,0
6	6,4	10	6	7,5	18	9	0,8	3,4	7,5	11,5
8	8,4	14	8	9	20	11	1,0	3,4	8,5	12,5
10	10,5	17	10	10	22	13	1,0	4,4	10	14

Примечание. $d_н$ — номинальный диаметр резьбы крепежных деталей.

Примеры обозначения

Шайба 12.08кп.016 ГОСТ 6958—78 — шайба для крепежной детали, диаметр резьбы 12 мм, сталь марки 08кп, покрытие цинковое хроматированное (01) толщиной 6 мкм.

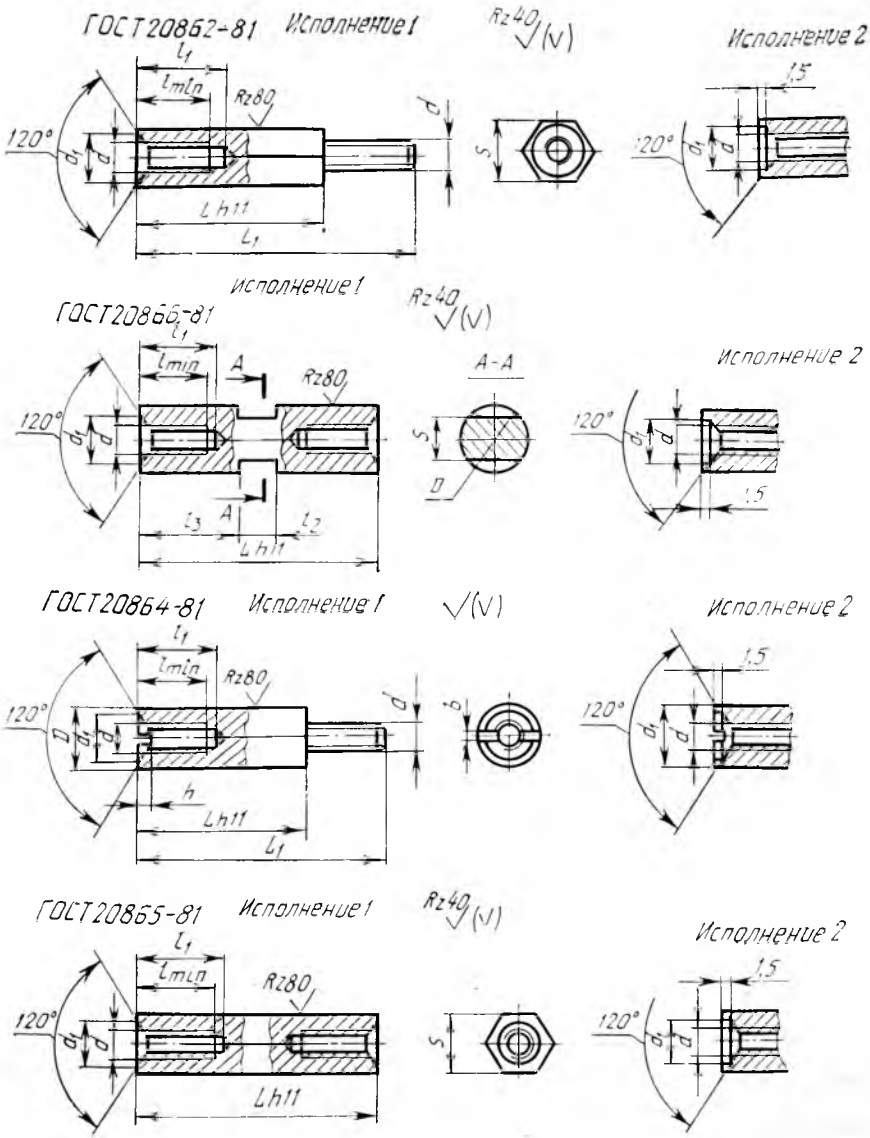
Шайба 8Л 65Г 029 ГОСТ 6402—70 — шайба легкая (Л), диаметр резьбы 8 мм, сталь марки 65Г, покрытие кадмиевое (02) толщиной 9 мкм.

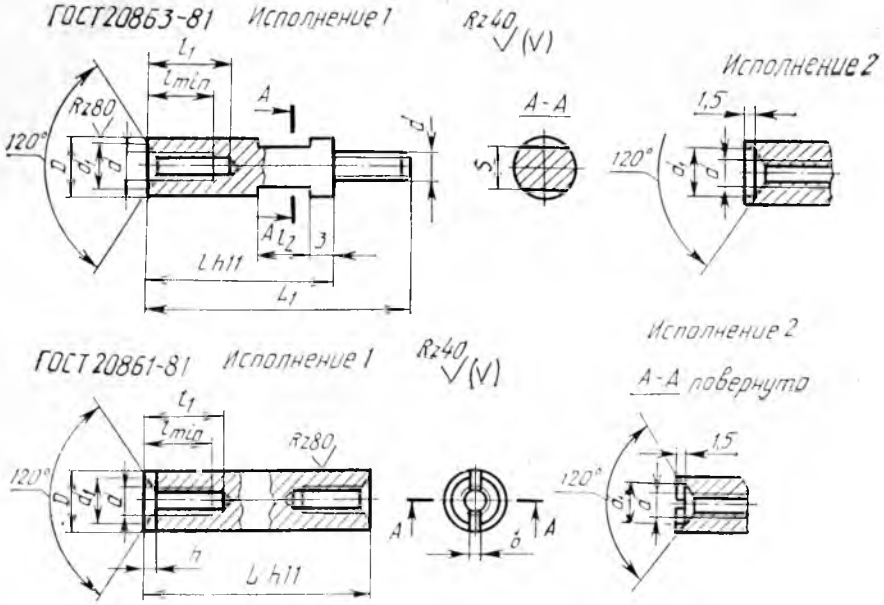
Шайба 2У8Л6 5Г 029 ГОСТ 6402—70 — то же, исполнение 2.

Шайба 64.01.05 ГОСТ 11872—70 — шайба, диаметр резьбы 64, материал группы (01), покрытие (05).

Таблица 1.5

Размеры стоек, мм





d	P	S	D	d_1	l	l_1	l_2	h	b
2	0,40	4,0	5	2,2	4	5	5	0,6	0,5
2,5	0,45	5,0	6	2,7	5	6	5	0,8	0,6
3	0,50	5,5	7	3,2	6	9	6	1,0	0,8
4	0,70	7,0	8	4,3	7	10	6	1,2	1,0
5	0,80	8,0	9	5,3	8	12	7	1,6	1,2
6	1,00	10,0	11	6,4	9	13	10	2,0	1,6

Стойки. Стойки установочные крепежные (ГОСТ 20862—81—ГОСТ 20868—81) предназначены для соединения базовых деталей приборов. Конструкции и рекомендуемые размеры стоек приведены в табл. 1.51, 1.52.

В обозначении не указывают исполнение 1 и повышенную степень точности стоек.

Примеры обозначения

Стойка М3×20×25×56.016 — стойка повышенной степени точности 1 (не обозначается), диаметр резьбы 3 мм, длина без резьбового конца 20 мм, общая длина 25 мм, класс прочности 5.6, покрытие (01) толщиной 6 мкм.

Стойка 2Н М3×20×25 — 56.016 — то же, исполнение 2, нормальной степени точности (Н).

Таблица 1.52

Длина L_1 стоек, мм

L, мм	L_1 при номинальном диаметре резьбы d, мм						L, мм	L_1 при номинальном диаметре резьбы d, мм					
	2	2,5	3	4	5	6		2	2,5	3	4	5	6
7	11/14						22	26/29	27/30	27/31	28/34		
8	12/15	13/16					24	28/31	29/32	29/33	30/36		
9	13/16	14/17					26	30/33	31/34	31/35	32/38		
10	14/17	15/18					28	32/35	33/36	33/37	34/40		
11	15/18	16/19					30	34/37	35/38	35/39	36/42	38/44	
12	16/19	17/20					32		37/40	37/41	38/42	40/46	
13	17/20	18/21					34		39/42	39/43	40/46	42/49	
14	18/21	19/22					36		41/44	41/45	42/48	44/50	
15	19/22	20/23	20/24				38		43/46	43/47	44/49	46/52	
16	20/23	21/24	21/25				40		45/48	45/49	46/52	48/54	49/57
17	21/24	22/25	22/26				42			47/51	48/54	50/57	51/60
18	22/25	23/26	23/27	24/30			45			50/54	51/56	53/59	54/62
19	23/26	24/27	24/28	25/31			48			53/57	54/60	56/63	57/66
20	24/27	25/28	25/29	26/32			50			55/59	56/52	58/64	59/67

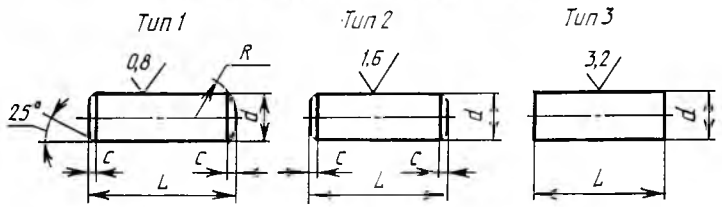
Примечание. L_1 — общая длина стойки (в числителе — значение для коротких стоек, в знаменателе — длинных).

1.7. ШТИФТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Штифты применяют для фиксации относительного расположения сопрягаемых деталей, можно использовать для передачи сил и вращающих моментов.

Таблица 1.53

Размеры штифтов (ГОСТ 3128—70), мм



d	L	d	L	d	L	d	L
0,6	2,5...8	1,2	2,5...25	2,5	5...50	5	10...55
0,8	2,5...14	1,6	3,0...30	3	6...55	6	12...55
1,0	2,5...16	2	4...40	4	8...55		

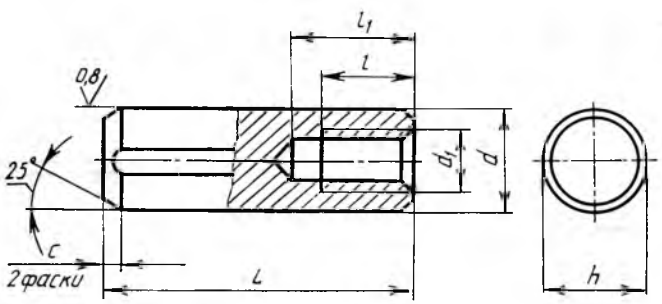
Примечания: 1. Длина штифтов L по ряду: 2, 5, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 36, 40, 45, 50, 55 мм.

2. При $d = 0{,}6...0{,}8$ мм $C = 0{,}1$ мм; при $d = 1{,}0...1{,}2$ $C = 0{,}2$; при $d = 1{,}6...2$ $C = 0{,}3$; при $d = 2{,}5...3$ $C = 0{,}5$; при $d = 4$ $C = 0{,}6$; при $d = 5$ $C = 0{,}8$; при $d = 6$ мм $C = 1{,}0$ мм.

3. $R \approx d$.

Таблица 1.54

Размеры штифтов (ГОСТ 12207—79), мм



d	d_1	l	l_1	c	h
4	M2,5	5	8	0,6	3,5
5	M3	5	8	0,8	4,5
6	M4	6	10	1,0	5,5

Примечания: 1. Длина штифтов по ряду: 16, 20, 25, 30, 32, 40, 50 мм.

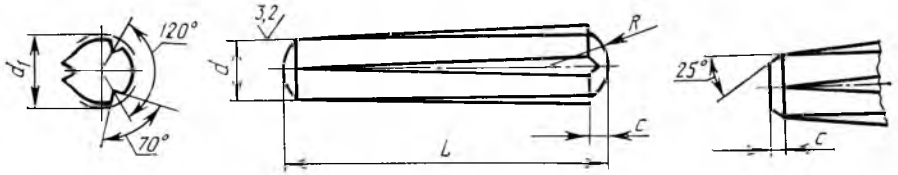
2. При $d = 4$ мм $L \leqslant 40$ мм; при $d = 6$ $L \geqslant 20$ мм.

Цилиндрические штифты (ГОСТ 3128—70, ГОСТ 12207—79, ГОСТ 10774—80, ГОСТ 10773—80, ГОСТ 12850—80, табл. 1.53—1.60) устанавливаются в соединениях по посадкам с зазором и натягом, а также переходным.

Цилиндрические штифты (ГОСТ 3128—70) изготовляются из стали 45 (ГОСТ 1050—74) диаметром d до 50 мм. Как правило,

Таблица 1.55

Размеры штифтов (ГОСТ 10773—80), мм



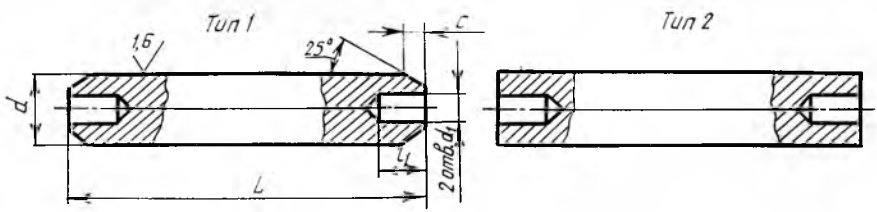
d	d_1	c	L
1,6	1,80	0,3	4...20
2	2,25	0,3	4...30
2,5	2,75	0,5	5...30
3	3,35	0,5	6...40
4	4,40	0,6	8...45
5	5,40	0,8	8...45
6	6,40	1,0	10...45

Примечания: 1. Длина штифтов L по ряду: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 36, 40, 45 мм.

2. $R \approx d$.

Таблица 1.56

Размеры штифтов (ГОСТ 10774—80), мм

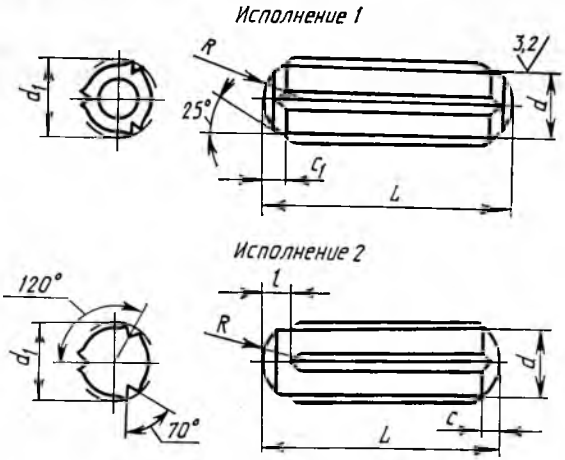


d	L	d_1	l_1	c
2,0	6...20	1,0	1,6	0,3
2,5	8...25	1,6	1,8	0,5
3,0	8...30	2,0	2,0	0,5
4,0	10...40	2,0	2,5	0,6
5,0	12...50	3,0	3,0	0,8
6,0	14...60	4,0	4,0	1,0

Примечание. Длина штифтов по ряду, указанному в табл. 1.55.

Таблица 1.57

Размеры штифтов (ГОСТ 12850—80), мм



d	d_1	c	c_1	l	L
1	1,1	0,2	0,4	—	4...12*
1,2	1,3	0,2	0,4	—	4...10*; 12
1,6	1,8	0,3	0,6	0,8	4...5*; 6...20
2	2,2	0,3	0,6	0,8	4...5*; 6...30
2,5	2,7	0,5	1,0	1,2	6*; 8...30
3	3,25	0,5	1,0	1,2	6*; 8...40
4	4,35	0,6	1,2	1,6	6...8*; 10...50
5	5,35	0,8	1,6	2,0	8...10*; 12...50
6	6,35	1,0	2,0	2,0	10*; 12...50

Примечания: 1. Длина штифтов L по ряду: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 36, 40, 45, 50 мм.
2. $R \approx d$.

* Только для штифтов исполнения 1.

они термически не обработаны, но по заказу потребителя допускается термическая обработка.

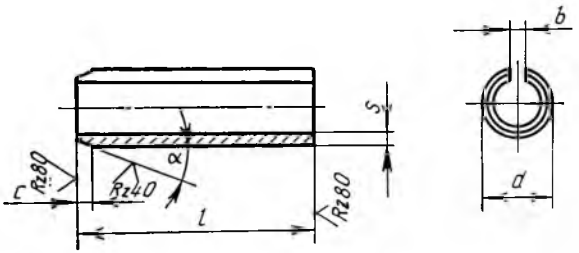
Они бывают трех типов: 1, 2, 3. Поля допусков диаметра d: $m6$ (тип 1), $h8$ (тип 2), $h11$ (тип 3).

Примеры обозначения

Штифт 10m6×60 ГОСТ 3128—70 — штифт типа 1, диаметр 10 мм, длина 60 мм.
Штифт 10h8×60 ГОСТ 3128—70 — то же, типа 2.
Штифт 10h11×60 ГОСТ 3128—70 — то же, типа 3.

Цилиндрические штифты (ГОСТ 12207—79) изготовляются из стали 45 (незакаленные) диаметром до 32 мм и из углеродистой

Размеры штифтов (ГОСТ 14229—78), мм



d	*s*	*b*	*c*	*l*
1	0,2	0,5	0,2	4...16
1,6	0,32	0,7	0,3	4...20
2	0,4	0,7	0,3	4...30
2,5	0,5	1,1	0,4	5...30
3	0,6	1,1	0,6	6...45
4	0,8	1,2	0,8	8...50
5	1,0	1,2	1,6	10...50
6	1,2	1,4	1,6	12...50

Примечания: **1.** При $d = 1...4$ мм $\alpha = 28°$; при $d > 4$ мм $\alpha = 15°$.
2. Длина штифтов L по ряду: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 мм.

качественной конструкционной стали (закаленные). Твердость рабочей поверхности штифта 54...62 $HRC_э$.

Поля допуска диаметра штифта d — $m6$, поле допуска резьбы — $7H$. Длину штифтов L выбирают из ряда: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 30, 20, 25, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100 мм.

Примеры обозначения

Штифт 10×40 ГОСТ 12207—79 — штифт незакаленный, номинальный диаметр 10 мм, длина 40 мм.

Штифт 2.10×40.20Х. Хим. Окс. прм. ГОСТ 12207—79 — штифт закаленный, номинальный диаметр 10 мм, длина 40 мм, марка стали 20Х, покрытие — Хим. Окс. прм.

Цилиндрические штифты (ГОСТ 10774—80) изготовляются из стали 45 диаметром до 25 мм. Бывают двух типов: 1 и 2. Поля допусков размеров: диаметра d — $h9$ (тип 1); $h11$ (тип 2); длины L — $h14$, диаметра отверстия d_1 — $H13$; глубины отверстия l_1 — $IT15$.

Примеры обозначения

Штифт 8h9×45 ГОСТ 10774—80 — штифт типа 1 без покрытия, диаметр 8 мм, длина 45 мм.

Штифт 8h11×45 Хим. Окс. прм. ГОСТ 10744—80 — то же типа 2, покрытие — Хим. Окс. прм.

Цилиндрические штифты (ГОСТ 10773—80) изготовляются из стали 45, А12, 10кп и 20кп диаметром d до 16 мм.

Поля допусков размеров: диаметра $d<3$ мм — $h9$, $d>3$ мм — $h11$; диаметра описанной окружности насечки d_1 — h_{13}; длины L — $js15$; фаски размеров 0,3 мм — +0,1 мм, свыше 0,3 до 1 мм — +0,15 мм, свыше 1 мм — $js15$.

Номинальный диаметр отверстий под запрессовку штифтов равен номинальному диаметру штифта d. Предельные отклонения диаметра отверстий при $d\leqslant 3$ мм по $H9$, при $d>3$ мм по $H11$.

Примеры обозначения

Штифт 5×50 ГОСТ 10773—80 — штифт, диаметр 5 мм, длина 50 мм.

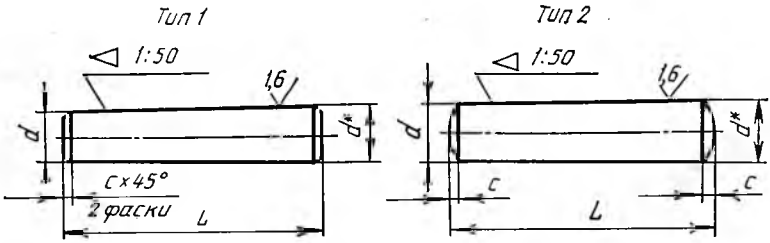
Штифт 5×50 Хим. Окс. прм. ГОСТ 10773—80 — то же, покрытие — Хим. Окс. прм.

Штифты цилиндрические (ГОСТ 12850—80) изготовляются из стали 45, а также из легированных конструкционных сталей диаметром d до 25 мм.

Отверстие под штифт равно номинальному диаметру. Поле допуска диаметра отверстия — $H11$.

Таблица 1.59

Размеры штифтов (ГОСТ 3129—70), мм



d	c	L	d	c	L
0,6	0,1	4...12	2,5	0,5	10...45
0,8	0,1	4...14	3	0,5	12...45
1,0	0,2	5...16	4	0,6	16...45
1,2	0,2	6...20	5	0,8	20...45
1,6	0,3	6...25	6	1,0	25...45
2	0,3	8...40			

Примечания: 1. Длина штифтов L по ряду: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45 мм.

2. $d^* = d + L/50$.

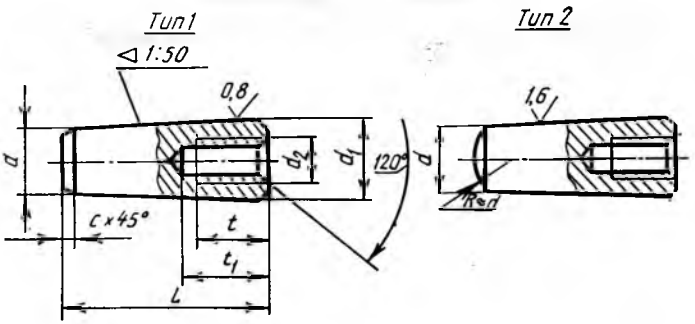
Пример обозначения

Штифт 5×50 ГОСТ 12850—80 — штифт, диаметр 5 мм, длина 50 мм, без покрытия.

Штифты конические (табл. 1.59—1.62) выполняют по ГОСТ 3129—70, ГОСТ 9464—79, ГОСТ 9465—79, ГОСТ 19119—80. В соединениях устанавливаются только с натягом.

Таблица 1.60

Размеры штифтов (ГОСТ 9464—79), мм



d	d_2	t	t_1	c
6	M4	6	10	1,0
8	M5	8	12	1,2
10	M6	10	16	1,6
12	M8	12	20	1,6
16	M10	16	25	2,0

Примечания: 1. Длина штифтов L по ряду: 25, 30, 36, 40, 45, 50, 55, 60 мм.

2. При $d = 10$ мм $L > 30$ мм; при $d = 12$ $L > 36$, при $d = 16$ мм $L > 40$ мм.

3. $d_1 = d + L/50$.

4. Предельные отклонения размеров d по $h10$.

Штифты конические (ГОСТ 3129—70) из стали 45 бывают двух типов: 1 и 2. Поле допуска диаметра d штифтов $h10$ (тип 1), $h11$ (тип 2). Предельные отклонения конусности штифтов (СТ СЭВ 178—75) $\pm \frac{AT8}{2}$ (тип 1), $\pm \frac{AT_{10}}{2}$ (тип 2). Размеры штифтовых соединений приведены в табл. 1.63, 1.64.

Примеры обозначения

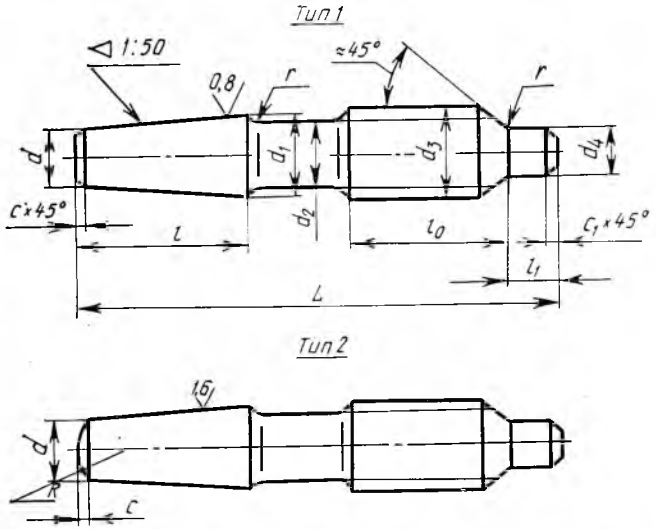
Штифт 10×60 ГОСТ 3129—70 — штифт типа 1, номинальный диаметр 10 мм, длина 60 мм.

Штифт 2.10×60 ГОСТ 3129—70 — то же, типа 2.

Штифт 10×80 Хим. Окс. прм. ГОСТ 19119—80 — штифт конический, диаметр 10 мм, длина 80 мм, покрытие — Хим. Окс. прм.

Таблица 1.61

Размеры штифтов (ГОСТ 9465—79), мм

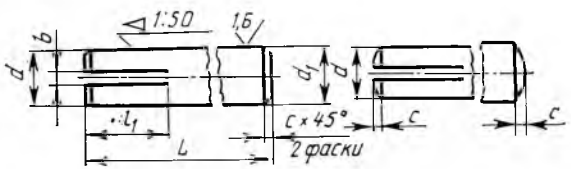


d	d_3	d_4	l	l_0	l_1	c	c_1	r
5	M5	3,5	20	10	1,2	0,8	0,7	0,5
6	M6	4,5	25	12	1,5	1,0	0,7	0,1

Примечания: 1. Длина штифтов L по ряду: 40, 45, 50, 55 мм.
2. При $d = 5$ мм $L < 50$ мм; при $d = 6$ $L > 45$ мм.
3. $d_1 = d + l/50$.
4. $R \approx d$.

Таблица 1.62

Размеры штифтов (ГОСТ 19119—80), мм

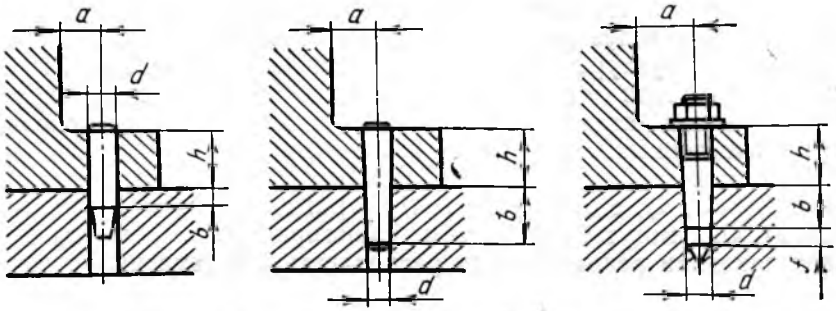


d	L	l_1	b	c
5	40...90	12	—	0,8
6	50...100	15	1,0	1,0

Примечания: 1. Длина штифтов L по ряду: 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140, 150, 200, 250 мм.
2. $d_1 = d + L/50$.

Таблица 1.63

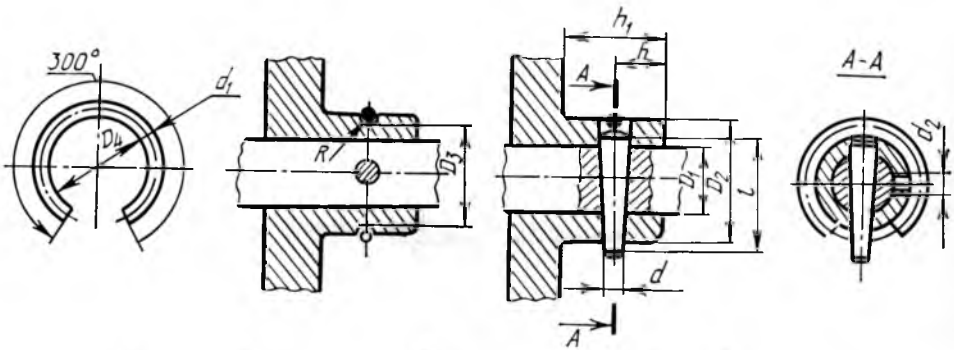
Размеры и расположение штифтов в соединяемых деталях, мм



d	a	h	b	f
1	3	2	1	—
1,6	4	3	1	—
2	5	4...6	1	—
2,5	6	6...8	2	3
3	6	10...12	3	3
4	7	14...16	4	4
5	7	16...20	6	5
6	10	20...25	8	6

Таблица 1.64

Размеры штифтовых соединений с предохранительными кольцами, мм



D_3	D_4	d_1	D_1	D_2	d	R	h	h_1	l	d_2
6	5	0,5	3	7	1,6	0,3	2,5	4	8	M2
7...8	6...7	0,5	4	8...9	1,6	0,3	2,5	4	10	M2
9	8	0,5	5	10	1,6	0,3	3,0	6	10	M2
11	10	0,5	6	12	1,6	0,3	3,0	6	12	M2
4	13	0,8	7...8	16	2,0	0,5	4,0	8	16	M3
16	15	0,8	9	18	2,0	0,5	4,0	8	20	M3
16	15	0,8	10	18	3,0	0,5	5,0	10	18	M3
20	18	0,8	12	22	3,0	0,5	5,0	10	20	M3
23	22	1,0	14...16	25	4,0	0,6	6,0	12	25	M4
26	25	1,0	17...18	28	4,0	0,6	6,0	14	30	M4
28...30	27...29	1,0	20	30...32	5,0	0,6	6,0	14	35	M4
33	32	1,0	22	35	5,0	0,6	7,0	16	35	M5
38	37	1,0	25	40	6,0	0,6	7,0	16	40	M5

1.8. ЗАКЛЕПОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Заклепочные соединения применяют при необходимости исключить сопутствующее сварке термическое воздействие, вызывающее ухудшение структуры металла в области сварного шва и коробление изделий; если металлы плохо поддаются сварке; в соединениях металлических деталей с неметаллическими. Их широко используют в тонкостенных конструкциях из легких сплавов.

Применяются три типа заклепочных соединений: внахлестку (рис. 1.13, *а*, *б*), с одной (рис. 1.13, *в*) и двумя накладками (рис. 1.13, *г*). Они могут быть одно- или многорядными. В многорядных швах заклепки рекомендуется располагать в шахматном порядке,

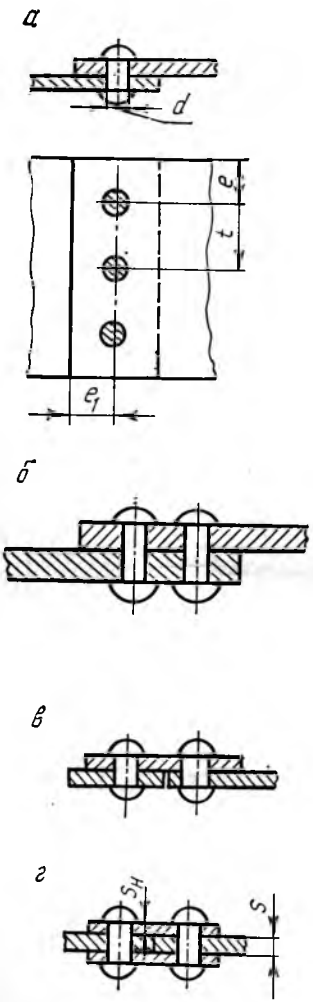


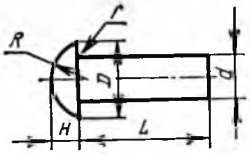
Рис. 1.13. Соединения заклепочные

что обеспечивает меньшее ослабление поперечных сечений соединяемых деталей.

Шаг заклепок t, а также размеры e и e_1 зависят от материала склепываемых элементов, их толщины, прочности, расположения заклепок, способа получения отверстий под заклепки. Для тонких листов можно принять $t = 3d...4d$, $e = e_1 = 1{,}5d...3d$.

Таблица 1.65

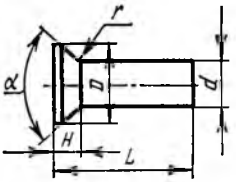
Размеры заклепок с полукруглой головкой, мм



Стандарт	d	D	H	R	L	r
ГОСТ 10299—80	1,0	1,8	0,6	1,0	2...8	0,2
	1,2	2,1	0,7	1,2	3...10	0,2
	1,6	2,9	1,0	1,6	3...12	0,2
	2,0	3,5	1,2	1,9	3...16	0,2
	2,5	4,4	1,5	2,4	3...20	0,2
	3,0	5,3	1,8	2,9	4...40	0,2
	4,0	7,1	2,4	3,8	5...50	0,4
	5,0	8,8	3,0	4,7	7...60	0,4
ГОСТ 14797—85	1,0	1,8	0,7	1,0	2...10	—
	1,2	2,1	0,7	1,2	2...12	—
	1,6	2,9	1,0	1,6	3...15	—
	2,0	3,6	1,2	2,0	3...16	—
	2,6	4,7	1,6	2,6	4...20	—
	3,0	5,4	1,8	3,0	5...24	—
	3,5	6,3	2,0	3,5	6...28	—
	4,0	7,1	2,3	4,0	6...32	—
	5,0	9,0	2,9	5,0	8...40	
ГОСТ 10302—80	2,0	4,0	0,8	2,9	2...10	0,2
	2,5	5,0	1,0	3,6	4...18	0,2
	3,0	6,0	1,2	4,4	4...38	0,2
	4,0	8,0	1,6	5,8	6...50	0,4
	5,0	10,0	2,0	7,3	8...50	0,4
ГОСТ 14800—85	2,0	4,8	0,9	3,6	3...16	—
	2,6	6,3	1,2	4,7	4...20	—
	3,0	7,2	1,4	5,4	5...24	—
	3,5	8,5	1,7	6,3	6...28	—
	4,0	9,6	1,9	7,3	6...32	—
	5,0	12,1	2,4	9,1	8...40	—

Таблица 1.66

Размеры заклепок с потайной головкой (ГОСТ 10300—80), мм



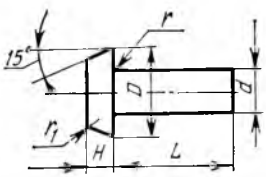
d	*D*	*H*	*L*	*r*
1,0	1,9	0,5	2...8; 2...10*	0,1
1,2	2,3	0,6	3...10; 2...12*	0,1
1,6	2,9; 2,7*	0,7	3...12; 3...15*	0,1
2,0	3,9; 2,9* 4,4	1,0; 0,8*	3...16; 3...16*	0,1
2,5	4,5; 4,6*; 5,35**	1,1; 0,9**	4...20; 3...20**	0,1
3,0	5,2; 6,1**	1,2; 1,0**	4...40; 5...24*	0,1
4,0	7,0; 7,8**	1,6; 1,2**	5...50; 6...32*	0,2
5,0	8,8; 9,5**	2,0; 1,4**	8...60; 8...40*	0,2

Примечание. При $d \leqslant 8$ мм $\alpha = 90°$; при $d = 10$ мм $\alpha = 75°$.

* Только для заклепок ГОСТ 14798—85.
** Только для заклепок ГОСТ 14799—85.

Таблица 1.67

Размеры заклепок с плоской головкой (ГОСТ 10303—80), мм



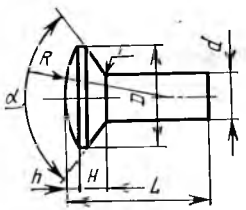
d	*D*	*H*	*L*	r_1	*r*
2,0	3,8	1,0	4...10; 3...16*	0,5	0,2
2,5	4,8	1,2	5...14; 4...20*	0,7	0,2
3,0	5,5	1,6	5...18; 5...24*	0,7	0,2
4,0	7,5	2,0	6...32; 6...32*	1,0	0,4
5,0	9,5	2,5	8...60; 8...40*	1,3	0,4

* Только для заклепок ГОСТ 14801—85.

Заклепки выпускаются: нормальной и повышенной точности, сплошные, пустотелые и полупустотелые (табл. 1.65—1.82). Заклепки повышенной точности служат для соединения деталей с высокими требованиями надежности.

Таблица 1.68

Размеры заклепок с полупотайной головкой (ГОСТ 10301—80), мм



d	D	H	h	R	L	r
2,0	6,0	1,2	0,5	9,3	3...16	0,1
2,5	7,0	1,4	0,7	9,1	3...18	0,1
3,0	8,0	1,6	0,8	10,4	4...26	0,1
4,0	10,5	2,0	1,0	14,3	5...36	0,2
5,0	13,0	2,5	1,3	16,9	8...48	0,2

Примечание. При $d \leqslant 5$ мм $\alpha = 120°$; при $d = 6$, $d = 8$ $\alpha = 90$; при $d = 10$ мм $\alpha = 75°$.

Длина заклепок (мм): нормальной точности (В) — 2...10 (через 1); 12...42 (через 2); 45, 48, 50, 52, 55, 58 и 60...100 (через 5); повышенной точности (С) — 2...20 (через 1); 22...60 (через 2).

В условном обозначении указывают: класс точности (В не указывают), диаметр, длину, группу и марку материала (кроме групп: 00, 02, 10, 21, 31, 32, 33, 36, и 37), условное обозначение покрытия, стандарт.

Материалы заклепок приведены в табл. 1.69, виды покрытий — в табл. 1.70, диаметры отверстий под заклепки повышенной точности (ГОСТ 11284—75) — в табл. 1.71.

Для слабонагруженных соединений применяют пустотелые заклепки. Когда соединение не допускает больших нагрузок в процессе клепки, например при соединении металлических деталей с деталями из пластмассы или керамики, применяют полупустотелые заклепки.

Размеры стандартных пустотелых и полупустотелых заклепок и толщины пакетов приведены в табл. 1.71—1.82, материалов и покрытия — в табл. 1.83.

Таблица 1.69

Материалы заклепок

Марка	Временное сопротивление срезу, МПа	Условное обозначение группы	Заклепки		
			сплошные		пустотелые и полупустотелые
			общего значения	повышенного качества	
Сталь					
Ст2	310	00	+	—	—
08кп	310	01	—	—	+
10	330	01	+	+	+
10кп	310	01	+	—	+
Ст3	310	02	+	—	—
16	330	03	+	+	—
15кп	310	03	+	—	+
20	390	04	—	—	+
20кп	390	04	—	—	+
09Г2	380	10	+	—	—
20Г2	500	11	—	+	—
12Х18Н9Т	430	21	+	+	+
Латунь					
Л63	300	32	+	+	+
Л63 (антимагнитная)	300	33	+	+	+
М3	190	38	+	—	—
М2	240	39	—	+	—
Сплавы					
АМг5	160	31	+	+	+
Д18	190	36	+	+	+
АД1	60	37	+	+	+
В65	250	41	—	+	+
Д19П	270	42	—	+	—

Условное обозначение: + — материал, применяемый для изготовления заклепок данного типа.

Примеры обозначения

Заклепка В8×20 ГОСТ 10299—80 — заклепка, класс точности В, диаметр 8 мм, длина 20 мм, материал группы 00 без покрытия.

Заклепка С8×20.38.М3.Н6 ГОСТ 10304—80 — заклепка, класс точности С, диаметр 8 мм, длина 20 мм, материал группы 38, медь марки М3, никелевое покрытие толщиной 6 мкм.

Таблица 1.70

Рекомендуемые покрытия для заклепок

Материал	Покрытие		Пример, обозначение
	вид	обозначение	
Стали			
Ст2, 10кп	Цинковое с хроматированием	01	Ц9. хр.
10, 15,	Кадмиевое с хроматированием	02	Кд9. хр.
15кп, 20Г2, 09Г2	Оксидно-фосфатное	13	Окс.-Фос.
12Х18Н9Т	Кадмиевое с хроматированием	02	Кд9. хр.
	Пассивное	11	Хим. Пас.
	Медное	08	М9
	Серебряное	12	Ср8
Латуни Л63 и Л63 антимагнитная	Цинковое с хроматированием	01	Ц9. хр.
	Кадмиевое с хроматированием	02	Кд. хр.
	Никелевое	03	Н9
	Оловянное	07	О9
	Пассивное	11	Хим. Пас.
	Серебряное	12	Ср9
Медь М2, М3 и МТ	Кадмиевое с хроматированием	02	Кд9. хр.
	Никелевое	03	Н9
	Оловянное	07	О9
	Пассивное	11	Хим. Пас.
	Серебряное	12	Ср9
Сплавы АМг5, АД1, Д18, В65, Д91П	Оксидное	05	Хим. Окс.
	Оксидное анодизационное с хроматированием	10	Ан. Окс. хр.
	Оксидное анодизационное с наполнением водой	14	Ан. Окс. упл.

Таблица 1.71

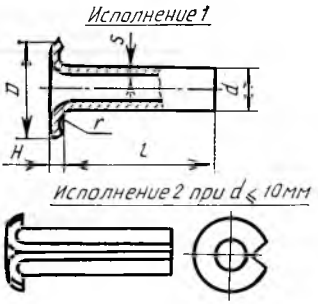
Размеры отверстий под заклепки повышенной точности, мм

d	d_0	d	d_0
1,0	1,1	3,0	3,1
1,4	1,5	3,5	3,6
1,6	1,7	4,0	4,1
2,0	2,1	5,0	5,1
2,6	2,7		

Примечание. Предельные отклонения размера d_0 по $H12$.

Таблица 1.72

Размеры пустотелых заклепок со скругленной головкой (ГОСТ 12638—80), мм



d	D	H	r	s для заклепок из			
				стали	латуни	алюминиевого сплава	меди
1,0	2,0	0,3	0,1	0,1	0,1	—	—
1,2	2,2	0,3	0,1	0,1	0,1	—	—
1,6	2,9	0,4	0,2	0,16	0,15	—	—
1,8	3,3	0,4	0,2	0,16	0,15	—	—
2,0	3,5	0,5	0,2	0,25	0,25	—	—
2,5	4,0	0,5	0,2	0,25	0,25	—	—
3	5	0,7	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5
4	6,2	0,8	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
5	7,5	0,9	0,3	0,5	0,5	0,5	1,0

Таблица 1.73

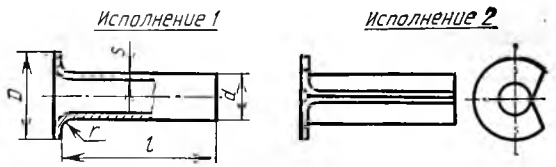
Толщина пакета, соединяемого пустотелыми заклепками со скругленной головкой, мм

l, мм	d, мм								
	1,0	1,2	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
2	0,8	0,8	0,5	0,5	—	—	—	—	—
2,5	1,3	1,3	1,0	1,0	0,5	—	—	—	—
3	1,8	1,8	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
4	2,8	2,8	2,5	2,5	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5
5	3,8	3,8	3,5	3,5	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5
6	4,8	4,8	4,5	4,5	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5
7	—	—	5,5	5,5	5,0	5,0	4,5	4,5	4,5
8	—	—	6,5	6,5	6,0	6,0	5,5	5,5	5,5
9	—	—	—	—	7,0	7,0	6,5	6,5	6,5
10	—	—	—	—	8,0	8,0	7,5	7,5	7,5

Примечание. l — длина заклепки, d — номинальный диаметр заклепки.

Таблица 1.74

Размеры пустотелых заклепок с плоской головкой (ГОСТ 12639—80), мм



d	D	r	s для заклепок из			
			стали	латуни	алюминиевого сплава	меди
1,00	2,0	0,1	0,1	0,1	—	—
1,2	2,2	0,1	0,1	0,1	—	—
1,4	2,5	0,1	0,1	0,1	—	—
1,6	2,9	0,2	0,16	0,15	—	—
1,8	3,3	0,2	0,16	0,15	—	—
2,0	3,5	0,2	0,25	0,25	—	—
2,5	4,0	0,2	0,25	0,25	—	—
3,0	5,0	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5
4,0	6,2	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
5,0	8,0	0,3	0,5	0,5	0,5	1,0

Таблица 1.75

Толщина пакета, соединяемого пустотелыми заклепками с плоской головкой, мм

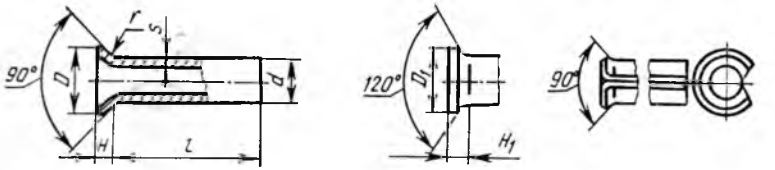
l, мм	d, мм									
	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
2	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	—	—	—
2,5	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	—
3	2,3	2,3	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1	1	0,5
4	3,3	3,3	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2	2	1,5
5	4,3	4,3	4,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3	3	2,5
6	5,3	5,3	5,0	5,0	5,0	4,5	4,5	4	4	3,5
7	—	—	—	6,0	6,0	5,5	5,5	5	5	4,5
8	—	—	—	7,0	7,0	6,5	6,5	6	6	5,5
9	—	—	—	—	—	7,5	7,5	7	7	6,5
10	—	—	—	—	—	8,5	8,5	8	8	7,5

Примечание. l — длина заклепки, d — номинальный диаметр заклепки.

Таблица 1.76

Размеры пустотелых заклепок с потайной головкой (ГОСТ 12640—80), мм

Исполнение 1 Исполнение 2 Исполнение 3



d	D	D_1	H	H_1	r	s для заклепок из			
						стали	латуни	алюминиевого сплава	меди
1,0	1,1	—	0,3	—	0,1	0,1	0,1	—	—
1,2	1,6	—	0,3	—	0,1	0,1	0,1	—	—
1,6	2,2	—	0,4	—	0,2	0,16	0,15	—	—
2,0	2,6	—	0,4	—	0,2	0,25	0,25	—	—
2,5	3,2	—	0,5	—	0,2	0,25	0,25	—	—
3,0	3,8	4,5	0,6	0,4	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5
4,0	5,0	6,0	0,6	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
5,0	6,0	7,0	0,8	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	1,0

Таблица 1.77

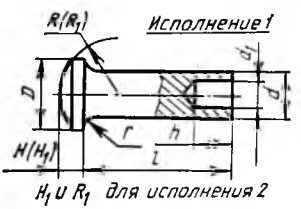
Толщина пакета, соединяемого пустотелыми заклепками с потайной головкой, мм

l, мм	d, мм							
	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
2	1,5	1,5	1,5	—	—	—	—	—
3	2,5	2,5	2,5	—	—	—	—	—
3,5	3,5	3,5	3	3	3	2,5	2,5	2,5
5	4,5	4,5	4,5	4	4	4	3,5	3,5
6	5,5	5,5	5,5	5	5	5	4,5	4,5
7	—	—	6,5	6	6	6	5,5	5,5
8	—	—	7,3	7	7	7	6,5	6,5
9	—	—	—	8	8	8	7,5	7,5
10	—	—	—	9	9	9	8,5	8,5

Примечание. l — длина заклепки, d — номинальный диаметр заклепки.

Таблица 1.78

Размеры полупустотелых заклепок с полукруглой головкой (ГОСТ 12641—80), мм



d	D	H	R	d_1	h	r	H_1	R_1
1,0	2,0	0,4	1,4	0,6	1,0	0,2	—	—
1,2	2,4	0,5	1,7	0,6	1,0	0,2	—	—
1,6	3,2	0,7	2,2	1,0	1,5	0,2	—	—
2,0	4,0	0,8	2,9	1,2	1,5	0,2	0,70	3,2
2,5	5,0	1,0	3,6	1,6	2,5	0,2	0,85	4,1
3,0	6,0	1,2	4,4	2,0	2,5	0,2	1,00	5,0
4,0	8,0	1,6	5,8	2,8	4,0	0,4	1,40	7,2
5,0	10,0	2,0	7,3	3,5	5,0	0,4	1,70	8,2

Таблица 1.79

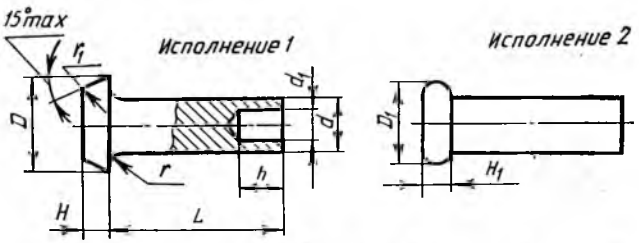
Толщина пакета, соединяемого полупустотелыми заклепками с полукруглой головкой, мм

l, мм	d, мм							
	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
2	1,5	1,5	—	—	—	—	—	—
3	2,5	2,5	2	2	—	—	—	—
4	3,5	3,5	3	3	2,5	2,5	—	—
5	4,5	4,5	4	4	3,5	3,5	3	—
6	5,5	5,5	5	5	4,5	4,5	4	—
7	—	—	6	6	5,5	5,5	5	4
8	—	—	7	7	6,5	6,5	6	5
9	—	—	8	8	7,5	7,5	7	6
10	—	—	9	9	8,5	8,5	8	7

Примечание. l — длина заклепки, d — номинальный диаметр заклепки.

Таблица 1.80

Размер полупустотелых заклепок с плоской головкой (ГОСТ 12642—80), мм



d	D	H	d_1	h	r_1	r	D_1	H_1
1,0	1,8	0,5	0,6	1,0	0,3	0,2	—	—
1,2	2,2	0,6	0,6	1,0	0,3	0,2	—	—
1,4	2,5	0,8	0,8	1,5	0,3	0,2	—	—
1,6	3,0	0,8	1,0	1,5	0,4	0,2	—	—
2,0	3,8	1,0	1,2	1,5	0,5	0,2	4,0	0,6
2,5	4,8	1,2	1,6	2,5	0,7	0,2	5,0	0,7
3,0	5,5	1,6	2,0	2,5	0,7	0,2	6,0	0,9
4,0	7,5	2,0	2,8	4,0	1,0	0,4	8,0	1,1
5,0	9,5	2,5	3,5	5,0	1,3	0,4	10,0	1,5

Таблица 1.81

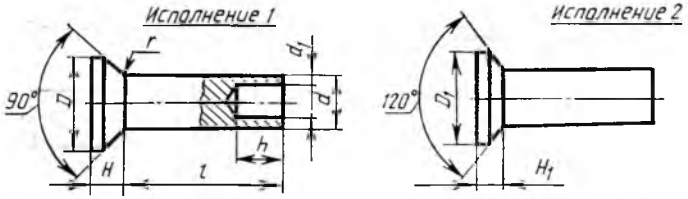
Толщина пакета, соединяемого полупустотелыми заклепками с плоской головкой, мм

l, мм	d, мм								
	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
3	2,5	2,5	2,5	2	2	—	—	—	—
4	3,5	3,5	3,5	3	3	2,5	2,5	—	—
5	4,5	4,5	4,5	4	4	3,5	3,5	—	—
6	5,5	5,5	5,5	5	5	4,5	4,5	—	—
7	—	—	—	6	6	5,5	5,5	5	4
8	—	—	—	7	7	6,5	6,5	6	5
9	—	—	—	8	8	7,5	7,5	7	6
10	—	—	—	9	9	8,5	8,5	8	7

Примечание. l — длина заклепки, d — номинальный диаметр заклепки.

Таблица 1.82

Размеры полупустотелых заклепок с потайной головкой (ГОСТ 12643—80), мм



d	D	H	d_1	h	r	D_1	H_1
1,0	1,9	0,5	0,6	1,0	0,10	—	—
1,2	2,3	0,6	0,6	1,0	0,10	—	—
1,4	2,7	0,7	0,8	1,5	0,10	—	—
1,6	2,9	0,7	1,0	1,5	0,10	—	—
2,0	3,9	1,0	1,2	1,5	0,10	4	0,60
2,5	4,5	1,1	1,6	2,5	0,10	5	0,75
3,0	5,2	1,2	2,0	2,5	0,10	6	0,90
4,0	7,0	1,6	2,8	4,0	0,20	8	1,20
5,0	8,8	2,0	3,5	5,0	0,20	10	1,50

Таблица 1.83

Толщина пакета, соединяемого полупустотелыми заклепками с потайной головкой, мм

l, мм	d, мм								
	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
3	2,5	2,5	2,5	2	—	—	—	—	—
4	3,5	3,5	3,5	3	3	—	—	—	—
5	4,5	4,5	4,5	4	4	3,5	3,5	—	—
6	5,5	5,5	5,5	5	5	4,5	4,5	—	—
7	6,5	6,5	6,5	6	6	5,5	5,5	5	—
8	7,5	7,5	7,5	7	7	6,5	6,5	6	5
9	—	—	8,5	8	8	7,5	7,5	7	6
10	—	—	—	9	9	8,5	8,5	8	7

Примечание. l — длина заклепки, d — номинальный диаметр заклепки.

1.9. ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Таблица 1.84

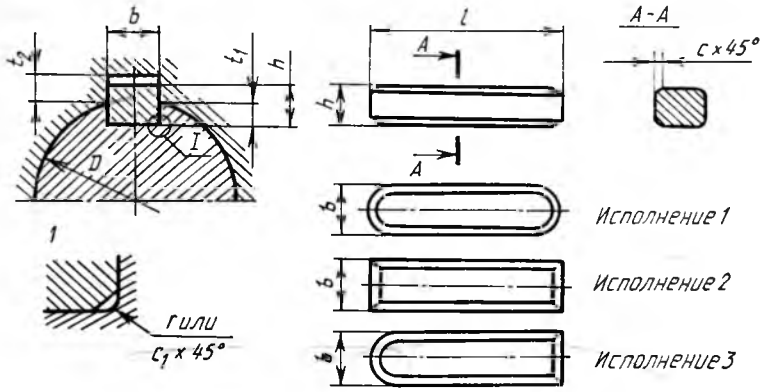
Рекомендуемые покрытия для пустотелых и полупустотелых заклепок

Материал	Покрытие	
	Вид	Обозначение
Стали		
08кп, 10,	Цинковое с хроматированием	01
15кп, 20,	Кадмиевое с хроматированием	02
20кп	Оксидное	05
	Фосфатное	06
	Горячее оловянно-свинцовым припоем	07
	Цинковое	09
12Х18Н9Т,	Медное	08
12Х18Н10Т	Серебряное	12
	Пассивное	11
Латуни Л63 и Л63	Цинковое с хроматированием	01
(антимагнитная)	Никелевое	03
	Пассивное	11
	Серебряное	12
Медь М3	Никелевое	03
	Горячее оловянно-свинцовым припоем	07
	Пассивное	11
	Серебряное	12
Сплавы АМ, Д18,	Оксидное анодизационное с хроматированием	10
АД1, В65		

Соединения обеспечивают передачу крутящего момента с помощью дополнительного конструктивного элемента — шпонки.

В приборостроении преимущественно применяются сегментные (ГОСТ 24070—80) и призматические (ГОСТ 23360—78) шпонки.

Размеры призматических шпонок и пазов (ГОСТ 23360—78), мм



Диаметр вала D	$b \times h$	t_1	t_2	c_1 или r_1	c	l
От 6 до 8	2×2	$1{,}2^{+0{,}1}$	$1{,}0^{+0{,}1}$	0,08...0,16	0,16...0,25	6...20
Свыше 8 до 10	3×3	$1{,}8^{+0{,}1}$	$1{,}4^{+0{,}1}$			6...36
» 10 » 12	4×4	$2{,}5^{+0{,}1}$	$1{,}8^{+0{,}1}$			8...45
» 12 » 17	5×5	$3{,}0^{+0{,}1}$	$2{,}3^{+0{,}1}$			10...56
» 17 » 22	6×6	$3{,}5^{+0{,}1}$	$2{,}8^{+0{,}1}$	0,16...0,25	0,25...0,40	14...70
» 22 » 30	8×7	$4{,}0^{+0{,}2}$	$3{,}3^{+0{,}2}$			18...90

Примечания: 1. Ряд стандартных длин шпонок l: 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 мм и более.

2. Предельные отклонения высоты шпонки: при $h \leqslant 6$ мм по $h9$; при $h > 6$ мм — по $h11$.

Последние можно использовать в качестве направляющих прямолинейного движения. Конструкция и размеры шпонок приведены в табл. 1.84, 1.85.

ГОСТ 23360—78 устанавливает следующие поля допусков: на ширину пазов валов — $H9$, $N9$ и $P9$; на ширину пазов втулок — $D10$, J_s9 и $P9$; на ширину шпонки — $h9$.

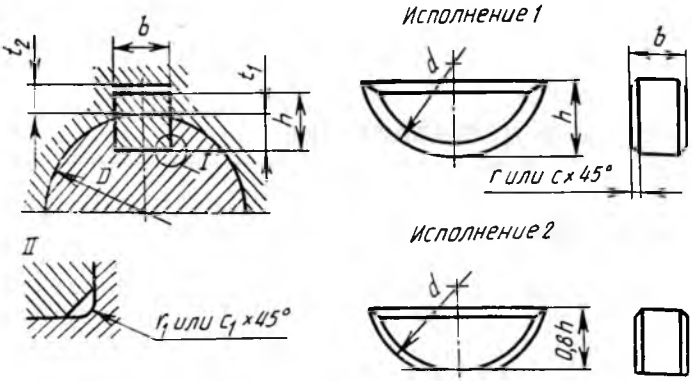
Примеры обозначения

Шпонка 8×7×40 ГОСТ 23360—78 — шпонка призматическая исполнения 1 (не указывается), размер сечения 8×7 мм, длина 40 мм.

Шпонка 2 — 8×7×40 ГОСТ 23360—78 — то же, исполнения 2.

Таблица 1.86

Размеры сегментных шпонок и пазов (ГОСТ 24071—80), мм



D	$b \times h \times d$	t_1	t_2
От 3 до 4	$1 \times 1{,}4 \times 4$	$1{,}0^{+0{,}1}$	$0{,}6^{+0{,}1}$
Свыше 4 до 5	$1{,}5 \times 2{,}6 \times 7$	$2{,}0^{+0{,}1}$	$0{,}8^{+0{,}1}$
» 5 » 6	$2 \times 2{,}6 \times 7$	$1{,}8^{+0{,}1}$	$1{,}0^{+0{,}1}$
» 6 » 7	$2 \times 3{,}7 \times 10$	$2{,}9^{+0{,}1}$	$1{,}0^{+0{,}1}$
» 7 » 8	$2{,}5 \times 3{,}7 \times 10$	$2{,}7^{+0{,}1}$	$1{,}2^{+0{,}1}$
» 8 » 10	$3 \times 5{,}0 \times 13$	$3{,}8^{+0{,}2}$	$1{,}4^{+0{,}1}$
» 10 » 12	$3 \times 6{,}5 \times 16$	$5{,}3^{+0{,}2}$	$1{,}4^{+0{,}1}$
» 12 » 14	$4 \times 6{,}5 \times 16$	$5{,}0^{+0{,}2}$	$1{,}8^{+0{,}1}$
» 14 » 16	$4 \times 7{,}5 \times 19$	$6{,}0^{+0{,}2}$	$1{,}8^{+0{,}1}$
» 16 » 18	$5 \times 6{,}5 \times 16$	$4{,}5^{+0{,}2}$	$2{,}3^{+0{,}1}$
» 18 » 20	$5 \times 7{,}5 \times 19$	$5{,}5^{+0{,}2}$	$2{,}3^{+0{,}1}$
» 20 » 22	$5 \times 9{,}0 \times 22$	$7{,}0^{+0{,}3}$	$2{,}3^{+0{,}1}$
» 22 » 25	$6 \times 9{,}0 \times 22$	$6{,}5^{+0{,}3}$	$2{,}8^{+0{,}1}$
» 25 » 28	$6 \times 10 \times 25$	$7{,}5^{+0{,}3}$	$2{,}8^{+0{,}1}$

Примечания: **1.** Для валов диаметром $D = 3 \ldots 12$ мм $c \geqslant 0{,}16$ мм, $c_1 = 0{,}08$ мм, $r \leqslant 0{,}25$ мм, $r_1 \leqslant 0{,}16$ мм.

2. Для валов диаметром $D > 12$ мм $c \geqslant 0{,}25$ мм, $c_1 = 0{,}16$ мм, $r \leqslant 0{,}40$ мм, $r_1 \leqslant 0{,}25$ мм.

3. Предельные отклонения: ширины шпонки b по $h9$, высоты h по $h11$, диаметра d по $h12$.

Примеры обозначения

Шпонка 1,5×2,6 ГОСТ 24071—80 — шпонка сегментная исполнения 1 (не указывается) сечением $b \times h = 1{,}5 \times 2{,}6$.

Шпонка 2—1,5×2,6 ГОСТ 24071—80 — то же, исполнения 2.

2. ОПОРЫ И НАПРАВЛЯЮЩИЕ

2.1. ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ

Втулки для измерительных приборов изготовляются из корунда синтетического по ГОСТ 22029—76, агата технического по ГОСТ 15519—70 или ситалла следующих типов:

с цилиндрическим отверстием — агатовые (ВАЦ), ситалловые (ВСЦ), корундовые (ВКЦ);

с цилиндрическим отверстием одномасленочные — агатовые (ВАМЦ), ситалловые (ВСМЦ), корундовые (ВКМЦ);

то же, двумасленочные — агатовые (ВА2МЦ), ситалловые (ВС2МЦ), корундовые (ВК2МЦ);

с нецилиндрическим отверстием — корундовые (ВКН);

то же, одномасленочные — (ВКМН).

Поля допусков диаметров и толщин втулок установлены стандартом в тело детали (поля типа H и h); допуски круглости и формы отверстий в продольном направлении (конусообразность) — $^1/_2$ от допуска диаметра; допуски соосности внутренних и наружных посадочных поверхностей — 0,01 мм для корундовых и 0,02 мм для агатовых и ситалловых втулок.

Втулки предназначены для использования в подшипниках с диаметром шейки вала 0,3...2,0 мм (табл. 2.1—2.3).

Обозначение втулки: тип втулки, наружный и внутренний диаметры, умноженные на 10 или на 100, знак «×», высота, мм.

Примеры обозначения

Втулка ВАЦ 1808×0,6 — втулка для измерительных приборов безмасленочная, агатовая, с цилиндрическим отверстием (ВАЦ), наружный диаметр 1,8 мм (18), внутренний — 0,8 мм (08), высота 0,6 мм.

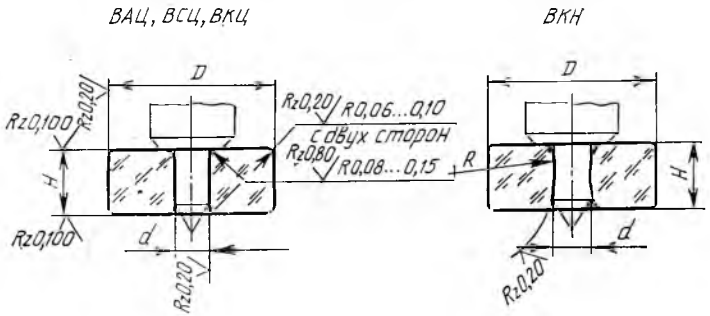
Втулка ВАЦ 50250×3,5 — втулка безмасленочная агатовая с цилиндрическим отверстием, наружный диаметр 5,0 мм (50), внутренний — 2,50 мм (250), высота 3,5 мм.

Камни часовые изготовляются из корунда синтетического по ГОСТ 22029—76 (рубин-10) и по ГОСТ 22028—76 (лейкосапфир) следующих типов (табл. 2.4—2.7):

сквозные плоские — с цилиндрическим отверстием и масленкой (СЦ), то же, безмасленочные (СЦБМ), то же, с цилиндрическим отверстием (СН);

Таблица 2.1

Размер безмасленочных втулок для измерительных приборов, мм



ВАЦ, ВСЦ			ВКЦ, ВКН			
D	*d*	*H*	*D*	*d*	*H*	*R*
2,5	$0,60^{+0,025}$	1,1	1,5	$0,30^{+0,008}$	0,4	0,7...0,9
2,5	$0,60^{+0,025}$	1,5	1,5	$0,50^{+0,010}$	0,5	1,0...1,5
1,8	$0,80^{+0,030}$	0,6	1,8*	$0,50^{+0,010}$	0,5	—
2,5	$0,80^{+0,030}$	1,5	2,0	$0,50^{+0,010}$	0,5	1,0...1,5
3,0	$1,20^{+0,040}$	1,5	2,0*	$0,50^{+0,010}$	0,8	—
3,0	$1,50^{+0,040}$	2,2	2,5*	$0,60^{+0,012}$	1,0	—
4,0	$2,00^{+0,040}$	3,0	2,0	$0,80^{+0,012}$	1,0	2,5...3,0
4,0	$2,00^{+0,040}$	3,5	2,5*	$0,80^{+0,012}$	1,5	—
5,0	$2,50^{+0,040}$	3,5	3,0*	$1,20^{+0,014}$	1,5	—
			3,0*	$1,50^{+0,014}$	2,2	—

* Только для втулок типа ВКЦ.

Таблица 2.2

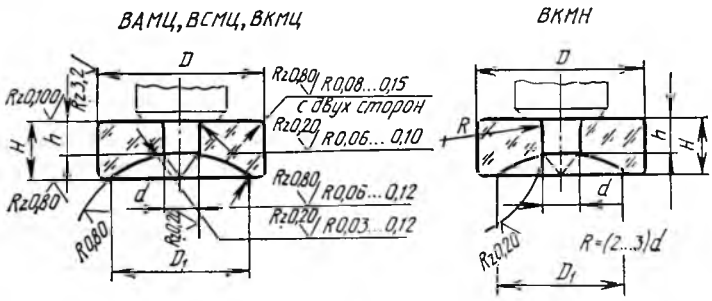
Предельные отклонения размеров втулок ВАЦ, ВСЦ, ВКЦ, ВКН, мм

Размер, мм	Отклонение**	Размер, мм	Отклонение**
$D = 1,8...3$	—0,040	$D^* = 1,5...3,0$	—0,015
$D = 4,0...5,0$	—0,048	$D^* = 3,2$	—0,020
$H = 0,6$	—0,06	$H^* = 0,4...0,8$	—0,05
$H = 1,0...3,5$	—0,10	$H^* = 1,0...2,2$	—0,06

* Для втулок типов ВКЦ и ВКН.
** Верхнее отклонение размеров — нуль.

Таблица 2.3

Размеры втулок для измерительных приборов одномасленочных, мм



ВАМЦ, ВСМЦ				ВКМЦ, ВКМН			
D	*d*	*H*	*h*	*D*	*d*	*H*	*h*
1,8	$0,5^{+0,025}$	0,6	0,4	1,5	$0,3^{+0,008}$	0,5	0,36
2,0	$0,5^{+0,025}$	0,8	0,5	1,5	$0,4^{+0,010}$	0,5	0,36
2,5	$0,6^{+0,025}$	1,0	0,7	1,8	$0,5^{+0,010}$	0,6	0,40
1,8	$0,8^{+0,030}$	0,6	0,4	2,0	$0,5^{+0,010}$	0,8	0,50
2,0	$0,8^{+0,030}$	0,8	0,5	2,5	$0,6^{+0,010}$	1,0	0,70
2,5	$0,8^{+0,030}$	1,2	0,8	2,0**	$0,65^{+0,010}$	0,8	0,30
2,2	$1,0^{+0,040}$	0,8	0,5	1,8*	$0,8^{+0,012}$	0,6	0,40
2,5	$1,0^{+0,040}$	1,2	0,8	2,0*	$0,8^{+0,012}$	0,8	0,50
3,0	$1,0^{+0,040}$	1,4	0,9	2,5*	$0,8^{+0,012}$	1,2	0,80
4,0	$1,0^{+0,040}$	1,5	0,8	2,2*	$1,0^{+0,014}$	0,8	0,50
4,5	$1,5^{+0,040}$	1,5	0,8	2,5*	$1,0^{+0,014}$	1,8	1,50
5,0	$1,8^{+0,040}$	1,5	1,0	3,0*	$1,0^{+0,014}$	1,4	0,90
				3,2**	$1,4^{+0,014}$	1,0	0,70
				3,2**	$1,4^{+0,014}$	1,2	0,80

Примечание. Предельные отклонения размеров *h* (0, —0,04), *D* и *H* такие же, как для втулок типов ВАЦ, ВСЦ, ВКЦ, ВКН соответственно (см. табл. 2.2).

* Только для втулок типа ВКМЦ.
** Только для втулок типа ВКМН.

сквозные сферические — с нецилиндрическим отверстием и масленкой (СС);

накладные плоские (НП) и сферические (Н);

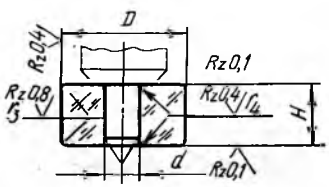
палеты входа и выхода (П), (ПВ), импульсные камни (И, ИЦ), ролик (Р).

Камни предназначены для использования в качестве опор и других элементов часовых механизмов. Втулки (камни сквозные) выпускают с диаметром отверстия 0,07...2,205 мм и могут быть

Таблица 2.4

Размеры камней часовых сквозных плоских безмасленочных (ОСТ 25-1255—86), мм

СЦБМ



D	d	H	D	d	H	D	d	H	D	d	H
0,5	0,10	0,20	1,4	0,35	0,20	0,9	0,55	0,30	1,4	0,70	0,90
0,5	0,11	0,20	0,8	0,36	0,20	1,1	0,55	0,25	1,4	0,75	0,30
0,5	0,13	0,20	0,8	0,40	0,40	1,2	0,55	0,24	1,4	0,75	0,45
0,5	0,15	0,20	1,0	0,40	0,40	1,1	0,60	0,25	1,6	0,75	0,90
0,5	0,17	0,20	1,1	0,40	0,25	1,2	0,70	0,25	1,4	0,86	0,30
0,5	0,20	0,23	1,6	0,42	0,30	1,2	0,70	0,30	1,4	0,86	0,45
0,8	0,23	0,30	0,8	0,45	0,45	1,2	0,70	0,45	1,6	0,90	0,30
0,7	0,25	0,25	0,9	0,45	0,30	1,4	0,70	0,20	1,6	0,90	0,30
1,2	0,25	0,24	1,1	0,45	0,20	1,4	0,70	0,30	1,6	0,90	0,30
0,8	0,31	0,34	1,4	0,45	0,20	1,4	0,70	0,45	1,6	0,90	0,30

Таблица 2.5

Предельные отклонения размеров камней сквозных плоских безмасленочных (ОСТ 25-1255—88), мм

Размер, мм	Отклонение**	Размер, мм	Отклонение**
$d = 0{,}007\ldots0{,}30$	+0,005	$H = 0\ldots0{,}20$	—0,03
$d = 0{,}31\ldots0{,}60$	+0,006	$H = 0{,}22\ldots0{,}45$	—0,04
$d = 0{,}61\ldots0{,}955$	+0,007	$H = 0{,}50\ldots0{,}90$	—0,05
$d = 1{,}0\ldots1{,}4$	+0,010	$h^* = 0\ldots0{,}07$	—0,02
$d = 2{,}205$	+0,015	$h^* = 0{,}09\ldots0{,}10$	—0,03
$d = 0{,}5\ldots0{,}9$	+0,005	$h^* = 0{,}11\ldots0{,}30$	—0,04
$D = 1{,}0\ldots1{,}2$	+0,006	$h^* = 0{,}35\ldots0{,}90$	—0,05
$D = 1{,}4\ldots5{,}2$	+0,010	$h^* = 1{,}0$	—0,12

* Для втулок других типов.

** Верхнее отклонение размеров H, h — нуль, нижнее отклонение размеров D, d — нуль.

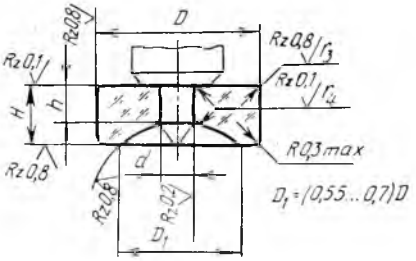
использованы в механизмах приборов другого назначения (при необходимости обеспечения малых диаметров опор).

Система обозначений для сквозных камней (втулок) аналогична системе, принятой для втулок измерительных приборов безмасленочных.

Таблица 2.6

Размеры камней часовых сквозных плоских с цилиндрическим отверстием и масленкой (ОСТ 25-1255—86), мм

СЦ



D	d	H	h	D	d	H	h	D	d	H	h
0,7	0,08	0,25	0,15	1,0	0,15	0,30	0,15	1,6	0,36	0,45	0,30
0,8	0,08	0,25	0,15	1,2	0,15	0,20	0,12	1,6	0,40	0,40	0,20
1,0	0,08	0,30	0,15	1,2	0,15	0,36	0,15	1,6	0,40	0,45	0,30
0,8	0,09	0,20	0,10	2,0	0,15	0,45	0,25	2,5	0,40	0,50	0,50
0,8	0,09	0,25	0,12	0,7	0,20	0,20	0,12	1,6	0,50	0,50	0,50
1,0	0,09	0,20	0,12	1,2	0,20	0,20	0,12	2,5	0,50	0,50	0,50
1,0	0,09	0,25	0,15	0,7	0,25	0,25	0,15	2,0	0,80	0,45	0,35
1,0	0,09	0,30	0,15	0,8	0,25	0,30	0,15	2,5	1,00	0,45	0,25
1,2	0,09	0,36	0,15	1,0	0,25	0,25	0,15	3,2	1,00	1,00	0,70
1,2	0,10	0,36	0,15	1,0	0,25	0,30	0,15	2,5	1,20	0,50	0,30
0,7	0,12	0,20	0,12	1,2	0,25	0,36	0,15	2,8	1,20	0,70	0,50
0,7	0,12	0,25	0,15	2,0	0,25	0,45	0,25	3,2	1,20	0,80	0,45
1,0	0,12	0,25	0,15	1,6	0,32	0,40	0,20	4,0	1,60	0,80	0,50
1,0	0,12	0,30	0,15	2,0	0,32	0,45	0,25	5,2	2,20	1,50	1,00
0,8	0,15	0,20	0,12	1,0	0,36	0,30	0,15	5,4	3,20	1,50	1,00
1,0	0,15	0,20	0,12	1,2	0,36	0,36	0,20	5,4	3,20	1,50	1,00
1,0	0,15	0,25	0,15	1,6	0,36	0,40	0,20	5,4	3,20	1,50	1,00

Примечания: **1.** Предельные отклонения размеров соответствуют отклонениям, приведенным в табл. 2.5.

2. Стандартом предусмотрены также камни с диаметром отверстия: 0,11; 0,18; 0,22; 0,27; 0,28; 0,35; 0,45; 0,70; 0,76; 0,86; 0,955; 1,40 мм.

Примеры обозначения

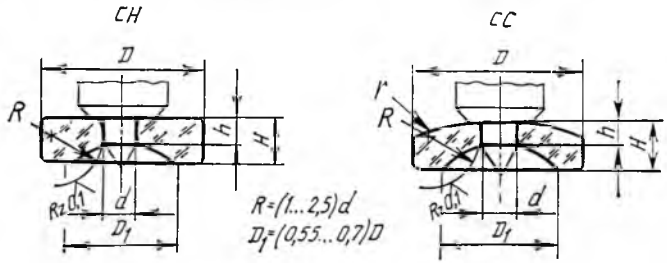
Камень часовой СЦБМ 18955×2,9 ОСТ 25-1255—85 — камень часовой сквозной с цилиндрическим отверстием без масленки, наружный диаметр 1,8 мм (18), внутренний — 0,955 мм, высота 2,9 мм.

Камень часовой СС 0809×0,18 ОСТ 25-1255—85 — то же, сквозной сферический, наружный диаметр 0,8 мм, внутренний — 0,09 мм, высота 0,18 мм.

Корпуса неразъемные подшипников скольжения и втулки к ним (ГОСТ 11521—82—ГОСТ 11525—82) выпускаются для диаметров валов 12...180 мм следующих конструкций: на лапах с двумя кре-

Таблица 2.7

Размеры камней часовых сквозных с нецилиндрическим отверстием (ОСТ 25-1255—86), мм



D	d	H	h	D	d	H	h	D	d	H	h
0,8	0,07	0,16	0,09	0,8	0,10	0,18	0,10	1,0	0,25	0,25	0,12
0,7	0,08	0,14	0,07	0,8	0,10	0,20	0,10	1,6	0,25	0,40	0,20
0,7	0,08	0,16	0,09	0,8	0,10	0,25	0,09	2,0	0,25	0,45	0,25
0,7	0,08	0,18	0,10	1,0	0,10	0,20	0,12	2,8	0,25	0,70	0,30
0,8	0,08	0,16	0,09	1,2	0,10	0,25	0,12	1,0	0,30	0,25	0,12
0,8	0,08	0,20	0,10	1,2	0,10	0,30	0,12	1,2	0,30	0,22	0,15
0,8	0,08	0,25	0,10	1,2	0,10	0,36	0,15	1,4	0,30	0,50	0,30
0,7	0,09	0,16	0,03	1,0	0,12	0,30	0,15	2,0	0,30	0,45	0,25
0,7	0,09	0,18	0,03	1,0	0,14	0,30	0,15	2,8	0,30	0,70	0,30
0,8	0,09	0,16	0,09	1,0	0,14	0,35	0,15	1,2	0,36	0,25	0,12
0,8	0,09	0,18	0,09	1,6	0,14	0,40	0,20	2,0	0,36	0,45	0,25
0,8	0,09	0,20	0,09	1,6	0,14	0,50	0,20	1,6	0,40	0,40	0,20
0,8	0,09	0,25	0,09	1,2	0,16	0,36	0,15	2,0	0,50	0,70	0,30
1,0	0,09	0,20	0,09	1,2	0,20	0,36	0,15	3,2	0,80	0,80	0,45
0,7	0,10	0,22	0,11	2,2	0,20	0,45	0,20	3,2	0,80	0,80	0,45
0,8	0,10	0,16	0,09	3,0	0,20	0,70	0,22				

Примечания: **1.** Радиус сферы r и его предельные отклонения при $D =$ $= 0{,}7...0{,}8$ мм — $2{,}5 \pm 1{,}0$; при $D = 0{,}9...1{,}2$ — $3{,}0 \pm 1{,}0$; при $D = 1{,}4...$ $1{,}6$ — $4{,}0 \pm 1{,}0$; при $D = 1{,}8...2{,}0$ — $5{,}0 \pm 1{,}0$; при $D > 2{,}0$ мм — $7{,}0 \pm 1{,}0$.

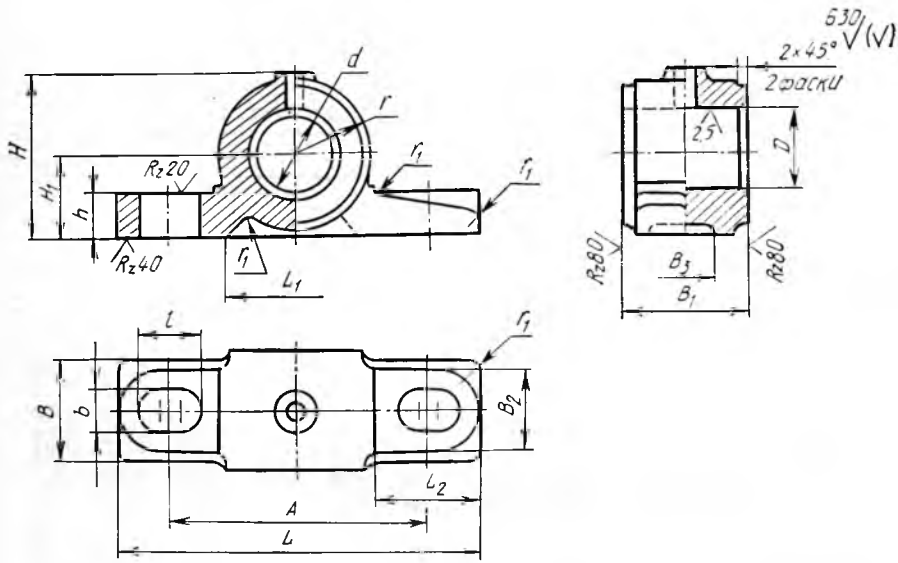
2. Предельные отклонения остальных размеров соответствуют приведенным в табл. 2.5.

3. Стандартом предусмотрены также камни с диаметром отверстия: 0,085; 0,11; 0,13; 0,14; 0,15; 0,18; 0,22; 0,45; 0,55 мм.

пежными отверстиями; фланцевые с двумя, тремя и четырьмя крепежными отверстиями.

Корпуса должны быть изготовлены по техническим требованиям ГОСТ 25106—82 из чугуна марки СЧ 15 или других марок с более высокими механическими свойствами, допускается выпуск стальных литых и сварных корпусов. Предельные отклонения размеров отливок — по 2 классу точности (ГОСТ 26645—85), обработанных поверхностей — по $IT14$ (кроме отдельно оговоренных), между литыми и обработанными поверхностями — по $js16$, допуски формы и расположения обработанных поверхностей — по 7 степени точности (ГОСТ 24643—81).

Размеры корпусов подшипников скольжения на лапах с двумя крепежными отверстиями (ГОСТ 26645—85), мм



Обозначение	Диаметр вала d	D по H8	A	L	H	H_1	h	B	B_1	b	l	r
12×16	12	18	65	90	45	22	12	16	16	9	13	19
12×20	12	18	65	90	45	22	12	20	20	9	13	19
14×16	14*	20	65	90	45	22	12	16	16	9	13	19
14×20	14*	20	65	90	45	22	12	20	20	9	13	19
16×20	16	22	75	105	50	25	14	20	20	11	17	21
16×25	16	22	75	105	50	25	14	25	25	11	17	21
18×20	18*	24	75	105	50	25	14	20	20	11	17	21
18×25	18*	24	75	105	50	25	14	25	25	11	17	21
20×25	20	26	80	120	58	28	14	20	25	11	17	25
20×32	20	26	80	120	58	28	14	25	32	11	17	25
22×25	22*	28	80	120	58	28	14	20	25	11	17	25
22×32	22*	28	80	120	58	28	14	25	32	11	17	25
25×32	25*	32	100	140	68	34	16	25	32	13	20	30
25×40	25*	32	100	140	68	34	16	32	40	13	20	30

Примечания. **1.** Рекомендуемые размеры конструктивных элементов: $h_1 \leqslant 0{,}5h$; $L_1 = 2r$; $B_2 \leqslant 1{,}8b$; $B_3 = (0{,}55 \ldots 0{,}85)\,B$; $r_1 \leqslant 0{,}3h$.

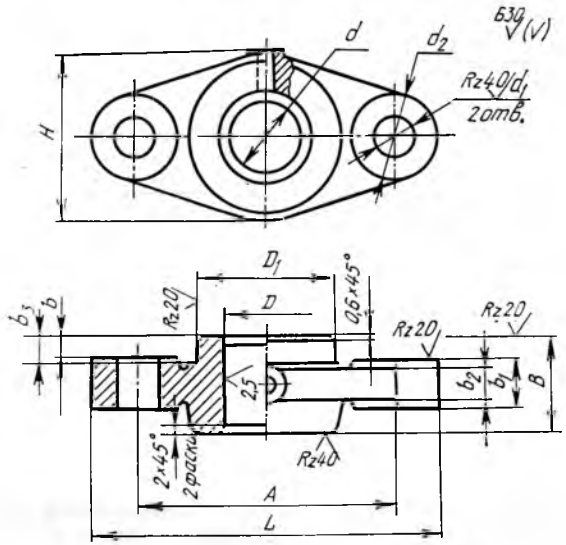
2. Заготовка — литье 2 кл. (ГОСТ 26645—85).

3. D — посадочный диаметр для втулки.

* Размеры предпочтительные.

Таблица 2.9

Размеры корпусов подшипников скольжения фланцевых с двумя крепежными отверстиями (ГОСТ 11522—82), мм



Обозначение	Диаметр вала d	D по $H8$	D_1 по $h9$	A	L	H	B	b	b_1	b_2	b_3	d_1	d_2
12	12	18	40	67	87	45	20	5	12	10	6	9	20
14	14	20	40	67	87	45	20	5	12	10	6	9	20
16	16	22	45	80	105	50	25	6	14	12	7	11	25
18	18	24	45	80	105	50	25	6	14	12	7	11	25
20	20	26	53	85	110	58	32	7	18	14	8	11	25
22	22	28	53	85	110	58	32	7	18	14	8	11	25
25	25	32	67	105	130	71	40	10	20	14	11	13	30

Примечание. Заготовка — литье 2 кл. (ГОСТ 26645—85).

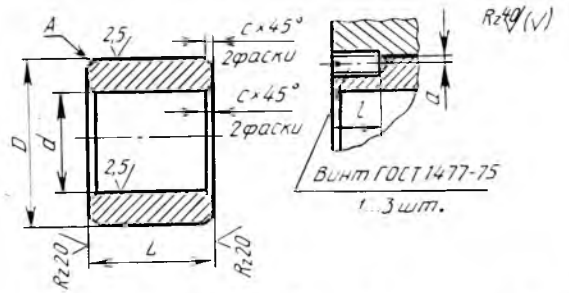
Втулки должны быть изготовлены по техническим требованиям ГОСТ 25105—82 из чугуна марок АЧС-1 или АЧК-2 по ГОСТ 1585—85 (условия работы: давление — 3,9 МПа, скорость скольжения — 3 м/с, не более). Предельные отклонения продольных размеров втулок — по $h14$, допуски формы и расположения рабочих поверхностей — по 7 степени точности (ГОСТ 24643—81), допуск перпендикулярности торцов — по 8 степени точности.

Втулки устанавливаются в корпус по посадкам с натягом и при необходимости крепятся винтом («гужоном»).

Основные размеры некоторых корпусов и втулок к ним даны в табл. 2.8—2.10.

Таблица 2.10

Размеры втулок подшипниковых металлических для неразъемных корпусов (ГОСТ 11525—82), мм



d	D	L	d	D	L
12	18	16; 20	20	26	25; 32
14	20	16; 20	22	28	25; 35
16	22	20; 25	25	32	32; 40
18	24	20; 25			

Примечания: 1. Допускается заходная фаска с углом 15°.

2. Винты (ГОСТ 1477—84) имеют следующие размеры конструктивных элементов: при $d = 12...16$ мм — М4 × 8, $l_1 = 10$ мм, $a = 1{,}0$ мм; при $d > 16$ мм — М5 × 12, $l_1 = 15$ мм, $a = 1{,}0$ мм.

3. Предельные отклонения: d по $H7$, D по $u8$.

4. $c = 0{,}5$ мм.

Примеры обозначения

Корпус 12×16 ГОСТ 11521—82 — корпус подшипника скольжения на лапах с двумя крепежными отверстиями для вала с шейкой диаметром 12 мм и длиной 16 мм.

Корпус 14 ГОСТ 11522—82 — то же, фланцевый с двумя крепежными отверстиями для вала с шейкой диаметром 14 мм (длина шейки 20 мм в обозначении не указывается).

Втулка 12×16 ГОСТ 11525—82 — втулка механическая для неразъемных корпусов на лапах или фланцевых корпусов подшипников скольжения внутренним диаметром 12 мм и длиной 16 мм.

Втулки подшипников скольжения металлические (ГОСТ 1978—81) установлены двух типов: А — гладкие и В — с буртиком, диаметры отверстий 3...250 мм. Стандарт распространяется на втулки подшипников общего назначения, исключая специальные: быстроходные, тяжело нагруженные и др. (табл. 2.11).

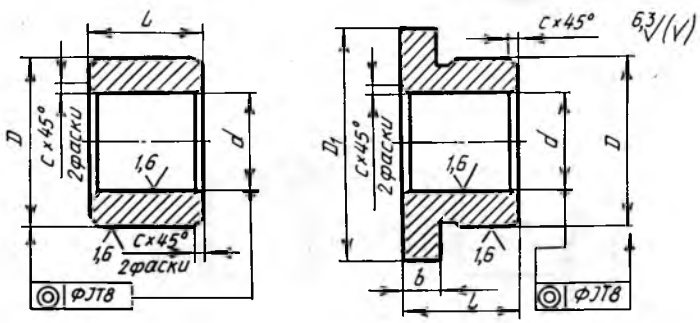
Допускается изготовление втулок с припусками по внутреннему и наружному диаметрам. Предельные отклонения размеров втулок: d — по $F7$, D — по $r6$, D_1 — по $r11$, L — по $h13$.

Пример обозначения

Втулка В 10/16×6 ГОСТ 1978—81 — втулка подшипника скольжения металлическая с буртиком (тип В), внутренний диаметр 10 мм, наружный — 16 мм, длина 6 мм.

Таблица 2.11

Размеры втулок подшипников скольжения металлических (ГОСТ 1978—81), мм



d	D по ряду 1	D по ряду 2	D_1	L по ряду 1	L по ряду 2	L по ряду 3	b	d	D по ряду 1	D по ряду 2	D_1	L по ряду 1	L по ряду 2	L по ряду 3	b
3	5	6	8	3	5	—	2	14	18	20	25	10	15	20	3
4	7	8	10	4	6	—	2	15	19	21	27	10	15	20	3
5	8	9	12	5	8	—	2	16	20	22	28	12	15	20	3
6	10	12	14	6	10	—	3	18	22	24	30	12	20	30	3
8	12	14	16	6	10	—	3	20	24	26	32	15	20	30	3
10	14	16	20	6	10	—	3	22	26	28	34	15	20	30	3
12	16	18	22	10	15	20	3	25	30	32	38	20	30	40	4

Примечания: 1. Допускается фаска под углом 15°.

2. Фаски для втулок при $d = 3...5$ мм — $0{,}2 \times 45°$; при $d = 6...10$ — $0{,}3 \times 45°$; при $d = 12...25$ мм — $0{,}5 \times 45°$.

Втулки подшипников скольжения из спекаемых материалов (ГОСТ 24833—81) установлены трех типов: А — гладкие, В — с буртиком и С — со сферической наружной поверхностью (сферические) с диаметрами отверстий 1...60 мм (сферические — до 20 мм). Стандарт распространяется на втулки железографитовые, бронзографитовые и из других спекаемых материалов (табл. 2.12, 2.13).

Среднюю часть наружной поверхности втулок типа С допускается изготовлять цилиндрической с длиной, не превышающей *l*.

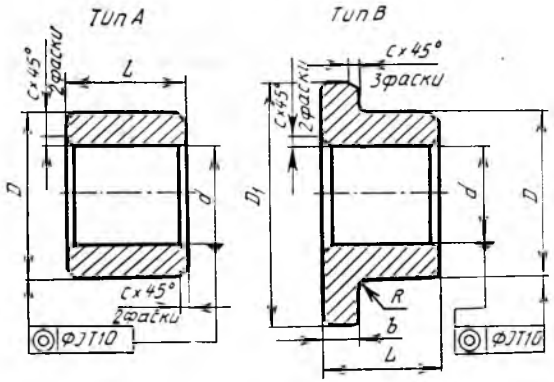
Предельные отклонения размеров для втулок типов А и В: *D* — по *r7* (отверстие в корпусе — по *H7*), *d* — по *H7* после запрессовки в корпус; типа С: *d* — по *H7*, диаметр сферы D_s — по *h*11 (посадочное отверстие в корпусе — по *H*10 или для обеспечения легкой подвижности по сфере *G*10). Отклонения длин: до 10 мм — ±0,10 мм, свыше 10 до 20 мм — ±0,15 мм, свыше 20 до 40 мм — ±0,20 мм.

Примеры обозначения

Втулка А 2,5/6×3 ГОСТ 24833—81 — втулка подшипника скольжения из спекаемого материала, гладкая (тип А), внутренний диаметр 2,5 мм, наружный 6 мм, длина 3 мм.

Таблица 2.12

Размеры втулок подшипников скольжения из спекаемых материалов (ГОСТ 24833—81, типы А и В), мм



d	D по ряду		L по ряду			D_1	L по ряду			b
	1	2*	1	2	3		1	2	3	
1,0	3	—	1	2	—	5	2	—	—	1,0
1,5	4	—	1	2	—	6	2	—	—	1,0
2,0	5	—	2	3	—	8	3	—	—	1,5
2,5	6	—	2	3	—	9	3	—	—	1,5
3,0	6	5	3	4	—	9	4	—	—	1,5
4,0	8	7	3	4	6	12	3	4	6	2,0
5,0	9	8	4	5	8	13	4	5	8	2,0
6,0	10	9	4	6	10	14	4	6	10	2,0
7,0	11	10	5	8	10	15	5	8	10	2,0
8,0	12	11	6	8	12	16	6	8	12	2,0
9,0	14	12	6	10	14	19	6	10	14	2,5
10	16	14	8	10	16	22	8	10	16	3,0
12	18	16	8	12	20	24	8	12	20	3,0
14	20	18	10	14	20	26	10	14	20	3,0
15	21	19	10	15	25	27	10	15	25	3,0
16	22	20	12	16	25	28	12	16	25	3,0
18	24	22	12	18	30	30	12	18	30	3,0
20	26	25	15	20	25	32	15	20	25	3,0
22	28	27	15	20	25	34	15	20	25	3,0

Примечание. $R = 0{,}1 \ldots 0{,}5$ мм.

* Только для втулок типа А.

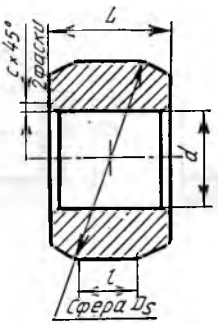
Втулка С 6 ГОСТ 24833—81 — то же, сферическая (тип С), диаметр отверстия 6 мм, остальные размеры в обозначении не указываются, в данном случае диаметр сферы 14 мм, длина 10 мм.

Втулки из пластмасс унифицированные изготовляются из термопластичных и термореактивных пластмасс литьем под давлени-

Таблица 2.13

Размеры втулок подшипников скольжения из спекаемых материалов (ГОСТ 24833—81, тип С), мм

Тип С



d	D_S	L	l	d	D_S	L	l
1	2	3	4	1	2	3	4
1,0	3,0	2	0,6	8	16	11	4,0
1,5	4,5	3	0,9	9	18	12	4,0
2,0	5,0	3	0,9	10	22	14	4,0
2,5	6,0	4	1,0	12	22	15	5,0
3,0	8,0	6	2,0	14	24	17	5,0
4,0	10	8	2,0	15	27	20	5,0
5,0	12	9	3,0	16	28	20	6,0
6,0	14	10	3,5	18	30	20	6,0
7,0	16	12	4,0	20	36	25	6,0

ем или формованием для условий эксплуатации У (в обозначении не указывается), ХЛ и Т по ГОСТ 15150—69 двух типов: гладкие — тип 403 141 001 и с буртиком — тип 403 341 001 (табл. 2.14).

Предназначены для использования в качестве заготовок подшипниковых втулок с диаметром вала от 3,5...4,0 до 40...45 мм.

Примеры обозначения

Втулка $\frac{403\ 141\ 001—02\ ОСТ\ 6\text{-}05\text{-}481—76}{Полиамид\ 610—1—101\ ГОСТ\ 10589—73}$ — втулка из пластмассы унифицированная, гладкая, номер 02 (внутренний диаметр 3,2 мм, наружный — 5,0, длина 6,0 мм), для эксплуатации в условиях умеренного климата (исполнение У не указывается), изготовлена из полиамида марки 610-1-101.

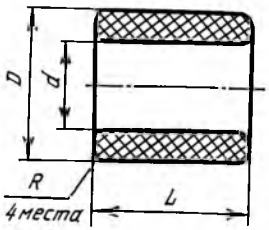
Втулка $\frac{403\ 341\ 001—27.Т\ ОСТ\ 6\text{-}05\text{-}418—76}{Фенопласт\ У5—301—41\ ГОСТ\ 5689—79}$ —то же, с буртиком номер 27 (внутренний диаметр 8,4 мм, наружный — 12, диаметр буртика 19, длина втулки 8,0 мм), для эксплуатации в условиях тропического климата (исполнение Т), изготовленная из фенопласта марки У5—301—41.

Втулки из металлофторопласта без фланца (ОСТ 1 10287—78) **и с фланцем** (ОСТ 1 10289—78) выпускаются из металлофторопластовой ленты (ТУ 27-01-01-1—75), материал основы — сталь

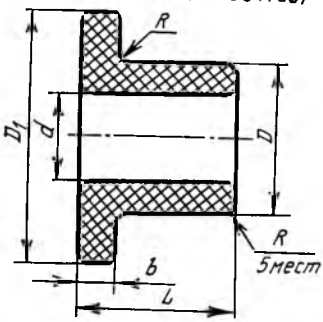
Таблица 2.14

Размеры унифицированных втулок из пластмасс (ОСТ 6-05-418—76), мм

Тип 403141001



Тип 403341001



d	D	D1	Номер	L*	Номер	L*	Номер	L*	Номер	L	Номер	L	Номер	L
3,2	5,0	8	01	4	02	6	03	8	01	4	02	6	03	8
3,2	5,0	8	04	10	—	—	—	—	04	10	—	—	—	—
4,3	8,0	12	05	4	06	6	07	8	05	4	06	6	07	8
4,3	8,0	12	08	10	09	12	10	16	08	10	09	12	—	—
4,3	8,0	12	11	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,3	9,0	14	12	6	13	8	14	10	10	4	11	6	12	8
5,3	9,0	14	15	12	16	16	17	20	13	10	14	12	15	16
6,4	10	17	18	6	19	8	20	10	17	4	18	6	19	8
6,4	10	17	21	12	22	16	23	20	20	10	21	12	22	16
6,4	10	17	—	—	—	—	—	—	23	20	24	25	—	—
8,4	12	19	24	8	25	10	26	12	25	4	26	6	27	8
8,4	12	19	27	16	28	20	29	25	28	10	29	12	30	16
8,4	12	19	30	32	—	—	—	—	31	20	32	25	—	—
10,5	14	21	31	8	32	10	33	12	33	8	34	10	35	12
10,5	14	21	34	16	35	20	36	25	36	16	37	20	38	25
13,5	18	25	39	10	40	12	41	16	39	8	40	10	41	12
13,5	18	25	42	20	43	25	44	32	42	16	43	20	44	25
15	22	30	46	10	47	12	48	16	45	8	46	10	47	12
15	22	30	49	20	50	25	51	32	48	16	49	20	50	25

d	*D*	D_1	Номер	*L**	Номер	*L**	Номер	*L**	Номер	*L*	Номер	*L*	Номер	*L*
17	25	36	53	16	54	20	55	25	52	8	53	10	54	12
17	25	36	56	32	57	40	—	—	55	16	56	20	57	25
17	25	36	—	—	—	—	—	—	58	32	59	40	—	—
20	28	36	58	20	59	25	60	32	60	12	61	16	62	20
20	28	36	61	40	—	—	—	—	63	25	64	32	65	40

Примечание. Для втулок номеров 01...32 $R = 2$ мм; для номеров 33...57 $R = 3$ мм; свыше 58 $R = 4$ мм.

* Для втулок типа 403 141 001.

08Х18Н10Т или 08кп. Предназначены для использования в подшипниках скольжения, работающих в условиях трения без смазки. Внутренние диаметры втулок 4...120 мм (табл. 2.15).

Втулки выпускаются по техническим условиям ОСТ 1 00536—78. Предусматривается эксплуатация в паре с валом (поверхность 55...60 $HRC_э$, *Ra* 0,16...0,32, не более). Температурный режим работы — −60 °С...+260 °С; давление на рабочей поверхности не более 100 МПа при +60 °С и 50 МПа при +260 °С; скорость скольжения — не более 0,04 м/с. Коэффициент трения в паре со стальным валом 0,06...0,12.

Пример обозначения

Втулка 18—16 ОСТ 1 10287—78 — втулка из металлофторопласта, без фланца, внутренний диаметр 18 мм, длина 16 мм.

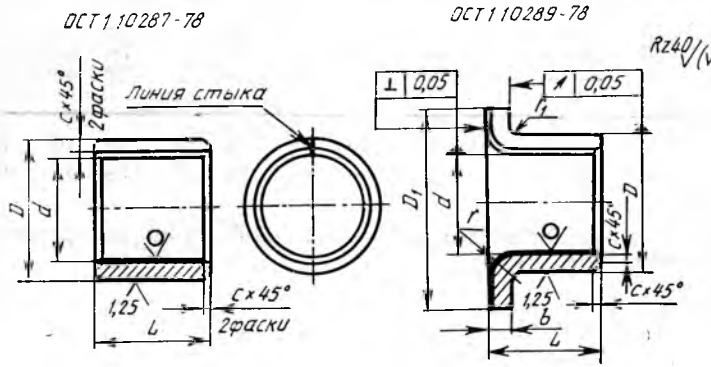
Подшипники шарнирные (ГОСТ 3635—78) выпускаются следующих типов: для подвижных соединений — без отверстий и канавок для смазки (Ш), с отверстиями и канавками на внутреннем кольце (ШС), с отверстиями и канавками на наружном и внутреннем кольцах (ШС...К); для неподвижных соединений — без отверстий и канавок (ЛМ).

Стандартом предусмотрены номинальные диаметры подшипников (диаметры отверстия во внутреннем кольце для посадки на вал) от 4 до 300 мм, размерных серий 7 (в обозначении не указывается), 2 и Е, первой (1) и второй степени точности, нормального и узкого (У) рядов зазоров (табл. 2.16).

Подшипники изготовляются из сталей ШХ15, ШХ15СГ (ГОСТ 831—75), поверхность 58...64 $HRC_э$; при специальных требованиях — из коррозионно-стойкой стали 95Х18 (ГОСТ 5632—72) —

Таблица 2.15

Размеры втулок из металлофторопласта (ОСТ 1 10287—78, ОСТ 1 10289—78), мм



d	D	D_1	L	b	r_1	r	d	D	D_1	L	b	r_1	r
4	6	10	4...8	1,0	0,6	1,6	15	18	24	8...22	1,5	2	1
5	7	11	4...8	1,0	0,6	1,6	16	19	25	8...24	1,5	2	1
6	8	12	4...10	1,0	0,6	1,6	18	21	27	10...25	1,5	2	1
7	9	13	4...10	1,0	0,6	1,6	20	23	29	10...30	1,5	2	1
8	10	15	4...12	1,0	0,6	1,6	22	25	32	12...34	1,5	2	1
10	13	18	6...16	1,5	1	2	24	27	35	12...36	1,5	2	1
12	15	20	6...18	1,5	1	2	25	28	36	14...38	1,5	2	1
14	17	22	8...22	1,5	1	2							

Примечания: **1.** Длина втулок L по ряду: 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 34, 36, 38 мм и т. д.

2. Фаски при $d = 4...8$ мм — $0{,}2 \times 45°$; при $d = 10...25$ мм — $0{,}4 \times 45°$.

3. Покрытие металлических поверхностей Кд6...Кд9.

4. Предельные отклонения: d по $H7$, D по $u8$.

(Ю), из теплостойкой стали 80Х4В9Ф2 — (Р), из бронзы БрАЖН 10-4-4 по ГОСТ 18187—72 — (Я) или других материалов.

Предназначены для использования в качестве опор при необходимости обеспечения качания оси вращения в процессе работы (подвижные соединения) или компенсации несоосности опор (неподвижные соединения). Поля допусков посадочных диаметров колец образуют переходные посадки с валами и отверстиями в корпусе, изготовленными по $h6$, $h7$, $H7$, $H8$.

Примеры обозначения

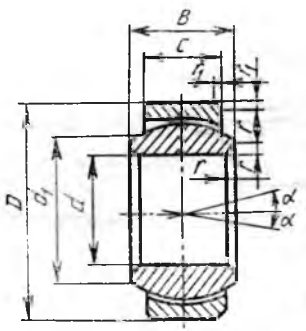
Подшипник 1-ЕШС8КУЮ ГОСТ 3635—78 — подшипник шарнирный степени точности 1, серии диаметров Е, с отверстиями и канавками для смазки на обоих кольцах (ШС), под диаметр вала 8 мм, с канавкой на наружном кольце (К), с узким рядом радиального зазора (У), изготовленный из коррозионно-стойкой стали (Ю).

Подшипник ШС8 ГОСТ 3635—78 — то же, серии диаметров 7, степени точности 2, с зазором по нормальному ряду.

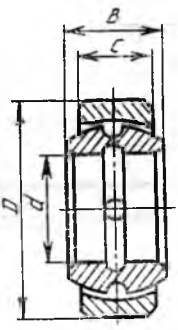
Таблица 2.16

Подшипники шарнирные (ГОСТ 3635—78)

Типы Ш, ШМ



Тип ШС



Тип К

d, мм	D, мм	B, мм	C, мм	d_1, мм	r, мм	r_1, мм	α, град	P, кН
				Серия Е				
4	12	5	3	6	0,5	0,5	16	5,9; 11,8*
5	14	6	4	8	0,5	0,5	13	9,8; 19,6*
6	14	6	4	8	0,5	0,5	13	9,8; 19,6*
8	16	8	5	10	0,5	0,5	15	15,7; 31,4*
10	19	9	6	13	0,5	0,5	12	23,5; 47,1*
12	22	10	7	15	1,0	0,5	11	30,8; 61,7*
15	26	12	9	18	1,0	0,5	8	45,1; 90,2*
17	30	14	10	20	1,0	0,5	10	63,7; 127,5*
20	35	16	12	24	1,0	0,5	9	85,3; 170,6*
				Серия 7				
8	17	8	5	10	0,5	0,5	15	15,7; 31,4*
10	20	9	6	13	0,5	0,5	12	23,5; 47,1*
15	28	12	8	18	1,0	0,5	11	45,1; 90,2*
				Серия 2				
10	30	14	10	16	1,0	0,5	11	53,9; 107,9*
12	32	16	12	17	1,0	0,5	11	70,6; 141,2*
15	35	18	14	20	1,0	0,5	11	92,2; 184,4*
17	40	21	14	22	1,0	0,5	15	105,9; 211,8*
20	47	26	15	23	1,0	0,5	22	128,5; 256,9*

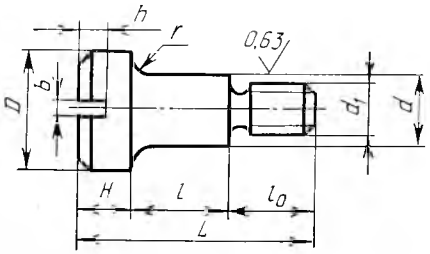
Примечание. P — допускаемая радиальная нагрузка при числе повторных нагружений не более 5000.

* Только для подшипников типа ШМ.

Оси-винты (ОСТ 5.8054—81) установлены двух исполнений: 1 — для условий эксплуатации Л из стали 45 (допустима замена — сталь 35 (ГОСТ 1050—74) с покрытием Ц. Хр.); 2 — для условий эксплуатации С, Ж, ОЖ из стали 14Х17Н2 (ГОСТ 5632—72) с покрытием Хим. Пас. прм. (табл. 2.17).

Таблица 2.17

Размеры оси-винта (ОСТ 5.8054—81), мм



Обозначение для исполнения		d	d_1	D	H	l_0	l
1	2						
001	002	3,2	M2	5	1,6	3	2,0 (3); 3,2 (5); 4,0 (7)
003	004	3,6	M2,5	7	2,0	4	2,0 (3); 3,2 (5); 4,0 (7)
003	004	3,6	M2,5	7	2,0	4	6,3 (9); 10,0 (13)
005	006	4,5	M3	8,5	2,5	4	2,0 (3); 3,2 (5); 4,0 (7);
005	006	4,5	M3	8,5	2,5	4	6,3 (9); 8,0 (11); 10,0 (13); 12,0 (15)
005	006	4,5	M3	8,5	2,5	7	2,0 (4); 3,2 (6); 4,0 (8);
005	006	4,5	M3	8,5	2,5	7	6,3 (10); 8,0 (12); 10,0 (14); 12,0 (16)
007	008	5,6	M4	10,0	3,0	5	3,2 (1); 4,0 (3); 6,3 (5);
007	008	5,6	M4	10,0	3,0	5	8,0 (7); 10,0 (9); 12,0 (11)
007	008	5,6	M4	10,0	3,0	8	3,2 (2); 4,0 (4); 6,3 (6);
007	008	5,6	M4	10,0	3,0	8	8,0 (8); 10,0 (10); 12,0 (12)
009	010	8,0	M5	12,5	3,6	10	10,0 (2); 12,0 (4)
011	012	10,0	M6	15,0	4,0	10	10,0 (1)
011	012	10,0	M6	15,0	4,0	16	12,0 (2)

Примечания: **1.** Поле допуска резьбы 8*g* (ГОСТ 16093—81).

2. Фаски и проточки по ГОСТ 10549—80; размеры шлица соответствуют таковым для винтов (ГОСТ 1491—80).

3. В скобках указано условное обозначение размера l.

4. $L = l_0 + l + H$.

Предназначены для использования в качестве опоры вращающихся деталей в изделиях приборостроения.

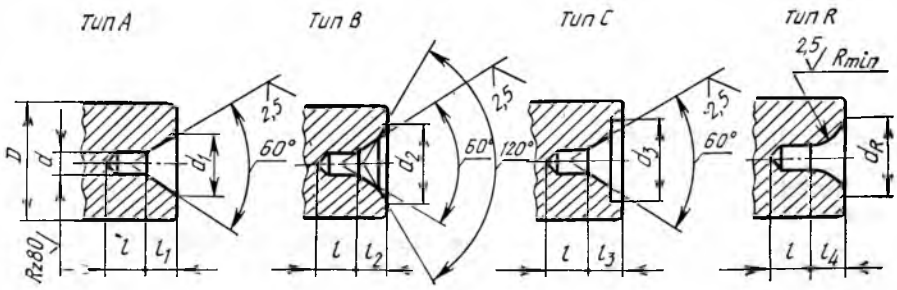
Пример обозначения

Ось-винт НФ8.318 005-7 ОСТ 5.8054—81 — ось-винт (НФ8.318) из стали 45 для условий эксплуатации Л, с опорной поверхностью диаметром 4,5 мм, длиной 6,3 мм и резьбой М3 с длиной нарезанного конца 4 мм (005-7).

Отверстия центровые (ГОСТ 14034—74) установлены следующих типов (табл. 2.18):

Таблица 2.18

Размеры отверстий центровых (ГОСТ 14034—74), мм



D^*	d	d_1	d_R	d_3	l^*	l_4^*	l_4	l_1	l_2	l_3	R_{min}
2	(0,5)	1,09	1,03	—	—	0,8	0,48	1,3	—	—	1,3
2,5	(0,63)	1,32	1,50	—	—	0,9	0,60	1,5	—	—	1,6
3	(0,8)	1,70	1,70	2,5	—	1,1	0,75	1,9	1,05	—	2,0
4	1,0	2,12	2,12	3,15	—	1,3	0,97	2,3	1,27	—	2,5
5	(1,25)	2,35	2,35	4,0	—	1,6	1,21	2,8	1,60	—	3,15
6	1,6	2,65	2,65	5,0	—	2,0	1,52	3,5	1,99	0,6	4,0
10	2,0	4,25	4,25	6,3	7	2,5	1,95	4,4	2,59	0,8	5,0
14	2,5	5,30	5,30	8,0	9	3,1	2,42	5,5	3,20	0,9	6,3
20	3,15	6,70	6,70	10,0	12	3,9	3,07	7,0	4,03	1,2	8,0
30	4,0	8,50	8,50	12,5	16	5,0	3,90	8,9	5,06	1,6	10,0

Примечания: **1.** D — наименьший диаметр вала.

2. Предельные отклонения размеров: l_2 по $\pm IT14/2$; l_3 по $\pm IT15/2$; d, d_3 по $H14$; $R_{max} = 1{,}25R_{min}$.

3. Стандарт предусматривает отверстия для торцовых поверхностей вала диаметром до 360 мм.

4. Размеры в скобках применять не рекомендуется.

* Наименьший размер.

А — для случаев, когда необходимость в наличии отверстий под опоры после обработки деталей отпадает, а также, когда сохранность отверстия обеспечивается термообработкой детали;

В — для многократного использования отверстий;

С и Е — то же, для отверстий больших диаметров;

Т — для калибров-пробок;

Р — для обеспечения повышенной точности центрирования;

Г и Н — для закрепления детали при транспортировке или хранении в вертикальном положении.

Отверстия используются в качестве элементов опор деталей в процессе обработки и для конических опор в механизмах приборов. Второй элемент опоры — центр с углом конуса $\alpha_ц = 60°$. Для постоянных опор рекомендуются также отверстия с углом конуса $\alpha_ц = 90°$ (нестандартные) при вале с углом конуса $\alpha_ц = 60°$.

Размеры отверстий соответствуют диаметрам валов 2...200 мм.

Пример обозначения

Отв. центр В2 ГОСТ 14034—74 — отверстие центровое с предохранительным конусом 120° (исполнение В), диаметр 2 мм.

2.2. ОПОРЫ С ТОЧЕЧНЫМ И ЛИНЕЙЧАТЫМ КОНТАКТОМ

Керны (ГОСТ 8913—76) выпускаются следующих исполнений (табл. 2.19):

А — из немагнитных коррозионно-стойких сплавов марок 40ХНЮ-ВИ, 40КХНМ-ВИ с микротвердостью рабочей поверхности 7800...8500 МПа;

Б — из сплава 40КХНМ с микротвердостью рабочей поверхности 5800...7800 МПа;

В — из кобальт-вольфрамового сплава (магнитного) с микротвердостью рабочей поверхности 7100...7800 МПа (для керна диаметром 0,50 мм) и 6600...7600 МПа (для керна диаметром 0,75 мм);

Г — из углеродистой стали марок У8А...У10А с микротвердостью рабочей поверхности 7800...8500 МПа.

Радиус закругления острия 0,015...0,150 мм, смещение сферы на острие (отклонение от соосности) относительно опорной поверхности не более 0,02 мм.

Керны используются в электроизмерительных приборах, а также в приборах иного назначения.

Пример обозначения

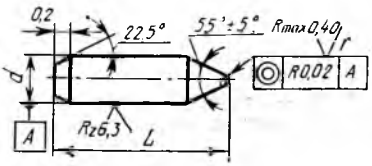
Керн Г 0,5×4,0×0,025 ГОСТ 8913—76 — керн из углеродистой стали (Г), диаметр 0,5 мм, длина 4,0 мм, радиус закругления острия 0,025 мм.

Наконечники агатовые (керны) для счетчиков воды (ОСТ 25.1226—85) типа Н изготовляются из агата технического (ГОСТ 15519—70) с радиусом закругления острия 0,4...0,9 мм; **наконечники (керны) для весоизмерительных приборов** (ОСТ 25.1224—85) — из синтетического корунда (рубина, лейкосапфира) по ГОСТ 22028—76 (тип НК) и агата технического по ГОСТ 15519—70 (тип НА) с радиусом закругления острия 0,3 мм (табл. 2.19).

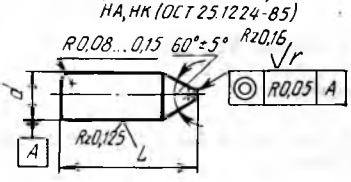
Таблица 2.19

Размеры кернов (ГОСТ 8913—76) и наконечников (ОСТ 25.1226—85, ОСТ 25.1224—85), мм

Типы А, Б, В, Г (ГОСТ 8913-76)



Типы Н (ОСТ 25.1226-85), НА, НК (ОСТ 25.1224-85)



$R_н$	$+T$	L	d	$R_н$	$+T$	L	d
Типы А, Б, В, Г							
0,015	+0,004	2; 2,5; 3	0,5	0,060	+0,006	4	0,5
0,015	+0,004	4; 5	0,5	0,060	+0,006	5; 6	0,75
0,020	+0,004	2; 3	0,5	0,070	+0,010	2,5; 3; 4	0,5
0,025	+0,004	2; 2,5; 3	0,5	0,070	+0,010	5; 6	0,5
0,025	+0,004	4; 5	0,5	0,080	+0,010	4	0,5
0,030	+0,004	2,5; 3; 4	0,5	0,080	+0,010	6	0,75
0,030	+0,004	5; 6	0,5	0,100	+0,100	5; 6	0,5
0,035	+0,006	5; 6	0,5	0,100	+0,100	6; 7	0,75
0,050	+0,006	4	0,5	0,150	+0,020	6; 7	0,75
0,055	+0,006	4	0,5	0,150	+0,020	6; 7	0,75
Тип Н							
0,4	—0,120	$3_{-0,10}$	1,5	0,8	—0,200	$7_{-0,15}$	2,5
0,6	—0,200	$6_{-0,12}$	2,0	0,9	—0,250	$8_{-0,15}$	3,0
Типы НК, НА							
0,3	—0,050	4 (—0,12)	1,5 (—0,10)	—	—	—	—

Примечания: 1. $R_н$ — номинальное значение r; $+T$ — верхнее отклонение.

2. Неуказанные предельные отклонения: при $L < 3$ мм — —0,25 мм; при $L > 3$ до 7 — —0,30; при $L > 7$ — —0,36; при $d = 0,5$ — —0,025, $d = 0,75$ — —0,030; при $d = 1,5 \ldots 3,0$ мм — —0,080 мм.

Наконечники, кроме использования по специальному предназначению, могут быть использованы в приборах иного назначения при требованиях высокой износо- и коррозионной стойкости.

Примеры обозначения

Наконечник Н2.0×0,4 ОСТ 25.1226—85 — наконечник агатовый для счетчиков воды (Н), диаметр 2,0 мм, длина 6,0 мм (в обозначении не указывается), радиус закругления острия 0,4 мм.

Наконечник НК1.5×4,0 ОСТ 25.1224—85 — наконечник корундовый (НК), диаметр 1,5, длина 4,0 мм, радиус закругления острия 0,3 мм (в обозначении не указывается).

Подпятники для измерительных приборов (ГОСТ 8898—78) установлены диаметров 1,2...5 мм следующих типов (табл. 2.20—2.24):

плоские агатовые (ПАП) и корундовые (ПКП);

конические агатовые (ПАК), корундовые (ПКК) и ситалловые (ПСК);

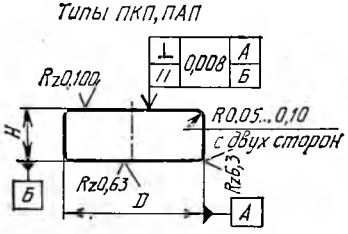
сферические агатовые (ПАС) и корундовые (ПКС);

двухсферные агатовые (ПА2С) и корундовые (ПК2С).

Таблица 2.20

Размеры подпятников неметаллических плоских (ГОСТ 8898—78), мм

Типы ПКП, ПАП



Тип	D	H	D	H	Тип	D	H
ПКП	1,2	0,8	2,2	0,8	ПАП	2,5	0,8*; 1,0
	1,5	0,5; 0,8	2,5	0,8; 1,0		3,0	1,0; 1,5
	1,8	0,5; 0,8	3,0	1,5		3,5	3,6
	2,0	1,0	5,0	1,5		4,0	1,2; 2,0
						5,0	4,0; 5,0

Примечание. Неуказанные предельные отклонения: $D < 3$ мм — —0,040; $D > 3$ — —0,048; $H < 0,8$ — —0,04; $H > 0,8$ до 1 — —0,060; $H > 1$ до 2 — —0,100; $H > 2$ мм — —0,180.

Примеры обозначения

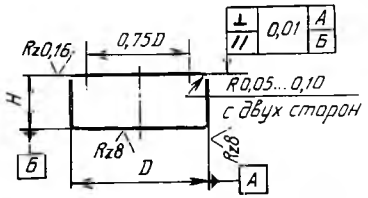
Подпятник ПАП 2,5×0,8 ГОСТ 8898—78 — подпятник для измерительных приборов агатовый плоский (ПАП), диаметр 2,5 мм, толщина 0,8 мм.

Подпятник ПКК 1,5×0,06 (0,030) ГОСТ 8898—78 — то же, корундовый конический (ПКК), диаметр 1,5 мм, радиус закругления впадины 0,06 мм, предельное отклонение радиуса +0,030 мм.

Таблица 2.21

Размеры подпятников неметаллических плоских типа ПКП, ПАП (ОСТ 25.1224—85), мм

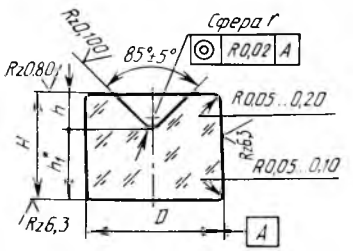
Типы ПКП, ПАП (ОСТ 25.1224-85)



D	H
$2,5_{-0,06}$ $4,0_{-0,07}$ $8,0_{-0,09}$	$1,0_{-0,10}$; $1,5_{-0,10}$ $1,2_{-0,10}$ $2,8_{-0,10}$

Таблица 2.22

Размеры подпятников неметаллических конических (ГОСТ 8898—78, ОСТ 25.1224—85), мм



D	r	H	h	D	r	H	h
Типы ПКК, ПСК, ПАК (ГОСТ 8898—78)							
1,0	0,06; 0,08; 0,10	0,8	0,25	1,8	0,15; 0,25	1,2	0,6
1,2	0,06; 0,08; 0,10; 0,15	1,0	0,36	2,0	0,20; 0,30	1,2	0,6
1,5	0,06; 0,08; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25	1,0	0,36	2,5 3,0	0,10; 0,15; 0,25; 0,40 0,30	2,0 2,5	0,6 0,8
Типы ПАК и ПКК (ОСТ 24. 1224—85)							
2,5	0,15	2,0	1,0	4,0	0,40	2,5	1,3
4,0	0,40	2,5	1,5	8,0	0,40	5,0	2,5

Подпятники для весоизмерительных приборов (ОСТ 25.1224—85) выпускаются типов ПКП и ПАП (плоские), ПКК и ПАК (конические), диаметр — 2,5...8,0 мм, отклонения от соосности впадины по отношению к базирующей поверхности — не более 0,05 мм (см. табл. 2.20—2.23).

Таблица 2.23

Неуказанные предельные отклонения размеров подпятников неметаллических конических (ГОСТ 8898—78, ОСТ 25.1224—85), мм

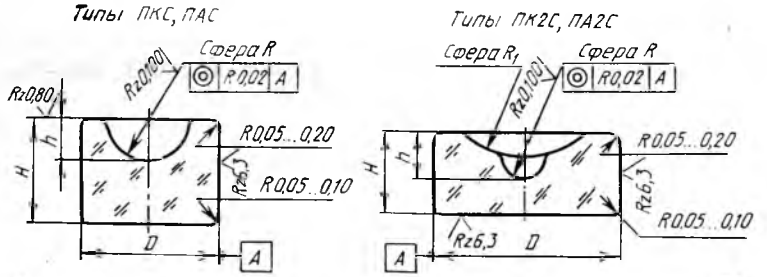
Диапазон размеров, мм	r*	h*	D	H	h	r
До 0,08	+0,025	+0,04	—0,10	—0,10	—0,10	+0,10
0,08...0,30	+0,050	+0,04	—0,10	—0,10	—0,10	+0,10
0,30...0,40	±0,050	+0,100	—0,10	—0,10	—0,10	+0,10
Свыше 0,40	±0,50	+0,100	—0,15	—0,15	—0,15	+0,15

Примечание. Отклонения остальных размеров соответствуют отклонениям, указанным в табл. 2.21.

* Для подпятников типов ПКК, ПАК, ПСК (ГОСТ 8898—78).

Таблица 2.24

Размеры подпятников неметаллических сферических (ГОСТ 8898—78), мм



D	R	H	h	D	R	H	h
			Типы ПКС, ПАС				
1,5	0,6	1,2	0,30	2,5	1,0*; 1,2; 1,3	1,6	0,40
1,8	0,6	1,6	0,50	2,5	1,5	1,6	0,30
1,8	0,8	1,4	0,40	3,0	1,2; 1,5*; 1,6	1,6	0,65
2,0	0,6; 1,0*	1,6	0,40	3,5	1,7*; 1,8*	2,0	0,60
2,5	0,9**	1,2	0,40	4,0	1,8*	2,0	0,75
			Типы ПК2С, ПА2С				
2,5	0,3; (1,2)	1,5	0,70	3,0	0,4; (1,5)	1,6	0,80
2,5	0,3; (1,2)	1,5	0,70	3,0	0,4; (1,7)	1,0	0,80

Примечания: 1. В скобках указано значение R_1.

2. Предельные отклонения размера R: до 0,8 — +0,060; свыше 0,8 — +0,100; остальные отклонения размеров подпятников соответствуют указанным в табл. 2.21.

* Только для подпятников типа ПАС.

** Только для подпятников типа ПКС.

Примеры обозначения

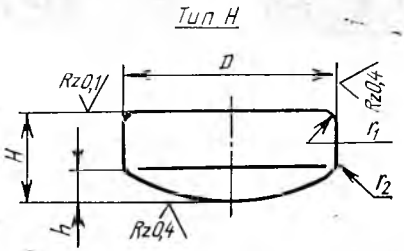
Подпятник ПАП 8,0×2,8 ОСТ 25.1224—85 — подпятник для весоизмерительных приборов, агатовый плоский (ПАП), диаметр 8,0 мм, высота 2,8 мм.

Подпятник ПКК 4,0×1,5 ОСТ 25.1224—85 — то же, корундовый конический (ПКК), диаметр 4,0 мм, высота от основания до дна впадины 1,5 мм.

Камни часовые накладные и подпятники выпускаются следующих типов (табл. 2.25):

Таблица 2.25

Размеры камней часовых накладных, мм



D	H	D	H	D	H
0,7	0,16; 0,18	1,0	0,12; 0,16; 0,18; 0,25; 0,30	1,6	0,30; 0,36; 0,40; 0,45
0,8	0,12; 0,18; 0,25	1,0	0,12; 0,16; 0,18; 0,25; 0,30;	1,6	0,30; 0,36; 0,40; 0,45
0,9	0,18	1,2	0,20; 0,25; 0,30; 0,36; 0,40	2,0 3,0	0,50 0,80

Примечания: **1.** $h = (1/2...1/3)\,H$; $r_1 = 0,02...0,04$; $r_2 = 0,05$ при $H \leqslant 0,18$; $r_2 = 0,10$ при $0,18 < H \leqslant 0,30$; $r_2 = 0,15$ при $H > 0,30$.

2. Предельные отклонения размеров: $D = 0...1,2$ — —0,010, $D > 1,2$ — —0,020; $H = 0...0,8$ — —0,03, $H = 0,18...0,30$ — —0,04, $H > 0,30$ — —0,06.

Н — с плоской рабочей поверхностью;

НВк — то же с выточкой на рабочей поверхности (только по специальному требованию).

Изготовляются из синтетического корунда (рубина, лейкосапфира) по ГОСТ 22028—76. Диаметры камней 0,7...3 мм. Предназначены для подпятников в паре с камнями сквозными (втулками) в часовых механизмах, могут быть использованы в механизмах приборов иного назначения.

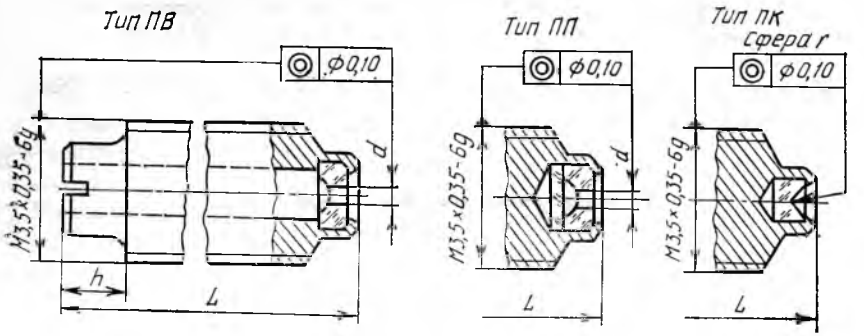
Пример обозначения

Камень часовой Н 1012 — камень часовой накладной (Н), наружный диаметр 1,0 мм, толщина 0,12 мм.

Подпятники армированные для измерительных приборов выпускаются следующих типов (табл. 2.26):

Таблица 2.26

Размеры подпятников армированных, мм



Подпятник или втулка	d	L по j_s14	Подпятник или втулка	d	L по j_s14
Тип ПК					
К1,5×0,06	0,06	1,7; 2	К1,5×0,20	0,20	4; 5; 6; 7**; 8; 10; 12
К1,5×0,08	0,08	1,7; 2*; 3; 4; 6			
К1,5×0,10	0,10	3**; 4**; 5*; 6*; 7*; 8; 10	К1,5×0,25	0,25	4; 5; 6; 7; 8; 10; 12
К1,5×0,15	0,15	3**; 4*; 5*; 6*; 7*; 8; 10; 12			
Тип ПВ					
МН1530×0,5	0,3	4; 5; 6; 8; 10; 12	МН1880×0,6	0,8	4; 5; 6; 8; 10; 12
МН1850×0,6	0,5	4; 5; 6; 8; 10; 12			
Тип ПП					
МН1530×0,5	0,3***	4; 5; 6; 8; 10; 12	МН1880×0,6	0,8***	4; 5; 6; 8; 10; 12
			МЦ1880×0,6	0,8***	6; 8; 10
МН1850×0,6	0,5***	4; 5; 6; 8; 10; 12	Н2080×1,0	0,8***	6; 8; 10
МЦ1850×0,6	0,5***	6; 8; 10			

Примечание. К — подпятники типов ПКК, ПАК, ПСК; МН — втулки типа ВКМН; МЦ — втулки типа ВКМЦ; Н — втулка типа ВКН.

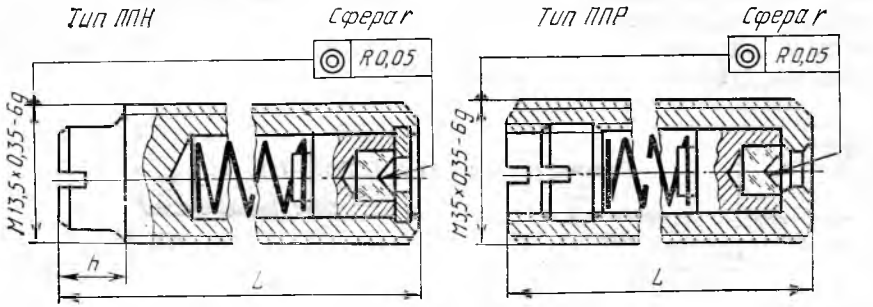
* Выпускаются также с резьбой М2,5×0,35 — 6*g*.
** Выпускаются только с резьбой М2,5×0,35 — 6*g*.
*** Для подпятников типа ПП размер *r*.

ПК — с коническим подпятником;
ПВ — с втулкой;
ПП — с втулкой и плоским подпятником.

Подпятники армированные пружинные для измерительных приборов установлены следующих типов (табл. 2.27):

Таблица 2.27

Размеры подпятников армированных пружинных, мм



Подпятник	r	L по j_s14	Подпятник	r	L по j_s14
		Тип ППН			
1,5×0,06	0,06	8; 10; 12; 14; 16	1,5×0,15	0,15	8; 10; 12; 14; 16
1,5×0,08	0,08	8; 10; 12; 14; 16	1,5×0,20	0,20	8; 10; 12; 14; 16
1,5×0,10	0,10	6; 7; 8; 10; 12; 14; 16	2,5×0,40	0,40	12*
		Тип ППР			
1,5×0,08	0,08	9; 12	1,5×0,20	0,20	9; 12
1,5×0,10	0,10	9; 12	1,5×0,25	0,25	9; 12
1,5×0,15	0,15	9; 12			

Примечание. Допускается изготовление подпятников с резьбой M3×0,35 — 6*g*; M6×0,5 — 6*g*.

* Резьба M6×0,5 — 6*g*, паз под отвертку 1,0×1,2,

ППН — неразъемные;

ПНР — разъемные (с вынимающимися коническим подпятником в оправе и регулировкой усилия пружины).

В качестве армируемой опоры применяют подпятники типов ПАК, ПКК и ПСК (ГОСТ 8898—78) и втулки типов ВКМЦ и ВКМН. Оправы (корпуса) подпятников должны изготовляться из латуни марок ЛС59-1 или Л63 (ГОСТ 15527—70).

Примеры обозначения

Подпятник ПВ 3×4 — КМН5 — подпятник армированный с втулкой для измерительных приборов (ПВ), резьба М3 длиной 4 мм, с втулкой типа ВКМН, диаметр отверстия 0,5 мм (КМН5, В не указывается).

Подпятник ПК 2,5×2—А08 — то же, типа ПК, резьба М2,5 длиной 2 мм, с коническим агатовым подпятником типа ПАК, радиус впадины 0,08 мм (А08, П...К не указываются).

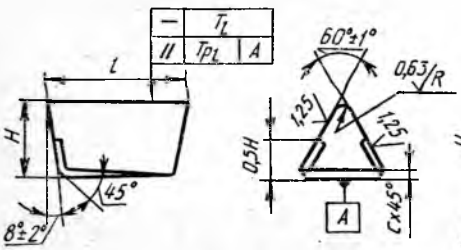
Подпятник ППР 3,5×12—С08 — то же, пружинный типа ППР с ситалловым подпятником типа ПСК, радиус впадины 0,08 мм (С08, П...К не указываются).

Призмы и подушки стальные (ГОСТ 9509—74, табл. 2.28—2.29). Призмы делятся: на трехгранные (тип 1) с одним и двумя лезвиями, двухконсольные (исполнение 2); пятигранные (тип 2); с конической опорной поверхностью одноконсольные (тип 3), двухконсольные (тип 4) и двухопорные (тип 5).

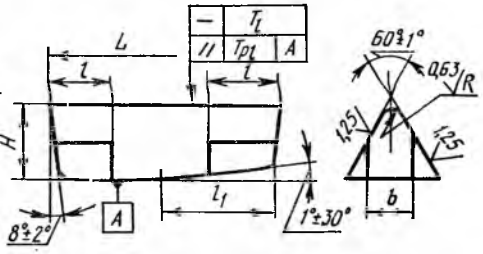
Таблица 2.28

Призмы стальные (ГОСТ 9509—74), мм

Тип 1, исполнение 1



Тип 1, исполнение 2



Обозначение	l, мм	H, мм	R, мм	P, кН	Обозначение	l, мм	L, мм	b, мм	H, мм	R, мм	P, кН
	Исполнение 1					*Исполнение 2*					
10—1	10	7	0,02	0,78	12—1	12	50	6	12	0,10	0,13
12—2	12	9	0,02	0,98	12—2	12	50	6	9	0,02	0,49
13—3	13	9	0,02	1,18	12—3	12	80	6	9	0,02	0,25
14—4	14	9	0,10	3,90	12—4	12	150	7	12	0,02	0,25
16—5	16	12	0,10	4,90	16—5	16	125	10	12	0,02	0,69
18—6	18	10,6	0,10	5,89	16—6	16	180	10	12	0,02	0,39

Примечание. Предельные отклонения размеров по $h13$.

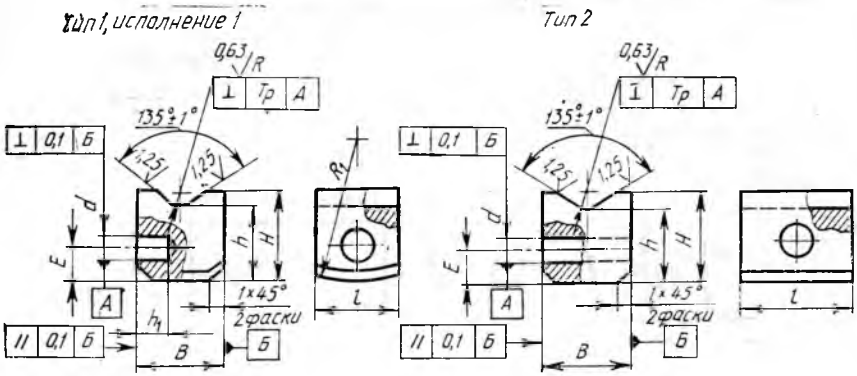
Подушки бывают: самоустанавливающиеся с плоской и цилиндрической опорной поверхностью (тип 1); самоустанавливающиеся на оси (тип 2); с продольным (тип 3) и поперечным (тип 4) рабочим ребром; облегченные (типы 5 и 6).

Призмы изготавливают из стали марок У8, У8А (ГОСТ 1435—74), подушки — из стали марок У10, У10А (ГОСТ 1435—74), оба элемента — из стали 95Х18 (коррозионно-стойкой, ГОСТ 5632—72). Твердость рабочих поверхностей призм 58...60 $HRC_э$, подушек — 61 $HRC_э$.

Эти элементы предназначены для весовых приборов и дозаторов (нагрузка до 315 кН), могут быть применены в рычажных механизмах других приборов.

Таблица 2.29

Размеры подушек стальных самоустанавливающихся (ГОСТ 9509—74), мм



Обозначение	l	B по $d11$	H	h	E	d	Обозначение	l	B по $d11$	H	h	E	d
							Тип 1, исполнение 1						
12—1	12	12	12	10	5	5	16—4	16	12	12	10	5	5
14—2	14	12	12	10	5	5	18—5	18	16	16	13	6,5	5
15—3	15	16	11	8	5	6	18—5	18	16	16	13	6,5	5
							Тип 2						
5—1	5	8	7,5	6	3	3	10—6	10	14	12	10	5	5
6—2	6	8	7,5	6	3	3	10—7	10	15	14	11,5	5,5	5,2
8—3	8	10	10	8	4	4	10—8	10	12	14	11,5	6	5,5
10—4	10	10	14	12	6	6	12—9	12	14	14	11,5	6	5
10—5	10	10	12	10	5	5	12—10	12	16	15	12	6	6

Примечания: 1. Для подушек типа 2 5 — 1 . . . 10 — 7 $R = 0,5$; 10 — 8 . . . 12 — 10 и типа 1 исполнения 1 12 — 1 . . . 18 — 5 $R = 1,0$, $h_1 = 6$.

2. Предельные отклонения размера B по $d11$.

Примеры обозначения

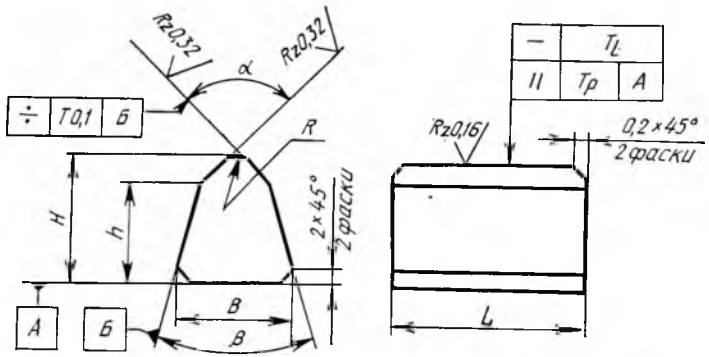
Призма 1/1—12—2 ГОСТ 9509—74 — призма стальная трехгранная (тип 1), с одним лезвием (исполнение 1) длиной 12 мм, высота 9 мм, радиус заостренности лезвия 0,02 мм (порядковый номер 2).

Подушка 2—8—3 ГОСТ 9509—74 — подушка стальная для весоизмерительных приборов самоустанавливающаяся на оси (тип 2), ширина рабочей поверхности 8 мм, ширина подушки 10 мм, высота 10 мм (порядковый номер 3).

Призмы и подушки неметаллические (ОСТ 25.1224—85, табл. 2.30—2.33) делятся: на призмы треугольные (ПрА, ПрК); подушки трапецеидальные (ПдКТ, ПдАТ), прямоугольные (ПдКП, ПдАП), плоские прямоугольные (ПдАПП, ПдСПП), плоские скругленные (ПдКПС, ПдАПС), плоские с пазами (ПдКППз, ПдАППз, ПдСППз), плоские с отверстием (ПдАПО), цилиндрические с па-

Таблица 2.30

Размеры призм неметаллических для весоизмерительных приборов (ОСТ 25.1224—85), мм



L	B	H	L	B	H
		Тип ПрК			
$6_{-0,15}$	$2,0_{-0,10}$	$2,0_{-0,10}$	$20^{*}_{-0,25}$	$8,0_{-0,20}$	$9,0_{-0,20}$
$10_{-0,18}$	$2,8_{-0,10}$	$4,0_{-0,12}$	$28^{*}_{-0,25}$	$8,0_{-0,20}$	$9,0_{-0,20}$
$10_{-0,18}$	$4,0_{-0,12}$	$5,0_{-0,12}$	$38^{*}_{-0,30}$	$10_{-0,20}$	$10_{-0,20}$
$12_{-0,22}$	$4,0_{-0,12}$	$5,0_{-0,12}$	$48^{*}_{-0,30}$	$10_{-0,20}$	$10_{-0,20}$
		Тип ПрА			
$6_{-0,16}$	$3,0_{-0,10}$	$3,0_{-0,12}$	$12_{-0,24}$	$4,0_{-0,12}$	$5,0_{-0,16}$
$10_{-0,20}$	$3,0_{-0,10}$	$3,2_{-0,16}$	$14_{-0,24}$	$6,0_{-0,12}$	$7,0_{-0,20}$
$10_{-0,20}$	$4,0_{-0,12}$	$4,0_{-0,16}$	$24_{-0,28}$	$4,0_{-0,12}$	$4,0_{-0,16}$

Примечания: 1. Для призм типа ПрК $T_l = 0{,}001$, $T_p = 0{,}020$, $\alpha = 85° \pm \pm 5°$, $\beta = 35° \pm 1°$, $2R = 0{,}001$.

2. Для призм типа ПрА $T_l = 0{,}003$, $T_p = 0{,}050$, $\alpha = 110° \pm 5°$, $\beta = 25° \pm \pm 1°$, $2R = 0{,}03$.

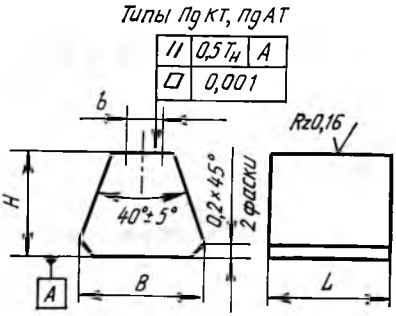
* $\beta = 45° \pm 1°$.

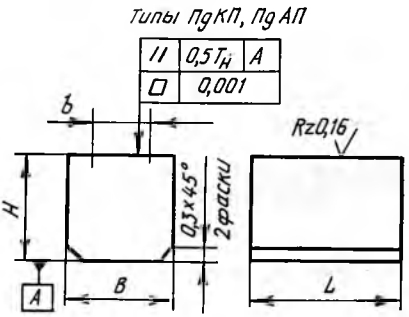
зом (ПдКЦПз, ПдАЦПз), прямоугольные с пазом (ПдАППз, ПдСППз, ПдХППз).

Призмы и подушки изготовляются из корунда синтетического (ГОСТ 22028—76) — К, из агата технического (ГОСТ 15519—70) — А, из халцедона технического (ГОСТ 15519—70) — Х, из ситалла с твердостью не менее 6 ед. по шкале Мооса — С. Длина лезвия 6...48 мм.

Таблица 2.31

Размеры подушек неметаллических трапецеидальных и прямоугольных (ОСТ 25.1224—85), мм





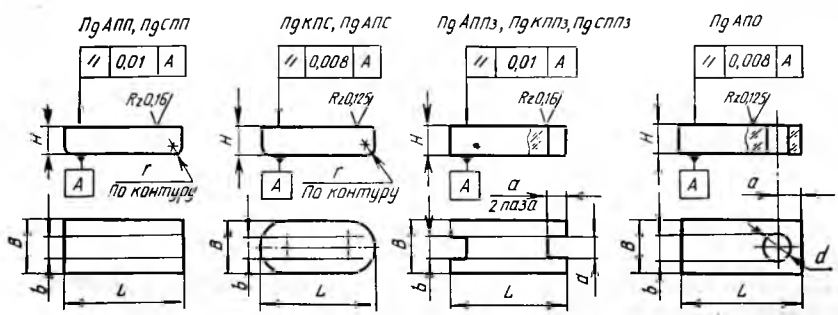
Тип	L	B	b	H	L	B	b	H
ПдАТ	6	2,5	1,25	1	14	3,6	1,80	2
	12	3,6	1,80	2	16	4,0	2,00	2
ПдАП	14	3,0	1,50	2	38	8,0	2,50	4
	16	4,0	2,00	3	42	10,0	2,50	4
	20	5,0	2,50	4	50	10,0	2,50	4
	30	5,0	2,50	4	60	17,0	2,50	4
ПдКП	14	3,0	1,50	2	35	5,0	2,50	4
	16	4,0	2,00	3	42	6,0	2,50	4
	22	3,0	2,00	4	52	8,0	2,50	4
	24	5,0	2,50	4				
ПдКТ	12	3,4	1,70	2				

Примечания: 1. Предельные отклонения длины: при $L \leqslant 6$ мм — —0,16 мм; свыше 6 до 16 — —0,24; при $L > 16$ мм — —0,26 мм.

2. Предельные отклонения ширины и высоты: при B, $H \leqslant 3$ мм — —0,12 мм; при B, H свыше 3 до 6 — —0,16; B, H свыше 6 до 10 — —0,20; при B, $H >$ $>$ 10 мм — —0,24 мм.

Таблица 2.32

Размеры подушек неметаллических плоских (ОСТ 25.1224—85), мм



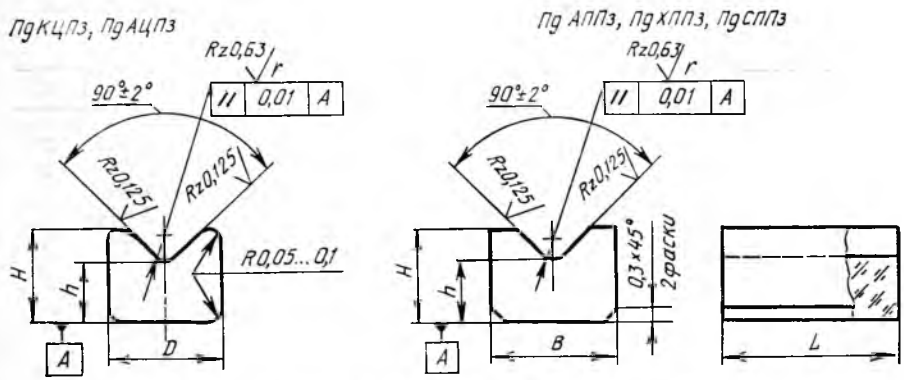
Тип	L	B	H	Тип	L	B	H	a	d
ПдАПП, ПдСПП	12	5,0	1,50	ПдКППз, ПдАППз ПдСППз	13,5	6,0	1,5	2,0	1,75
					20	5,0	2,5	0,6	2,4
ПдКПС	8	2,5	1,25						
	14	3,4	1,70						
ПдАПС	14	3,6	1,80	ПдАПО	10	3,2	1,5	5,7	0,6
	16	5,0	2,50		20	6,0	2,5	7,5	1,0
					20	6,0	4,0	7,5	1,0

Примечания: 1. Предельные отклонения размеров соответствуют отклонениям для подушек типов ПдКП, ПдАП (см. табл. 2.31).

2. Рабочая зона $b = 0{,}7B$.

Таблица 2.33

Размеры подушек неметаллических с пазом (ОСТ 25.1224—85), мм



Тип	L	B, D	H	h	r
ПдАЦПз, ПдКЦПз	—	2,0	2,0	1,2	0,15
	—	2,5	2,0	1,0	0,15
	—	4,0	2,5	1,2	0,20
	—	8,0	5,0	2,5	0,30
ПдАППз, ПдХППз, ПдСППз	10	10	7,0	4,5	0,20
	14	10	7,0	4,5	0,20
	20	12	12	9,0	0,20

Примечание. Предельные отклонения размеров соответствуют отклонениям для подушек типов ПдКП, ПдАП (см. табл. 2.31).

Призмы предназначены для лабораторных и циферблатных весовых приборов, могут быть применены в приборах иного назначения (при требованиях высокой точности и износостойкости).

Примеры обозначения

Призма ПрК 6×2,0 ОСТ 25.1224—85 — призма корундовая (ПрК), длина лезвия 6 мм, ширина 2,0 мм.

Подушка ПдАТ 12×3,4 ОСТ 25.1224—85 — подушка агатовая трапецеидальная (ПдАТ), длина 12 мм, ширина 3,4 мм.

2.3. ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

Подшипники качения используются в основном в опорах с трением качения. По сравнению с опорами скольжения они имеют ряд преимуществ: малые моменты сил трения, в том числе при пусковых режимах; высокую точность направления и центрирования при больших скоростях; незначительную реакцию на изменение температуры. К недостаткам подшипников качения можно отнести сложность конструкции и значительные габариты опор по диаметру.

Стандартный подшипник качения обычно состоит из наружного и внутреннего колец с дорожками качения, тел качения (шариков или роликов) и сепаратора, равномерно распределяющего их по дорожкам. В малогабаритных механизмах приборов применяют также нестандартные насыпные шарикоподшипники. В этих подшипниках нет сепаратора и колец, а дорожки качения выполнены непосредственно на валу и в корпусе, причем цапфы валов имеют, как правило, коническую или тороидную форму, а отверстия в корпусах — цилиндрическую, тороидную или сферическую. В таких подшипниках обычно используется 3...30 стандартных шариков, диаметры которых не превышают 5 мм.

2.3.1. Типы и конструктивные разновидности

Типы и конструктивные разновидности подшипников качения установлены ГОСТ 3595—74.

Подшипники радиальные шариковые однорядные, тип 0, делятся на следующие конструктивные разновидности:

основная конструктивная разновидность — 0000 (ГОСТ 8538—75);

с защитной шайбой — 60000 и с двумя защитными шайбами — 70000 (ГОСТ 7242—81);

с упорным буртом — 840000, с упорным буртом и защитной шайбой — 860000 (ГОСТ 10058—75);

с канавкой на наружном кольце — 50000, с канавкой и защитной шайбой — 850000 (ГОСТ 2893—82);

с уплотнением односторонним — 160000 и двухсторонним — 180000 (ГОСТ 8882—75) и др.

Подшипники этого типа воспринимают радиальные нагрузки, допускаются осевые нагрузки в обе стороны.

Подшипники радиальные шариковые сферические двухрядные, тип 1, с цилиндрическим — 1000 и коническим — 111000 отверстиями (ГОСТ 5720—75) и другие конструктивные разновидности этого типа воспринимают радиальные и при необходимости осевые нагрузки в условиях значительных перекосов оси вала.

Подшипники радиальные роликовые, тип 2, с короткими цилиндрическими роликами на внутреннем кольце — 32000, с одним буртом на наружном — 12000, на внутреннем — 42000 кольцах (ГОСТ 8328—75) и другие конструктивные разновидности этого

типа воспринимают только радиальные нагрузки при требованиях экономии габаритов и увеличения жесткости опор (выпускаются сравнительно больших диаметров).

Подшипники радиальные роликовые сферические двухрядные, тип 3, с цилиндрическим — 3000 и коническим — 113000 отверстиями (ГОСТ 5721—75) и другие конструктивные разновидности этого типа предназначены для работы в условиях значительных перекосов оси вала и ударных нагрузок (выпускаются сравнительно больших диаметров).

Подшипники радиальные роликовые с длинными или игольчатыми роликами, тип 4, с обоими кольцами без сепаратора — 74000 и с сепаратором — 244000 и 344000 (ГОСТ 4457—74); с игольчатыми роликами и одним штампованным наружным кольцом — 940/00 (ГОСТ 4060—78) и другие конструктивные разновидности этого типа. Воспринимают только радиальные нагрузки при требованиях значительной экономии радиальных габаритов.

Подшипники радиально-упорные шариковые однорядные, тип 6, со съемным наружным кольцом и углом контакта 12°—6000, с несъемным кольцом и углами контакта 12°—36000, 26°—46000, 36°—66000 (ГОСТ 831—75); сдвоенные с углами контакта обоих подшипников, обращенными в одну сторону, 12°—436000, 26°—446000, 36°—466000, с углами контакта, обращенными в разные стороны, и установкой в упор внутренних колец — 336000, 346000, 366000, то же, наружных колец — 236000, 246000, 266000 (ГОСТ 832—78) и другие конструктивные разновидности этого типа. Воспринимают радиальные и осевые нагрузки при условиях регулируемого зазора по дорожкам качения.

Подшипники радиально-упорные роликовые с коническими роликами, тип 7, однорядные — 7000 (ГОСТ 333—79); то же, с упорным буртом на наружном кольце 67000 (ГОСТ 3469—83); двухрядные — 97000 (ГОСТ 6364—78) и другие конструктивные разновидности этого типа. Воспринимают радиальные и осевые нагрузки при требованиях экономии радиальных габаритов и повышенной жесткости опор.

Подшипники упорные шариковые, тип 8, одинарные — 8000 (ГОСТ 6874—75); двойные — 38 000 (ГОСТ 7872—75).

Воспринимают только осевые нагрузки при работе в паре с радиальными подшипниками.

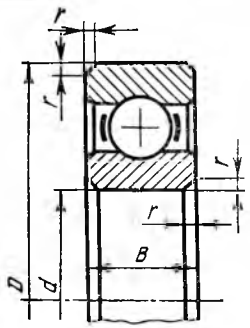
2.3.2. Основные размеры подшипников качения

Основные размеры подшипников качения установлены ГОСТ 3478—79 для диаметров валов в пределах 0,6...2000 мм по арифметическим рядам через 1, 5 и 10 мм с отклонениями, приближающими эти ряды к рядам геометрическим. В области малых диаметров установлены размеры: 0,6; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3...9 (через 1) и далее 10; 12; 15; 17; 20...110 (через 5), а также 22; 28; 32.

Стандарт предусматривает наличие серий размеров подшипников по наружному диаметру: сверхлегкие — 8 и 9, особо легкие —

Таблица 2.34

Подшипники шариковые радиальные однорядные (ГОСТ 8338—75)



Класс точности, группа зазора	Обозначение	d, мм	D, мм	B, мм	r, мм	C, Н	C_0, Н	$n_{пр} \times 10^{-3}$, об/мин	Варианты с особыми требованиями
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0; 6; 06; 25; 5; 05; 75	1000091	1	4	1,6	0,2	125	34	45	Ю; Я; Т; М
6; 25; 5; 05	2000154	1,5	4	1,7	0,1	140	39	36	Ю; М
26; 6*; 06; 25; 5; 75; 24; 4	1000092	2	4	2,3	0,2	280	86	45	Ю; Т; М
26; 6; 36; 65; 25; 5; 35; 24; 4; 04	2000083	3	7	2,5	0,3	430	136	36	Ю; Т; У; М; Ш
6**; 25; 5; 05; 15; 4	1000093	3	8	3	0,2	440	166	43	Ю; Т; М
6; 5	13	3	9	3	0,3	460	190	36	
0*; 26; 6*; 25; 5; 05; 75; 24; 04	23	3	10	4	0,3	490	217	40	Ю; Р; Т; У; М
6; 25; 5; 05; 4; 04	1000084	4	9	2,6	0,2	540	186	45	Ю; Т; М
66; 26; 6*; 65; 25; 05; 24; 4	1000094	4	11	4	0,3	750	340	40	Ю; Т; М
0*; 6*; 66; 26; 76; 36; 25; 5; 75; 24; 4	24	4	13	5	0,4	900	415	38	Ю; Т; М
26; 6; 06; 25; 5; 05; 75	34	4	16	5	0,5	1450	750	36	Ю
24	45	4,5	8	2,5	0,3	590	180	40	Ю; Т
6; 5	1000085Ю	5	11	3	0,3	635	280	40	—
0*; 66; 16; 26; 6*; 06; 76; 36; 46; 65; 25; 5; 05; 75; 35; 24; 4; 04; 34	1000095	5	13	4	0,4	1080	390	38	Ю; Я; К; У; Т; М

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0*; 26; 6*; 76; 15; 25; 5; 05; 75; 4	25	5	16	5	0,5	1480	740	36	Ю; Т; М
0; 6; 06; 76; 25; 5; 75; 35	35	5	19	6	0,5	2190	1160	32	Ю; Е
5; 34	76	6	10	2,5	0,3	1350	490	40	Ю; Т; М
0*; 6*; 25; 5; 05; 75; 35; 4; 2	1000096	6	15	5	0,4	1470	555	38	Ю; Т; М
0*; 26; 6*; 06; 76; 36; 25; 5; 05; 75; 64; 4; 62; 2	26	6	19	6	0,5	2170	1160	32	Ю; Р; М; Ш
26; 6	66Г	6	22	6	0,5	3220	1310	34	—
5	56	6,4	19	5,5	0,5	...	...	...	—
6; 25; 5; 4	2000087	7	14	4	0,3	1170	440	36	Ю; М
0*; 26; 6; 25; 5; 24; 4	1000097	7	17	5	0,5	2020	770	36	Ю; Т; Ш
0*; 26; 6*; 06; 76; 15; 05; 75	17	7	19	6	0,5	2200	1160	34	Ю; Т; Ш
0*; 26; 6; 76; 15; 25; 5; 75; 4	27	7	22	7	0,5	3250	1350	30	Ю; Р
6; 5	1000088	8	16	4	0,4	1330	510	36	Ю
0; 6*; 5; 24; 4; 2	1000098	8	19	6	0,5	2240	885	40	Ю; Т; М
0*; 26; 6*; 06; 76; 25; 5; 05; 75; 24; 74	18	8	22	7	0,5	3250	1340	32	Ю; Т; Е; М; Ш
6	69ЮТ	9	14	3	0,3	860	310	40	Ю; Т
4	79Ю	9	15	2,5	0,3	1180	450	36	—
0*; 26; 6; 76; 25; 5; 05; 4	1000099	9	20	6	0,5	2680	1050	32	Ю; Т
6; 76	89	9	22	7	0,5	2900	1200	30	—
0; 26; 6; 5	29Г	9	26	8	1	4620	1960	26	—
0*; 26; 6*; 06; 25; 5; 24; 4	1000900	10	22	6	0,5	3340	1350	30	Ю; Т; М
0; 26; 6; 76; 25; 5; 35; 4; 2	100Л	10	26	8	0,5	4620	1960	30	Ю; Р; Т; Д; Е; М
6; 5	700	10	28	8	0,5	5260	2270	26	—
0*; 70; 30; 26; 6; 76; 36; 25; 5; 05; 75; 35; 85; 64; 4; 2	200	10	30	9	1	5900	2650	24	Ю; Р; Б; Ш
0*; 70; 30; 46	300	10	35	11	1	8060	3750	20	Л
0; 6; 15; 25; 5	1000801	12	21	5	0,5	1430	700	30	Ю
0*; 6; 65; 5; 4	1000901	12	24	6	0,5	3390	1350	28	Ю; Р; Т; Б; Е; М

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0; 6; 76; 25; 5; 75; 35	7000101	12	28	7	0,5	5070	2240	26	Ю; Т; Б
0*; 26; 6**; 76; 36; 5	101	12	28	8	0,5	5070	2240	26	Ю; Т; Б
0*; 70; 26; 6*; 25; 5; 75; 4; 2	201	12	32	10	1	6890	3100	22	Ю; К; М; Ш
0*; 26; 6; 5; 05; 75; 24	301	12	37	12	1,5	9750	4650	19	Т; Е; Ш
6; 5	1000802Л	15	24	5	0,5	1560	830	26	—
0; 6**; 5; 4	1000902	15	28	7	0,5	3480	1480	22	Ю; Т
0*; 26; 6; 36; 25; 5; 75	7000102	15	32	8	0,5	5590	2500	33	Б; Т; У
5; 6	102	15	32	9	0,5	5590	2500	33	—
0*; 70; 26; 6**; 76; 36; 25; 5; 75; 35; 45; 4	202	15	35	11	1	7800	3550	19	Ю; Р; Т; Г; Л; Е; Б; М; Ш
0*; 70; 80; 6; 46; 25; 5; 75; 85; 45	302	15	42	13	1,5	11 400	5400	17	Ю; Т; К; Б; Ш
0*; 26; 6; 5; 4	1000903	17	30	7	0,5	3640	1650	20	Ю; Р; Т; Л; У
0; 6; 5; 05; 75; 35; 4	7000103	17	35	8	0,5	6050	2800	19	Р; Т; Б; У
6	103	17	35	10	0,5	6050	2800	19	—
0*; 70; 30; 26; 6; 76; 36; 86; 25; 5; 75; 35; 4; 84	203К	17	40	12	1	9560	4500	17	Ю; Р; Т; Б; Ш
36	703Б	17	45	14	...	...	...	...	—
0*; 20; 70; 26; 76; 25; 5; 75; 35; 24; 4	303К2	17	47	14	1,5	13 500	6650	16	Л; Б; Е; К; Ш
0; 6	403	17	62	14	2	22 900	11 800	12	Б; Е
6; 5	7000804Л	20	32	4	0,5	1740	1180	20	Т
0*; 70; 6; 76; 15; 25; 5; 75; 35; 4	1000904	20	37	9	0,5	6550	3040	18	Б; Т; У
0; 70; 26; 6; 25; 5; 4; 2	104	20	42	12	1	9360	4500	17	Ю; Р; Т; Д; Б
0*; 70; 6; 36; 76; 25; 5; 75; 35; 4; 74	204К	20	47	14	1	12 700	6200	15	Ю; Р; Т; Б; Е; М; Ш
20; 0*; 70; 6; 76; 46; 25; 5; 75; 85; 4	304К	20	52	15	2	15 900	7800	13	Ю; Р; Т; Б; Е; К; Ш

Примечания: **1.** Предельная частота вращения $n_{пр}$ дана для условий работы с применением пластичных смазочных материалов, при смазывании жидкими маслами предельная частота на 30 % выше.

2. Указание особых требований в обозначении подшипника означает отсутствие в каталоге модификаций без особых требований.

3. ... — данные отсутствуют.

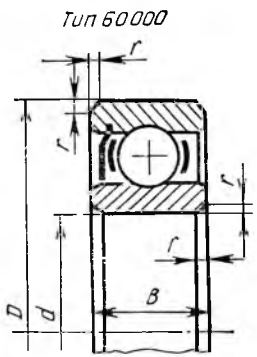
* При годовой программе не свыше 5000 шт. согласованию не подлежат.

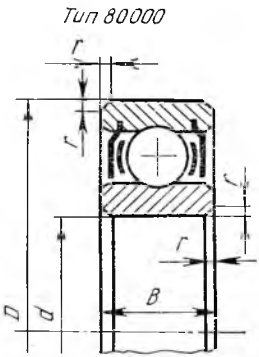
** То же, не свыше 1000 шт.

1 и 7, легкие — 2 и 5, средние — 3 и 6, тяжелые — 4; по ширине или высоте: особо узкие — 8, узкие — 7, нормальные 0 и 1, широкие — 0, 2, 3, особо широкие — 3, 4, 5, 6, в порядке возрастания размеров при одинаковом внутреннем диаметре.

Таблица 2.35

Подшипники шариковые радиальные однорядные с защитными шайбами (ГОСТ 7242—81)





Класс точности, группа зазора	Обозначение	d, мм	D, мм	B, мм	r, мм	C, Н	C_0, Н	$n_{пр} \times 10^{-3}$, об/мин	Варианты с особыми требованиями
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25; 5	60061ЮТ	1	4	1,7	0,1	125	34	34	—
0**; 26; 6**; 76; 5; 75	60024	4	13	5	0,3	900	415	38	Ю; Т
26; 6	60064	4	16	5,5	0,3	1450	750	36	Т
26; 6	60075	5	13	5	0,3	1080	390	38	Ю: Т
0*; 26; 6; 76; 5; 75	60025	5	16	5	0,5	1480	740	36	Ю; Т
0*; 26; 6**; 76	60026	6	19	6	0,5	2170	1160	32	Ю; Т
0; 26; 6; 5	60066	6	19	6,5	0,5	2120	1160	32	Т
0*; 26; 6; 76	60027	7	22	7	0,5	3250	1350	30	Ю; Т; Ш
0*; 26; 6**; 76; 5	60018	8	22	7	0,5	3250	1340	32	Ю; Т; М
0*; 6; 25	60029	9	26	8	1	4620	1960	26	—
0	60100	10	26	8	0,5	4620	1960	25	—
0*; 26; 6	60200	10	30	9	1,0	5900	2650	24	Ю; Т
5	60101УС17	12	28	8	1	5070	2240	22	—
0*; 26; 6; 76	60201	12	32	10	1	6890	3100	22	Ю; Т; Ш
0*; 26; 6	60202	15	35	11	1	7800	3550	19	Ю; Т; Л; Ш

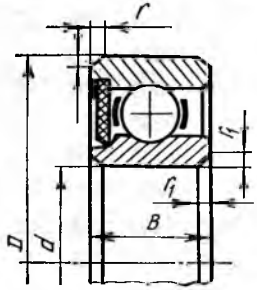
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0*; 6	60302	15	42	13	1,5	11 400	5400	17	Ш
0*; 26; 6	60203	17	40	12	1	9560	4500	17	У; Т; Ш
0*	60303К	17	47	14	1,5	13 500	6650	16	—
0*; 6	60104	20	42	12	1	9360	4500	17	—
0*; 26; 6; 06	60204	20	47	14	1,5	12 700	6200	15	К
0*; 6	60304К	20	52	15	2	15 900	7800	13	Ш
25; 5	80063ЮТС2	3	8	3,5	0,2	440	166	43	С
5; 05	80023	3	10	4	0,3	640	217	40	Ю; Т; М; С
5	1080094ЮТ	4	11	4	0,3	250	340	40	С
0; 6; 25; 5; 35	80024	4	13	5	0,3	900	415	38	Ю; Т; С
0	80034	4	16	5	0,3	1450	750	36	—
0; 6	80064	4	16	5,5	0,3	1450	750	36	С
4	1080095ЮТС2	5	13	4	0,3	1080	390	38	—
6; 5; 75	80075К	5	13	5	0,3	1080	390	38	С
04	1080096ЮС2	6	15	5	0,3	1470	555	38	—
0	80026	6	19	6	0,3	2170	1160	32	—
0; 26; 6	80066	6	19	6,5	0,3	2170	1160	32	Ю; Т; С
0; 70; 6; 76	80027	7	22	7	0,3	3250	1350	30	Т; С
0; 26; 6; 76	80018	8	22	7	0,3	3250	1340	32	Ю; Т; Г; С
6	80089	9	22	7	0,3	2900	1200	30	К; Т; С
6	80019ГС17	9	24	7	0,3	3710	1540	30	—
0; 26; 6; 5	80029	9	26	8	0,5	4620	1960	26	Т; С
25	60800Ю1Т	10	26	9	0,5	4620	1960	30	—
0; 70; 26; 6	800200	10	30	9	0,5	5500	2650	24	Ю; Т; С
6	800101	12	28	8	0,5	5070	2240	24	—
0; 26; 6; 76; 5	800201	12	32	10	0,5	6890	3100	22	Ю; Т; У; С; Ш
6	80102	15	32	10	0,5	5590	2500	22	—
0; 70; 6; 76	80202	15	35	11	1	7800	3550	19	Ю; Т; У; С
0; 6	80103	17	35	10	1	6050	2800	19	—
0; 70; 26; 6; 76	80203	17	40	12	1,5	9560	4500	17	Ю; Т; Л; С; Ш
6; 76	80104	20	42	12	1	9360	4500	17	Р; Т; С
0; 70; 66; 6; 76; 25; 65	80204	20	47	14	1,5	12 700	6200	15	Ю; Т; С; Ш

Примечание. См. примечания к табл. 2.34.

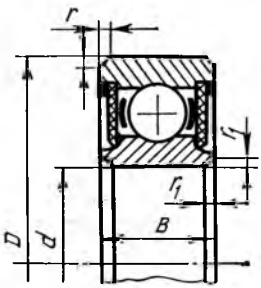
Таблица 2.36

Подшипники шариковые радиальные однорядные с уплотнениями (ГОСТ 8882—75)

Тип 160000



Тип 180000

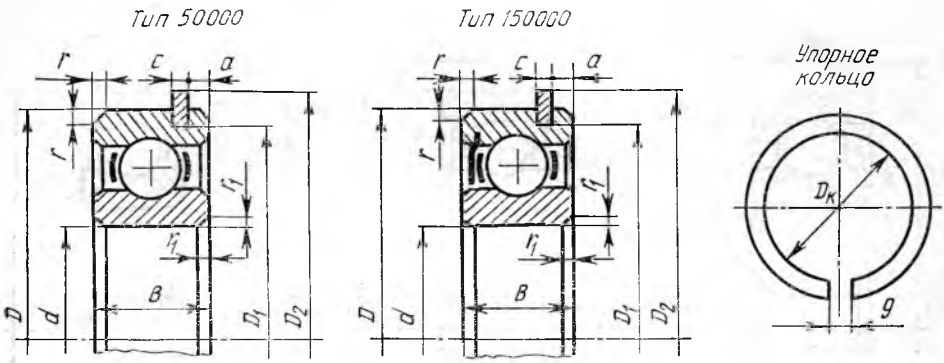


Класс точности, группа зазора	Обозначение	d, мм	D, мм	B, мм	r, мм	r_1, мм	C, Н	C_0, Н	$n_{пр} \times 10^{-3}$, об/мин	Варианты с особыми требованиями
5; 75	160501Е	12	32	14	1	0,5	6700	2920	15	Т
6	3160202Е	15	35	15,9	1	0,5	7800	3550	...	—
0; 75	160205	25	52	15	1	0,5	...	...	...	Е
76	3180018ЕС1	8	22	11	0,5	0,3	3250	1340	22	Т; С
6; 5; 75	180500Е1С1	10	30	14	1	0,5	5500	2650	17	Т; С; Ш
6; 76	180201У1С9	12	32	10	1	1	6890	3100	15	С
0; 6; 76; 25; 75	180501КС5	12	32	14	1	0,5	6800	3100	15	Т; Е; С; Ш
0; 6; 25; 75; 45	180502К1С9	15	35	14	1	0,5	7800	3550	13	У; Е; С; Ш
75	3180202ЕС1	15	35	15,9	1	0,5	...	...	...	Т; С
6	180302У1С9	15	42	13	1,5	1,5	11 400	5400	12	—
76	180602Е2Ш5	15	42	17	1,5	1,5	...	...	...	С
70; 6	180203	17	40	12	1,5	1,5	9560	4500	12	—
6; 76; 5; 75	180203К	17	40	12	1,5	1,5	9560	4500	12	Т; С; Ш
0; 6	180503К1С5	17	40	16	1	1	9560	4500	12	С; Ш
0; 6; 76; 75	180603К1С9Ш	17	47	19	1,5	1,5	13 500	6650	11	Е; У; С; Ш
0; 76	180204С17	20	47	14	1,5	1,5	12 700	6200	10	С
0; 70; 6; 75; 35	180504ЮТС2	20	47	18	1,5	1,5	12 700	6200	10	Т; Е; С; Ш
76	3180204ЕТС1	20	47	20,6	1,5	1,5	...	...	...	—
0; 6; 75	180604Е1С2	20	52	21	1,5	1,5	...	...	...	Е; С; Ш

Примечание. См. примечания к табл. 2.34.

Таблица 2.37

Подшипники шариковые радиальные однорядные со стопорной канавкой на наружном кольце (ГОСТ 2893—82)



Класс точности	Обозначение	d, мм	D, мм	B, мм	r, мм	r_1, мм	D_2, мм	a, мм	c, мм	C, Н	C_0, Н	$n_{пр} \times 10-3$, об/мин
0	50300	10	35	11	1	0,5	37,8	2,05	1,3	8600	3750	20
0*	50202	15	35	11	1	0,5	37,8	2,05	1,3	7800	3550	19
0**	50203	17	40	12	1	0,5	42,8	2,05	1,3	9560	4500	17
0*	50303К	17	47	14	1	0,5	49,8	2,45	1,3	13 500	6670	16
0*; 6	50204К***	20	47	14	1,5	0,5	49,8	2,45	1,3	12 700	6200	15
0*	50304К	20	52	15	2	0,5	54,8	2,45	1,3	15 900	7800	13
0	150200К	10	30	9	1	0,5	32,8	2,05	1,3	5900	2650	24
0	150204К	20	47	14	1,5	0,5	49,8	2,45	1,3	12 700	6200	15

Примечание. См. примечания к табл. 2.34.

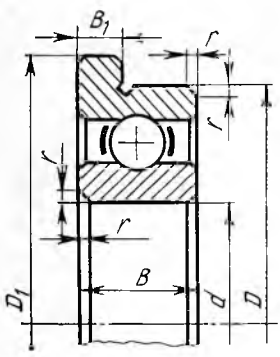
*** Вариант с особыми требованиями (Ю).

Размеры некоторых конструктивных разновидностей подшипников в пределах нормальных диаметров (до 25 мм) даны в табл. 2.34—2.44.

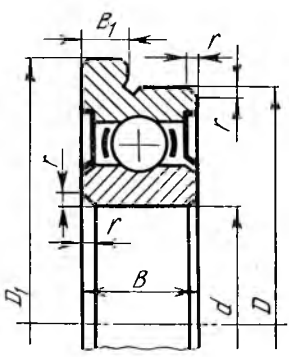
Таблица 2.38

Подшипники шариковые радиальные однорядные с упорным буртом или фланцем (ГОСТ 10058—75)

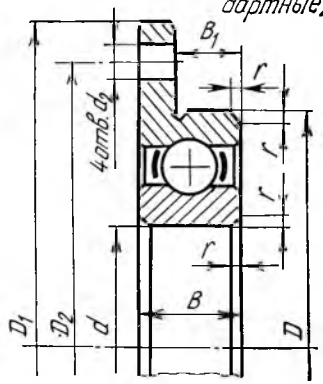
Тип 840000



Тип 880000



Типы 640000, 740000 (нестандартные)



Класс точности, группа зазора	Обозначение	d, мм	D, мм	B, мм	D_1, мм	B_1, мм	D_2, мм	d_2, мм	r, мм	C, Н	C_0, Н	$n_{пр} \times 10^{-3}$, об/мин	Варианты с особыми требованиями
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
34	(840154Ю4Т)	1,5	4	1,7	5	0,5	—	—	0,2	...	...	...	—
5; 05	184008/2,5Ю	2,5	6	1,8	7,5	0,5	—	—	0,3	...	...	...	—
5; 05	1840083	3	7	2,5	8,1	0,5	—	—	0,3	295	98	26	—
24	2840083	3	7	2,5	8,1	0,6	—	—	0,3	295	98	26	—
5	3880084Ю	4	9	4	10,3	1	—	—	0,3	...	...	...	—
65; 5	1840094	4	11	4	12,5	1	—	—	0,3	900	343	26	Т; М
65; 5; 4	1840095	5	13	4	15	1	—	—	0,3	1000	392	26	—
5	840025К	5	16	5	18	1,5	—	—	0,5	1800	745	26	—
34	(840076ЮТ)	6	10	2,5	11,5	0,6	—	—	0,3	...	...	...	—
5	(3880076ЮС1)	6	10	3,5	11,5	0,9	—	—	0,3	...	...	...	—
5	1840096	6	15	5	17	1,2	—	—	0,3	1400	559	26	—
5	2840088	8	16	5	18	1,5	—	—	0,3	...	...	...	—
24	(840069ЮТ)	9	14	3	16	0,8	—	—	0,3	...	...	...	—
5	740063	3	12	4	20	3	16	2,2	0,3	...	...	...	—
5	640014	4	12	5	20	4	16	2,2	0,3	...	...	...	К
5	640095	5	13	5	21	4	17	2,2	0,3	...	...	...	К
5	640025	5	16	6	20	5	18	2,2	0,3	...	...	...	У
5	640065	5	20	6	32	5	26	3,2	0,3	...	...	...	К; М
5	640096	6	15	6	25	5	20	2,7	0,8	...	...	...	К

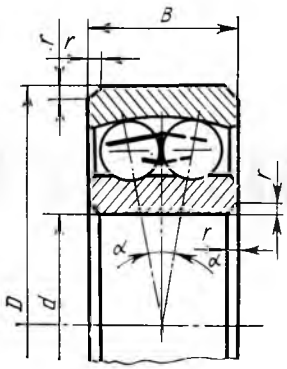
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	640066	6	20	6	32	5	26	3,2	0,3	...	...	...	—
5	640018	8	22	8	34	7	28	3,2	0,5	...	...	...	У
5	640068	8	24	10	41	7	32	4,3	0,5	...	...	...	—

Примечания: 1. См. примечания к табл. 2.34.
2. В скобках обозначения подшипников, не предусмотренных ГОСТ 10058—75.

Таблица 2.39

Подшипники шариковые радиальные сферические двухрядные (ГОСТ 5720—75)

Тип 1000



Класс точности, группа зазора	Обозначение	d, мм	D, мм	B, мм	r, мм	C, Н	C_0, Н	$n_{пр} \times 10^{-3}$, об/мин	Варианты с особыми требованиями
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0; 6	1005	5	19	6	0,5	2150	540	32	Ю; У
0; 6; 5	1006	6	19	6	0,5	2150	540	32	Ю; Т; Б; Г; У
0; 5	1007	7	22	7	0,5	2650	655	30	Е; У
0; 6; 5	1008	8	22	7	0,5	2650	655	30	Ю; Р; Т; У
0; 6; 5	1009	9	26	8	1	3900	930	26	Ю; Р; Т; У; Б
0; 6; 5	1200	10	30	9	1	5530	1370	24	Ю; У; Т
0	1500	10	30	14	1	7280	1760	22	—
0	1300	10	35	11	1	7250	2000	18	—
0; 5	1201	12	32	10	1	5590	1500	22	Ю; Т; У
0**	1301	12	37	12	1,5	9360	2600	18	У
0; 6; 5	1202	15	35	11	1	7410	2040	19	Ю; У
0	1302	15	42	13	1,5	9560	2800	17	У

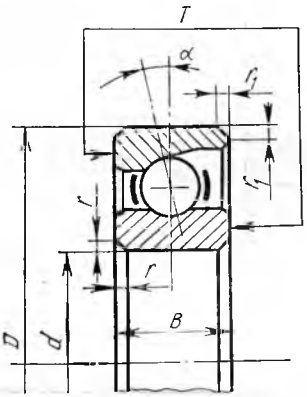
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0*; 6; 5	1203	17	40	12	1,5	7930	2420	18	Ю; Т; У
0	1303	17	47	14	1,5	12 500	3660	14	Р; У
0*; 6	1204	20	47	14	1,5	9950	3180	15	У
0*	1304	20	52	15	2	12 500	3660	12	У

Примечание. См. примечания к табл. 2.34.

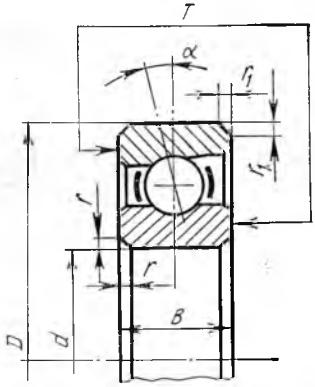
Таблица 2.40

Подшипники шариковые однорядные радиально-упорные (ГОСТ 831—75)

Тип 6000



Типы 36000, 46000



Класс точности	Обозначение	d, мм	D, мм	B, мм	r, мм	r_1 мм	C, Н	C_0, Н	$n_{пр}\times 10^{-3}$, об/мин	Варианты с особыми требованиями
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5; 4	2076083ЮТ	3	7	2,5	0,2	0,2	...	...	...	Ю; У; М
5; 4	6023	3	10	4	0,3	0,3	590	216	28	Ю; Т; Е; У; М
6; 4	6003	3	16	5	0,3	0,3	...	...	...	Е
4	6073Ю	3	16	5	0,3	0,3	...	...	...	—
4; 2	2076084Е	4	9	3	0,3	0,3	...	...	...	—
5; 4	1006094Е	4	11	4	0,3	0,2	790	285	28	—
0; 6; 5	6004	4	16	5	0,3	0,3	...	...	...	—
4; 6	6074	4	16	10	0,3	0,3	...	...	...	—
4	1006095Е	5	13	4	0,4	0,3	895	335	28	Ю: Т; У; М
5; 4	1006095ЮТ	5	13	4	0,4	0,5	895	335	28	У; М
0; 6; 5; 4	6025	5	16	5	0,5	0,5	2200	970	28	Ю; Е; У; М
5	6005К	5	16	5	0,5	0,5	...	...	...	—

Продолжение табл. 2.40

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	1006096	6	15	5	0,4	0,3	1400	545	28	—
5; 4	1006096Е	6	15	5	0,4	0,3	1400	545	28	У; М
0; 6; 5; 4	6026	6	19	6	0,5	0,5	2690	1140	28	Ю; Е
0; 6; 5	6006	6	21	7	0,5	0,5	...	...	...	—
4	1076097Ю1	7	17	5	0,4	0,3	...	...	...	—
6; 4	6017К	7	19	6	0,5	0,3	3000	1910	28	Е
0; 6; 5; 4	6027	7	22	7	0,5	0,5	3840	1630	28	Е
0; 6; 5; 4	6008	8	24	7	0,5	0,5	...	...	...	Е
5; 4	6028	8	24	7	0,5	0,5	4390	1900	26	Е; Т; У
0; 6; 5; 4; 2	6100Л	10	26	8	0,5	0,3	4950	2180	28	Е
0; 6; 5; 4	6010	10	28	8	0,5	0,3	...	...	...	Е; Л
6; 5; 4	6101Е1	12	28	8	0,5	0,3	5450	2450	20	У
6; 5	6012	12	32	7	0,5	0,3	...	...	...	Е
0	6012Х	12	32	7	0,5	0,3	...	...	...	—
0	6301	12	37	12	1,5	1,5	9680	4550	20	—
6; 5; 4	6102Е	15	32	9	0,5	0,3	6440	3000	18	—
0; 6; 5	6015	15	35	8	0,5	0,3	...	...	...	Л
0; 6; 5	6703	17	44	10	1	1	...	...	...	Л
6	6104	20	42	12	1	1	9360	4500	17	У
0	6020	20	47	12	1,5	1,5	...	...	...	—
0	6204	20	47	14	1,5	1,5	15600	8300	14	—
5; 4	36018Е	8	22	7	0,5	0,3	...	...	...	—
4	36100Е	10	26	8	0,5	0,3	5030	2180	34	—
4	36101Е4	12	28	8	0,5	0,3	5450	2450	34	К
2	36101К	12	28	8	0,5	0,3	5450	2450	34	—
6; 5; 4; 2	36201Е	12	32	10	1	0,3	7150	3340	24	К
4	36901Е	13	30	8	0,5	0,3	...	...	...	—
4	36102Е	15	32	9	0,5	0,3	6290	2990	30	—
2	36102К	15	32	9	0,5	0,3	6290	2990	30	—
2	36202К	15	35	11	1	0,3	8150	3830	24	—
5	36302Е	15	42	13	1,5	0,5	13600	6800	16	—
	36103Е	17	35	10	0,5	0,3	7280	3510	28	К
0; 6; 5; 4; 2	36203Е	17	40	12	1	0,3	12000	6120	18	Ю; Т; Л; Е; К
5	36303Л	17	47	14	1,5	0,5	17200	8700	13	—
6; 5; 4	36104Е	20	42	12	1	0,5	10600	5320	22	К
0	36204К1	20	47	14	1,5	0,5	15700	8310	16	—
6; 5; 4; 2	36204Е	20	47	14	1,5	0,5	15700	8310	16	Л

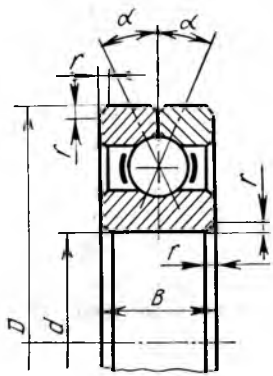
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0; 6; 5; 4; 2	46202К	15	35	11	1	0,3	8250	3650	18	Т; Б; Е; У
0*; 6	46203К	17	40	12	1	0,3	8100	5620	16	—
0	46303К	17	47	14	1,5	0,5	16100	8000	13	—
4; 2	46303Е	17	47	14	1,5	0,5	16100	8000	13	—
0*; 6; 5; 4; 2	46204К	20	47	14	1,5	0,5	14800	7640	15	Ю; Л; Б; Е; У; Ш
0; 6; 5	46304Б	20	52	15	2	1	17800	9000		Е; Т

Примечание. См. примечания к табл. 2.34.

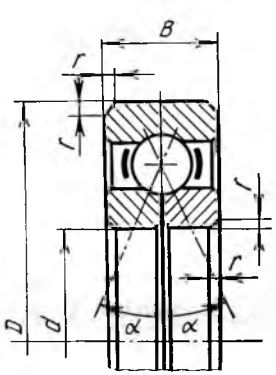
Таблица 2.41

Подшипники шариковые радиально-упорные однорядные с разъемным кольцом (ГОСТ 8995—75)

Тип 116000



Тип 126000

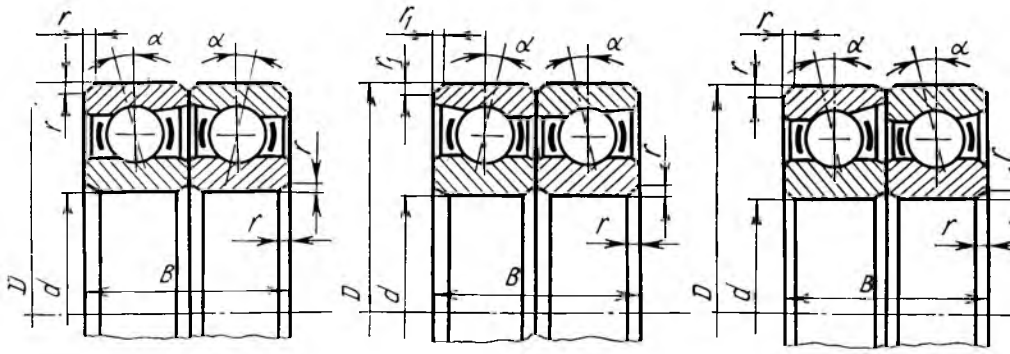


Класс точности	Обозначение	*d*, мм	*D*, мм	*B*, мм	*r*, мм	*C*, Н	C_0, Н	$n_{пр} \times 10^{-3}$, об/мин	Варианты с особыми требованиями
4; 5	1116095К	5	13	4	0,2	...	...	...	У
5	1116096	6	15	5	0,2	...	...	...	К
5	1116304Е	20	52	15	2	...	...	...	Б; Т
6	126100Ю1	10	26	8	0,5	...	...	...	—
25	126102Ю2	15	32	9	0,5	...	...	...	—
75	126203БТ3	17	40	12	1	...	...	...	—
36	126204Ю	20	46	14	1	...	...	...	—

Примечание. См. примечание к табл. 2.34.

Подшипники шариковые радиально-упорные сдвоенные (ГОСТ 832—78)

Тип 236000 Тип 346000 Тип 436000



Класс точности	Обозначение	d, мм	D, мм	B, мм	r, мм	r_1, мм	C, Н	C_0, Н	$n_{пр} \times 10^{-3}$, об/мин	Варианты с особыми требованиями
5; 4	236203Е	17	40	24	1	0,3	19 500	12 200	13	—
4; 5	236204Е	20	47	28	1,5	0,5	25 400	16 600	12	—
5; 4; 2	236205Л	25	52	30	1,5	0,5	27 200	18 100	11	Е
5	346205Л	25	52	30	1,5	1,5	25 600	16 700	12	—
4; 2	436201Е	12	32	20	1	0,3	11 600	6660	20	К
2	436102К	15	32	18	0,5	0,3	...	...	...	—
5; 4; 2	436203Е	17	40	24	1,0	0,3	19 500	12 200	13	К
2	436104К	20	42	24	1,0	0,3	...	...	...	—
5; 4; 2	436204Е	20	47	28	1,5	0,5	25 400	16 600	12	К
6; 5; 4; 2	436205Е	25	52	30	1,5	0,5	27 200	18 100	11	К
5; 2	446202Е	15	35	22	1	0,3	13 200	7300	16	—

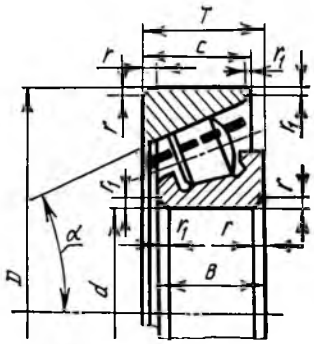
Примечания: **1.** Для подшипников типов 23 600 $\alpha = 12°$; 346 000 $\alpha = 26°$; 436 000 — $\alpha = 12°$; 44 600 — $\alpha = 26°$.

2. См. примечания к табл. 2.34.

Таблица 2.43

Подшипники роликовые конические однорядные (ГОСТ 333—79)

Тип 7000

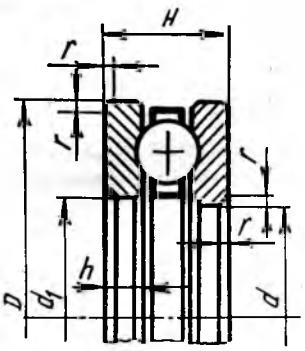


Класс точности	Обозначение	d, мм	D, мм	T, мм	B, мм	c, мм	r, мм	r_1, мм	C, Н	C_0, Н	$n_{пр} \times 10^{-3}$, об/мин	Варианты с особыми требованиями
0**	7202	15	35	11,75	11	9	1	0,3	10 500	6100	10	—
0*; 6; 5	7203	17	40	13,25	12	11	1,5	0,5	14 000	9000	9	Ю; А
0*; 6; 5; 4	7204	20	47	15,25	14	12	1,5	0,5	21 000	13 000	8	К; А
0*; 6	7304А	20	52	16,25	15	13	2	0,8	26 000	17 000	8	—
0; 6	7604	20	52	22,25	21	18,5	2	0,8	31 500	22 000	7,5	—
0*	7205К1	25	52	16,25	15	13	1,5	0,5	24 000	17 500	7,5	—
6; 5	7205	25	52	16,25	15	13	1,5	0,5	24 000	17 500	7,5	Ю; А
0*; 6; 5	7305А	25	62	18,25	17	15	2	0,8	33 000	23 200	6,7	Ш
0; 6	7605А	25	62	25,25	24	21	2	0,8	47 500	36 600	6	—
6	7605	25	62	25,25	24	21	2	0,8	47 500	36 600	6	—

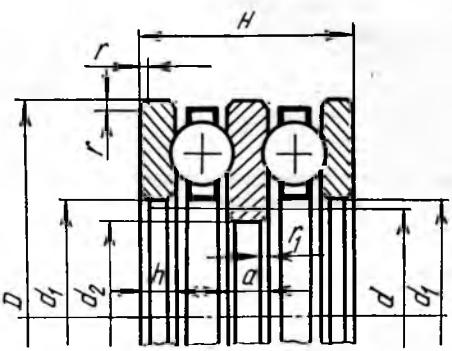
Примечания: 1. Для подшипников типа 7000 $\alpha = 10...18°$.
2. См. примечания к табл. 2.34.

Подшипники шариковые упорные однорядные (ГОСТ 6874—75) и двухрядные (ГОСТ 7872—75)

Тип 8000



Тип 38000



Класс точности	Обозначение	d, мм	D, мм	H, мм	r, мм	h, мм	C, Н	C_0, Н	$n_{пр} \times 10^{-3}$, об/мин	Варианты с особыми требованиями
6	1008094Б	4	12	6	0,5	1,5	...	...	...	—
6	1008096Е	6	18	7	0,5	2,0	...	...	...	—
0*; 6; 5	8100	10	24	9	0,5	2,5	8710	11 100	7	Ю; Т К
5	1008901	12	22	7	0,5	2,0	...	...	...	—
0*; 6; 5	8101	12	26	9	0,5	2,5	9040	12 300	7	Ю; Т
0*	8201	12	28	11	1	3,3	11 200	16 700	5,6	Т
0	1008902Ю	15	26	7	0,5	2,0	...	...	...	—
0**; 6; 5	8102	15	28	9	0,5	2,5	9360	13 300	6,3	Ю
0*; 6	8202	15	32	12	1	3,7	13 800	16 700	5,6	Т
0*; 6; 5; 4	8104	20	35	10	0,5	2,7	12 700	21 200	5,6	Ю; Т
0**; 6; 5; 4	8204	20	40	14	1	4	19 900	30 000	3,8	—
0	38204	20; (15)	40	26	1	4; (6)	19 900	30 000	3,8	—
0	38205	25; (20)	47	28	1	4,2; (7)	24 700	40 000	3,6	—

Примечания: 1. В скобках в графе d указано значение d_2, в графе h — значение a; $d_1 = d + 0{,}2$.

2. См. примечания к табл. 2.344.

2.3.3. Технические требования к подшипникам качения

Кольца и тела качения подшипников изготовляют по техническим требованиям ГОСТ 520—71 и ГОСТ 21512—76 из сталей марок ШХ15, ШХ15СГ по ГОСТ 801—78 и ГОСТ 4727—83, ШХ20СГ, 18ХГТ, 20Х2Н4А и других с твердостью 58...65 $HRC_э$. Подшипники с особыми требованиями к условиям эксплуатации делают из стали марок 95Х18 (коррозионно-стойкая, ГОСТ 5632—72), 80Х4В9Ф2-Ш (ЭИ347) (теплостойкая) и др. Сепараторы выполняют из углеродистых сталей марок 08кп, 10, 30 (ГОСТ 1050—74),

Таблица 2.45

Предельные отклонения размеров и допуски биения внутренних колец радиальных шариковых, роликовых и радиально-упорных шариковых подшипников, мкм

Класс точности	Номинальный диаметр, мм	d_m нижнее	d* нижнее	d* верхнее	B нижнее	Допуски биения R_l	Допуски биения A_i**
0	0,6...2,5	—8	—9	+1	—40	10	40
	Свыше 2,5 до 10	—8	—10	+2	—120	10	40
	» 10 » 18	—8	—11	+3	—120	10	40
	» 18 » 30	—10	—13	+3	—120	13	40
6	0,6...2,5	—7	—8	+1	—40	5	20
	Свыше 2,5 до 10	—7	—8	+1	—120	5	20
	» 10 » 18	—7	—8	+1	—120	7	20
	» 18 » 30	—8	—9	+1	—120	8	20
5	0,6...2,5	—5	—5	0	—40	3,5	7
	Свыше 2,5 до 10	—5	—5	0	—40	3,5	7
	» 10 » 18	—5	—5	0	—80	3,5	7
	» 18 » 30	—6	—6	0	—120	4	8
4	0,6...2,5	—4	—4	0	—40	2,5	3
	Свыше 2,5 до 10	—4	—4	0	—40	2,5	3
	» 10 » 18	—4	—4	0	—80	2,5	3
	» 18 » 30	—5	—5	0	—120	3	4
2	0,6...2,5	—4	—4	0	—40	2	2
	Свыше 2,5 до 10	—4	—4	0	—40	2	2
	» 10 » 18	—4	—4	0	—80	2	2
	» 10 » 30	—4	—4	0	—120	2,5	2,5

Примечания: 1. Верхние отклонения размеров d_m и B равны нулю
2. R_l — допуск радиального биения, A_i — осевого.

* Для серий диаметров 8 и 9 до $d \leqslant 10$ мм.
** Только для шариковых подшипников.

коррозионно-стойких сталей 08Х18Н10Т, 12Х13 (ГОСТ 5632—72), латуней Л62, ЛС59-1 (ГОСТ 15527—70), бронз БрАЖМц10-4-4, БрАЖМц10-3-1,5 (ГОСТ 18175—78), алюминиевых сплавов Д1Т, АК4, (ГОСТ 4784—74), текстолита ПТК (ГОСТ 5—78 Е) и др.

Стандарт устанавливает следующие классы точности подшипников качения (в порядке повышения точности): 0, 6, 5, 4, 2. В зависимости от класса точности нормируются предельные отклонения посадочных диаметров колец и их средних значений (средних диаметров), а также параметры точности вращения — радиальное и торцовое биение колец. В соответствии с классом точности поля допуска диаметров подшипников имеют обозначения: отверстий — *l*0, *l*6, *l*5, *l*4, *l*2, наружных — *L*0, *L*6, *L*5, *L*5, *L*4, *L*2. Предельные отклонения размеров и допуски биений колец даны в табл. 2.45—2.50.

Начальные радиальные зазоры по дорожкам качения установлены ГОСТ 24810—81 по группам *SZ*1...*SZ*9 (в порядке возрастания зазора):

для радиальных шариковых однорядных подшипников *SZ*6, нормальная (не обозначается), *SZ*7, *SZ*8, *SZ*9;

для шариковых сферических с цилиндрическим отверстием *SZ*2, нормальная (не обозначается), *SZ*3, *SZ*4, *SZ*5;

для радиальных роликовых и игольчатых с сепаратором *SZ*1, *SZ*6, *SZ*2, *SZ*4.

Значения начальных радиальных зазоров даны в табл. 2.51.

Таблица 2.46

Предельные отклонения размеров и допуски биения внутренних колец радиально-упорных роликовых (конических) подшипников, мкм

Класс точности	Номинальный диаметр, мм	d_m нижнее	d* нижнее	d* верхнее	B нижнее	Допуск биения R_i	Допуск биения A_i
0	10...18	—8	—11	+3	—200	15	—
	Свыше 18 до 30	—10	—13	+3	—200	18	—
6	10...18	—7	—8	+1	—200	7	—
	Свыше 18 до 30	—8	—9	+1	—200	8	—
5	10...18	—7	—8	+1	—200	3,5	—
	Свыше 18 до 30	—8	—9	+1	—200	4	—
4	10...18	—5	—5	0	—200	2,5	3
	Свыше 18 до 30	—6	—6	0	—200	3	4
2	10...18	—4	—4	0	—200	2	2
	Свыше 18 до 30	—4	—4	0	—200	2,5	2,5

Примечания: 1. Верхние отклонения размеров d_m и B равны

2. R_i — допуск радиального биения, A_i — осевого.

* Для серий диаметров 8 и 9 до $d \leqslant 10$ мм.

Предельные отклонения размеров и допуски биения наружных колец радиальных шариковых, роликовых и радиально-упорных шариковых подшипников, мкм

Класс точности	Диаметр кольца, мм	D_m* нижнее	D верхнее	D нижнее	Допуск биения R_a	Допуск биения A_a
0	2,5...6	—8	+1; (+4)	—9; (—12)	15	40
	Свыше 6 до 18	—8	+2; (+5)	—10; (—13)	15	40
	» 18 » 30	—9	+2; (+6)	—11; (—15)	15	40
	» 30 » 50	—11	+3; (+8)	—14; (—19)	20	40
	» 50 » 80	—13	+4; (+10)	—17; (—23)	25	40
6	2,5...6	—7	+1; (+3)	—8; (—10)	8	20
	Свыше 6 до 18	—7	+1; (+3)	—8; (—10)	8	20
	» 18 » 30	—8	+1; (+4)	—9; (—12)	9	20
	» 30 » 50	—9	+2; (+6)	—11; (—15)	10	20
	» 50 » 80	—11	+2; (+8)	—13; (—19)	13	20
5	2,5...6	—5	0; (+2)	—5; (—8)	5	8
	Свыше 6 до 18	—5	0; (+2)	—5; (—7)	5	8
	» 18 » 30	—6	0; (+3)	—6; (—9)	5	8
	» 30 » 50	—7	0; (+4)	—7; (—11)	7	8
	» 50 » 80	—9	0; (+6)	—9; (—15)	8	10
4	2,5...6	—4	0	—4	3	5
	Свыше 6 до 18	—4	0	—4	3	5
	» 18 » 30	—5	0	—4	4	5
	» 30 » 50	—6	0	—6	5	5
	» 50 » 80	—7	0	—7	5	5
2	2,5...6	—3	0	—3	2	2,5
	Свыше 6 до 18	—3	0	—3	2	2,5
	» 18 » 30	—4	0	—4	2,5	2,5
	» 30 » 50	—4	0	—4	2,5	2,5
	» 50 » 80	—4	0	—4	4	4

Примечания: 1. В скобках указаны отклонения для колец подшипников с защитными шайбами или уплотнениями.

2. R_a — допуск радиального биения, A_a — осевого.

* Верхние отклонения равны нулю.

Отдельно (ТУ 37.006.085—79) регламентированы некоторые особые требования к подшипникам: допустимые значения момента трения по рядам М1, М2, М3...; допустимый уровень вибраций (шума) по рядам Ш1, Ш2, Ш3... в порядке уменьшения значений параметров.

Таблица 2.48

Предельные отклонения размеров и допуски биения наружных колец роликовых радиально-упорных (конических) подшипников, мкм

Класс точности	Диаметр кольца, мм	D_m^*	D		Допуск биения	
		нижнее	верхнее	нижнее	R_a	A_a
0	18...30	—9	+2	—11	18	—
	Свыше 30 до 50	—11	+3	—14	20	—
	» 50 » 80	—13	+4	—17	25	—
6	18...30	—8	+1	—9	9	—
	Свыше 30 до 50	—9	+2	—11	10	—
	» 50 » 80	—11	+2	—13	13	—
5	18...30	—8	+1	—9	6	—
	Свыше 30 до 50	—9	+2	—11	7	—
	» 50 » 80	—11	+2	—13	8	—
4	18...30	—6	0	—6	4	5
	Свыше 30 до 50	—7	0	—7	5	5
	» 50 » 80	—9	0	—9	5	5
2	18...30	—4	0	—4	2,5	2,5
	Свыше 30 до 50	—4	0	—4	2,5	2,5
	» 50 » 80	—4	0	—4	4	4

Примечание. R_a — допуск радиального биения, A_a — осевого.

* Верхние отклонения размера D_m равны нулю.

Таблица 2.49

Предельные отклонения размеров упорных шариковых подшипников, мкм

Диаметр колец, мм	d, d_2	D
До 18	—8; —7*; —7**	—11; —11*; —8**
Свыше 18 до 30	—10; —8*; —8**	—13; —13*; —10**
» 30 » 50	—12; —10*; —10**	—16; —16*; —12**
» 50 » 80	—15; —12*; —12**	—19; —19*; —15**

Примечание. Верхние отклонения размеров равны нулю.

* Только для подшипников класса точности 4.
** Только для подшипников класса точности 2.

Таблица 2.50

Допуск осевого биения A_s упорных шариковых подшипников, мкм

Диаметр колец, мм	Допуск при классе точности				
	0	6	5	4	2
До 18	10	5	3	2	1
Свыше 18 до 30	10	5	3	2	1,2
» 30 » 50	10	5	3	2	1,5
» 50 » 80	10	7	4	3	2

Таблица 2.51

Начальные радиальные зазоры по дорожкам качения, мкм

Группа зазора	Зазоры при номинальном диаметре подшипника, мм					
	2,5...6	свыше 6 до 10	свыше 10 до 14	свыше 14 до 18	свыше 18 до 24	свыше 24 до 30
6	0...7	0...7	0...9	0...9	0...10	0...11
2	1...5	2...6	2...6	3...8	4...10	5...11
0*	2...13	2...13	5...18	5...18	5...20	5...20
0**	5...10	6...12	6...13	8...15	10...17	11...19
7	8...23	8...23	11...25	11...25	13...28	13...28
3	10...15	12...19	13...21	15...23	17...25	19...29
8	14...29	14...29	18...33	18...33	20...36	20...41
4	15...21	19...27	21...30	23...32	25...34	29...40
9	20...27	20...27	25...45	25...45	28...48	30...53
5	21...28	27...36	30...40	32...43	34...45	40...53

* Нормальная группа для радиальных шариковых однорядных подшипников.
** То же, для сферических подшипников.

2.3.4. Система условных обозначений подшипников

Условное обозначение подшипников качения по ГОСТ 3189—75 состоит в общем случае из трех частей буквенно-цифрового кода: основной части и двух дополнительных, помещаемых перед и после основной.

Основная часть обозначения состоит из семи цифр и содержит условные обозначения конструктивно-размерных параметров в следующем порядке (справа налево):

первая и вторая цифры — обозначение номинального диаметра подшипника: 00—∅10, 01—∅12, 02—∅15, 03—∅17, 04—∅20 и далее значение диаметра, деленное на 5; для подшипников диаметром менее 10 мм первая цифра — диаметр (мм), для значений диаметров, не кратных 5, или с дробными значениями указывается на соответствующем месте диаметр после косой черты;

третья — обозначение серии по диаметру; для подшипников с диаметром менее 10 мм обозначение перемещается на второе место, на третьем месте в таком случае стоит нуль;

четвертая — обозначение типа подшипника;
пятая и шестая — обозначение конструктивной разновидности;
седьмая цифра — обозначение серии по ширине.

Обозначение заканчивается значимой цифрой, т. е. если последние цифры слева — нули, они опускаются.

Примеры обозначения

Подшипник 1000902 ГОСТ 8338—75 — подшипник с номинальным диаметром 15 мм (02), сверхлегкой серии диаметров (9), радиальный шариковый однорядный (0), основной конструктивной разновидности (00), нормальной серии по ширине (1).

Подшипник 1000092 ГОСТ 8338—75 — то же, с номинальным диаметром 2 мм (0...2).

Подшипник 205 ГОСТ 8338—75 — подшипник с номинальным диаметром 25 мм (05), легкой серии диаметров (2), радиальный шариковый однорядный (0), основной конструктивной модификации (00), узкой серии по ширине (0).

Подшипник 2/22 ГОСТ 8338—75 — то же, с номинальным диаметром 22 мм (22).

В дополнительной части обозначения перед основной частью помещаются последовательно справа налево:

обозначение класса точности подшипника: 5...2 (класс 0 не указывается);

обозначение класса точности подшипника: 6...2 (класс 0 не указывается, при указании класса буквы *SZ* опускаются);

обозначение ряда по моменту трения: 1М, 2М, 3М... (при указании ряда по зазору буква М опускается, при отсутствии дополнительных требований к регламентации трения обозначение не проставляется).

Примеры обозначения

Подшипник 265-202 ГОСТ 8838—75 — подшипник 202 класса точности 5, с уменьшенным зазором по группе *SZ*6 и нормированным моментом трения по ряду 2М.

Подшипник 80-202 ГОСТ 8338—75 — то же, класса 0 с увеличенным зазором по ряду *SZ*8 без регламентации особых требований к трению.

В дополнительной части обозначения после основной помещаются последовательно слева направо:

особенности материала подшипника: Ю — кольца и сепаратор из коррозионно-стойкой стали, Р — кольца из теплоустойчивой стали, У — кольца и сепаратор имеют покрытие, Г — сепаратор массивный из черных металлов, Б — бронзовый, Л — латунный, Д — алюминиевый, Е — пластмассовый, Я — подшипник из особых материалов (из ситалла, керамики и т. п.). Разновидности материалов в пределах группы обозначаются дополнительной цифрой по типу Ю1, Ю2, Ю3 и т. д.

Обозначение требований к температуре отпуска, отличающейся от общепринятой: 7 — 200 °С, Т1—250 °С, Т3—300 °С, Т4—350 °С, Т5 — 400 °С, Т6 — 450 °С (для подшипников из коррозионно-стойкой стали Т — 400 °С).

Обозначение смазочного материала для подшипников закрытого типа: С — ЦИАТИМ-201 (не указывается), С1 — ОКБ-122-7, С2 — ЦИАТИМ-221, ..., С5 — ЦИАТИМ-202, С6 — ПФМС-4С, ..., С21 — ВНИИНП-274, С22 — СВЭМ (ВНИИНП-288), С23 — ШРУС-4 и др.

Обозначения дополнительных требований по шуму (пониженному уровню вибраций): Ш, Ш1, Ш2...

В дополнительной части обозначения помещаются также другие индексы, отражающие особые требования или особенности конструкции: К6, М, Ж, У и др.

Примеры обозначения

Подшипник 18-Ю ГОСТ 8838—75 — подшипник 18, изготовленный из коррозионно-стойкой стали (Ю), в данном случае кольца из стали 85Х18, сепаратор из стали 08Х18Н10Т.

Подшипник 5-36203Л1Т2 ГОСТ 831—75 — подшипник 36203, класс точности 5, с зазором по нормальному ряду (не указывается), массивный сепаратор из латуни ЛС59-1 (Л1), температура отпуска 250 °С (Т2)

Подшипник 4-36203ЕТ2Ш1 ГОСТ 831—75 — то же, класс точности 4, с текстолитовым сепаратором и повышенными требованиями к вибрациям (шуму) (Ш1).

Подшипник 180502С2 ГОСТ 8882—75 — подшипник 180502, класс точности 0, с зазором по нормальному ряду (не указывается), заполнение смазкой ЦИАТИМ-221 (С2).

Подшипник 18502К ГОСТ 8882—75 — то же, заполнение смазкой ЦИАТИМ-201 (не указывается), изменена конструкция (К, уплотнения из черной резины с шайбами из стали 10).

2.3.5. Подшипники качения особых конструкций

Подшипники игольчатые роликовые с одним наружным штампованным кольцом (ГОСТ 4060—78) установлены следующих типов (табл. 2.52): без сепаратора (типы НК и 940/00); то же, с глухим отверстием (тип НД); с сепаратором (тип СК) и с глухим отверстием (тип ВК). Предусмотрены конструктивные разновидности с отверстием для подачи смазочного материала (К).

Стандарт предусматривает подшипники 1 и 2 классов точности для валов диаметром 4...70 мм.

Для посадок подшипников стандарт рекомендует поля допусков: отверстий в корпусах из чугуна — *N*7, *N*6 и *J*7 (2 класс точности), в корпусах из цветных металлов — *R*7, *R*6 и *K*7 (2 класс точности); валов при вращательном движении — *h*6, *h*5, при колебательном движении — *k*6, j_s6, *k*5.

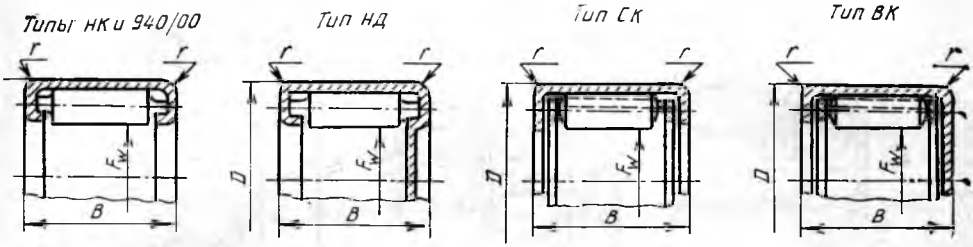
Примеры обозначения

Подшипник 1-НК 071109 ГОСТ 4060—78 — подшипник игольчатый роликовый с одним наружным штампованным кольцом, 1 класса точности, без сепаратора (тип НК), для вала диаметром 7 мм, наружный диаметр 11 мм (11), ширина 9 мм (09).

Подшипник НК 071109К ГОСТ 4060—78 — то же, 2 класса точности (не указывается), с отверстием для подачи смазочного материала.

Таблица 2.52

Подшипники игольчатые роликовые с одним наружным штампованным кольцом (ГОСТ 4060—78)



Обозначение	F_w, мм	D, мм	B, мм	r, мм	C, Н	C_0, Н	$n_{пр} \times 10^{-3}$, об/мин
040808	4	8	8	0,6	...	...	...
050909	5	9	9	0,6	...	...	...
941/6*	6	10	7	1,0	2100	570	6,3
061009	6	10	9	1,0	...	...	6,3
941/7*	7	12	8	1,3	2500	745	6,3
071109	7	11	9	1,3	...	...	6,3
943/7	7	12	13	1,3	4000	1780	6,3
081210	8	12	10	1,3	...	...	6,3
942/8*	8	14	12	2,3	4000	1550	6,3
091310	9	13	10	1,3	...	...	6,3
942/9	9	15	13	1,6	5500	2140	6,3
101410	10	14	10	1,6	...	...	6,3
941/10	10	16	10	1,7	5200	1360	5,6
943/10**	10	16	17	1,7	8800	3420	5,0
121610	12	16	10	1,6	...	...	5,0
941/12*	12	17	12	1,8	5500	2510	5,0
941/120	12	17	12	1,8	5500	2510	5,0
142012	14	20	12	1,8	...	...	...
941/15*	15	20	12	1,8	7000	3140	4,5
942/15*	15	20	16	1,8	9600	4900	5,0
162216	16	22	16	1,8	...	...	...
941/17**	17	23	14	1,7	7600	4400	4,0
182412	18	24	12	2,0	...	...	...
202612	20	26	12	2,0	...	...	...
941/20	20	26	14	2,25	9900	5300	4,0
942/20*	20	26	20	2,25	13 000	8800	4,0
943/20*	20	26	25	2,25	17 700	11 800	4,0

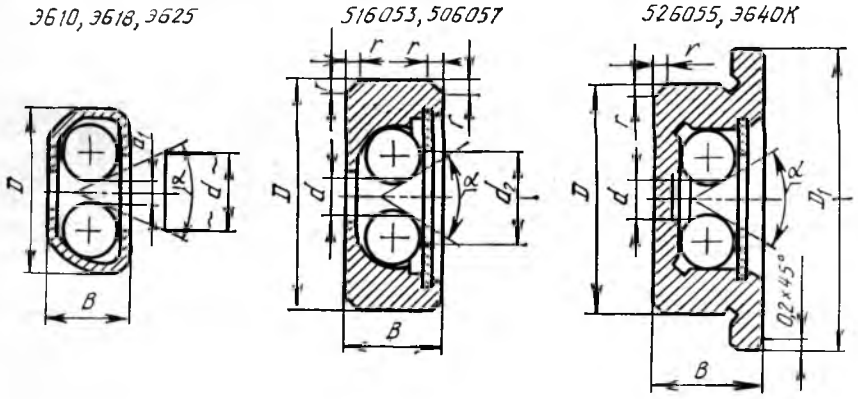
Примечание. Для подшипников типа 940/00 см. примечания к табл. 2.34.

Подшипник 1-941/6К ГОСТ 4060—78 — то же, 1 класса точности, типа 940/00, серии ширин 1, для вала диаметром 6 мм, с отверстием для подачи смазочного материала (К).

Подшипники шариковые радиально-упорные без внутренних колец (чашечные) выпускаются с массивным наружным кольцом (типы 506000, 546000, 526000, 536000) и со штампованным наружным кольцом (тип Э600) — табл. 2.53.

Таблица 2.53

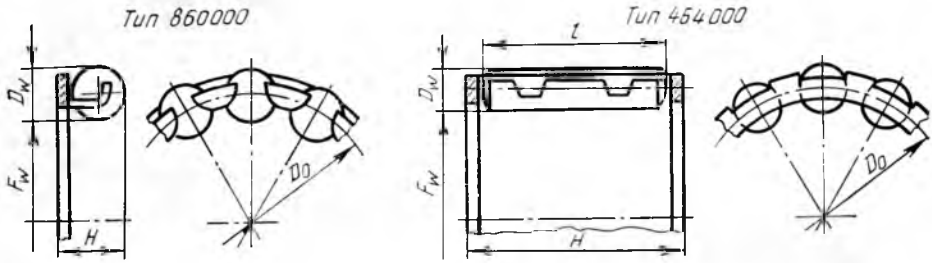
Подшипники шариковые радиально-упорные чашечные без внутренних колец



Обозначение	d, мм	d_1, мм	d_2, мм	D, мм	B, мм	r, мм	α, град	Шарики	
								d_w, мм	количество
Э610	0,4	0,129	0,44	1,0	0,75	—	45	0,36	3
Э618	0,8	0,21	0,85	1,8	1,1	—	45	0,68	3
Э625	1,0	0,48	1,1	2,5	1,3	—	60	0,84	4
Э640К	2,0	1,6	2,5	4,0	2,05	—	60	1,0	6
516053	3	1,6	4	9	4	0,3	60	2,0	5
526055	5	2,7	5,1	14	6	0,5	60	3,175	5
506057	7	3,4	8,8	16	5,5	0,5	60	3,969	5

Таблица 2.54

Подшипники качения шариковые и роликовые игольчатые без колец



Обозначение	F_w, мм	D_o, мм	H, мм	D_w, мм	$n_{пр}$, об/мин	Обозначение	F_w, мм	D_o, мм	H, мм	$D_w \times l$, мм	$n_{пр}$, об/мин
876901	11,0	15,0	4,65	4,0	800	464078	8	9,5	9	1,5×6,8	—
876902	11,1	16,1	6,00	5,0	800	464701Ю	12	14,5	12	2,5×9,8	—
876903	12,6	16,6	4,70	4,0	800	464702Ю	15	17,5	12	2,5×9,8	—
876903К	12,6	16,6	4,70	4,0	800	464702ЮТ	15	17,5	12	2,5×9,8	—
876904	14,9	20,9	7,15	6,0	800	464703Ю	17	19,5	20	2,5×17,8	—
876905	17,5	23,5	7,20	6,0	630	464704Ю	20	25,0	25	5,0×23,8	—
876906	23,6	20,0	7,10	6,0	630	—	—	—	—	—	—

Подшипники качения без колец выпускаются шариковые радиально-упорные (тип 876000) и игольчатые (тип 464000)— табл. 2.54.

Примеры обозначения

Подшипник Э610 — подшипник шариковый радиально-упорный без внутреннего кольца, чашечный под диаметр вала 0,4 мм.

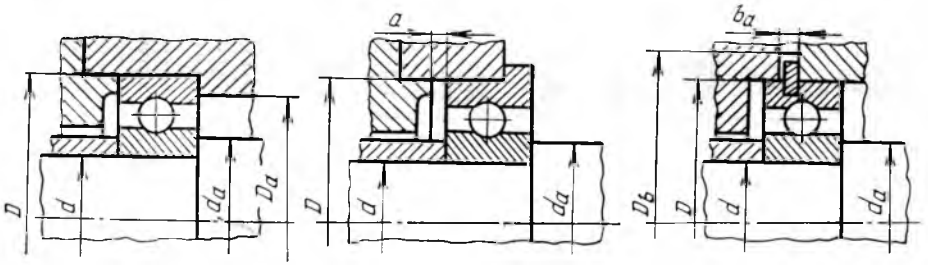
Подшипник 876901 — подшипник шариковый радиально-упорный без колец с диаметральным размером шейки вала 11,0 мм и наружным 19 мм.

После номера подшипника в обозначении указывается номер ТУ.

По различным ТУ выпускаются другие нестандартные конструкции подшипников качения.

Таблица 2.55

Размеры заплечиков радиальных шариковых, роликовых и радиально-упорных шариковых подшипников, мм



Серия по		d	D	d_a		D_a		a_{min}	b_a	D_b
диаметру	ширине			min	max	min	max			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	1	4	9	5,0	5,2	—	7,8	1,8	—	—
		5	11	6,3	6,5	9,5	9,8	1,8	—	—
		6	13	7,3	7,5	—	11,8	1,8	—	—
		8	16	9,8	10,0	13,7	14,0	1,8	—	—
		10	19	12,0	12,5	—	17,0	1,8	—	—
		12	21	14,0	14,5	—	19,0	2,0	—	—
		15	24	17,0	17,5	—	22,0	2,0	—	—
		25	37	27,0	27,5	34,0	35,0	2,0	—	—
9	1	1,0	4	1,8	—	3,0	3,2	1,8	—	—
		2,0	6	3,2	—	—	4,8	1,8	—	—
		3,0	8	4,2	—	—	7,0	1,8	—	—
		4,0	11	5,2	—	—	9,8	1,8	—	—
		5,0	13	6,6	—	11,0	11,5	1,8	—	—
		6,0	15	7,8	8,2	—	13,0	1,8	—	—
		7,0	17	9,0	9,5	—	15,0	1,8	—	—
		8,0	19	9,8	—	—	17,0	1,8	—	—
		9,0	20	11,0	—	—	18,0	1,8	—	—
		10	22	12	—	—	20	1,8	—	—
		12	24	14	—	—	22	2,0	—	—

Окончание табл. 2.55

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		15	28	17	18	25	26	2,0	—	—
		17	30	19	—	27	28	2,0	—	—
		20	37	22	23	33,5	35	2,0	—	—
		25	42	27	28,5	38,5	40	2,0	—	—
1	0	7	19	9	9,5	—	17	1,8	—	—
		8	22	10	—	—	20	1,8	—	—
		10	26	12	12,5	23	24	1,8	—	—
		12	28	14	14,5	25	26	2,0	—	—
		15	32	17	18	29	30	2,0	—	—
		17	35	19	20	30	33	2,0	—	—
		20	42	24	24,5	—	38,8	2,0	1,5	48
		25	47	29	—	—	43,8	2,0	1,5	54
2; 5	0	3	10	4,2	5,0	8,2	8,5	1,8	—	—
		4	13	5,5	5,8	—	11,2	1,8	—	—
		5	16	6,5	7,0	—	14,0	1,8	—	—
		6	19	8,2	—	—	17,0	1,8	—	—
		7	22	9,2	10,5	—	19,5	1,8	—	—
		8	24	10,2	10,5	—	22	1,8	—	—
		9	26	12	—	—	22,5	1,8	—	—
		10	30	14	14,4	—	26	1,8	1,5	36
		12	32	16	—	—	28	2,0	1,5	38
		15	35	19	—	—	31	2,0	1,5	41
		17	40	21	21,5	—	36	2,0	1,5	46
		20	47	25	25,5	—	42	2,0	1,5	54
		25	52	30	30,5	—	47	2,0	1,5	59
		4	16	6,2	6,5	—	13,4	1,8	—	—
		5	19	7,2	7,5	—	15,8	1,8	—	—
3,6	0	10	35	14	15	—	30,8	1,8	—	—
		12	37	17	—	—	31,2	2,0	—	—
		15	42	20	—	—	36,2	2,0	—	—
		17	47	22	23	40	41,2	2,0	—	—
		20	52	26	—	—	45	2,0	1,5	59
		25	62	31	32	—	55	2,0	2,0	69

2.3.6. Крепление колец подшипников

Заплечики для установки подшипников на вал и в корпус регламентированы ГОСТ 20226—82 (табл. 2.55—2.57).

Радиусы галтелей на валу и в корпусе следует определять по ГОСТ 10948—64 в зависимости от координат фасок подшипников. Размеры фасок на валу и в корпусе, а также канавок для выхода шлифовального круга следует выбирать аналогично с учетом длины посадочных поверхностей (табл. 2.58).

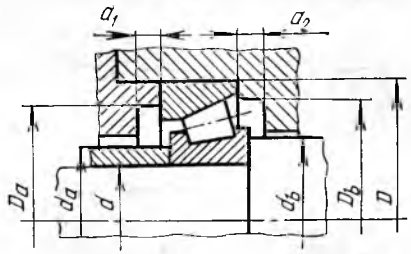
Крышки торцовые подшипников качения (ГОСТ 11641—73 и ГОСТ 18511—73 — ГОСТ 18514—73) регламентированы для отверстий диаметром 13...310 мм в корпусе. Делятся на следующие конструктивные типы:

глухие крышки плоские (тип 1), низкие (тип 2), высокие с карманом для помещения гайки, крепящей только кольцо подшипника на валу (тип 3), для отверстий диаметром 13...310 мм в корпусе (ГОСТ 18511—73);

крышки с отверстием для выхода вала под манжетное уплотне-

Таблица 2.56

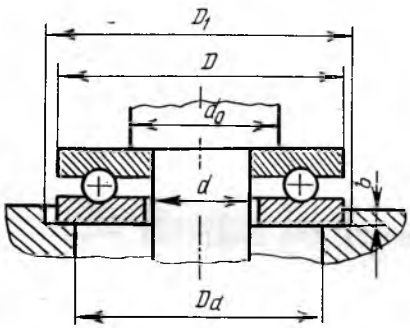
Размеры заплечиков радиально-упорных роликовых (конических) подшипников, мм

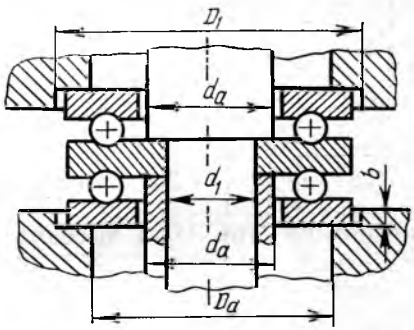


Серия по		d	D	d_b		d_a max	D_a		D_b min	a_1 max	a_2 min
диаметру	ширине			min	max		min	max			
2	0	15	35	20	24	19	30	—	32	2	3
		17	40	23	26	23	33	—	37	3	3
		20	47	26	30	26	39	41	43	3	3
		25	52	31	35	31	43	46	48	3	3
3;6	0	20	52	27	33	27	43	45	47	3	3
		25	62	32	41	33	53	55	57	3	3

Таблица 2.57

Размеры заплечиков шариковых упорных подшипников, мм

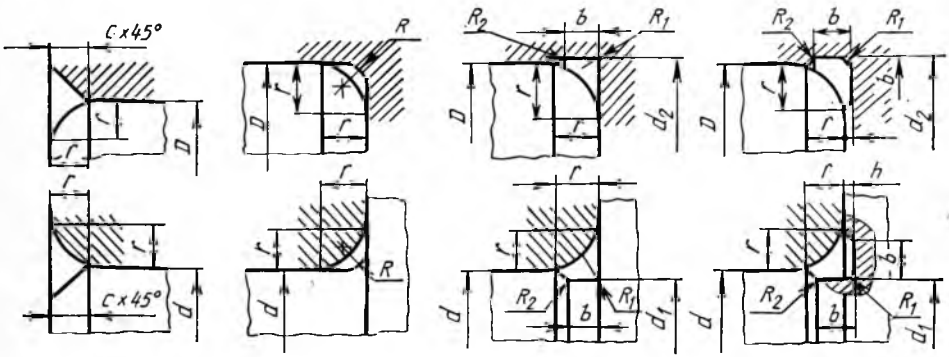




Подшипник	d	D	d_a min	D_a max	D_1	$b$min	d_1
Серия диаметров 1, высот 0 (ГОСТ 6874—75)	10	24	19	15	24,5	2	—
	12	26	21	17	26,5	2	—
	15	28	23	20	28,5	2	—
	17	30	25	22	30,5	2	—
	20	35	29	26	35,5	2	—
	25	42	35	32	42,5	3	—
Серия диаметров 2, высот 0 (ГОСТ 6874—75)	12	28	22	18	28,5	3	—
	15	32	25	22	32,5	3	—
	20	40	32	28	40,5	3,5	—
	25	47	38	34	47,5	3,5	—
Серия диаметров 2, высот 0 (ГОСТ 7872—75)	20	40	20	28	40,5	3,5	15
	25	47	25	34	47,5	3,5	20

Таблица 2.58

Размеры галтелей, фасок и канавок, мм



Фаска r подшипника	Наибольший радиус галтели R	Фаска c	Канавка					
			b	d_1	d_2	h	R_1	R_2
0,2	0,1	0,6	—	—	—	—	—	—
0,3	0,2	0,6	0,8	d—0,2	D+0,2	0,1	0,2	0,1
0,4	0,2	0,6	0,8	d—0,2	D+0,2	0,1	0,2	0,1
0,5	0,3	0,8	1,0	d—0,3	D+0,3	0,2	0,3	0,2
0,8	0,5	1,0	1,0	d—0,3	D+0,3	0,2	0,3	0,2
1,0	0,6	1,6	1,6	d—0,3	D+0,3	0,2	0,5	0,3
1,2	0,8	1,6	1,6	d—0,3	D+0,3	0,2	0,5	0,3
1,5	1,0	2	2	d—0,5	D+0,5	0,3	0,5	0,3
2	1,0	2	2	d—0,5	D+0,5	0,3	1,0	0,5
2,5	1,5	3	3	d—0,5	D+0,5	0,3	1,0	0,5

Примечание. Допускается фаска 15°.

ние низкие (тип 1) и высокие (тип 2) для отверстий диаметром 35...310 мм в корпусе (ГОСТ 18512—73);

крышки с отверстием для выхода вала и жировыми канавками в нем низкие (тип 1) и высокие (тип 2) для отверстий диаметром 28...310 мм в корпусе (ГОСТ 18513—73);

крышки с отверстием для выхода вала и канавкой под уплотнительное войлочное кольцо для отверстий в корпусе диаметром 13... 250 мм (ГОСТ 11641—73).

Крышки каждого типа имеют два исполнения:

с заглублением головки винта в тело крышки заподлицо для винтов с цилиндрической головкой (исполнение 1);

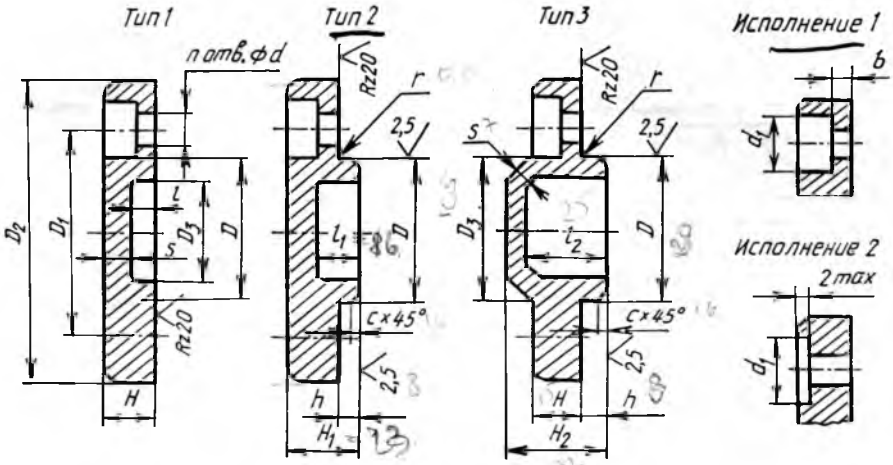
для крепления болтами с шестигранной головкой при обеспечении доступа накладного ключа (исполнение 2).

Допускается выполнение отверстий для подачи смазочного материала или крепления масленки на торцовой поверхности крышки.

Крышки должны быть изготовлены в соответствии с техническими требованиями ГОСТ 18514—73 из чугуна с механическими

Таблица 2.59

Размеры крышек торцовых глухих (ГОСТ 18511—73), мм



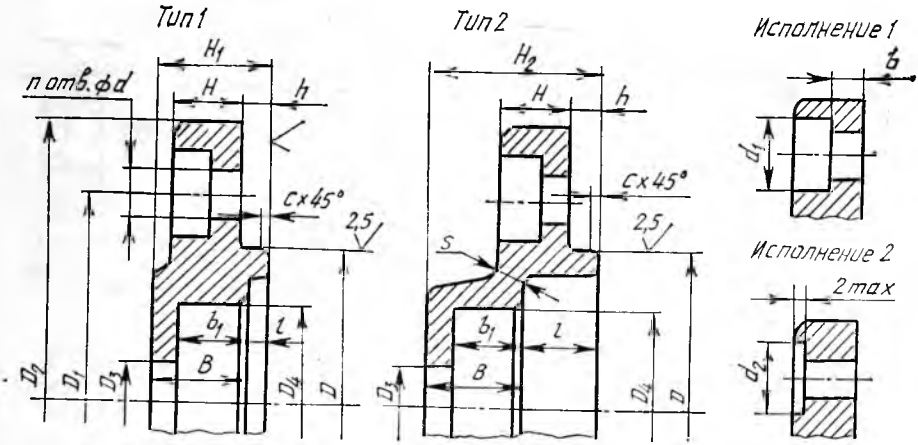
D, ткл. опо $d11$	D_1	D_2	D_3	H	H_1	H_2	l	l_1	l_2	s	d	d_1^*	b
13	22	34	9	6	9	—	3	6	—	3	4,8	8 (10)	2
14	22	34	10	6	9	—	3	6	—	3	4,8	8 (10)	2
15	25	36	11	6	9	—	3	6	—	3	4,8	8 (10)	2
16	25	36	11	6	9	—	3	6	—	3	4,8	8 (10)	2
17	25	36	11	6	9	—	3	6	—	3	4,8	8 (10)	2
18	28	40	14	6	9	—	3	6	—	3	4,8	8 (10)	2
19	28	40	14	6	9	—	3	6	—	3	4,8	8 (10)	2
20	28	40	14	6	9	—	3	6	—	3	4,8	8 (10)	2
21	32	45	16	8	12	17	4	8	13	4	5,8	10 (12)	3
22	32	45	16	8	12	17	4	8	13	4	5,8	10 (12)	3
24	36	50	18	8	12	17	4	8	13	4	5,8	10 (12)	3
26	36	50	18	8	12	17	4	8	13	4	5,8	10 (12)	3
28	42	55	25	8	12	17	4	8	13	4	5,8	10 (12)	3
30	42	55	25	8	12	17	4	8	13	4	5,8	10 (12)	3
32	32	55	25	8	12	17	4	8	13	4	5,8	10 (12)	3
35	48	65	28	8	12	18	4	8	14	4	5,8	10 (12)	3
37	48	65	28	8	12	18	4	8	14	4	5,8	10 (12)	3
40	54	70	34	10	15	20	5	10	15	5	7,0	12 (14)	4
42	54	70	34	10	15	20	5	10	15	5	7,0	12 (14)	4
44	60	78	38	10	15	20	5	10	15	5	7,0	12 (14)	4
45	60	78	38	10	15	20	5	10	15	5	7,0	12 (14)	4
47	60	78	38	10	15	20	5	10	15	5	7,0	12 (14)	4
50	66	82	44	10	15	20	5	10	15	5	7,0	12 (14)	4

Примечания: 1. При $D \leqslant 45$ мм $c = 0{,}6$ мм; при $D > 45$ мм $c = 1{,}0$ мм.
2. При $D \leqslant 37$ мм $n = 0{,}3$ мм; при $D > 37$ мм $n = 0{,}6$ мм.
3. H, H_1, H_2 — размеры для справок.
4. При $D \leqslant 40$ мм $n = 3$; при $D > 40$ мм $n = 4$.

* В скобках указан размер для исполнения 2.

Таблица 2.60

Размеры крышек торцовых с отверстием для манжетного уплотнения (ГОСТ 18512—73), мм



D, откл. по $h9$	D_1	D_2	$d_в$	D_3, откл. по $H12$	D_4, откл. по $H9$	H_1	H_2	h	H	l_1	B	b	b_1	l_2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
35	48	65	6	7	22	14	20	4	8	2	12	3	8	8
37	48	65	8	9	22	14	20	4	8	2	12	3	8	8
37	48	65	9	10	22	14	20	4	8	2	13	3	8	8
37	48	65	10	11	26	14	20	4	8	2	13	3	8	8
37	48	65	12	13	28	14	20	4	8	2	13	3	8	8
40	54	70	14	15	28	15	22	5	10	2	12	4	8	12
40	54	70	15	16	30	15	22	5	10	2	13	4	8	12
40	54	70	17	18	32	15	22	5	10	2	13	4	8	12
42	54	70	12	13	28	15	22	5	10	2	12	4	8	10
42	54	70	12	13	28	15	22	5	10	2	13	4	8	10
42	54	70	14	15	28	15	22	5	10	2	13	4	8	10
42	54	70	15	16	30	15	22	5	10	2	13	4	8	10
47	60	78	15	16	30	15	22	5	10	2	13	4	8	10
47	60	78	17	18	32	15	22	5	10	2	12	4	8	10
47	60	78	17	18	32	15	22	5	10	2	13	4	8	10

Продолжение табл. 2.60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
47	60	78	20	21	40	17	22	5	10	2	15	4	11	10
52	66	82	17	18	32	15	22	5	10	2	12	4	8	10
52	66	82	17	18	32	15	22	5	10	2	12	4	8	10
52	66	82	20	21	40	17	27	5	10	2	15	4	11	12
52	66	82	20	21	40	17	27	5	10	2	15	4	11	12
52	66	82	25	26	42	17	27	5	10	2	15	4	11	12
55	75	95	25	26	42	17	28	5	10	2	15	4	11	13
55	75	95	25	26	42	17	28	5	10	2	15	4	11	13
60	78	95	25	26	42	17	28	5	10	2	15	4	11	13
60	78	95	25	26	42	17	28	5	10	2	15	4	11	13
60	78	95	30	31	52	17	28	5	10	2	13	4	8	13
62	78	95	14	15	28	15	22	5	10	2	12	4	8	10
62	78	95	17	18	32	17	27	5	10	2	13	4	11	10
62	78	95	20	21	40	17	27	5	10	2	12	4	11	12
62	78	95	20	21	40	17	27	5	10	2	13	4	11	12
62	78	95	25	26	42	17	28	5	10	2	12	4	11	12
62	78	95	25	26	42	17	28	5	10	2	13	4	11	12
62	78	95	30	31	52	17	28	5	10	2	13	4	8	12
62	78	95	32	33	52	17	28	5	10	2	13	4	8	12
65	84	105	35	36	58	17	28	5	10	2	13	4	8	12
68	84	105	30	31	52	17	28	6	12	2	15	4	11	13
68	84	105	30	31	52	17	28	6	12	2	15	4	8	13
68	84	105	35	36	58	17	28	6	12	2	15	4	11	13
68	84	105	40	41	60	17	28	6	12	2	15	4	11	13
70	90	110	40	41	60	17	28	6	12	2	15	4	11	13
72	90	110	16	17	30	17	22	6	12	2	12	4	8	10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
72	90	110	20	21	40	17	22	6	12	2	15	4	11	10
72	90	110	25	26	42	17	22	6	12	2	12	4	8	10
72	90	110	25	26	42	17	22	6	12	2	15	4	11	10
72	90	110	30	32	52	17	22	6	12	2	15	4	11	13
72	90	110	30	32	52	17	22	6	12	2	15	4	11	13
72	90	110	35	36	58	17	22	6	12	2	15	4	11	13
72	90	110	38	39	58	17	22	6	12	2	15	4	11	13
72	90	110	45	46	65	17	22	6	12	2	15	4	11	13
75	90	110	35	36	58	17	30	6	12	2	15	4	11	15
75	90	110	35	36	58	17	30	6	12	3	15	4	11	15
75	90	110	40	41	60	17	31	6	12	3	15	4	11	16
75	90	110	45	46	65	17	31	6	12	3	15	4	11	16
80	100	120	20	21	40	18	27	6	12	3	15	4	11	12
80	100	120	25	26	42	18	27	6	12	3	15	4	11	12
80	100	120	30	31	52	18	27	6	12	3	15	4	11	12
80	100	120	30	31	52	18	28	6	12	3	15	4	11	13
80	100	120	35	36	58	18	28	6	12	3	15	4	11	13
80	100	120	35	36	58	18	30	6	12	3	15	4	11	15
80	100	120	40	41	60	18	30	6	12	3	15	4	11	15
80	100	120	45	46	65	18	33	6	12	3	15	4	11	18
80	100	120	45	46	65	18	33	6	12	3	15	4	11	18
80	100	120	50	51	70	18	33	6	12	3	15	4	11	18
85	100	120	35	36	58	18	31	6	12	3	15	4	11	18
85	100	120	40	41	60	18	31	6	12	3	15	4	11	16
85	100	120	45	46	65	18	31	6	12	3	15	4	11	16

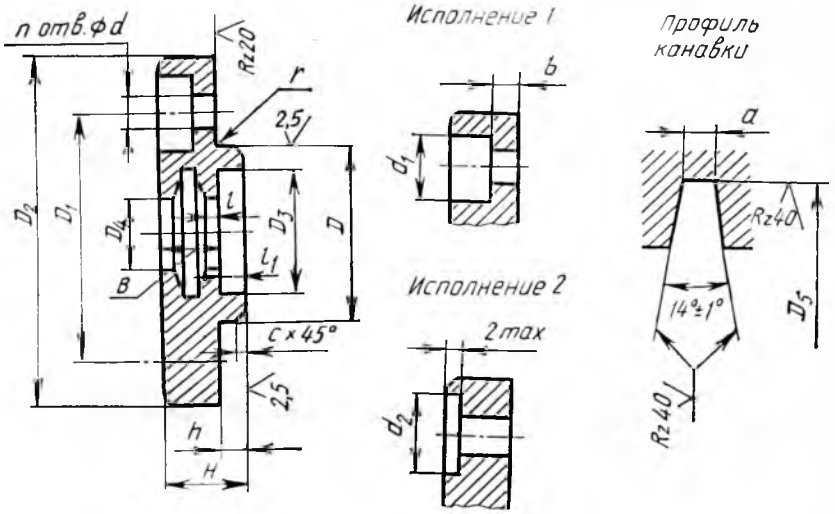
Примечания: 1. $d_в$ — диаметр вала или втулки под уплотнение.

2. Количество и размеры отверстий под винты (болты), размеры фасок и галтелей соответствуют данным для крышек глухих (ГОСТ 18511—73, см. табл. 2.59).

3. Размер s для крышек диаметром 35 и 37—4, для остальных — 5 мм.

Таблица 2.61

Крышки торцовые с канавкой для уплотнительного кольца (ГОСТ 11641—73), мм



D, откл. по $h9$, $d11$	D_1	D_2	D_3	d_B	D_4	D_5	H	h	l	l_1	B	a
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13	22	34	9	4	5	8	9	3	1,5	6	7,5	1,5
13	22	34	9	5	6	9	9	3	1,5	6	7,5	1,5
13	22	34	9	7	8	12	9	3	1,5	6	7,5	2
15	25	36	11	5	6	9	9	3	2	6	7	1,5
15	25	36	11	6	7	10	9	3	2	6	7	1,5
15	25	36	11	8	9	13	9	3	2	6	7	2
16	25	36	11	4	5	8	9	3	2	6	7	1,5
16	25	36	11	5	6	9	9	3	2	6	7	1,5
16	25	36	11	7	8	12	9	3	2	6	7	2
17	25	36	11	5	6	9	9	3	2	6	7	1,5
17	25	36	11	6	7	10	9	3	2	6	7	1,5
17	25	36	11	7	8	12	9	3	2	6	7	2
17	25	36	11	9	10	14	9	3	2	6	7	2
19	28	40	14	5	6	9	9	3	2	6	7	1,5
19	28	40	14	6	7	10	9	3	2	6	7	1,5
19	28	40	14	7	8	12	9	3	2	6	7	2
19	28	40	14	8	9	13	9	3	2	6	7	2
19	28	40	14	10	11	19	9	3	2	6	7	2
20	28	40	14	7	8	12	9	3	2	6	7	2
20	28	40	14	9	10	14	9	3	2	6	7	2
22	32	45	16	6	7	10	12	4	2	9	10	1,5
22	32	45	16	7	8	12	12	4	2	9	10	2

Окончание табл. 2.61

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
22	32	45	16	8	9	13	12	4	2	9	10	2
22	32	45	16	10	11	19	12	4	2	9	10	2
22	32	45	16	12	13	21	12	4	2	9	10	2
24	36	50	18	7	8	12	12	4	2	9	10	2
24	36	50	18	8	9	13	12	4	2	9	10	2
24	36	50	18	9	10	14	12	4	2	9	10	2
24	36	50	18	10	11	19	12	4	2	9	10	2
24	36	50	18	12	13	21	12	4	2	9	10	2
24	36	50	18	15	16	24	12	4	2	9	10	2
26	36	50	18	8	9	13	12	4	2	9	10	2
26	36	50	18	9	10	14	12	4	2	9	10	2
26	36	50	18	10	11	19	12	4	2	9	10	2
26	36	50	18	12	13	21	12	4	2	9	10	2
26	36	50	18	15	16	24	12	4	2	9	10	2
28	42	55	24	10	11	19	12	4	3	9	9	2
28	42	55	24	12	13	21	12	4	3	9	9	2
28	42	55	24	15	16	24	12	4	3	9	9	2
28	42	55	24	17	18	28	12	4	3	9	9	3
30	42	55	24	8	9	13	12	4	3	9,5	9	2
30	42	55	24	10	11	19	12	4	3	9,5	9	2
30	42	55	24	15	16	24	12	4	3	9,5	9	2
30	42	55	24	17	18	28	12	4	3	9,5	9	3
32	42	55	24	10	11	19	12	4	3	9,5	9	2
32	42	55	24	12	13	21	12	4	3	9,5	9	2
32	42	55	24	15	16	24	12	4	3	9,5	9	2
32	42	55	24	17	18	28	12	4	3	9,5	9	3
35	48	65	28	9	10	14	12	4	3	9,5	9	2
35	48	65	28	10	11	19	12	4	3	9,5	9	2
35	48	65	28	15	16	24	12	4	3	9,5	9	2
35	48	65	28	17	18	28	12	4	3	9,5	9	3
35	48	65	28	20	21	31	12	4	3	9,5	9	3
37	48	65	28	10	11	19	12	4	3	9,5	9	2
37	48	65	28	12	13	21	12	4	3	9,5	9	2
37	48	65	28	17	18	28	12	4	3	9,5	9	3
37	48	65	28	20	21	31	12	4	3	9,5	9	3
40	54	70	34	15	16	24	15	5	8	12,5	7	2
40	54	70	34	17	18	28	15	5	7	12,5	8	3
40	54	70	34	20	21	31	15	5	7	12,5	8	3
40	54	70	34	25	26	38	15	5	6	12,5	9	4
42	54	70	34	12	13	21	15	5	8	12,5	7	2
42	54	70	34	15	16	24	15	5	8	12,5	7	2
42	54	70	34	20	21	31	15	5	7	12,5	8	3
42	54	70	34	25	26	38	15	5	6	12,5	9	4
44	60	78	38	17	18	28	15	5	7	12,5	8	3
45	60	78	38	20	21	31	15	5	7	12,5	8	3
45	60	78	38	30	31	43	15	5	6	12,5	9	4
47	60	78	38	15	16	24	15	5	8	12,5	7	2
47	60	78	38	17	18	28	15	5	7	12,5	8	3
47	60	78	38	20	21	31	15	5	7	12,5	8	3
47	60	78	38	25	26	38	15	5	6	12,5	9	4
47	60	78	38	30	31	43	15	5	6	12,5	9	4

Примечания: 1. $d_в$ — диаметр вала или втулки под уплотнение.

2. Количество и размеры отверстий d, d_1, b — под винты (болты), размеры фасок и галтелей соответствуют данным крышек глухих (см. табл. 2.59).

свойствами не ниже, чем у чугуна марки СЧ 15 по ГОСТ 1412—85. Допускается изготовление крышек из сталей по ГОСТ 380—71 или ГОСТ 1050—74. Предельные отклонения отливок — по 2 или 3 классам точности (ГОСТ 26645—85), допуски торцового биения упорной поверхности под наружное кольцо подшипника — по 9 степени точности (ГОСТ 24643—81), допуски обработанных размеров (кроме оговоренных стандартами на крышки) по *IT*14. Допуски расположения отверстий под крепежные детали — по ГОСТ 14140—81.

Конструкция и размеры крышек для диаметров отверстий до 75 мм в корпусе даны в табл. 2.59—2.61.

Примеры обозначения

Крышка 12—14 ГОСТ 18511—73 — крышка торцовая глухая плоская (тип 1), отверстия для крепления болтами (исполнение 2), для отверстия в корпусе диаметром 14 м.

Крышка 21—40×12 ГОСТ 18512—73 — крышка торцовая с отверстием под манжетное уплотнение высокая (тип 2), с заглублением головок винтов (исполнение 1), для отверстий диаметром 40 мм в корпусе и выходящего вала — 12 мм.

Крышка 1—15×8 ГОСТ 11641—73 — крышка торцовая с канавкой для уплотнительного войлочного кольца и с заглублением головок винтов (исполнение 1), для отверстия диаметром 15 мм в корпусе и диаметра выходящего вала — 8 мм.

Кольца пружинные упорные плоские, концентрические наружные (ГОСТ 13940—86) и внутренние (ГОСТ 13941—86), эксцентрические наружные (ГОСТ 13942—86) и внутренние (ГОСТ 13942—86) предназначены для крепления колец подшипников (а также других деталей) на валу и в отверстии корпуса; диаметры валов 4...200 мм, отверстий — 8...320 мм.

Кольца изготовляются из стали 65Г ГОСТ 14959—79 или из других сталей с механическими свойствами не ниже, чем у указанной.

Предусмотрены два исполнения: кольца штампованные (исполнение 1) и навиваемые из стальной обрезной или плющеной ленты (исполнение 2), групп плоскостности А, Б и В (в порядке уменьшения точности). Кольца могут иметь покрытия по ГОСТ 9.301—86.

Конструкции и размеры колец и канавок под кольца даны в табл. 2.62, 2.63.

Примеры обозначения

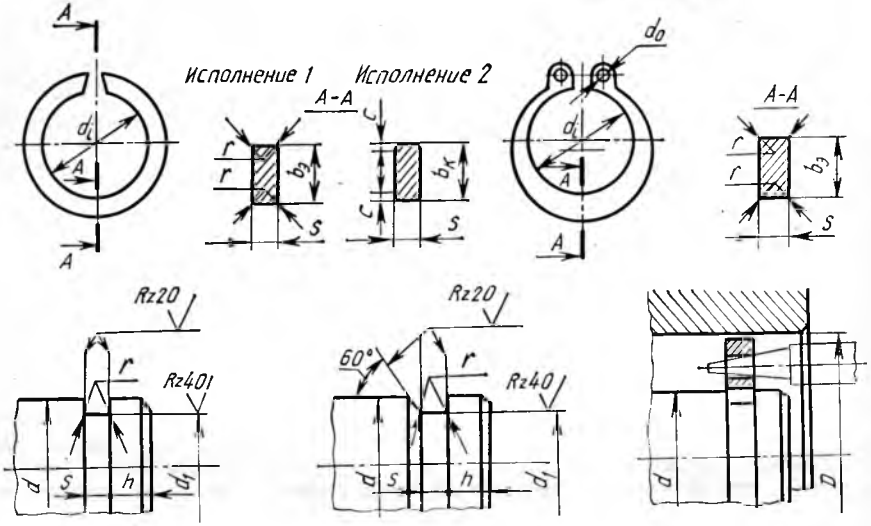
Кольцо 2А17-Хим. окс. ГОСТ 13940—86 — кольцо пружинное упорное плоское концентрическое наружное навиваемое (исполнение 2), группа плоскостности А, вал диаметром 17 мм, покрытие — химическое оксидирование.

Кольцо 1Б30 ГОСТ 13943—86 — то же, эксцентрическое внутреннее штампованное (исполнение 1), группа плоскостности Б, диаметр отверстия 30 мм, без покрытия.

Таблица 2.62

Кольца пружинные упорные плоские наружные (ГОСТ 13940—86, 13942—86)

ГОСТ 13940-86 ГОСТ 13942-86



d, мм	Кольцо					Канавка			D_{min}, мм	P, кН
	d_i, мм	s, мм	$b_к$, мм	$b_э$, мм	d_0, мм	s, мм	d_1, мм	h_{min}, мм		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	3,5	0,4	0,8	0,7	1,2	$0,5^{+0,06}$	$3,6_{-0,048}$	0,6	8,9	0,6
5	4,5	0,6	0,8	1,1	1,4	$0,7^{+0,07}$	$4,6_{-0,048}$	0,6	11,2	0,7
6	5,4	0,7	1,2	1,3	1,6	$0,8^{+0,07}$	$5,6_{-0,048}$	0,6	13,3	0,9
7	6,4	0,8	1,2	1,3	1,8	$0,9^{+0,07}$	$6,6_{-0,10}$	0,6	15,0	1,0
8	7,2	1,0	1,7	1,9	2,2	$1,2^{+0,25}$	$7,5_{-0,10}$	0,75	16,3	1,5
9	8,2	1,0	1,7	2,0	2,0	$1,2^{+0,25}$	$8,5_{-0,10}$	0,75	17,7	1,7
10	9,2	1,0	1,7	2,1	1,5	$1,2^{+0,25}$	$9,5_{-0,10}$	0,75	18,0	1,9
12	11,0	1,0	2,0	2,2	1,7	$1,2^{+0,25}$	$11,3_{-0,12}$	1,1	20,6	3,3
13	11,9	1,0	2,0	2,2	1,7	$1,2^{+0,25}$	$12,2_{-0,12}$	1,2	21,7	3,9
14	12,9	1,0	2,0	2,4	1,7	$1,2^{+0,25}$	$13,2_{-0,12}$	1,2	22,7	4,2
15	13,8	1,0	2,0	2,4	2,0	$1,2^{+0,25}$	$14,1_{-0,12}$	1,4	23,7	5,6
16	14,7	1,0	2,0	2,4	2,0	$1,4^{+0,25}$	$15,0_{-0,12}$	1,4	24,8	6,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	15,7	1,2	2,5	2,6	2,0	$1,4^{+0,25}$	$16,0_{-0,12}$	1,5	25,9	6,4
18	16,5	1,2	2,5	2,8	2,0	$1,4^{+0,25}$	$16,8_{-0,12}$	1,8	27,2	8,0
19	17,5	1,2	2,5	2,8	2,0	$1,4^{+0,25}$	$17,8_{-0,12}$	1,8	28,6	8,5
20	18,2	1,2	3,2	3,2	2,0	$1,4^{+0,25}$	$18,6_{-0,14}$	2,1	29,6	10,5
22	20,2	1,2	3,2	3,2	2,0	$1,4^{+0,25}$	$20,6_{-0,14}$	2,1	31,6	11,5
23	21,1	1,2	3,2	3,2	2,0	$1,4^{+0,25}$	$21,5_{-0,14}$	2,1	32,7	12,5
24	22,1	1,2	3,2	3,6	2,0	$1,4^{+0,25}$	$22,5_{-0,14}$	2,3	33,9	13,5
25	23,1	1,2	4,0	3,6	2,0	$1,4^{+0,25}$	$23,5_{-0,14}$	2,3	36,5	14,0
26	24,0	1,2	4,0	4,0	2,0	$1,4^{+0,25}$	$24,5_{-0,14}$	2,3	37,4	14,6
28	25,8	1,4	4,0	4,0	2,0	$1,4^{+0,25}$	$26,5_{-0,14}$	2,3	39,2	15,7
29	26,8	1,4	4,0	4,0	2,0	$1,4^{+0,25}$	$27,5_{-0,14}$	2,3	40,2	16,5
30	27,8	1,4	4,0	4,0	2,0	$1,4^{+0,25}$	$28,5_{-0,14}$	2,3	41,2	16,9

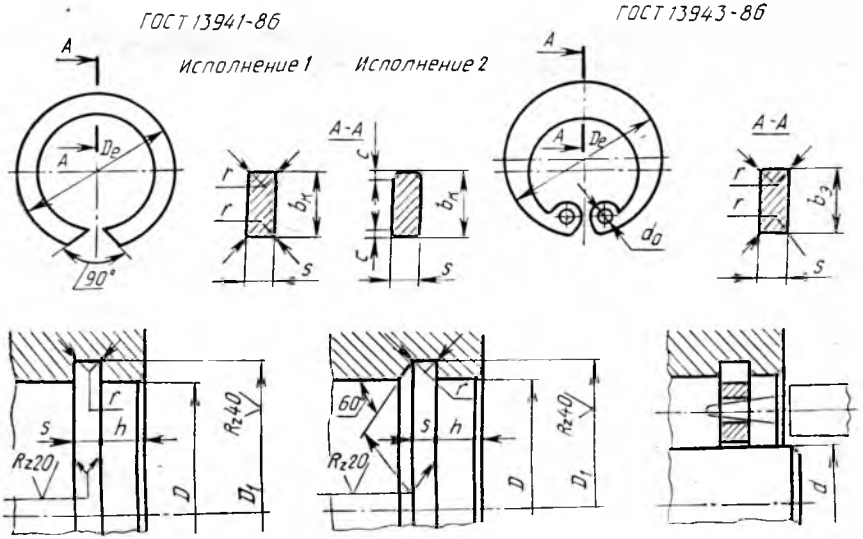
Примечания: **1.** Размер h дан для материалов с $\sigma_в \geqslant 300$ МПа, P — предельная осевая нагрузка.

2. Кольца исполнения 2 только при $d \geqslant 15$.

3. При $s < 1,2$ мм $r = 0,05_{max}$; при $s = 1,2 \ldots 1,4$ мм $r = 0,1_{max}$.

Таблица 2.63

Кольца пружинные упорные плоские внутренние (ГОСТ 13941—86, 13943—86)



D, мм	Кольцо					Канавка			d_{max}, мм	P, кН
	D_e, мм	s, мм	$b_к$, мм	$b_э$, мм	d_0, мм	s, мм	D_1, мм	h_{min}, мм		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	8,8	0,8	1,0	1,2	1,4	$0{,}9^{+0{,}15}$	$8{,}5^{+0{,}10}$	0,75	4,0	1,6
9	9,8	0,8	1,0	1,4	1,4	$0{,}9^{+0{,}15}$	$9{,}5^{+0{,}10}$	0,75	4,7	1,7
10	10,8	1,0	1,3	1,7	1,4	$1{,}2^{+0{,}25}$	$10{,}5^{+0{,}12}$	0,75	5,0	1,9
11	11,8	1,0	1,3	1,8	1,4	$1{,}2^{+0{,}25}$	$11{,}5^{+0{,}12}$	0,75	5,5	2,1
12	13,0	1,0	1,3	1,9	1,4	$1{,}2^{+0{,}25}$	$12{,}7^{+0{,}12}$	1,1	5,7	3,3
13	14,1	1,0	1,7	1,9	1,4	$1{,}2^{+0{,}25}$	$13{,}8^{+0{,}12}$	1,2	6,2	4,0
14	15,1	1,0	1,7	2,0	1,6	$1{,}2^{+0{,}25}$	$14{,}8^{+0{,}12}$	1,2	6,9	4,2
15	16,2	1,0	1,7	2,0	1,6	$1{,}2^{+0{,}25}$	$15{,}9^{+0{,}12}$	1,4	7,9	5,2
16	17,3	1,0	1,7	2,2	1,6	$1{,}2^{+0{,}25}$	$17{,}0^{+0{,}12}$	1,5	8,0	6,3
17	18,4	1,0	1,7	2,2	2,0	$1{,}2^{+0{,}25}$	$18{,}0^{+0{,}12}$	1,5	8,6	6,7
18	19,6	1,0	2,0	2,2	2,0	$1{,}2^{+0{,}25}$	$19{,}2^{+0{,}14}$	1,8	8,8	7,7
20	21,8	1,0	2,0	2,4	2,0	$1{,}2^{+0{,}25}$	$21{,}4^{+0{,}14}$	2,1	10,7	10,7
21	22,8	1,0	2,0	2,4	2,0	$1{,}2^{+0{,}25}$	$22{,}4^{+0{,}14}$	2,1	11,7	11,5
22	23,8	1,0	2,0	2,7	2,0	$1{,}2^{+0{,}25}$	$23{,}4^{+0{,}14}$	2,1	12,4	12,5
23	24,9	1,2	2,5	2,7	2,0	$1{,}4^{+0{,}25}$	$24{,}5^{+0{,}14}$	2,3	13,5	13,7
24	25,9	1,2	2,5	2,7	2,0	$1{,}4^{+0{,}25}$	$25{,}5^{+0{,}14}$	2,3	14,3	14,2
25	26,9	1,2	2,5	3,1	2,0	$1{,}4^{+0{,}25}$	$26{,}5^{+0{,}14}$	2,3	14,8	14,4
26	28,0	1,2	2,5	3,1	2,0	$1{,}4^{+0{,}25}$	$27{,}5^{+0{,}14}$	2,3	15,0	15,2
28	30,2	1,2	2,5	3,1	2,0	$1{,}4^{+0{,}25}$	$29{,}5^{+0{,}28}$	2,3	17,0	16,9
30	32,2	1,4	2,5	3,1	2,0	$1{,}4^{+0{,}25}$	$31{,}5^{+0{,}34}$	2,3	18,6	17,7
32	34,5	1,4	2,5	3,5	2,5	$1{,}4^{+0{,}25}$	$33{,}8^{+0{,}34}$	2,7	19,6	23,0
35	37,8	1,4	3,2	3,5	2,5	$1{,}4^{+0{,}25}$	$37{,}0^{+0{,}34}$	3,0	21,6	27,7
36	38,8	1,4	3,2	3,9	2,5	$1{,}4^{+0{,}25}$	$38{,}0^{+0{,}34}$	3,0	22,4	28,5
37	39,8	1,4	3,2	3,9	2,5	$1{,}4^{+0{,}25}$	$39{,}0^{+0{,}34}$	3,0	23,4	29,2
38	40,8	1,4	3,2	3,9	2,5	$1{,}4^{+0{,}25}$	$40{,}0^{+0{,}34}$	3,0	24,4	31,0
40	43,5	1,7	4,0	4,2	2,5	$1{,}9^{+0{,}25}$	$42{,}5^{+0{,}34}$	3,8	25,8	39,6
42	45,5	1,7	4,0	4,2	2,5	$1{,}9^{+0{,}25}$	$44{,}5^{+0{,}84}$	3,8	27,8	42,2
45	48,5	1,7	4,0	4,2	2,5	$1{,}9^{+0{,}25}$	$47{,}5^{+0{,}34}$	3,8	30,7	44,4
47	50,6	1,7	4,0	4,5	2,5	$1{,}9^{+0{,}25}$	$49{,}5^{+0{,}40}$	3,8	32,6	46,3
50	54,2	1,7	4,0	4,5	2,5	$1{,}9^{+0{,}25}$	$53^{+0{,}40}$	4,5	34,5	59,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
52	56,2	1,7	5,0	5,1	2,5	$1,9^{+0,25}$	$55^{+0,40}$	4,5	36,0	61,7
55	59,2	1,7	5,0	5,1	2,5	$1,9^{+0,25}$	$58^{+0,40}$	4,5	39,0	65,2
56	60,2	1,7	5,0	5,1	2,5	$1,9^{+0,25}$	$59^{+0,40}$	4,5	40,0	66,2
58	62,2	1,7	5,0	5,1	2,5	$1,9^{+0,25}$	$61^{+0,40}$	4,5	42,0	68,2
60	64,2	1,7	5,0	5,1	2,5	$1,9^{+0,25}$	$63^{+0,40}$	4,5	44,0	71,1
62	66,2	1,7	5,0	5,1	2,5	$1,9^{+0,25}$	$65^{+0,40}$	4,5	46,0	73,2
65	69,2	1,7	5,0	5,1	2,5	$1,9^{+0,25}$	$68^{+0,40}$	4,5	49,0	76,7
68	72,5	1,7	5,0	5,1	2,5	$1,9^{+0,25}$	$71^{+0,40}$	4,5	52,2	80,2
70	74,5	1,7	5,0	5,1	2,5	$1,9^{+0,25}$	$73^{+0,40}$	4,5	53,4	82,6
72	76,5	1,7	5,0	5,1	2,5	$1,9^{+0,25}$	$75^{+0,40}$	4,5	54,4	85,8

Примечания: 1. Размер h дан для материалов с $\sigma_в \geqslant 300$ МПа.
2. При $s > 1,9$ мм $r = 0,05_{max}$; при $s = 1,2...1,4$ мм $r = 0,1_{max}$; $r \approx c$.

2.3.7. Требования к сопрягаемым поверхностям и посадки подшипников

Посадки подшипников качения регламентированы ГОСТ 3325—85. Поля допусков валов и отверстий сопрягаемых с подшипниками размеров деталей представляют собой ограниченный набор полей (ГОСТ 25346—82):

для валов *e*8 (*e*9)*, *f*6, *f*7, *f*8, *f*9, *f*4, *g*5, *g*6, *h*3, *h*4, *h*5, *h*6, *h*7, *h*8, *h*9 (*h*10), j_s3, j_s4, j_s5, (*j*5), j_s6, (*j*6), *k*4, *k*5, *k*6, *m*4, *m*5, *m*6, *n*4, *n*5, *n*6, *p*5, *p*6, *r*6, *r*7;

для отверстий — *E*8, (*E*9), *C*4, *C*5, *C*6, *C*7, *H*4, *H*5, *H*6, *H*7, *H*8 (*H*9), J_s4, J_s5, J_s6 (*J*6), J_s7 (*J*7), *K*4, *K*5, *K*6, *K*7, *M*4, *M*5, *M*6, *M*7, *N*5, *N*6, *N*7, *P*6, *P*7.

Посадки подшипников качения назначаются в зависимости от вида нагружения. Стандартом установлены три вида нагружения: местное, циркуляционное и колебательное (табл. 2.64). Регламентированные стандартом посадки подшипников качения даны в табл. 2.65.

При выборе посадок следует учитывать режим работы подшипника: легкий — $P/C \leqslant 0,07$, нормальный — $P/C \leqslant 0,15$, тяжелый — $P/C > 0,15$ и особые условия — ударная или вибрационная нагрузка, повышенная температура и др. Малонагруженными считаются подшипники, частота вращения которых не превышает $0,05n_{пред}$ при радиальной нагрузке $P \leqslant 0,05C$ (где C — динамическая грузоподъемность подшипника по каталогу).

* В скобках даны поля ограниченного применения.

Таблица 2.64

Виды нагружения колец подшипников

Нагрузка на подшипник	Вращающееся кольцо	Виды нагружения колец	
		внутреннего	наружного
Постоянная по направлению	Внутреннее	Циркуляционное	Местное
	Наружное	Местное	Циркуляционное
Постоянная и вращающаяся, меньшая постоянной	Внутреннее	Циркуляционное	Колебательное
	Наружное	Колебательное	Циркуляционное
Постоянная и вращающаяся, бóльшая постоянной	Внутреннее	Местное	Циркуляционное
	Наружное	Циркуляционное	Местное
Постоянная	Оба — в одну или в разные стороны	Циркуляционное	Циркуляционное
Вращающаяся с наружным кольцом		Циркуляционное	Местное
Вращающаяся с внутренним кольцом		Местное	Циркуляционное

Таблица 2.65

Посадки колец подшипников качения

Вид нагружения кольца	Посадки	
	внутреннего кольца на вал	наружного кольца в корпус
	Радиальные подшипники	
Местное	$L0/(J_s6,\ h6,\ g6,\ f6)$, $L6/(J_s6,\ h6,\ g6,\ f6)$, $L5/(J_s5,\ h5)$, $L4/(J_s5,\ h5)$, $L2/(J_s4,\ h4)$	$(J_s7,\ H7,\ G7,\ H8,\ H9)/l0$, $(J_s7,\ H7,\ G7,\ H8,\ H9)/l6$, $(J_s6,\ H6)/l5$ $(J_s6,\ H6/l4$, $(J_s5,\ H5)/l2$
Циркуляционное	$L0/(n6,\ m6,\ k6,\ j_s6)$, $L6/(n6,\ m6,\ k6,\ j_s6)$, $L5/(n5,\ m5,\ k5,\ j_s5)$, $L4/(n5,\ m5,\ k5,\ j_s5)$, $L2/(n4,\ m4,\ k4,\ j_s4)$	$(N7,\ M7,\ K7,\ P7)/l0$, $(N7,\ M7,\ K7,\ P7)/l6$, $(N6,\ M6,\ K6)/l5$, $(N6,\ M6)/l4$, $(N5,\ M5,\ K5)/l2$
Колебательное	$L0/j_s6$, $L6/j_s6$, $L5/j_s5$, $L4/j_s5$, $L2/j_s4$	$J_s7/l0$, $J_s7/l6$, $J_s5/l5$, $J_s5/l4$, $J_s4/l2$
	Радиально-упорные подшипники	
Местное	$L0/(j_s6,\ h6)$, $L6/(j_s6,\ h6)$	$(M5,\ K7,\ H7)/l0$, $(M7,\ K7,\ H7)/l6$
Циркуляционное	$L0/(n6,\ m6,\ k6,\ j_s6)$, $L6/(n6,\ m6,\ k6,\ j_s6)$	$(N7,\ M7,\ K7,\ J_s7,\ P7)/l0$ $(N7,\ M7,\ K7,\ J_s7,\ P7)/l6$
	Регулируемые кольца	
Местное	$L0/(h6,\ g6,\ f6)$, $L6/(h6,\ g6,\ f6)$	$H7/l0$, $H7/l6$
Циркуляционное	$L0/j_s6$, $L6/j_s6$	$J_s7/l0$, $J_s7/l6$
	Упорные подшипники	
Осевое	$L0/j_s6$, $L6/j_s6$	Зазор по номиналу

Примечания: 1. При частотах вращения, превышающих предельные, для местно-нагруженных колец следует применять поля допусков j_s и J_s квалитетов, соответствующих указанным выше.

2. Допускается применение полей: $j5$, $j6$, $J6$, $J7$.

Рекомендации по выбору посадок даны в приложении к ГОСТ 3325—85. Посадки выбираются исходя из условий обеспечения требуемых зазоров (натягов) по дорожкам качения и условий монтажа. Правильность назначения посадки подтверждается расчетом. Применительно к приборостроению можно рекомендовать применение посадок, приведенных в табл. 2.66.

Допуски формы посадочных поверхностей и торцового биения заплечиков вала и корпуса и допустимые значения параметров шероховатости даны в табл. 2.67—2.69.

Допуски расположения посадочных поверхностей определяются с учетом допустимых углов взаимного перекоса колец подшипников. Значения этих углов и допуски расположения (соосности) посадочных поверхностей вала и корпуса приведены в табл. 2.70.

Методика расчета подшипников на прочность и долговечность, расчет предельной частоты вращения установлены ГОСТ 18854—82 (статическая грузоподъемность), ГОСТ 18855—82 (динамическая грузоподъемность), ГОСТ 20918—75 (предельная частота вращения).

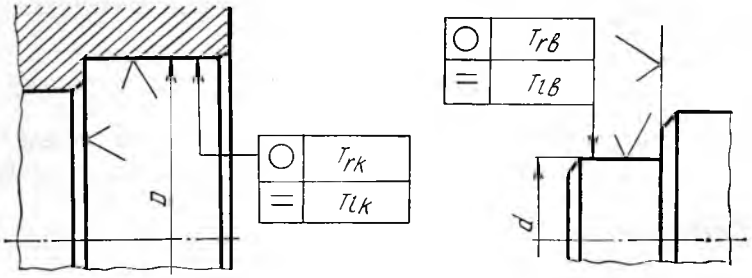
Таблица 2.66

Рекомендуемые посадки подшипников качения при номинальных диаметрах до 30 мм в приборостроении

Вид нагружения	Режим работы	Посадки
	Посадки внутреннего кольца на вал	
Местное и для регулируемых колец	Легкий	$L0/g6$, $L6/g6$, $L5/h5$, $L4/h5$, $L2/h4$
	Нормальный или тяжелый	$L0/h6$, $L6/h6$, $L5/j_s5$, $L4/j_s5$, $L2/j_s4$
Циркуляционное	Легкий	$L0/j_s6$, $L6/j_s6$, $L5/j_s5$, $L4/j_s5$, $L2/j_s4$
	Нормальный или тяжелый	$L0/k6$, $L6/k6$, $L5/k5$, $L4/k5$, $L2/k4$
Колебательное	Все режимы	$L0/j_s6$, $L6/j_s6$, $L5/j_s5$, $L4/j_s5$, $L2/j_s4$
	Посадки наружного кольца в корпус	
Местное	Легкий	$G7/l0$, $G7/l6$, $H6/l5$, $H5/l4$, $H5/l2$
	Нормальный или тяжелый	$H7/l0$, $H7/l6$, $J_s6/l5$, $J_s5/l4$, $J_s5/l2$
Циркуляционное	Легкий	$K7/l0$, $K7/l6$, $K6/l5$, $K5/l4$, $K5/l2$
	Нормальный или тяжелый	$M7/l0$, $M7/l6$, $M6/l5$, $M5/l4$, $M5/l2$
Колебательное и для регулируемых колец	Все режимы	$J_s7/l0$, $J_s7/l6$, $J_s5/l5$, $J_s5/l4$, $J_s5/l2$
	Упорные подшипники, посадки «тугого» кольца	
Осевая нагрузка	Все режимы	$L0/j_s6$, $L6/j_s6$, $L5/j_s5$, $L4/j_s5$, $L2/j_s5$

Таблица 2.67

Допуски формы посадочных поверхностей корпуса (T_{rK}, T_{lK}) и вала (T_{rB}, T_{lB}), мкм



Номинальный диаметр, мм	T_r при классе точности		
	0; 6	5; 4	2
0,6...2,5	1,5	0,7	0,4
Свыше 2,5 до 3	1,5; 2,5*	0,7; 1,0*	0,4; 0,5*
» 3 » 6	2,0; 3,0*	0,8; 1,3*	0,5; 0,6*
» 6 » 10	2,5; 4,0*	1,0; 1,5*	0,5; 0,8*
» 10 » 18	3,0; 4,5*	1,3; 2,0*	0,6; 1,0*
» 18 » 30	3,5; 5,0*	1,5; 2,0*	0,8; 1,0*
» 30 » 50	6,0*	2,5*	1,4*
» 40 » 80	7,5*	3,0*	1,6*

Примечание. Допуск постоянства диаметра в продольном направлении равен удвоенному допуску формы: $T_l = 2T_r$.

* Для отверстий корпусов.

Таблица 2.68

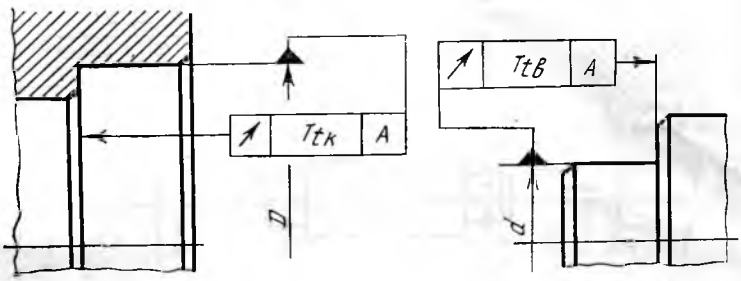
Шероховатость поверхностей сопрягаемых деталей, мкм

Поверхности	*Ra* при классе точности подшипников			
	0	6 и 5	4	2
Посадочные поверхности				
валов	1,25	0,63	0,32	0,16
корпусов	1,25	0,63	0,63	0,32
Опорные торцы заплечиков	2,5	1,25	1,25	0,63

Примечание. Даны предельные значения параметра *Ra* для диаметров поверхностей до 80 мм. В обоснованных случаях для установки подшипников класса 0 в чугунных и стальных корпусах и на валах допустимо назначать *Ra* 2,5.

Таблица 2.69

Допуски торцового биения заплечиков корпуса и вала, мкм



Номинальный диаметр d, D, мм	T_t при классе точности подшипников				
	0	6	5	4	2
1...3	10	6	3	2	1,2
Свыше 3 до 6	12; 18*	8; 12*	4; 5*	2,5; 4*	1,5; 2,5*
» 6 » 10	15; 22*	9; 15*	4; 6*	2,5; 4*	1,5; 2,5*
» 10 » 18	18; 27*	11; 18*	5; 8*	3; 5*	2; 3*
» 18 » 30	21; 33*	13; 21*	6; 9*	4; 6*	2,5; 4*
» 30 » 50	39*	25*	11*	7*	4*
» 50 » 80	46*	30*	13*	8*	5*

* Для заплечиков корпусов.

2.4. ШАРИКИ И РОЛИКИ

Шарики (ГОСТ 3722—81) предназначены для применения в подшипниках качения и поставляются с сортировкой по диаметрам (Н) и без нее (Б), а также в виде свободных деталей для применения в других целях (в обозначении не указывается).

Шарики изготовляются из подшипниковых сталей ГОСТ 801—78 и ГОСТ 4727—83 и должны быть термообработаны до 62... 66 $HRC_э$. Допускается по заказу потребителей изготовление шариков из сталей других марок, цветных металлов, твердых сплавов. Диаметры шариков стандартизованы от 0,250 до 150 мм. Сортамент стандартных шариков диаметром до 10 мм и их предельные (разрушающие) нагрузки даны в табл. 2.71.

Стандарт устанавливает 10 степеней точности шариков (в порядке повышения точности): 200, 100, 60, 40, 28, 20, 16, 10, 5, 3. Отклонения среднего диаметра (для шариков, поставляемых в виде свободных деталей) и допуски других параметров точности приведены в табл. 2.72.

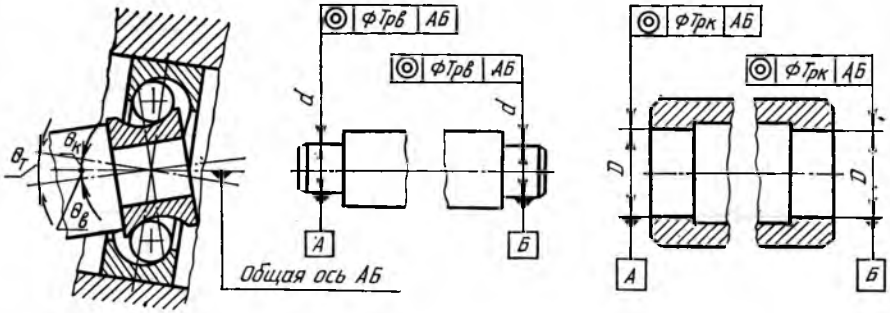
Примеры обозначения

Шарик Н 3,175—3 ГОСТ 3722—81 — шарик для использования в подшипниках качения, номинальный диаметр 3,175 мм (1/8 дюйма) с сортировкой (Н) по отклонениям, соответствующим 3 степени точности.

Шарик 3,175—100 ГОСТ 3722—81 — то же, поставляемый в виде свободной детали (не указывается), степени точности 100.

Таблица 2.70

Допустимые углы взаимного перекоса колец и допуски расположения сопрягаемых поверхностей



Тип подшипника	Допуск					
	перекоса				соосности	
	колец θ_{max}	вала $\theta_в$	корпуса $\theta_к$	общий $\theta_т$	вала $T_{рв}$	корпуса $T_{рк}$
0000, зазор нормальный	8′	1′20″	2′40″	4′	4,0	8,0
SZ7	12′	2′	4′	6′	6,0	12,0
SZ8	16′	2′40″	5′20″	8′	8,0	16,0
36000	6′	1′	2′	3′	3,0	6,0
46000	5′	0′50″	1′40″	2′30″	2,4	4,8
66000	4′	0′40″	1′20″	2′	2,0	4,0
8000	2′	0′20″	0′40″	1′	1,0	2,0
2000	2′	0′20″	0′40″	1′	1,0	2,0
7000	2′	0′20″	0′40″	1′	1,0	2,0
7000, контакт модифицированный	4′	0′40″	1′20″	2′	2,0	4,0
4000	1′	0′10″	0′20″	0′30″	0,5	1,0
4000, контакт модифицированный	4′	0′40″	1′20″	2′	2,0	4,0
3000	4°	2′	4′	6′	6,0	12,0

Примечания: 1. Разрешается допуск соосности заменять допуском радиального биения посадочных мест относительно тех же баз.

2. Угол перекоса $\theta_т$, как правило, не должен превышать $0,5\theta_{max}$.

Ролики игольчатые (ГОСТ 6870—81) предназначены для применения в подшипниках качения, а также в виде свободных деталей для использования в других целях. Стандартизованы два исполнения роликов: с плоским (А) и сферическим (В) торцом.

Изготовляются из подшипниковых сталей (ГОСТ 801—78 и ГОСТ 4727—83) и должны быть термообработаны (61...65 $HRC_э$). Допускается изготовление роликов из сталей других марок. Диаметр роликов 1,5...6 мм, длина 5,8...59,8 мм (табл. 2.73).

Стандартом установлены 3 степени точности (в порядке ее повышения): 5, 3, 2. Допустима постановка роликов с сортировкой диаметра по группам отклонений (У). Предельные отклонения размеров и допуски других параметров точности роликов приведены в табл. 2.74.

Таблица 2.71

Сортамент шариков (ГОСТ 3722—81)

D_w, мм	Степень точности	$P_{пред}$, кН	D_w, мм	Степень точности	$P_{пред}$, кН
0,360	20	—	5,556	20; 40; 100	16,3
0,680	20; 40; 60; 100	—	5,953	40; 60; 100	18,1
1	40; 60; 100	—	6	20; 40; 60; 100; 200	18,0
1,3	20; 40; 60; 100	—	6,350	20; 40; 60; 100; 200	21,3
1,588	20; 40; 60	—	6,5	60; 100	22,0
2	10; 20; 40; 60; 100	—	7	20; 40; 60; 100	26,5
2,381	20; 40; 60; 100	—	7,144	40; 60; 100	27,0
2,5	20; 40; 60; 100	3,4	7,541	60; 100	28,5
3	20; 60; 100	4,9	7,938	16; 20; 40; 60; 100; 200	32,8
3,175	20; 40; 60; 100				
3,5	40; 60; 100	6,8	8	40; 60; 100; 200	33,0
3,969	10; 20; 40; 60; 100	8,4	8,731	40; 60; 100	39,7
4	20; 40; 60; 100	8,7	9	60; 100	42,0
4,5	40; 60; 100	10,2	9,128	60; 100	43,1
5	10; 20; 40; 60; 100	12,5	9,525	16; 40; 60; 100	47,1
5,159	60; 100	12,7	9,922	60; 100	52,0
5,5	60; 100		10	20; 40; 60; 100	54,8

Примечание. $P_{пред}$ — предельная (разрушающая) нагрузка.

Таблица 2.72

Нормы точности шариков, предельные отклонения и допуски

Степень точности	Номинальный диаметр шарика, мм	Отклонения среднего диаметра, мкм	Разноразмерность по диаметру, мкм	Непостоянство единичного диаметра, мкм	Допуск сферичности, мкм	Шероховатость, параметр *Ra*
3	0,25...12	±5	0,13	0,08	0,08	0,020*
5	0,25...12	±5	0,25	0,13	0,13	0,020
10	0,25...25	±9	0,50	0,25	0,25	0,020
16	0,25...25	±10	0,80	0,40	0,40	0,032
20	0,25...38	±10	1,00	0,50	0,50	0,040
28	0,25...38	±12	1,40	0,70	0,70	0,050
40	0,25...50	±16	2,00	1,00	1,00	0,080
60	0,25...80	±30	3,00	1,50	1,50	0,100
100	0,25...120	±40	5,00	2,50	2,50	0,125
200	0,25...150	±60	10,00	5,00	5,00	0,200

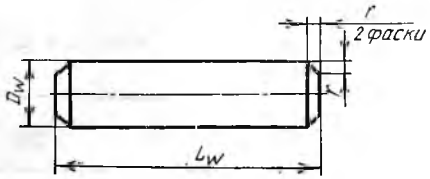
Примечание. Для шариков, применяемых в подшипниках качения, отклонения среднего диаметра для всех степеней точности при номинальном диаметре (мм): 0,25...1,5 ±0,010; свыше 1,5 до $3^{+0,010}_{-0,020}$; свыше 3 до 5 ±0,025; свыше 6 до 10 ±0,50.

* Не нормирован, установлен параметр *Rz* 0,100.

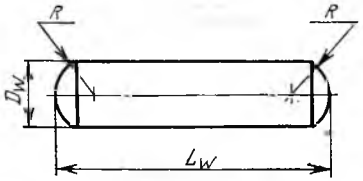
Таблица 2.73

Сортамент роликов игольчатых (ГОСТ 6870—81), мм

Исполнение А



Исполнение В



D_w	L_w	D_w	L_w	D_w	L_w	D_w	L_w
1,5	6,8	2,0	9,8	2,5	13,8	3	17,8
1,5	13,8	2,0	11,8	2,5	15,8	3	19,8
1,6	8,8*	2,0	13,8	2,5	17,8	3	21,8
1,6	9,35*	2,0	15,8	2,5	19,8	3	23,8
1,6	11,8	2,0	17,8	2,5	23,8	3	29,8
1,6	15,4*	2,0	19,8	2,5	26,8*	3,5	29,8
1,9	24,5*	2,0	23,8*	3	11,5*	4	33,8*
2,0	5,8	2,5	9,8	3	13,8	4	34,8
2,0	7,8	2,5	11,8	3	15,8	4	39,8

Примечания: 1. Радиус сферы торца ролика $D_w/2 < R < L_w/2$.

2. Предельные координаты фасок роликов с плоским торцом: при $D_w = 1{,}5\ldots3$ $r = 0{,}1\ldots0{,}4$; при $D_w = 3{,}5\ldots4$ $r = 0{,}1\ldots0{,}6$.

* Размеры, не входящие в ГОСТ 6870—81.

Таблица 2.74

Нормы точности роликов, предельные отклонения и допуски

Степень точности	Отклонения, мкм: среднего диаметра	Отклонения, мкм: единичной длины	Разноразмерность по диаметру, мкм	Допуск формы, мкм	Шероховатость, параметр Ra	Предельные отклонения среднего диаметра для отсортированных групп роликов, мкм
2	$\begin{pmatrix}0\\-10\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}0\\-200\end{pmatrix}$	—	1,0	0,08	$\begin{pmatrix}0\\-2\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-1\\-3\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-2\\-4\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-3\\-5\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-4\\-5\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-5\\-7\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-6\\-8\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-7\\-9\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-8\\-10\end{pmatrix}$
3	$\begin{pmatrix}0\\-10\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}0\\-200\end{pmatrix}$	3	1,5	0,16	$\begin{pmatrix}0\\-3\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-1,5\\-4,5\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-3\\-6\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-4,5\\-7,5\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-6\\-9\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-7\\-10\end{pmatrix}$
5	$\begin{pmatrix}0\\-20\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}0\\-250\end{pmatrix}$	5	2,5	0,18	$\begin{pmatrix}0\\-5\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-3\\-8\end{pmatrix}$; $\begin{pmatrix}-5\\-10\end{pmatrix}$

Примеры обозначения

Ролик 2×15,8 В3 ГОСТ 6870—81 — ролик игольчатый, диаметр 2 мм, длина 15,8 мм, со сферическим торцом (исполнение В), степень точности 3.

Ролик 2×15,8 3—4,5—7,5 У ГОСТ 6870—81 — то же, с плоским торцом (исполнение А, не указывается), степень точности 3, с сортировкой (У) отсортированной группы с отклонениями: верхним — −4,5 мкм и нижним — −7,5 мкм.

2.5. НАПРАВЛЯЮЩИЕ

Направляющие скольжения (ОСТ 1.76855—85) изготовляются следующих типов: плоские замкнутые и незамкнутые; треугольные симметричные и несимметричные; остроугольные (типа «ласточкин хвост»).

Ширина опорной поверхности 12...500 мм, направляющих — 50...2500 мм.

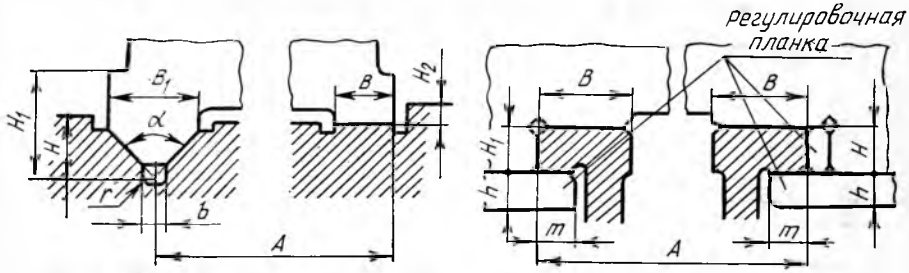
Направляющие изготовляются из чугуна марки СЧ 30 по ГОСТ 1412—85 с твердостью поверхности 180 НВ (не менее) или с закалкой ТВЧ (43...48 $HRC_э$), накладные направляющие — из стали 20 по ГОСТ 1050—74 с цементацией и термообработкой (53...57 $HRC_э$). Возможно применение чугунов и сталей других марок с механическими свойствами не ниже, чем у указанных.

Форма и размеры некоторых направляющих применительно к приборостроению даны в табл. 2.75, 2. 76.

Необходимые зазоры и нормы точности направляющих определяются по общепринятым методикам.

Таблица 2.75

Размеры направляющих скольжения с треугольным и плоским профилем (ОСТ 1.76855—85), мм



H	H_1	h	b	A	B_1	B	m, h	A
	Комбинированные незамкнутые					*Плоские замкнутые*		
3*	6; 8; 10	4	1,5	20...40	6	6; 8; 10	3	20...40
4*	8; 10; 12	5	1,5	25...60	8	6; 8; 10	3	20...40
5*	10; 12; 14	6	1,5	30...80	10	8; 10; 12	4	30...80
6	12; 14; 16	7	2	50...125	12	10; 12; 16	4	30...80
8	16; 18; 20	9	2	55...160	16	12; 16; 20	4; 5	50...160
10	20; 22; 25	11	3	70...200	20	16; 20; 25	5; 6	70...200
12	25; 28; 32	13	3	90...250	24	20; 25; 32	6; 8	80...250

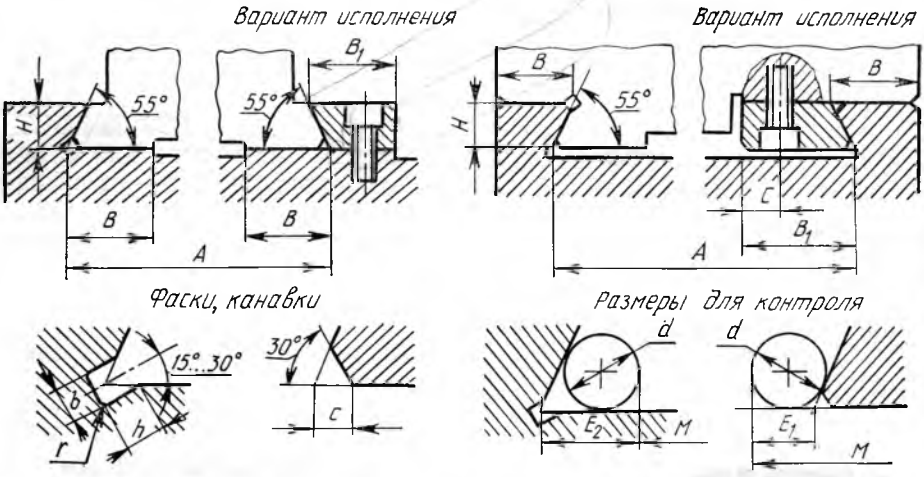
Примечания: 1. Размер A следует принимать по ряду $Ra20$ (ГОСТ 6636—69) с округлением размеров 56, 63, 71 до 55, 60, 70 соответственно.

2. При $A = 50...60$ $H_2 = 8$; при $A = 70$ $H_2 = 8, 10$; при $A = 80...90$ $H_2 = 8, 10, 12$; при $A = 100...250$ $H_2 = 10, 12$.

* Рекомендуемые размеры, не предусмотренные ОСТ 1.76855—85.

Таблица 2.76

Размеры направляющих скольжения остроугольного профиля («ласточкин хвост») (ОСТ 1.76855—85), мм



H	B	A	Винт	B_1	C	Размеры для контроля d	E	E_1	E_2
3*	8...12	20...50	M2 × 5	10	5	2,020	2,749	1,590	2,749
4*	10...25	25...50	M3 × 8	12	6	2,595	3,531	2,043	3,531
5*	12...32	32...63	M3 × 10	16	8	3,106	4,227	2,445	4,227
6*	16...40	36...63	M3 × 10	16	8	3,468	4,719	2,730	4,719
8	20...50	40...63	M4 × 12	20	10	5,176	7,044	4,075	7,044
10	25...55	50...71	M4 × 14	22	10	6,212	8,454	4,891	8,454
12	32...80	60...90	M6 × 16	25	12	8,282	11,271	6,520	11,271

Примечания: 1. Размеры A и B принимать по ряду $Ra20$ (ГОСТ 6636—69); винтов — по ГОСТ 1491—80 и ГОСТ 11738—84.

2. M — размер для контроля по роликам.

3. Фаска c при $H < 6$ — 0,6; свыше 6 до 10 — 1,0; свыше 10 — 1,6.

4. $b = h$; при $H < 6$ $b = 1,6$, свыше 6 до 10 $b = 2,0$, свыше 10 $b = 3,0$.

5. При H до 6 $r = 0,2$, свыше 6 до 10 $r = 0,5$, свыше 10 $r = 1,0$.

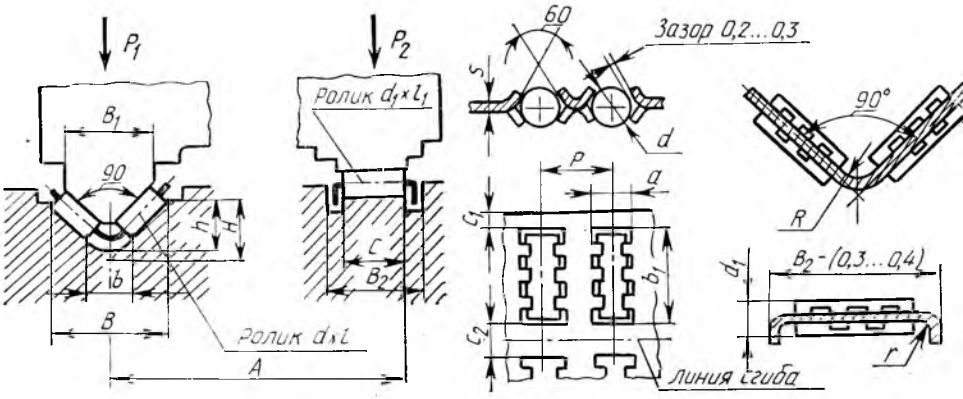
* Размеры, не входящие в ОСТ 1.76855—85.

Направляющие с трением качения (РТМ-2 Р03—5—77) изготовляются следующих типов: треугольные и плоские роликовые (тип 1); треугольные шариковые незамкнутые (тип 2); прямоугольные роликовые незамкнутые (тип 3) и замкнутые (тип 4); треугольные роликовые замкнутые (тип 5, «ласточкин хвост»); треугольные шариковые замкнутые (тип 6) и незамкнутые (тип 7); цилиндрические шариковые (типы 8 и 9).

Предусмотрены типоразмеры направляющих с шириной опорной поверхности 12...60 мм и шириной направляющей 71...600 мм.

Таблица 2.77

Направляющие качения треугольные и плоские незамкнутые (РТМ2 Р03-5—77)



H, мм	B, мм	B_1, мм	h, мм	b, мм	B_2, мм	$d \times l$, мм	$d_1 \times l_1$, мм	A, мм	P_1, Н	P_2, Н
6*	12	10	5	3	10,8	1,5 × 6,8	2,0×7,8	36...100	20	23
8*	16	14	7	4	14,2	1,6 × 8,8	2,5×9,8	50...160	30	36
10*	20	16	9	5	16,8	2,5 × 9,8	3×11,5	71...200	50	50
12*	25	20	11	6	21,5	3 × 11,5	3,535×16	90...250	75	85
16	32	27	15	8	28,5	3,536 × 16	5×20	100...315	120	150

Сепараторы

$d \times l$	B_1, мм	c_1, мм	c_2, мм	p, мм	R, мм	s, мм	$d \times l$	b_1, мм	c_1, мм	c_2, мм	p, мм	R, мм	s, мм
1,5 × 6,8	7	3	5,0	5	1,6	0,8	1,6 × 8,8	9	3	5,5	5	1,6	0,8
2 × 9,8	10	4	6,4	6	2,0	0,8	3 × 15,8	16,0	6	8,6	10	3	1,0
2,5 × 9,8	10	4	7,6	7	2,5	1,0	3,536×16	16,2	6	9,6	10	3,5	1,5
3 × 11,5	12,7	6	8,6	9	3	1,0	5 × 20	20,2	6	12,6	14	5	1,5

Примечания: **1.** Ролики по ГОСТ 6870—81, кроме 3,536 × 16 и 5 × 20.
2. Размер A принимать по ряду $Ra40$ (ГОСТ 6636—69).
3. Предельные нагрузки даны на одно тело качения для направляющих из незакаленного чугуна, при применении стали с объемной закалкой нагрузки увеличиваются в 2,5 раза, при цементированных поверхностях — в 2,1 раза.
4. $h \leqslant H$.

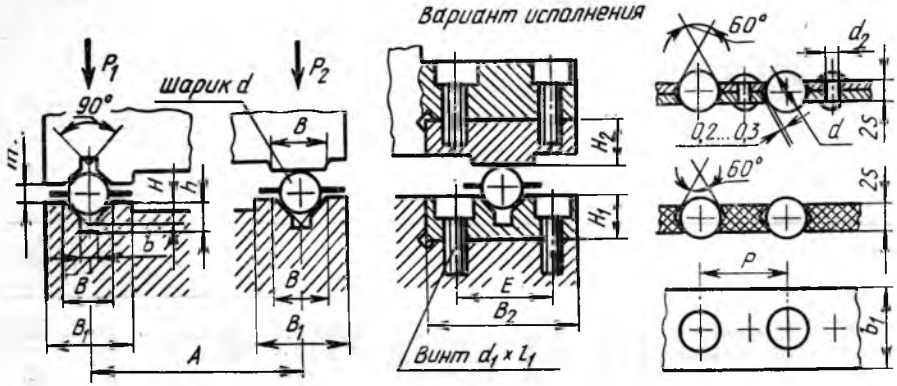
* Размеры, не предусмотренные РТМ2 Р03—5—77.

Направляющие должны изготовляться из чугуна с твердостью поверхности 180 НВ (не менее) или с закалкой ТВЧ (40 $HRC_э$, не менее), накладные направляющие — из сталей ШХ15, ШХ15СГ по ГОСТ 801—78, ХВГ, 7ХГ2ВМ по ГОСТ 5950—73 с закалкой поверхности (58 $HRC_э$, не менее).

Конструкция и размеры сепараторов к направляющим установлены РТМ2 Р03—6—77. Сепараторы должны изготовляться из ленты сталей марок 08, 10 по ГОСТ 1050—74 или коррозионно-стойких сталей 20Х13, 12Х18Н9 по ГОСТ 5632—72; составные сепараторы — из сталей 35, 45 по ГОСТ 1050—74, латуни Л63,

Таблица 2.78

Направляющие качения шариковые треугольные и плоские открытые (РТМ2 Р03—5—77)



H, мм	B, мм	E, мм	B_1, мм	b, мм	H_1, мм	H_2, мм	h, мм	m, мм	d, мм	$d_1 \times l_1$, мм	A, мм	P_1, Н	P_2, Н
2*	4	14	23	2,2	9	7	4	1,60	3,969	М3 × 12	40...100	5,5	4
3*	6	16	25	3,5	12	10	5	2,95	6,35	М3 × 16	50...160	14	10
4*	8	20	32	4,5	14	12	6	3,19	7,938	М4 × 25	71...200	20	16
5*	10	22	34	5,0	15	12	7	3,43	9,525	М4 × 25	90...250	30	20
6	12	32	45	7,5	25	20	8	5,90	12,7	М6 × 35	100...315	56	40
8	16	40	58	9,0	28	25	10	6,28	15,875	М8 × 40	140...400	85	60
10	20	40	63	10	30	25	12	6,86	19,05	М8 × 45	180...500	120	85
12	24	55	80	12	42	35	14	11,8	25,4	М10×60	220...630	220	160

Сепаратор

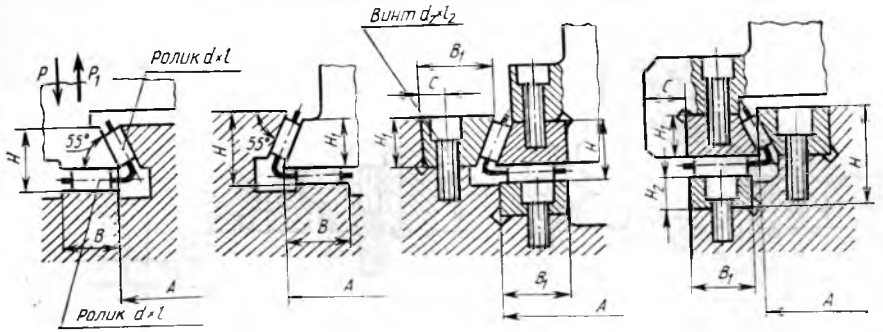
d, мм	b_1, мм	p, мм	s, мм	d_2, мм	d, мм	b_1, мм	p, мм	s, мм	d_2, мм
3,969	8	8	0,6	1,6	12,7	25	20	2,5	2,5
3,35	13	12	1,2	1,6	15,875	32	30	2,5	2,5
7,938	16	14	1,5	1,6	19,05	40	36	3,2	2,5
9,525	20	18	1,5	1,6	25,4	50	46	5,0	2,5

Примечания: 1. Шарики — по ГОСТ 3722—81.
2. Винты — по ГОСТ 1491—80 и ГОСТ 11738—84.
3. Размер A принимать по ряду $Ra40$ (ГОСТ 6636—69).
4. Предельные нагрузки P_1 и P_2 — см. также в примечании к табл. 2.77.
5. $B_2 \geqslant B_1$.

* Размеры, не предусмотренные РТМ2 Р03—5—77.

Таблица 2.79

Направляющие качения роликовые остроугольные (РТМ2 Р03—5—77)



H, мм	B, мм	$d \times l$, мм	H_1, мм	H_2, мм	B_1, мм	C, мм	$d_2 \times l_2$, мм	A, мм	P, мм	P_1, мм
8*	11	1,6×8,8	6,4	7,1	20	10	М4 × 8	40...160	100	60
10**	12	2×9,8	8	7,1	22	10	М4 × 10	45...160	140	80
12*	14	2,5×9,8	9,5	10	25	12	М6 × 12	50...200	180	100
16*	16	3×11,5	13	10	28	12	М6 × 16	63...200	260	150
20*	20	3×15,8	17	14	40	14	М8 × 20	80...250	360	200
25*	20	3,536×16	21,5	14	40	14	М8 × 25	80...250	420	240

Примечания: 1. Ролики — по ГОСТ 6870—81, винты — по ГОСТ 1491—80 и ГОСТ 11738—84.

2. Размер A принимать по ряду $Ra40$ (ГОСТ 6636—69).

3. Размеры для контроля по роликам, фаски и канавки см. в табл. 2.76, размеры сепаратора — в табл. 2.77.

4. Предельные нагрузки P см. также в примечаниях к табл. 2.77.

* Размеры, не предусмотренные РТМ2 Р03—5—77.

ЛС59—1 по ГОСТ 15527—70, алюминия АЛ9 по ГОСТ 2685—75, АО3 — 7 по ГОСТ 14113—78, а также из пластических материалов — полиамидов ПА6—1—110 по ГОСТ 10589—87, АК85/15, АК80/20 по ГОСТ 19459—87.

Конструкция и размеры некоторых типов направляющих даны в табл. 2.77—2.80.

Колонки направляющие гладкие (ГОСТ 13118—83) и втулки к ним (ГОСТ 13121—83) стандартизованы в пределах диаметров от 12 до 80 мм и предназначены для направляющих штампов листовой штамповки.

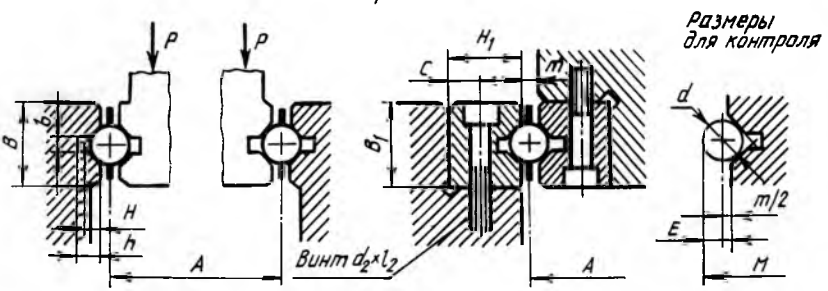
Колонки и втулки должны изготовляться по техническим требованиям ГОСТ 13130—83 из стали 20 по ГОСТ 1050—74 и цементироваться на глубину 0,8...1,2 мм, твердость колонок 59...63 $HRC_э$, втулок 50...59 $HRC_э$. Допускается изготовление колонок и втулок из других сталей с закалкой ТВЧ: колонок — 57...67 $HRC_э$, втулок — 53...57 $HRC_э$.

Размеры некоторых втулок даны в табл. 2.81.

Таблица 2.80

Направляющие качения шариковые треугольные замкнутые (РТМ2 Р03—5—77)

Вариант исполнения



H, мм	h, мм	B, мм	m, мм	d, мм	C, мм	B1, мм	H1, мм	d2 × l2, мм	E, мм	A, мм	P, Н
2*	4	4	1,6	3,969	6	10	13,2	М3 × 12	2,791	36...80	5
3*	5	6	3,0	6,35	6	12	14,0	М3 × 14	4,665	36...80	12
4*	6	8	3,2	7,938	8	14	18,4	М4 × 16	5,582	40...100	19
5*	7	10	3,4	9,525	12	18	25,3	М6 × 25	6,980	50...100	27
6	8	12	5,8	12,7	12	20	26,1	М6 × 25	9,330	71...100	48
8	10	16	6,2	15,875	16	24	34,4	М8 × 30	11,163	85...200	84
10	12	20	6,8	19,05	16	28	36,4	М8 × 35	12,955	100...280	120

Примечания: 1. Шарики по ГОСТ 3722—81, винты по ГОСТ 1491—80 и ГОСТ 11738—84.

2. Размеры *A* принимать по ряду *Ra*40 (ГОСТ 6636—69). Шарики для контроля по ГОСТ 3722—81.

3. Размеры сепаратора, фаски и канавки см. в табл. 2.77.

4. Предельные нагрузки *P* см. также в примечаниях к табл. 2.77.

* Размеры, не предусмотренные РТМ2 Р03—5—77.

Узлы направляющие шариковые (ГОСТ 14676—83) стандартизованы в пределах диаметров цилиндрической колонки от 14 до 63 мм как один из элементов штампов листовой штамповки.

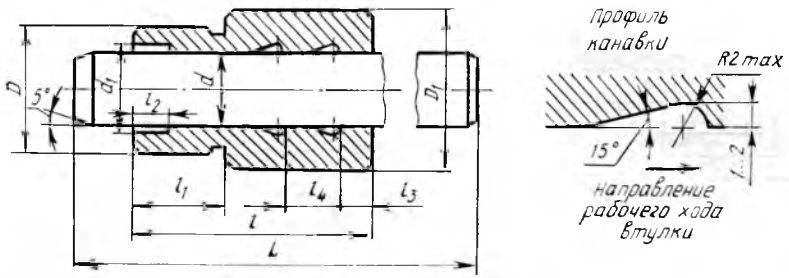
Направляющие шариковые с неподвижным сепаратором (ГОСТ 17695—72) стандартизованы в пределах диаметров колонки 16... 60 мм. Предназначены для штампов листовой штамповки при сравнительно больших ходах ползунов.

Цилиндрические направляющие качения (РТМ2 Р03—5—77) без рециркуляции (тип 8) и с рециркуляцией (тип 9) шариков предусмотрены диаметром 28...125 мм и предназначены для металлорежущих станков.

Направляющие должны изготовляться из стали марок ШХ15, ШХ15СГ по ГОСТ 801—78 или стали ХВГ по ГОСТ 5950—73 с твердостью поверхности 59...65 $HRC_э$, некоторые детали (корпуса, крышки) — из стали 45 по ГОСТ 1050—74 с твердостью 34...

Таблица 2.81

Размеры направляющих скольжения цилиндрических втулок (ГОСТ 13121—83), мм



d	d_1	D	D_1	l	l	l_1	l_2	l_3	l_4
12	13	20	24	25...40	25	12...18	4	12	—
14	15	22	25	25...63	32	12...18	8	12	—
16	17	26	30	25...63	40	18...28	8	12	20
18	19	28	32	25...80	50	18...40	10...24	12	20
20	21	30	34	25...80	63	18...45	10...24	12	20
22	23	34	38	25...100	80	25...50	27...38	16	30...42
25	26	38	42	25...100	100	36...50	34...52	16	20...40
28	29	42	45	25...110	110	36...50	34...52	16	38...52
32	33	45	50	25...110					

Примечание. Размер l_1 по ряду: 12, 16, 18, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50... мм.

38 $HRC_э$; сепараторы к ним (массивной конструкции) из стали 45 по ГОСТ 1050—74, а также из латуни, алюминия, пластических материалов.

Могут быть применены в приборах, контрольных автоматах, испытательных стендах и других изделиях приборостроения.

Основные размеры некоторых направляющих даны в табл. 2.82. Размеры деталей направляющих см. в соответствующих стандартах.

2.6. УПЛОТНЕНИЯ И МАСЛЕНКИ

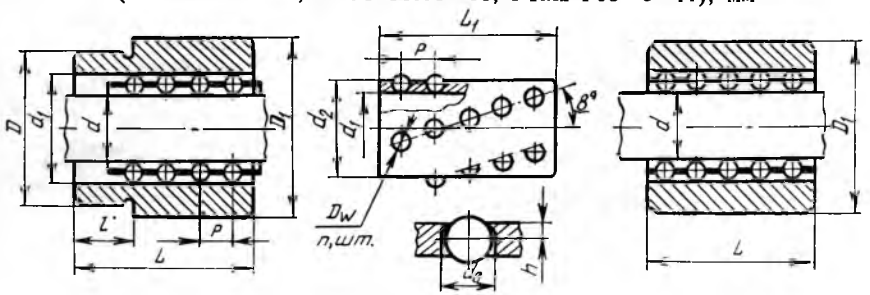
Манжеты резиновые армированные для валов (ГОСТ 8752—79) выпускаются однокромочные (тип I) и двухкромочные (тип II) в двух исполнениях: с формованной (1) и механически обработанной по согласованию с потребителем (2) кромкой, под уплотняемые диаметры валов от 6 до 500 мм по четырем рядам размеров (табл. 2.83).

Предназначены для уплотнения валов при скорости скольжения до 20 м/с и избыточном давлении до 50 Па.

Радиальное биение относительно общей оси опор 40...200 мкм. Требования к точности шеек валов приведены в табл. 2.84. Параметры точности шеек валов под манжетные уплотнения назначаются по 11...13 степеням точности (ГОСТ 24643—81).

Таблица 2.82

Размеры направляющих качения шариковых цилиндрических и втулок (ГОСТ 14676—83, ГОСТ 14678—83, РТМ2 Р03—5—77), мм



d	D	D_1	L	l	d_1	d_2	L_1	Число шариков n
14	27,5	32	25; 63	12; 25	14,6	19,4	26; 56	3; 8
16	29,5	34	25; 63	12; 25	16,6	21,4	26; 56	3; 8
18	31,5	38	25; 63; 80	12; 18; 28; 32	18,6	23,4	26; 56; 71	3; 8; 10
20	35,5	42	25; 63; 80	12; 18; 28; 32	20,6	25,4	26; 56; 71	
22	37,5	42	25; 63; 80; 100	12; 18; 32; 36; 40	22,6	27,4	26; 56; 71; 90	3; 8; 10; 13
25	41,5	45	25; 63; 80; 100	12; 18; 32; 36; 40	25,6	30,4	26; 56; 71; 90	3; 8; 10; 13
28	44,5	56	25; 32; 40; 80; 100	12; 16; 32; 36; 40; 45; 50	28,6	33,4	26; 32; 40; 40*; 53*; 65*; 71; 78*; 90	3; 4; 5; 5*; 7*; 9*; 10; 11*; 13
32	49,5	56	25; 32; 40; 80; 100		32,6	39,4	26; 32; 40; 40*; 53*; 65*; 71; 78*; 90	3; 4; 5; 5*; 7*; 9*; 10; 11*; 13

Примечание. При $d \leqslant 32$ шарик Н3 — 20 по ГОСТ 3722—81, $p = 6$, $d_0 = 3{,}1$, $h = 1{,}8$.

* Для направляющих по РТМ2 Р03—5—77.

Материал манжет — резина. Предельные температурные интервалы работы (в среде смазочных материалов): от −45° до 80...100 °С (группа 1); от −30° до 80...100 °С (группа 2); от −60° до 80...100 °С (группа 3); для манжет на основе бутадиен-нитрильных каучуков от −40° до 150 °С (группа 4; на основе фторкаучука).

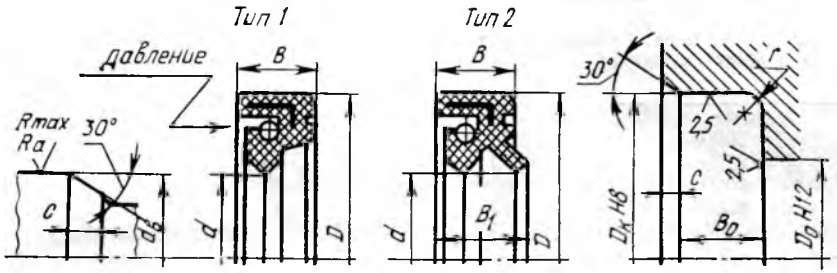
Пример обозначения

Манжета 1.1—8×22—2 ГОСТ 8752—79 — манжета резиновая армированная для валов однокромочная (тип 1) с формованной кромкой (исполнение 1) для вала диаметром 8 мм с наружным диаметром 22 мм, из резины группы 2.

Параметры формы шеек валов под манжетные утплотнения назначаются по 11...13 степеням точности (ГОСТ 24643—81).

Таблица 2.83

Размеры манжет резиновых армированных для валов (ГОСТ 8752—79), мм



$d_в$	D		B	B_1	$d_в$	D		B	B_1
	1-й ряд	2-й ряд				1-й ряд	2-й ряд		
6	22	18	7	—	17	32	30	7	10
7	—	20	7	—	17	—	35	8	10
7	22	24	8	—	18	—	32; 37	8	10
8	22	24	7	—	18	35	—	7	10
8	—	26	8	—	19	35	32	7	10
9	22	24	7	—	19	—	37	8	10
9	—	26	8	—	20	—	35; 37; 38	7	12
10	26	—	7	—	20	40	42	10	14
10	—	28	8	—	21	—	37	8	12
11	26	—	7	—	21	40	42	10	14
11	—	28	8	—	22	—	35	8	12
12	—	26	7	—	22	40	42	10	14
12	28	30	8	—	24	40	42; 45	10	14
13	—	26	7	—	25	—	40	8	12
13	28	30	8	—	25	42	45	10	14
14	—	26	7	—	26	—	40	8	12
14	28	30	8	—	26	45	47	10	14
15	30	28	7	—	28	—	45; 47; 50	10	14
15	—	32	8	—	30	52	45; 47; 50	10	14
16	30	—	7	—					
16	—	32; 35	8	—					

Примечания: **1.** Ряды 3 и 4 не приведены (разрешается применение только в особых случаях).

2. Фаски: при $D \leqslant 45$ $c = 0{,}6$; при $D > 45$ $c = 1{,}0$.

3. При $D < 37$ $r = 0{,}3$; при $D > 37$ $r = 0{,}6$.

4. $D_к = D$, $D_0 = d_в$, $B_0 = B$ (B_1).

Кольца уплотнительные сальниковые изготовляются из войлока технического тонкошерстного — Т (ГОСТ 288—72), полугрубошерстного — П (ГОСТ 6308—71) и грубошерстного — Г (ГОСТ 6418—81).

Предназначены для уплотнения валов диаметром 4...240 мм при скорости скольжения до 2 (П) и 5 (Т) м/с. Размеры колец и канавок для них даны в табл. 2.85.

Пример обозначения

Кольцо СТ 11—20—2,5 ГОСТ 288—72 — кольцо уплотнительное сальниковое (С) из тонкошерстного войлока (Т), внутренний диаметр 11 мм (для вала диаметром 12 мм), внешний — 20 мм, толщина 2,5 мм.

Таблица 2.84

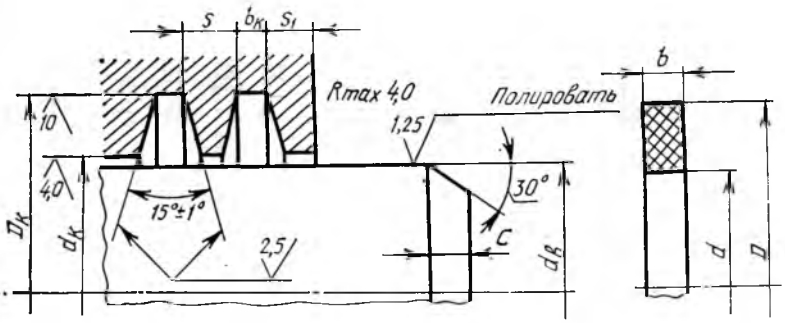
Параметры точности шеек валов под манжеты

Частота вращения, об/мин	Биение шейки в сборе, мкм	Параметры шероховатости поверхности скольжения, не грубее, мкм	
		Ra	*Rmax*
1000	320	0,63	3,2
2000	200	0,63	3,2
4000	80	0,40	2,0
8000	20	0,40	2,0
16 000	5	0,20	1,0

Примечание. Шейки валов рекомендуется полировать.

Таблица 2.85

Размеры колец уплотнительных сальниковых войлочных и канавок к ним, мм



Кольцо				Канавка				
$d_в$	d	D	b	$D_к$	$d_к$	$b_к$	s	s_1
4	3,5	7,5	2,0	8	5	1,5	3,5	2
5	4,5	8,5	2,0	9	6	1,5	3,5	2
6	5,5	9,5	2,0	10	7	1,5	3,5	2
7	6	11	2,5	12	8	2	4	2
8	7	12	2,5	13	9	2	4	2
9	8	13	2,5	14	10	2	4	2
10	9	18	2,5	19	11	2	4	2
12	11	20	2,5	21	13	2	4	2
14	13	22	2,5	23	15	2	4	2
15	14	23	2,5	24	16	2	4	2
16	15	26	3,5	27	17	3	5	3
17	16	27	3,5	28	18	3	5	3
18	17	28	3,5	29	19	3	5	3
20	19	30	3,5	31	21	3	5	3
22	21	32	3,5	33	23	3	5	3
25	24	37	5,0	38	26	4	7	3

Примечание. Фаски: при $d_в = 4...6$ $c = 0,5$; при $d_в = 7...30$ $c = 1,0$.

Допуски радиального биения поверхности контакта на валу следует назначать при скорости скольжения до 5 м/с по 9 степени точности (для тонкошерстного войлока). Параметры шероховатости поверхности соответственно не более Ra0,80; $Rmax$3,2 и Ra0,40; $Rmax$1,60 (нормировать следует оба параметра).

Поверхность шейки вала под уплотнение должна иметь твердость 45 $HRC_э$ (не менее).

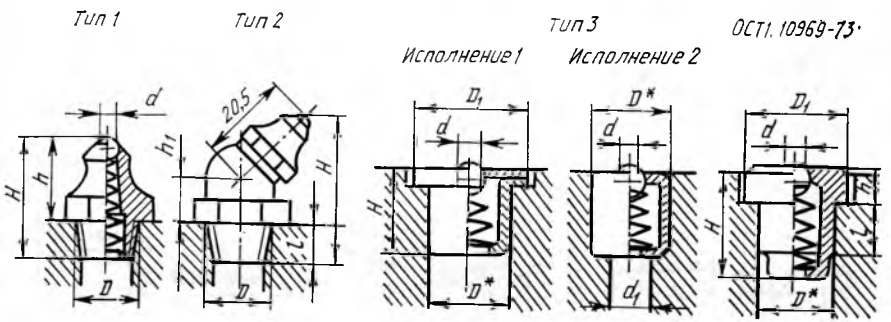
Пресс-масленки (ГОСТ 19853—74) выпускаются типов: 1 — прямые резьбовые; 2 — угловые резьбовые; 3 — под запрессовку. Климатическое исполнение УХЛ1, Т1, О1, ОМ1 и В1 по ГОСТ 15150—69.

Пресс-масленки (ОСТ 1.10969—73) выпускаются прямые резьбовые (тип 1), угловые резьбовые (тип 2) и под запрессовку (тип 3) — табл. 2.86.

Предназначены для индивидуальной подачи смазочных материалов к поверхностям трения механизмов: масленки типа 3 (ГОСТ 19853—74) и типа 1 (ОСТ 1.10969—73) — для жидких масел; остальные для пластических смазочных материалов (допустимо применение для подачи жидких масел).

Таблица 2.86

Размеры пресс-масленок (ГОСТ 19853—74, ОСТ 1.10969—73), мм



Тип	Номер	D	D*	H	h	h_1	D_1	l
1,2	1	М6×1 коническая	2,0	13	8	6,5	8*	6
(ГОСТ 19853—74)	2	М10×1-8g	2,0	18	10	8,5	10*	8
3	1	Ø6x9	2,5	6	1	—	8	—
(ГОСТ 19853—74)	2	Ø10x9	5,0	12	1,5	—	12	—
1	—	Ø3,2x9	*1,0*	*8*	*1,5*	—	*3,5*	*3,5*
(ОСТ 1.10969—73)								

Примечание. d_1 принимается конструктивно.

Примеры обозначения

Масленка 1.2 УХЛ1 ГОСТ 19853—74 — пресс-масленка прямая резьбовая (тип 1), номер 2, климатическое исполнение — для умеренного и холодного климата (УХЛ1).

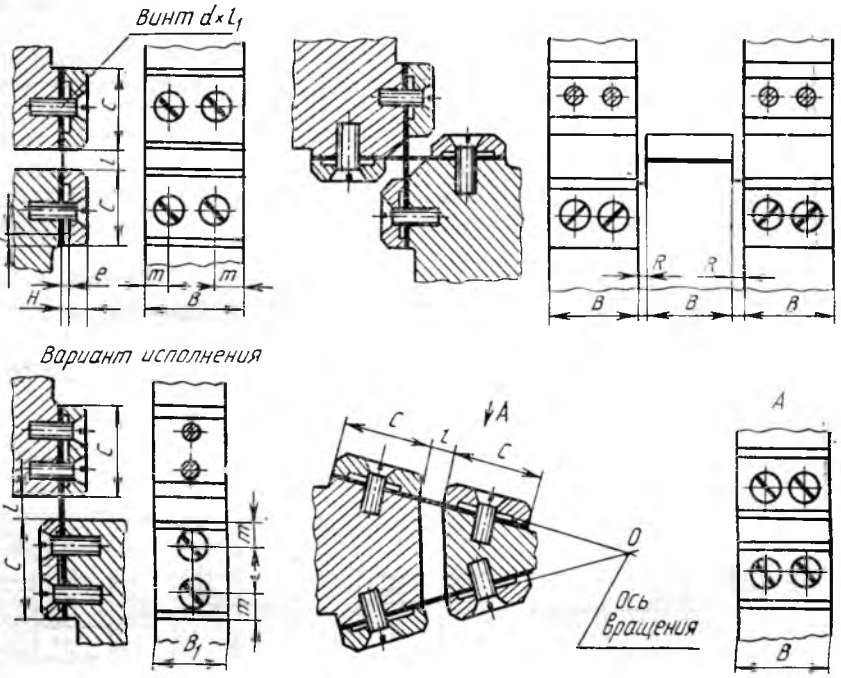
Масленка 2.2.90 УХЛ1 ГОСТ 19853—74 — то же, угловая резьбовая (тип 2) с углом 90°.

2.7. УПРУГИЕ ОПОРЫ И НАПРАВЛЯЮЩИЕ

Подвески рычагов на плоских пружинах по БВ РТМ—12 (табл. 2.87) предусмотрены следующих типов: на одной плоской пружине; на скрещивающихся пружинах; на пружинах с прорезями; на пружинах с вырезами; на непараллельных пружинах.

Таблица 2.87

Подвески на плоских пружинах



h, мм	l, мм	B, мм	B_1, мм	Винт $d \times l_1$	C, мм	m, мм	H, мм	R, мм	$\varphi_{пред}$, град
0,08	3	12	6	М1,6×4	6	2	1,6	1,5	9...13
0,10	3	12	6	М1,6×4	6	2	1,6	1,5	8...11
0,12	3	12	6	М1,6×4	6	2	1,6	1,5	6,5...10
0,14	4	16	8	М2×5	8	3	2,0	2,0	7,5...10
0,16	4	16	8	М2×5	8	3	2,0	2,0	6,5...9
0,20	5	20	10	М3×6	10	4	3,0	2,5	6,5...9
0,25	5	20	10	М3×6	10	4	3,0	2,5	6...8,5

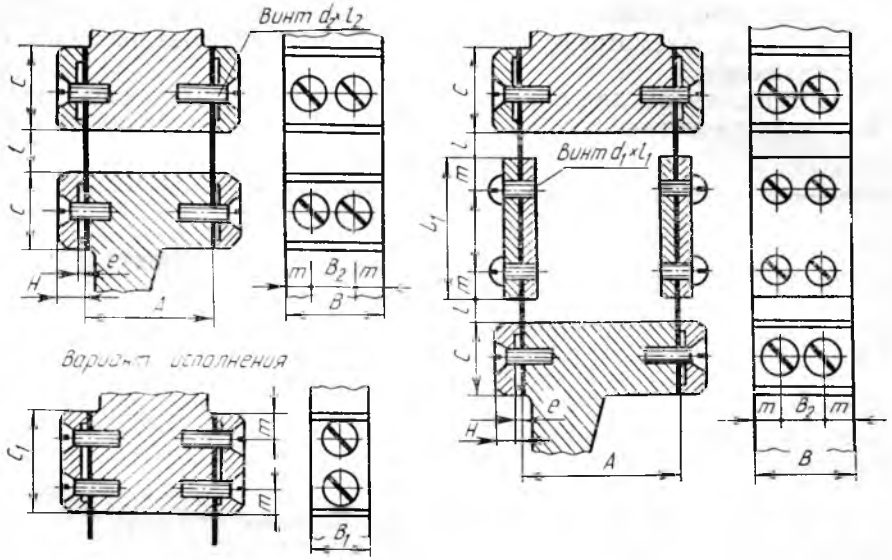
Примечания: 1. h — толщина ленты.

2. Винты по ГОСТ 1491—80, ГОСТ 17473—80 или ГОСТ 17475—80; e=0... 0,5; f=0,25...0,40.

3. Предельный угол поворота $\varphi_{пред}$ в любую сторону дан для пружин из ленты У10А по ГОСТ 2283—79 ($\sigma_в$= 1600 МПа) при условии отсутствия радиальных нагрузок на опору.

Таблица 2.88

Размеры параллелограммных подвесок, мм



Толщина ленты	L_1	l	B_{min}	B_{1min}	Винт $d_1 \times l_1$	Винт $d_2 \times l_2$	B_{2max}	C или C_1	$S_{пред}$
					Исполнение без накладок				
0,10	12	—	12	6	М1,6×4	—	—	12	1,1
0,10	16	—	12	6	М1,6×4	—	—		2,0
0,14	12	—	16	8	М2×6	—	—	16	0,8
0,14	16	—	16	8	М2×6	—	—		1,4
0,20	16	—	20	10	М3×8	—	—	20	1,0
0,25	16	—	20	10	М3×8	—	—		0,8
					Исполнение с накладками				
0,08	12...40	3	12	6	М1,6×4	М1,6×3	8	12	1,8...5,7
0,10	12...50	3	12	6	М1,6×4	М1,6×3	8	12	1,2...6,2
0,12	16...50	4	16	8	М2×6	М2×5	10	16	1,2...5,1
0,16	20...63	4	16	8	М2×6	М2×5	10	16	1,5...6,3
0,20	20...63	5	20	10	М3×8	М3×6	16	20	1,2...6,1
0,25	20...80	5	20	10	М3×8	М3×6	16	20	1,0...6,2

Примечания: **1.** Размер L_1 по ряду: 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80...мм.

2. Винты по ГОСТ 1491—80, ГОСТ 17473—80 или ГОСТ 17475—80.

3. Размер A по ряду $Ra10$ от 10 до 320.

4. Размеры m, h, e, f, H — см. в табл. 2.87.

5. Предельное перемещение $S_{пред}$ дано в одну сторону для пружин из ленты У10А по ГОСТ 2283—79 ($\sigma_в$=1600 МПа) при условии отсутствия растягивающих или сжимающих нагрузок.

Предназначены для применения в качестве опор рычагов в механизмах приборов при углах поворота рычага в пределах до 10...15°.

Параллелограммные подвески на плоских пружинах по БВ РТМ — 21 предусмотрены двух типов (табл. 2.88): без накладок и с накладками.

Предназначены для применения в качестве направляющих прямолинейного движения элементов приборов при ходе до 10...15 мм.

3. УПРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

3.1. ПРУЖИНЫ

Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из стали круглого сечения (ГОСТ 13764—86) установлены следующих классов:

1 — пружины растяжения и сжатия для работы в условиях циклического нагружения с выносливостью не менее $5 \cdot 10^6$ циклов;

2 — то же, в условиях статического и циклического нагружения с выносливостью не менее $1 \cdot 10^5$ циклов;

3 — пружины сжатия в условиях циклического нагружения с выносливостью не менее $2 \cdot 10^3$ циклов.

В зависимости от применяемого материала пружины внутри классов разделяются на разряды.

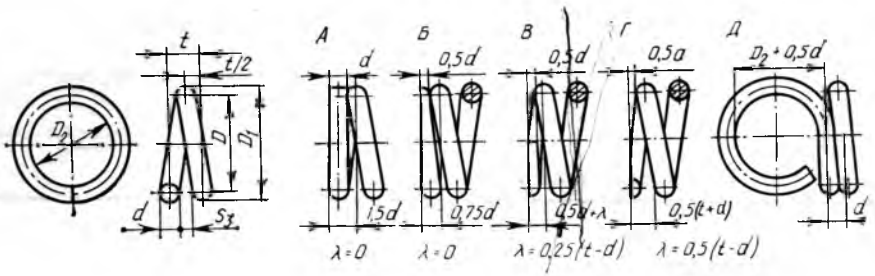
Пружины 1 класса I разряда (ГОСТ 13766—86) и 2 класса I разряда (ГОСТ 13770—86) должны изготовляться из проволоки пружинной углеродистой класса 1 (ГОСТ 9389—75) диаметром $d=0{,}2...5$ мм под предельные нагрузки F_3 от 1,0...1,5 Н до 850... 1400 Н (бо́льшие значения относятся к пружинам 2 класса). Пружины 1 класса II разряда по ГОСТ 13767—86 и 2 класса II разряда (ГОСТ 13771—86) должны изготовляться из проволоки классов 2 и 2А по ГОСТ 9389—75 тех же диаметров под предельные нагрузки от 1,0...12,5 Н до 1250...1400 Н. Максимальные (предельные) напряжения приняты: для пружин 1 класса $\tau_3=0{,}3\sigma_в$; для пружин 2 класса — $\tau_3=0{,}5\sigma_в$.

Пружины разрядов III и IV (ГОСТ 13768—86, ГОСТ 13769—86, ГОСТ 13772—86, ГОСТ 13773—86) должны изготовляться из проволоки пружинной по ГОСТ 14963—78 или катаной стали по ГОСТ 2590—71 марок 60С2А, 65С2ВА, 70С3А, 50ХФА диаметром 3...50 мм под нагрузки от 1 Н до 100 кН.

Стандарты устанавливают размеры витка пружины — наружный (номинальный) диаметр $D_1=1...300$ мм для пружин с индексом $m=D/d=4...12$ и жесткость одного витка $C'=1{,}3...1200$ Н/мм. Каждой пружине в соответствующем разряде присвоен порядковый номер и установлены значения предельных нагрузок F_3 и предельных деформаций одного витка S_3'. Параметры витков пружин 1 и 2 классов I и II разрядов диаметром до 10 мм с индексом свыше 5...6 даны в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения



D_1, мм	d, мм	C', Н/мм	1 класс						2 класс					
			I разряд (ГОСТ 13766—86)			II разряд (ГОСТ 13767—86)			I разряд (ГОСТ 13770—86)			II разряд (ГОСТ 13771—86)		
			Номер пружины	F_3, Н	S_3', мм	Номер пружины	F_3, Н	S_3', мм	Номер пружины	F_3, Н	S_3', мм	Номер пружины	F_3, Н	S_3', мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1,0	0,200	30,66	41	2,36	0,077	36	2,00	0,065	43	4,00	0,130	43	3,35	0,109
1,1	0,200	21,53	33	2,12	0,099	28	1,80	0,084	35	3,55	0,165	35	3,00	0,140
	0,224	36,74	59	3,00	0,082	54	2,50	0,068	61	5,00	0,137	62	4,25	0,115
1,2	0,200	15,70	25	1,90	0,121	20	1,60	0,102	27	3,15	0,201	27	2,65	0,169
	0,224	26,56	50	2,65	0,100	45	2,24	0,085	52	4,50	0,169	52	3,75	0,141
1,4	0,200	9,08	18	1,70	0,187	14	1,40	0,154	20	2,80	0,308	20	2,36	0,260
	0,224	15,19	42	2,36	0,155	37	2,00	0,131	44	4,00	0,263	44	3,35	0,220
1,6	0,200	5,72	12	1,50	0,262	8	1,25	0,218	14	2,50	0,437	14	2,12	0,371
	0,224	9,48	34	2,12	0,223	29	1,80	0,190	36	3,55	0,374	36	3,00	0,316
	0,250	15,58	60	3,00	0,193	55	2,50	0,160	62	5,00	0,321	63	4,25	0,273
1,8	0,200	3,84	8	1,32	0,346	4	1,12	0,292	10	2,24	0,584	10	1,90	0,495
	0,224	6,31	26	1,90	0,301	21	1,60	0,254	28	3,15	0,499	28	2,65	0,420
	0,250	10,29	51	2,65	0,258	46	2,24	0,218	53	4,50	0,437	53	3,75	0,364
	0,280	17,16	73	3,55	0,207	73	3,15	0,183	75	6,00	0,350	76	5,00	0,292
2,0	0,200	2,69	4	1,18	0,439	1	1,00	0,372	6	2,00	0,744	6	1,70	0,632
	0,224	4,40	19	1,70	0,385	15	1,40	0,318	21	2,80	0,635	21	2,36	0,535
	0,250	7,15	43	2,36	0,330	38	2,00	0,279	45	4,00	0,560	45	3,35	0,469
	0,280	11,87	65	3,15	0,265	64	2,80	0,235	67	5,30	0,446	68	4,50	0,379
	0,315	20,19	94	4,75	0,235	91	4,00	0,198	96	8,00	0,397	97	6,70	0,332

Продолжение табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2,2	0,200	1,96	2	1,06	0,540	—	—	—	4	1,80	0,917	4	1,50	0,765
	0,224	3,20	13	1,50	0,469	9	1,25	0,390	15	2,50	0,781	15	2,12	0,663
	0,250	5,17	35	2,12	0,410	30	1,80	0,349	37	3,55	0,687	37	3,00	0,580
	0,280	8,51	56	2,80	0,329	56	2,50	0,294	58	4,75	0,559	59	4,00	0,470
	0,315	14,42	86	4,25	0,295	82	3,55	0,246	114	10,0	0,409	89	6,00	0,416
	0,355	24,81	112	6,00	0,242	110	5,00	0,202	141	14,0	0,325	111	8,00	0,322
2,5	0,200	1,29	—	—	—	—	—	—	2	1,60	1,235	2	1,32	1,019
	0,224	2,10	9	1,32	0,630	5	1,12	0,533	11	2,24	1,069	11	1,90	0,907
	0,250	3,36	27	1,90	0,565	22	1,60	0,475	29	3,15	0,936	29	2,65	0,787
	0,280	5,50	48	2,50	0,455	47	2,24	0,407	50	4,25	0,773	50	3,55	0,645
	0,315	9,26	78	3,75	0,405	74	3,15	0,341	80	6,30	0,681	81	5,30	0,572
	0,355	15,75	103	5,30	0,335	100	4,50	0,285	105	9,00	0,570	102	7,10	0,450
	0,400	27,11	131	7,50	0,276	124	6,00	0,221	133	12,5	0,461	134	10,6	0,391
2,8	0,224	1,44	5	1,18	0,817	—	—	—	7	2,00	1,384	7	1,70	1,176
	0,250	2,32	20	1,70	0,734	16	1,40	0,604	22	2,80	1,209	22	2,36	1,019
	0,280	3,77	40	2,24	0,594	39	2,00	0,531	42	3,75	0,995	42	3,15	0,836
	0,315	6,30	70	3,35	0,563	65	2,80	0,444	72	5,60	0,890	73	4,75	0,754
	0,355	10,66	95	4,75	0,445	93	4,00	0,375	97	8,00	0,750	94	6,30	0,591
	0,400	18,17	121	6,70	0,369	115	5,30	0,292	123	11,2	0,617	125	9,50	0,523
	0,450	31,04	150	9,50	0,306	147	8,00	0,258	152	16,0	0,516	153	13,2	0,425
3,2	0,250	1,49	14	1,50	1,006	10	1,25	0,838	16	2,50	1,677	16	2,12	1,422
	0,280	2,42	32	2,00	0,826	31	1,80	0,743	34	3,35	1,382	34	2,80	1,156
	0,315	4,02	62	3,00	0,746	57	2,50	0,622	64	5,00	1,243	65	4,25	1,057
	0,355	6,77	87	4,25	0,628	83	3,55	0,525	89	7,10	1,049	86	5,60	0,828
	0,400	11,44	113	6,00	0,524	106	4,75	0,415	115	10,0	0,875	117	8,50	0,743
	0,450	19,36	140	8,50	0,439	138	7,10	0,370	142	14,0	0,724	143	11,8	0,610
	0,500	31,15	168	11,8	0,379	160	9,50	0,305	170	20,0	0,642	166	16,0	0,514
3,6	0,280	1,65	24	1,80	1,092	23	1,60	0,970	26	3,00	1,821	26	2,50	1,517
	0,315	2,73	53	2,65	0,972	48	2,24	0,825	55	4,50	1,651	55	3,75	1,376
	0,355	4,56	79	3,75	0,823	75	3,15	0,691	81	6,30	1,381	78	5,00	1,097
	0,400	7,66	104	5,30	0,692	97	4,25	0,555	106	9,00	1,174	107	7,50	0,979
	0,450	12,87	132	7,50	0,583	130	6,30	0,489	134	12,5	0,971	135	10,6	0,824
	0,500	20,58	159	10,6	0,515	152	8,50	0,413	161	18,0	0,875	158	14,0	0,680
	0,560	34,32	182	14,0	0,408	179	11,8	0,344	184	23,6	0,688	185	20,0	0,583
4,0	0,315	1,93	45	2,36	1,223	40	2,00	1,037	47	4,00	2,072	47	3,35	1,736
	0,355	3,22	71	3,35	1,041	66	2,80	0,871	73	5,60	1,740	70	4,50	1,399
	0,400	5,38	96	4,75	0,882	88	3,75	0,696	98	8,00	1,485	99	6,70	1,244
	0,450	8,99	122	6,70	0,745	120	5,60	0,623	124	11,2	1,247	126	9,50	1,057
	0,500	14,30	151	9,50	0,665	144	7,50	0,524	153	16,0	1,118	149	12,5	0,874
	0,560	23,73	173	12,5	0,527	170	10,6	0,446	175	21,2	0,893	176	18,0	0,758
	0,630	40,38	201	18,0	0,445	197	15,0	0,371	203	30,0	0,743	203	25,0	0,619
4,5	0,355	2,10	63	3,00	1,371	58	2,50	1,143	65	5,00	2,285	61	4,00	1,828
	0,400	3,64	88	4,25	1,168	80	3,35	0,920	90	7,10	1,951	91	6,00	1,648

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	0,450	6,05	114	6,00	0,991	112	5,00	0,826	116	10,0	1,652	118	8,50	1,405
	0,500	9,57	141	8,50	0,888	135	6,70	0,699	143	14,0	1,462	140	11,2	1,170
	0,560	15,77	164	11,2	0,710	161	9,50	0,603	166	19,0	1,205	167	16,0	1,016
	0,630	26,86	192	16,0	0,600	188	13,2	0,495	194	26,5	0,994	194	22,4	0,840
	0,710	45,79	219	22,4	0,489	216	19,0	0,415	221	37,5	0,819	222	31,5	0,688
5,0	0,400	2,58	80	3,75	1,454	72	3,00	0,163	82	6,30	2,441	83	5,30	2,054
	0,450	4,27	105	5,30	1,242	102	4,50	1,054	107	9,00	2,109	108	7,50	1,757
	0,500	6,73	133	7,50	1,114	126	6,00	0,892	135	12,5	1,857	132	10,0	1,486
	0,560	11,02	156	10,0	0,907	153	8,50	0,772	158	17,0	1,543	159	14,0	1,271
	0,630	18,52	183	14,0	0,756	180	11,8	0,637	185	23,6	1,274	186	20,0	1,081
	0,710	31,58	210	20,0	0,633	206	17,0	0,538	212	33,5	1,061	212	28,0	0,877
	0,800	54,24	237	28,0	0,516	234	23,6	0,435	239	47,5	0,876	241	40,0	0,737
5,6	0,450	3,12	97	4,75	1,523	94	4,00	1,282	99	8,00	2,565	100	6,70	2,148
	0,500	4,91	123	6,70	1,365	117	5,30	1,081	125	11,2	2,283	123	9,00	1,835
	0,560	8,00	147	9,00	1,124	145	7,50	0,937	149	15,0	1,874	150	12,5	1,562
	0,630	13,38	174	12,5	0,934	171	10,6	0,792	176	21,2	1,584	177	18,0	1,346
	0,710	22,69	202	18,0	0,793	198	15,0	0,662	204	30,0	1,322	204	25,0	1,102
	0,800	38,70	222	25,0	0,646	225	21,2	0,547	230	42,5	1,098	231	35,5	0,917
	0,900	66,13	256	35,5	0,535	254	30,0	0,454	258	60,0	0,907	261	50,0	0,756
6,3	0,500	3,14	115	6,00	1,911	108	4,75	1,513	117	10,0	3,186	114	8,00	2,548
	0,560	5,10	138	8,00	1,568	136	6,70	1,313	140	13,2	2,587	141	11,2	2,196
	0,630	8,48	165	11,2	1,321	162	9,50	1,121	167	14,0	2,242	168	16,0	1,888
	0,710	14,27	193	16,0	1,121	189	13,2	0,925	195	26,5	1,857	195	22,4	1,570
	0,800	24,09	220	22,4	0,930	217	19,0	0,789	222	37,5	1,557	223	31,5	1,307
	0,900	40,88	246	31,5	0,771	244	26,5	0,648	248	53,0	1,297	251	45,0	1,101
	1,00	65,89	276	45,0	0,683	269	35,5	0,538	278	75,0	1,138	276	60,0	0,910
7,0	0,560	3,61	129	7,10	1,966	127	6,00	1,652	131	11,8	3,268	133	10,0	2,770
	0,630	5,98	157	10,0	1,672	154	8,50	1,422	159	17,0	2,843	160	14,0	2,341
	0,710	10,02	184	14,0	1,398	181	11,8	1,178	186	23,6	2,356	187	20,0	1,997
	0,800	16,85	211	20,0	1,187	207	17,0	1,009	213	33,5	1,988	213	28,0	1,662
	0,900	28,32	238	28,0	0,989	235	23,6	0,833	240	47,5	1,677	242	40,0	1,413
	1,00	45,42	266	40,0	0,881	259	31,5	0,693	268	67,0	1,475	266	53,0	1,167
	1,12	75,93	291	53,0	0,698	289	45,0	0,592	293	90,0	1,186	292	71,0	0,935
8,0	0,630	3,87	148	9,0	2,332	146	7,50	1,943	150	15,0	3,886	151	12,5	3,239
	0,710	6,44	175	12,5	1,942	172	10,6	1,647	177	21,2	3,295	178	18,0	2,797
	0,800	10,76	203	18,0	1,673	199	15,0	1,393	205	30,0	2,788	205	25,0	2,323
	0,900	17,97	229	25,0	1,391	226	21,2	1,179	231	42,5	2,365	232	35,5	1,976
	1,00	28,60	257	35,5	1,242	250	28,0	0,979	259	60,0	2,098	257	47,5	1,662
	1,12	47,40	281	47,5	1,002	279	40,0	0,844	283	80,0	1,688	282	63,0	1,329
	1,25	79,01	312	67,0	0,860	304	53,0	0,681	314	112	1,438	312	90,0	1,156
9,0	0,710	4,38	166	11,2	2,560	163	9,50	2,171	168	19,0	4,343	169	16,0	3,656
	0,800	7,29	194	16,0	2,195	190	13,2	1,810	196	26,5	3,636	196	22,4	3,073
	0,900	12,12	221	22,4	1,849	218	19,0	1,569	223	37,5	3,096	224	31,5	2,600
	1,00	19,16	247	31,5	1,644	240	25,0	1,305	249	53,0	2,766	247	42,5	2,818

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	1,12	*31,55*	*272*	*42,5*	*1,348*	*270*	*35,5*	*1,125*	*274*	*71,0*	*2,251*	*272*	*56,0*	*1,775*
	1,25	*51,45*	*302*	*60,0*	*1,166*	*294*	*47,5*	*0,924*	*304*	*100*	*1,944*	*302*	*80,0*	*1,555*
	1,40	80,85	323	75,0	0,874	319	63,0	0,734	325	125	1,456	326	106	1,234
10	0,800	5,16	185	14,0	2,714	182	11,8	2,286	187	23,6	4,574	188	21,2	3,876
	0,900	8,54	212	20,0	2,340	208	17,0	1,990	214	33,5	3,920	214	28,0	3,277
	1,00	13,46	239	28,0	2,081	231	22,4	1,665	241	47,5	3,529	238	37,5	2,786
	1,12	22,04	262	37,5	1,701	260	31,5	1,429	264	63,0	2,858	263	50,0	2,268
	1,25	35,75	292	53,0	1,482	285	42,5	1,189	294	90,0	2,518	293	71,0	1,986
	1,40	59,25	313	67,0	1,130	310	56,0	0,945	315	112	1,890	317	95,0	1,603
	1,60	109,1	348	100	0,916	342	85,0	0,779	350	170	1,559	345	132	1,210

Примечание. В 1989 г. введено изменение № 1, касающееся диаметров проволоки.

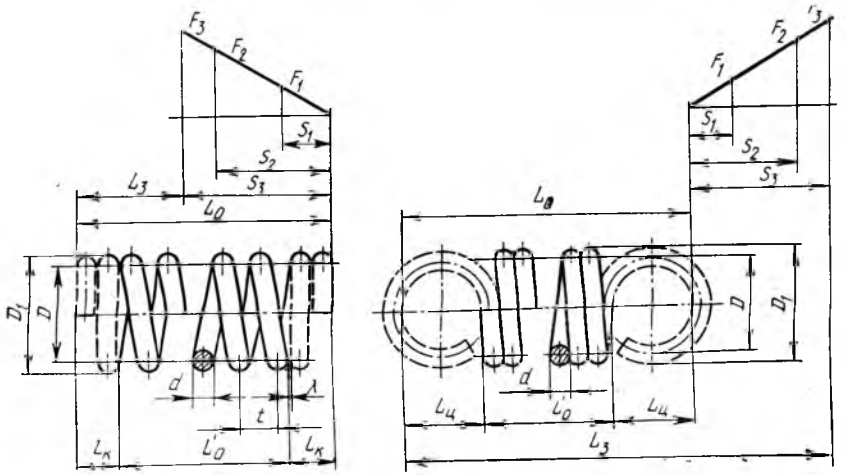
Пружины со стандартным витком могут быть применены в качестве пружин кручения. Стандартные размеры витка могут быть использованы при проектировании пружин из других материалов. Методика вычисления параметров стандартных пружин установлена ГОСТ 13765—86. Расчетные формулы даны в табл. 3.2.

Нормы точности пружин установлены ГОСТ 16118—70. Стандарт устанавливает три группы точности силовых параметров:

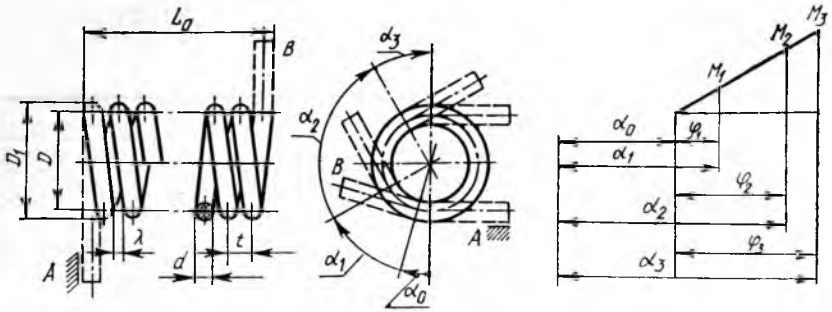
группа 1 — допустимые отклонения контролируемых сил и деформаций ±5 %, предусмотрена для пружин 1 и 2 классов при диаметре проволоки $d \geqslant 0{,}5$ мм;

Таблица 3.2

Параметры пружин



Пружина кручения



Параметр	Обозначение и формулы для расчета пружин	
	сжатия и растяжения	кручения
1	2	3
1. Сила (момент) пружины при предварительной (наименьшей) деформации, Н (Н·мм)	F_1	M_1
	Принимаются по условиям работы в зависимости от назначения пружины	
2. Сила (момент) пружины при рабочей (наибольшей) деформации, Н (Н·мм)	F_2	M_2
	Принимаются по условиям работы	
3. Рабочий ход, мм (рад)	S	Φ
	Назначается по условиям работы	
4. Требуемая жесткость пружины, Н/мм (Н·мм/рад)	$C = \dfrac{F_2 - F_1}{S}$	$C_\Phi = \dfrac{M_2 - M_1}{\Phi}$
5. Наружный или внутренний диаметр пружины, мм	D_1; $D_2 = D_1 - 2d$	
	Назначаются по стандарту из конструктивных соображений	
6. Индекс пружины	$m = D/d = (D_1 - d)/d$	
7. Жесткость одного витка пружины, Н/мм (Н·мм/рад)	C'	$C'_\Phi = C' \dfrac{(D_1 - d)^2}{3{,}2}$
	По стандарту	
8. Число рабочих витков	$n = C/C'$	$n = C_\Phi/C'_\Phi$
	Для пружин растяжения и кручения округляется в зависимости от расположения зацепов:	
	$n = k$ или $n = k + 0{,}25z$	$n = k + \dfrac{\alpha}{2\pi}$,
	где k, z — целые числа	
9. Жесткость пружины Н/мм (Н·мм/рад)	$C = C'/n$	$C_\Phi = C'_\Phi/n$

1	2	3
10. Шаг пружины в свободном состоянии, мм	Для пружин сжатия $t = d + S_3$ Для пружин растяжения $t = d$	$t = 1 + \left(\frac{K_\lambda}{1 - K_\lambda}\right) d;$ $K_\lambda = \frac{64}{6\pi} \frac{\delta_3}{E} m$
11. Предварительная деформация, мм (рад)	$S_1 = F_1/C$	$\Phi_1 = M_1/C_\Phi$
12. Рабочая деформация, мм (рад)	$S_2 = S_1 + S$	$\Phi_2 = \Phi_1 + \Phi$
13. Предельная деформация, мм (рад)	$S_3 = F_3/C$	$\Phi_3 = M_3/C_\Phi$
14. Длина пружины в свободном состоянии, мм	Для пружин сжатия $L_0 = nt + d + (d + \lambda) n_в - 2K_в$, где $n_в$ — число прижатых витков; $K_в$ — доля сошлифованного витка Для пружин растяжения $L_0 = nt + d$; $L_0 = L_0 + 2L_ц$, где $L_ц$ — размер зацепа	$L_0 = nt + d$
15. Длина (угол закручивания) при предварительной деформации, мм (рад)	$L_1 = L_0 - S_1$; $L_1' = L_0' + S_1$	$\alpha_1 = \alpha_0 + \Phi_1$
16. Длина (угол закручивания) при рабочей деформации, мм (рад)	$L_2 = L_0 - S_2$; $L_2' = L_0' + S_2$	$\alpha_2 = \alpha_0 + \Phi_2$
17. Предельная нагрузка пружины, Н (Н·мм/рад)	F_3 Принимается по стандарту	$M_3 = 0{,}32\,(D_1 - d)F$
18. Предельная деформация одного витка, мм (рад)	S_3' Принимается по стандарту	$\Phi_3' = \frac{1{,}07}{D_1 - d} S_3'$
19. Предельная деформация пружины, мм (рад)	$S_3 = S_3' n$	$\Phi_3 = \Phi_3' n$
20. Предельная длина (угол закручивания), мм (рад)	$L_3 = L_0 - S_3$; $L_3' = L_0' + S_3$	$\alpha_3 = \alpha_0 + \Phi_3$
21. Длина развернутой пружины, мм	$L = \pi\,(D - d)\, n_1 + l_ц$, где $l_ц$ — суммарная длина зацепов	

Примечание. При расчете пружин стандартных размеров из других материалов значения F_3 и M_3 умножаются на отношения $\tau_{3м}/\tau_3$ и $\sigma_{3м}/\sigma_3$, значения C' и C_Φ' умножаются на $G_м/\left(0{,}8 \cdot 10^5\right)$ и $E_м/\left(2 \cdot 10^5\right)$ (где $\tau_{3м}$ ($\sigma_{3м}$) и $G_м$ ($E_м$) — предельные напряжения и модули упругости материала пружины, МПа).

группа 2 — то же, ±10 %, предусмотрена для пружин всех классов, кроме трехжильных (ГОСТ 13774—86);

группа 3 — то же, ±20 %, предусмотрена для пружин всех классов, кроме одножильных 3 класса (ГОСТ 13775—86 и ГОСТ 13776—86).

Допускается изготовление пружин с неконтролируемыми силовыми параметрами (отклонения до ±40 %).

Нормируемые значения предельных отклонений сил и деформаций должны округляться до 1/20...1/10 поля допуска в ближайшую или в меньшую сторону.

Установленным группам точности пружин по силовым параметрам соответствуют три группы точности по геометрическим параметрам. Допускается назначать геометрические параметры на одну группу точнее или грубее силовых.

Допуски геометрических параметров пружин в пределах размеров, приведенных в табл. 3.1, даны в табл. 3.3—3.6.

Таблица 3.3

Допуски диаметров пружины (T_D) и проволоки (T_d), мм

Допуск	$m=D/d$	Диаметр проволоки, мм			
		0,2...0,3	0,36...0,6	0,7...1,4	1,6...3,0
T_D	До 5	0,12*; 0,24	0,15*; 0,30	0,18*; 0,36	0,24**; 0,48*; 0,96
	Свыше 5 до 6,3	0,15*; 0,30	0,19*; 0,38	0,22*; 0,45	0,30**; 0,60*; 1,2
	» 6,3 » 8	0,18*; 0,36	0,24*; 0,48	0,28*; 0,55	0,38**; 0,75*; 1,5
	» 8 » 10	0,24*; 0,48	0,30*; 0,60	0,36*; 0,70	0,48**; 0,96*; 1,9
	» 10	0,30*; 0,60	0,36*; 0,70	0,45*; 0,90	0,60**; 1,2*; 2,4
T_d	—	0,020*; 0,040	0,025*; 0,050	0,040*; 0,080	0,040**;0,080*;0,160

Примечание. Данные для пружин группы 3.

* Данные для пружин группы 2.
** Данные для пружин группы 1.

Таблица 3.4

Предельные отклонения числа витков ($\pm\Delta n$)

n_1	Диаметр проволоки, мм			
	0,2...0,3	0,36...0,6	0,7...1,4	1,6...3,0
До 6,3	0,5*; 1,0	0,35*; 0,75	0,20*; 0,35	0,15**; 0,25*; 0,50
Свыше 6,3 до 10	0,75*; 1,75	0,50*; 1,0	0,30*; 0,50	0,20**; 0,50*; 0,75
» 10 » 16	1,5*; 3,0	1,0*; 2,0	0,50*; 1,0	0,30**; 0,75*; 1,5
» 16 » 25	2,25*; 4,5	1,5*; 3,0	0,75*; 1,5	0,50**; 1,0*; 2,25
» 25 в долях полного числа витков n_1	0,1*; 0,2	0,07*; 0,14	0,04*; 0,07	0,025**; 0,05*; 0,1

Примечание. См. примечание к табл. 3.3.

Таблица 3.5

Допуск свободной высоты пружины на один виток T_{H0}/n, мм

S_3'/d	Диаметр проволоки, мм			
	0,2...0,3	0,36...0,6	0,7...1,4	1,6...3,0
До 0,4	0,032*; 0,070	0,045*; 0,09	0,055*; 0,11	0,08**; 0,16**; 0,32
Свыше 0,4 до 0,63	0,036*; 0,075	0,052*; 0,10	0,065*; 0,13	0,09**; 0,18**; 0,36
» 0,63 » 1,0	0,045*; 0,09	0,06*; 0,12	0,075*; 0,15	0,11**; 0,22**; 0,45
» 1,0 » 1,6	0,055*; 0,12	0,08*; 0,16	0,095*; 0,19	0,13**; 0,26**; 0,55
» 1,6 » 2,5	0,075*; 0,15	0,10*; 0,21	0,13*; 0,26	0,18**; 0,36**; 0,75
» 2,5 » 4,0	0,10*; 0,21	0,15*; 0,30	0,18*; 0,36	0,25; 0,50**; 1,0
» 4,0	0,15*; 0,30	0,21*; 0,42	0,26*; 0,52	0,36; 0,70**; 1,5

Примечание. См. примечание к табл. 3.3.

Таблица 3.6

Допуски расположения элементов пружин

Вид допуска	Допуск для пружин группы		
	1	2	3
Допуск разности шагов V_t	$0{,}1S_3'$	$0{,}15S_3'$	$0{,}20S_3'$
Допуск перпендикулярности торца T_p (для пружин с обработанными торцами при $d \geqslant 0{,}5$ мм)	$0{,}02D$; $0{,}02L_0$	$0{,}04D$; $0{,}04L_0$	$0{,}08D$; $0{,}08L_0$

Предельные отклонения диаметра E_D и высоты пружин E_H назначаются пропорционально предельным отклонениям диаметра проволоки:

$$E_{iD}/E_{SD} = E_{id}/E_{sd};$$

для пружин сжатия $E_{iH}/E_{SH} = -E_{id}/E_{sd}$;

для пружин растяжения $E_{iH} = -d\Delta n + (n+1)E_{id} + E_{iHц}$, $E_{SH} = +d\Delta n + (n+1)E_{sd} + E_{SHц}$, где $\Delta n = \Delta n_1$; $E_{iHц}$, $E_{SHц}$ — предельные отклонения размера зацепов; для пружин кручения: $E_{iH} = 0$, $E_{SH} = T_H$.

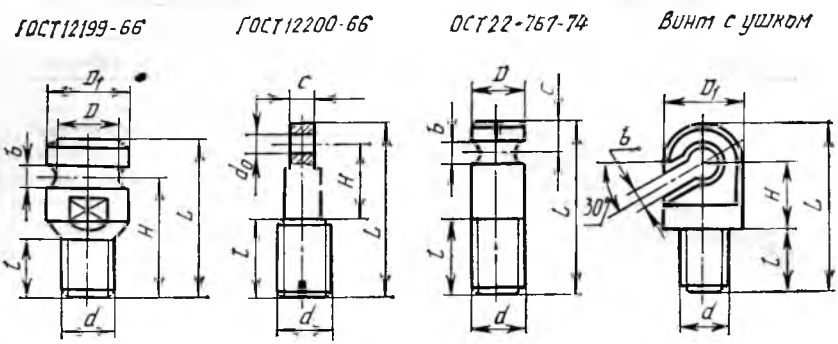
Установочные детали — винты с канавкой для пружин растяжения (ГОСТ 12199—66) и винты с отверстием для пружин растяжения (ГОСТ 12200—66) выпускаются с резьбой М4...М16; винты для пружин (ОСТ 22-767—74) — с резьбой М4...М10 и длиной свободного конца 5...28 мм. Изготовляются также винты для пружин с ушком (нестандартные). Предназначены для присоединения зацепов пружин к деталям механизма.

Материал винтов — сталь 45 по ГОСТ 1050—74, твердость — 30...35 $HRC_э$ и по ОСТ 22-767—74—21...33 $HRC_э$, покрытие винтов по ОСТ 22-767—74, Хим. окс. прм. для остальных — 00, 01, 02, 05 по ГОСТ 1759—70 (допустимы другие).

Размеры винтов для пружин даны в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Размеры винтов для пружин растяжения, мм



Обозначение винтов	D	b	d_0	c	H	D_1	d	l	L*
				Винты ГОСТ 12199—66					
7009—0161	4,5	1	—	—	5,9	6	M4	8	16
7009—0162	5,5	1,2	—		7,4	8	M5	10	20
7009—0163	7	1,6	—	—	10,2	10	M6	12	25
7009—0164	9	2	—	—	12,5	12	M8	16	32
				Винты ГОСТ 12200—66					
7009—0211	—	—	1,6	2	4	—	M4	6	12
7009—0212	—	—	2	2,5	5,5	—	M5	8	16
7009—0213	—	—	2,5	3	7	—	M6	10	20
7009—0214	—	—	3	4	9,5	—	M8	12	25
				Винты ОСТ 22-767—74					
M4×*L*	2,5	1	—	2,8	—	—	M4	5	5...8*
M6×*L*	5,5	2	—	4	—	—	M6	8	6...16*
M8×*L*	6,5	3	—	5	—	—	M8	10	10...20*
				Винты с ушком (нестандартные)					
—	—	1,2	1,5	1,6	5	5	M3	5	—
—	—	1,5	2	2	6	6	M4	6	—
—	—	2	2,5	2,5	8	7	M5	7,5	—
—	—	2,5	3	3	10	8	M6	9	—

* Размер *L* по ряду: 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20.

Примеры обозначения

Винт 7009—0162 ГОСТ 12199—66 — винт с канавкой для пружин растяжения, типоразмер 0162 (диаметр поверхности под зацепы пружины 5,5 мм, резьба — М5).

Винт М4×6—016 ОСТ 22-767—74 — винт для пружины с резьбой М4, с длиной свободного конца 6 мм, покрытие цинковое с хроматированием толщиной 6 мкм.

Пружины тарельчатые (ГОСТ 3057—79) выпускаются с наружным диаметром $D=6{,}3...400$ мм в двух исполнениях: тип 1 — без обработанных опорных поверхностей, тип 2 — с обработанными опорными поверхностями (при $D>10$ мм). Материал пружин — *сталь 60С2А или других марок по ГОСТ 14959—79 с твердостью* 45,5...51,5 $HRC_э$. Допускается возможность поставки пружин с покрытием.

Предназначены для создания сравнительно больших осевых усилий в условиях работы при температурах от −60 °С до +120 °С. Выпускаются под предельные нагрузки $F_3=125...71000$ Н с предельными прогибами $S_3=0{,}14...50$ мм.

По условиям эксплуатации стандарт предусматривает два класса пружин:

1 класс — для циклического нагружения при $2\cdot10^6$ циклах (не менее) с допустимым прогибом не более $0{,}6S_3$;

2 класс — для статического или циклического нагружения при 10^4 циклах (не менее) с допустимым прогибом не более $0{,}8S_3$.

Стандарт регламентирует значения сил, соответствующих прогибам $0{,}2S_3$ (установленный прогиб при предварительном нагружении), $0{,}4S_3$, $0{,}6S_3$, $0{,}8S_3$.

По точности силовых параметров установлены группы пружин с предельными отклонениями сил или деформаций: 1 группа — ±5 % (только для пружин с толщиной $h>3$ мм), 2 — ±10 % (для пружин с толщиной $h>1$ мм), 3 — ±20 %.

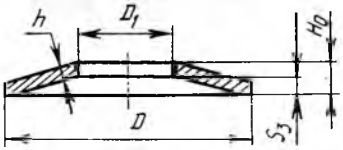
Нелинейность характеристики пружин: при $S_3/h=0{,}2$ — до 5 %; при $S_3/h=1{,}8$ — до 60 %.

Размеры и параметры пружин с диаметрами до 25 мм под нагрузки не более 5000 Н даны в табл. 3.8.

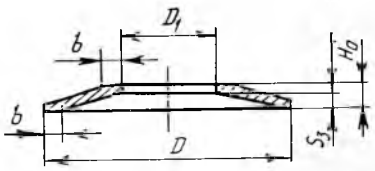
Таблица 3.8

Пружины тарельчатые (ГОСТ 3057—79)

Тип 1



Тип 2



Номер пружины	D, мм	D_1, мм	h, мм	S_3, мм	H_0, мм	F, H при прогибе				F_3, H
						$0{,}2S_3$	$0{,}4S_3$	$0{,}6S_3$	$0{,}8S_3$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
002	6,3	3,55	0,30	0,14	0,44	39	68	88	127	140
001	8	3,55	0,30	0,25	0,55	39	68	88	107	125
015	8	3,7	0,50	0,17	0,67	88	177	260	333	400
021	8	3,75	0,50	0,2	0,7	107	208	315	400	500
003	8	4,10	0,30	0,25	0,55	39	68	88	127	140
041	8	4,3	0,8	0,13	0,93	294	578	862	1146	1400
048	8	4,5	0,8	0,13	0,93	284	578	862	1146	1600
060	9	5,3	1,0	0,13	1,13	482	960	1431	1909	2500
060	9	5,6	0,4	0,2	0,6	68	117	157	196	250

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
009	9	5,6	0,4	0,25	0,65	107	147	225	274	315
011	9	5,6	0,5	0,15	0,65	28	147	225	294	355
004	10	4	0,4	0,2	0,6	39	68	98	137	160
005	10	4	0,4	0,25	0,65	97	147	176	184	200
012	10	4	0,5	0,25	0,75	88	165	245	315	355
025	10	4,2	0,6	0,25	0,85	147	284	411	509	630
016	10	4,65	0,5	0,25	0,75	88	177	260	333	400
007	10	5	0,5	0,3	0,7	68	117	165	205	250
017	10	5	0,5	0,25	0,75	88	177	260	333	400
022	10	5	0,55	0,23	0,78	107	215	315	411	500
028	10	4,75	0,6	0,25	0,85	147	274	411	548	210
018	12	6,3	0,7	0,15	0,85	98	196	284	382	450
091	12	6,4	1,55	0,15	1,7	1067	2130	3189	4245	5000
013	12,5	6,3	0,5	0,35	0,85	98	176	254	315	355
034	12,5	6,3	0,7	0,3	1,0	236	440	646	833	1000
023	12,5	7,5	0,5	0,4	0,9	137	255	343	411	500
042	12,5	6,3	0,8	0,3	1,1	284	548	805	1050	1400
079	12,5	6,3	1,5	0,15	1,65	793	1715	2567	3420	4000
087	12,5	6,4	1,55	0,15	1,70	960	1911	2860	3802	4500
029	14	5,6	0,7	0,34	1,04	157	315	451	578	710
008	14	7	0,5	0,3	0,8	68	117	165	205	250
056	14	7,1	1,0	0,3	1,3	430	843	1244	1636	2000
019	16	8	0,6	0,4	1,0	107	208	294	376	450
026	16	8	0,67	0,43	1,1	157	294	421	529	630
049	16	8	1,0	0,30	1,3	323	637	950	1234	1600
067	16	8,4	1,25	0,3	1,55	647	1275	1882	2528	3150
072	16	8,4	1,50	0,2	1,70	725	1440	2146	2861	3550
035	16	9	0,8	0,35	1,15	225	437	630	820	1000
043	19,5	10,2	0,9	0,55	1,45	284	568	858	1146	1400
010	20	8	0,55	0,65	1,2	107	184	235	274	315
020	20	8	0,6	0,7	1,3	176	303	376	417	450
050	20	8	1,0	0,50	1,5	294	597	901	1205	1600
014	20	10	0,55	0,65	1,2	137	235	297	333	355
027	20	10	0,67	0,63	1,3	208	363	470	558	630
030	20	10	0,7	0,65	1,35	235	411	539	637	710
036	20	10	0,8	0,65	1,45	320	570	780	950	1000
044	20	10	0,85	0,65	1,50	372	666	1910	1117	1400
053	20	11,2	1,0	0,50	1,5	430	810	155	1480	1800

Примечания: **1.** Ширина опорной поверхности при D свыше 10 до 30 $b = 0{,}2 \ldots 0{,}6$.

2. Предельные отклонения D и D_1: 1 группа — по $h13$, $H13$; 2 группа — по $h14$, $H14$; 3 группа — по $h15$, $H15$.

3. Предельные отклонения H_0 при $h = 0{,}3 \ldots 1{,}0$ по $j_s14 \ldots 15$ в зависимости от S_3/h.

Пример обозначения

Пружина тарельчатая 1—1—2—50×20×1,8×1,4 Хим. Окс. прм. ГОСТ 3057—79 — пружина тарельчатая I класса, без обработанных опорных поверхностей (тип 1), 2 группы точности, с наружным диаметром 50 мм, внутренним — 20 мм, толщиной 1,8 мм, с предельным прогибом 1,4 мм с покрытием — химическое оксидирование с последующим промасливанием.

При отсутствии указания на покрытие — пружины без покрытия.

3.2. МЕМБРАНЫ И СИЛЬФОНЫ

Коробки мембранные (ОСТ 1 00713—74) установлены двух типов: тип 1 — анероидные; тип 2 — манометрические.

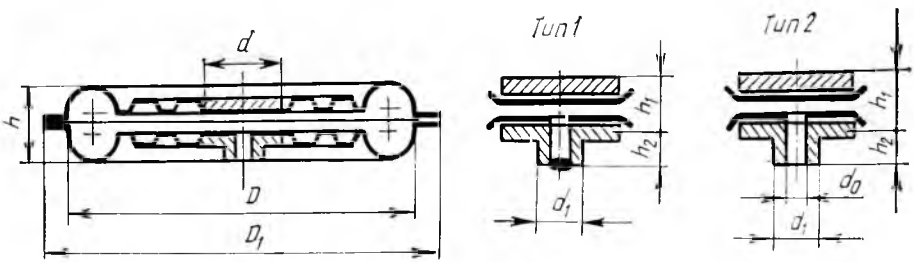
Мембраны коробок обоих типов изготовляются из бронзы БрБНТ 1,9 Мг ТУ 48-21-265—73 и предназначены для использования в качестве упругих элементов в анероидных и манометрических приборах и в преобразователях, работающих в средах, не вызывающих коррозии материала, до давлений 588 кПа при температурах от −60 °С до +60 °С (предельная температура +80 °С).

Выпускаются для работы при давлениях в пределах: от 133,3 гПа до 333,2; 533,2; 999,8; 1333,0; 3332,5; 4665,6 (тип 1), а также от 0 до 59, 98, 157, 245, 395, 588 кПа (тип 2).

Предельные отклонения по силам или деформациям не более ±10 %, нелинейность характеристики в рабочем диапазоне нагрузок не более 1 %, упругий гистерезис не более 0,03 % предельные

Таблица 3.9

Коробки мембранные (ОСТ 100713—74)



D, мм	D_1, мм	d, мм	h^*, мм	$A_{эф} \times 10^{-3}$, мм²	Ход, мм		h_1^*, мм	h_2^*, мм	d_1^*, мм	d_0^*, мм	S^*, мм
					H	H_3					
24	28	6	4,9	19,8	0,80	1,70	2,7	4	3,6	1,6	0,09...0,25
28	32	7	5,3	27,0	0,80	2,00	3,0	4	3,6	1,6	0,09...0,25
32	36	8	5,7	35,2	1,00	2,50	3,5	5	4,0	1,8	0,09...0,25
36	40	9	6,3	44,6	1,25	2,68	3,7	5	4,0	1,8	0,09...0,25
40	44	10	6,9	55,0	1,25	2,97	4,0	5	4,0	1,8	0,10...0,25
48	52	12	8,6	79,3	1,60	3,57	4,8	6	4,5	2,0	0,10...0,32
54	58	13	9,4	100,3	1,60	4,00	5,2	6	4,5	2,0	0,10...0,32
60	64	15	10	123,8	2,00	4,46	6,1	8	5,0	2,5	0,12...0,40
70	74	17,5	12	168,5	2,50	5,20	7,8	10	6,0	3,0	0,14...0,65

Примечания: 1. H_3 — ход до соприкосновения мембран.
2. S — толщина материала коробки, мм.
3. Форма и размеры гофров стандартом не устанавливаются.

* Размер стандартом не регламентирован.

нагрузки 150 % от наибольшей рабочей. Гарантируемый ресурс при наибольших амплитудах рабочих нагрузок 12 000 циклов.

Размеры и параметры мембранных коробок даны в табл. 3.9.

Примеры обозначения

Коробка мембранная 1—60—1333,0 ОСТ 1 00713—74 — коробка мембранная анероидная (тип 1) диаметром 60 мм для нагрузок 1333,0 гПа.

Коробка мембранная 2—48—157 ОСТ 1 00713—74 — коробка мембранная манометрическая (тип 2) диаметром 48 мм для диапазона нагрузок до 157 кПа.

Сильфоны однослойные измерительные металлические (ГОСТ 21482—76) выпускаются с эффективной площадью $A_{эф}$ ($1 \cdot 10^3$... $1600 \cdot 10^3$) мм^2 (диаметры — 4,5...160 мм) с числом гофров 4...16. По согласованию изготовляются малогабаритные сильфоны с $A_{эф}$ от ($0{,}6 \cdot 10^3$) мм^2 (диаметр — 3,5 мм).

Материал сильфонов — сплав марки 36НХТЮ-Ш, допускается 36НХТЮ-ОДП по ГОСТ 10994—74, бронза Бр Б2 по ГОСТ 18175—78 и нержавеющие стали 12Х18Н10Т и 08Х18Н10Т по ГОСТ 5632—72.

Предназначены для использования в качестве упругих элементов приборов при работе на растяжение и сжатие в средах, не вызывающих коррозии материала, при температурах от −60 °С до +100 °С (бронзовые), от −60 °С до +200 °С (из сплава) и от −200 °С до +400 °С (стальные), при предельном внутреннем или наружном давлении до 0,6...5,5 МПа (бронзовые и из сплава) и 2...16 МПа (стальные); предельный ход сильфонов — от 0,08... 0,18 мм до 41 мм (бронзовые и из сплава) и от 0,24 мм до 38 мм (стальные).

Стандарт регламентирует жесткость одного гофра сильфона при температуре +25 °С ±10 °С в пределах 8,5...7000 Н/мм (из сплава), 5,5...4500 Н/мм (бронзовые) и 29...1450 Н/мм (стальные), предельные отклонения сил ±25...35 % в зависимости от размера сильфона. Нелинейность характеристики в зависимости от отношения толщины стенки к шагу S/t при ходе до 0,5 от предельного установлена не более 0,02...4 % (сильфоны из сплава и бронзовые) и не более 0,65...1 % (сильфоны стальные). Упругий гистерезис для сильфонов из сплава и бронзовых не должен превышать 0,5 % от хода (для стальных сильфонов не нормирован), по справочным данным при 0,5 предельного хода — не более 0,75 %, при полном ходе — не более 1,4 % от хода.

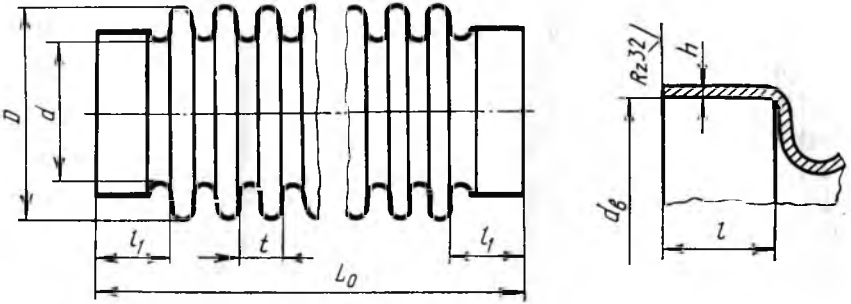
Вероятность безотказной работы сильфонов не менее 0,99 за $6 \cdot 10^4$ циклов.

Размеры сильфонов с эффективной площадью $A_{эф}$ до $100 \cdot 10^3$ мм^2 даны в табл. 3.10, параметры одного гофра — в табл. 3.11, нелинейность характеристики и точностные параметры — в табл. 3.12—3.14.

Формулы расчета параметров стандартных сильфонов для проставления на чертеже даны в табл. 3.15.

Таблица 3.10

Размеры сильфонов однослойных измерительных металлических (ГОСТ 21482—76), мм



$A_{эф} \times 10^{-3}$, мм²	D	d	$d_в$	l	l_1	L_0 при количестве гофров n				t	h
						4	6	10	16		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,0	4,5	2,6	3,8	3	3,6	—	14	18,5	—	1,2	0,10*; 0,16*
1,6	5,5	3,4	4,8	3	3,6	—	14	18,5	—	1,2	0,10*; 0,16*
2,5	7	4,2	5,5	3	3,6	11,5	14	18,5	—	1,2	0,10*; 0,16*
4,0	9	6,5	8,5	3	3,6	11,5	14	18,5	—	1,2	0,08*; 0,10*; 0,12*; 0,16*
4,0	9	6,5	8,5	3	3,6	12,5	15	20,5	—	1,4	0,06*; 0,10*; 0,12*; 0,16*
6,3	11	6,5	8,5	3	3,6	11,5	14	18,5	—	1,2	0,08; 0,10*; 0,12; 0,16*; 0,20
6,3	11	6,5	8,5	3	3,6	13	16,5	23	—	1,6	0,08; 0,10*; 0,12; 0,16*; 0,20
10	14	8,5	10	3,5	4,1	13	16	21,5	—	1,4	0,08; 0,10*; 0,12; 0,16*; 0,20; 0,25*

Окончание табл. 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	14	8,5	10	3,5	4,35	15	18,5	26	—	1,8	0,08; 0,10*; 0,12; 0,16*; 0,20; 0,25*
12,5	16	9,5	11,5	3,5	4,15	13,5	16,5	22,5	—	1,5	0,08; 0,10*; 0,12; 0,16*; 0,20; 0,25*
12,5	16	9,5	11,5	3,5	4,40	15,5	19,5	27	—	1,9	0,08; 0,10*; 0,12; 0,16*; 0,20; 0,25*
16	18	11	13	3,5	4,20	14	17	23,5	—	1,6	0,08; 0,10*; 0,12; 0,16*; 0,20; 0,25*
16	18	11	13	3,5	4,45	15	20	28	—	2,0	0,08; 0,10*; 0,12; 0,16*; 0,20; 0,25*
20	20	12	14	3,5	4,25	14,5	18	24	—	1,7	0,08; 0,10*; 0,12; 0,10*; 0,20; 0,25*
20	20	12	14	3,5	4,45	16	20	29	—	2,1	0,08; 0,10*; 0,12; 0,10*; 0,20; 0,25*
25	22	14	16	3,5	4,30	15	18	25,5	—	1,8	0,08; 0,10*; 0,12; 0,16*; 0,20; 0,25*
25	22	14	16	3,5	4,5	17	21	30	—	2,2	0,08; 0,10*; 0,12; 0,16*; 0,20; 0,25*
31,5	25	16	18	4	4,85	16,5	20	28	—	1,9	0,08*; 0,10*; 0,12; 0,16; 0,20; 0,25
31,5	25	16	18	4	5,1	18,5	23,5	33	—	2,4	0,08*; 0,10*; 0,12; 0,16; 0,20; 0,25
40	28	18	20	4	4,9	17	21	29	—	2	0,08*; 0,10*; 0,12; 0,16; 0,20; 0,25
40	28	18	20	4	5,2	19,5	25	35	—	2,6	0,08*; 0,10*; 0,12; 0,16; 0,20; 0,25
50	30	20	22	4	4,95	17,5	21,5	30	42,5	2,1	0,08*; 0,10*; 0,12; 0,16; 0,20; 0,25
50	30	20	22	4	5,3	20,5	26,5	37,5	54	2,8	0,08*; 0,10*; 0,12; 0,16; 0,20; 0,25
63	34	22	26	4	5	17,5	22	31	44	2,2	0,08*; 0,10*; 0,12; 0,16; 0,20; 0,25
63	34	22	26	4	5,4	21,5	27,5	39,5	57,5	3	0,08*; 0,10*; 0,12; 0,16; 0,20; 0,25
80	38	26	30	4	5,1	18,5	23,5	33	47,5	2,4	0,08*; 0,10*; 0,12; 0,16; 0,20; 0,25
80	38	26	30	4	5,5	22,5	28,5	41,5	60,5	3,2	0,08*; 0,10*; 0,12; 0,16; 0,20; 0,25
100	42	28	32	4,5	5,6	20	25	35	50	2,5	0,08*; 0,10*; 0,12*; 0,16; 0,20; 0,25
100	42	28	32	4,5	6,05	24	31	44,5	65	3,4	0,08*; 0,10*; 0,12*; 0,16; 0,20; 0,25

Таблица 3.11

Жесткость одного гофра сильфонов, Н/мм

$A_{эф} \times 10^{-3}$, мм²	Толщина стенки h, мм						$A_{эф} \times 10^{-3}$, мм²	Толщина стенки h, мм					
	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25		0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25
Сплав 36НХТЮ—Ш													
1,0	—	1900	—	7000	—	—	20	31	60	105	240	450	950
1,6	—	1800	—	6000	—	—	25	35	65	120	300	550	1050
2,5	—	750	—	2900	—	—	31,5	26	50	95	200	380	750
4,0	220	450	850	2000	—	—	40	21	40	70	165	320	620
6,3	105	210	370	800	1550	—	50	25	45	80	180	340	650
10	70	140	230	560	1000	1950	63	15	28	50	110	220	420
12,5	45	90	160	380	650	1400	80	18	33	56	130	240	500
16	40	85	145	350	620	1200	100	13	22	39	85	170	340
Бронза БрБ2													
1,0	—	1300	—	4500	—	—	20	20	40	73	155	310	630
1,6	—	1200	—	4100	—	—	25	24	45	80	190	350	680
2,5	—	500	—	2000	—	—	31,5	18	35	65	140	260	500
4,0	150	300	550	1200	—	—	40	15	28	49	110	220	430
6,3	75	145	250	550	1050	—	50	17	33	55	120	230	450
10	50	95	160	370	700	1350	63	11	20	35	80	150	300
12,5	32	63	105	240	450	930	80	12	23	38	90	170	350
16	28	55	100	230	430	850	100	9	16	30	60	110	220
Сталь 08Х18Н10Т													
6,3	90	—	300	—	1450	—	20	28	—	90	—	420	—
10	60	—	190	—	950	—	25	29	—	100	—	500	—
12,5	40	—	130	—	600	—	31,5	—	—	80	180	360	700
16	36	—	125	—	580	—	40	—	—	60	150	300	580
50	—	—	70	160	320	610	80	—	—	48	116	220	470
63	—	—	43	100	200	400	100	—	—	—	75	160	320

Примечание. Прочерк в графе означает, что данный типоразмер сильфона стандартом не предусмотрен.

Таблица 3.12

Нелинейность характеристики сильфонов, %

S_2/S_3	Отношение толщины стенки к шагу h/t								
	0,02	0,05	0,08	0,11	0,14	0,04	0,06	0,08	0,10
25	1,00	0,30	0,05	0,01	0,01	—	—	—	—
50	4,0	1,2	0,2	0,05	0,02	6,5*	2,0*	1,0*	0,50*
100	15,5	5,5	0,8	0,2	0,07	9,5*	3,2*	1,5*	0,80*

Примечания: 1. S_2/S_3 — отношение рабочей деформации к предельной.
2. Предельные отклонения по жесткости для $A_{эф}$ (мм²) до $1{,}6 \cdot 10^3$ — ± 40 %; для $A_{эф}$ свыше $1{,}6 \cdot 10^3$ — ± 35 %; для $A_{эф}$ свыше $10 \cdot 10^3$ до $125 \cdot 10^3$ — ± 30 %.

* Для сильфонов из стали.

Таблица 3.13

Предельный ход (h_3) одного гофра сильфона, мм

$A_{эф} \times 10^{-3}$, мм²	Толщина стенки h, мм						$A_{эф} \times 10^{-3}$, мм²	Толщина стенки h, мм					
	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25		0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25
Сплав 36НХТЮ —Ш													
1,0	—	0,04	—	0,02	—	—	2,4	—	0,06	—	0,05	—	—
1,6	—	0,05	—	0,04	—	—	4,0	0,12	0,10	0,08	0,06	—	—
6,3	0,21	0,17	0,14	0,11	0,08	—	31,5	0,60	0,60	0,60	0,47	0,37	0,29
10	0,33	0,26	0,21	0,17	0,13	0,10	40	0,65	0,65	0,65	0,59	0,46	0,36
12,5	0,40	0,37	0,30	0,24	0,19	0,15	50	0,70	0,70	0,70	0,60	0,47	0,37
16	0,45	0,43	0,35	0,27	0,22	0,17	63	0,75	0,75	0,75	0,86	0,68	0,53
20	0,50	0,50	0,46	0,35	0,28	0,22	80	0,85	0,85	0,85	0,88	0,70	0,55
25	0,55	0,55	0,47	0,36	0,29	0,23	100	0,85	0,85	0,85	1,20	0,95	0,75
Бронза БрБ2													
1,0	—	0,04	—	0,03	—	—	20	0,50	0,50	0,50	0,45	0,37	0,29
1,6	—	0,06	—	0,04	—	—	25	0,55	0,55	0,55	0,48	0,38	0,30
2,5	—	0,08	—	0,05	—	—	31,5	0,60	0,60	0,60	0,62	0,48	0,38
4,0	0,17	0,13	0,10	0,08	—	—	40	0,65	0,65	0,65	0,78	0,60	0,48
6,3	0,28	0,22	0,18	0,14	0,11	—	50	0,70	0,70	0,70	0,80	0,63	0,50
10	0,40	0,34	0,28	0,22	0,17	0,13	63	0,75	0,75	0,75	1,10	0,90	0,70
12,5	0,40	0,40	0,40	0,30	0,25	0,19	80	0,85	0,85	0,85	1,15	0,93	0,73
16	0,45	0,45	0,45	0,35	0,28	0,23	100	0,85	0,85	0,85	1,20	1,20	1,00
Сталь 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т													
6,3	0,15	—	0,10	—	0,06	—	31,5	—	—	0,45	0,35	0,25	0,20
10	0,25	—	0,15	—	0,10	—	40	—	—	0,55	0,45	0,35	0,25
12,5	0,35	—	0,23	—	0,15	—	50	—	—	0,55	0,45	0,35	0,25
16	0,40	—	0,25	—	0,15	—	63	—	—	0,75	0,65	0,50	0,40
20	0,50	—	0,33	—	0,20	—	80	—	—	0,85	0,70	0,55	0,43
25	0,55	—	0,35	—	0,20	—	100	—	—	—	0,90	0,70	0,55

Таблица 3.14

Предельное давление p_3, МПа

$A_{эф} \times 10^{-3}$, мм²	Толщина стенки h, мм						$A_{эф} \times 10^{-3}$, мм²	Толщина стенки h, мм					
	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25		0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Сплав 36НХТЮ — Ш													
1,0	—	40	—	60	—	—	20	0,8	1,1	1,7	3,3	5,3	8,7
1,6	—	30	—	50	—	—	25	0,8	1,2	1,8	3,4	5,5	9
2,5	—	19,5	—	40	—	—	31,5	0,6	0,9	1,3	2,6	4,1	6,7
4,0	6,6	10,5	16,5	32,5	—	—	40	0,47	0,7	1	2	3,2	5,2
6,3	2,9	4,6	7,0	14,5	24	—	50	0,46	0,75	1,1	2,2	3,4	5,5
10,0	1,7	2,8	4	8,5	13	23	63	0,31	0,48	0,7	1,4	2,2	3,5

Окончание табл. 3.14

1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
12,5	1,2	1,8	2,7	5,4	8,7	14,5	80	0,33	0,5	0,72	1,45	2,3	3,6
16	1	1,55	2,3	4,6	7,5	12,3	100	0,24	0,35	0,5	1	1,5	2,5
							Бронза БрБ2						
1,0	—	40	—	60	—	—	20	0,7	1	1,5	2,9	4,7	4,6
1,6	—	30	—	50	—	—	25	0,65	1,1	1,6	3	4,8	8
2,5	—	18	—	40	—	—	31,5	0,5	0,8	1,2	2,3	3,6	6
4,0	5,8	9,5	14,5	28,5	—	—	40	0,4	0,6	0,9	1,8	2,8	4,5
6,3	2,5	4	6	12,5	21	—	50	0,45	0,65	1	1,9	3	4,8
10	1,5	2,4	3,6	7,4	12	20	63	0,27	0,4	0,6	1,2	1,9	3,1
12,5	1	1,6	2,3	4,7	7,7	12,5	80	0,28	0,45	0,65	1,3	2	3,2
16	0,9	1,4	2	4	6,5	11	100	0,2	0,3	0,45	0,9	1,4	2,2
							Сталь 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т						
6,3	2	—	4,8	—	16,5	—	20	0,55	—	1,2	—	3,8	—
10	1,2	—	2,8	—	9,5	—	25	0,55	—	1,2	—	3,8	—
12,5	0,8	—	1,8	—	6		31,5	—	—	0,9	1,8	2,8	4,6
16	0,7	—	1,6	—	5,2	—	40	—	—	0,7	1,4	2,2	3,5
50	—	—	0,75	1,5	2,3	3,8	80	—	—	0,45	0,95	1,5	2,4
63	—	—	0,45	0,95	1,5	2,4	100	—	—	—	0,7	1,1	1,7

Таблица 3.15

Параметры сильфона

Параметры	Обозначение и формула для расчета
1	2
1. Исходные	
давление при наименьшей (предварительной) деформации, МПа	p_1
то же, при рабочей (наибольшей) деформации, МПа	p_2
рабочий ход, мм	S
эффективная площадь, мм^2	$A_{эф}$
число гофров	n
предельное давление, МПа	p_3
предельный ход одного гофра, мм	S_3'
жесткость одного гофра, Н/мм	C'
2. Жесткость сильфона, Н/мм	$C = C_1/n$
3. Сила при наименьшей деформации, Н	$F_1 = p_1 A_{эф}$
4. Наименьшая деформация, мм	$S_1 = F_1/C$
5. Рабочая деформация, мм	$S_2 = S_1 + S$
6. Сила при рабочей деформации, Н	$F_2 = CS_2$
7. Предельная сила, Н	$F_3 = p_3 A_{эф}$
8. Предельная деформация, мм	$S_3 = F_3/C$

1	2
9. Температурный коэффициент жесткости сильфона, $+\gamma_K$ (1/°С)	Для сплава 36НХТЮ-Ш $\alpha_C = -(2{,}90...3{,}62)\ 10^{-4}$ Для бронзы БрБ2 $\alpha_C = -(2{,}21...2{,}77)\ 10^{-4}$ Для сталей 08Х18Н10Т и 12Х18Н10Т $\alpha_C = -(2{,}30...2{,}87)\ 10^{-4}$
10. Температурные отклонения жесткости сильфона, Н/мм	$\Delta C = C\alpha_C\,(t - 25)$, где t — рабочая температура, °С

3.3. МОМЕНТНЫЕ ПРУЖИНЫ

Пружины спиральные плоские с колодками (ОСТ 1 12600—76) выпускаются по ОСТ 1 12601—76—ОСТ 1 12603—76 (волоски) из плющеной ленты толщиной 0,017...0,284 мм, шириной 0,28...3,0 мм пяти исполнений:

1 — противодействующие (моментные) с рабочими углами Φ_2 не более 100°;

2 — то же, Φ_2 свыше 100° до 270°;

3 — то же, Φ_2 свыше 270°;

4 — возвратные люфтовыбирающие и токоподводящие с рабочими углами Φ_2 до 540° и креплением к колодке пайкой;

5 — то же, Φ_2 свыше 540°, с креплением к колодке обжатием.

Колодки к пружинам ОСТ 1 12604—76 выпускаются с диаметром отверстия для посадки на вал 0,8...3,0 мм в зависимости от исполнения пружины: 1 — исполнение с цилиндрическим пазом для крепления пружины (желобом); 2—с сегментным (торцовым) пазом.

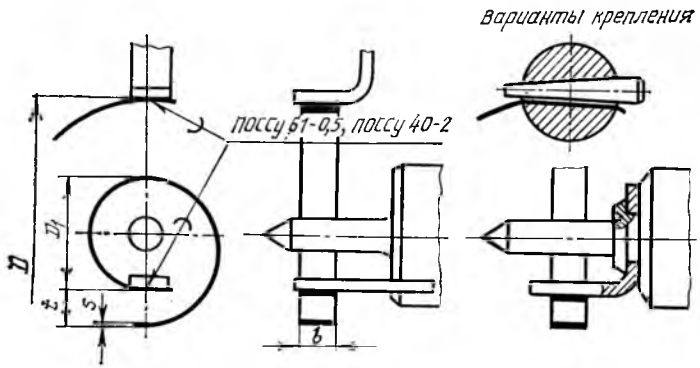
Пружины изготовляются из бронзы БрБ2 (БрБ2,5) по ГОСТ 18187—72 (исполнения 1...4), бронзы БрОЦС 4-3 по ГОСТ 5017—74 (исполнение 3 при Φ_2 не более 360°), сплава 40КХНМ по ГОСТ 10994—74 (исполнение 3); покрытие пружин из бронзы — Хим. пас. по ГОСТ 9.301—86; материал колодок — латунь ЛС60-1 по ГОСТ 2060—73.

Стандарт регламентирует жесткость пружин (значения наибольшего и наименьшего создаваемых пружиной моментов при закручивании на угол 90°) и электрическое сопротивление для токоподводящих пружин из бронзы БрБ2 (ОСТ 1 12601—76) и БрОЦС 4-3 (ОСТ 1 12602—76).

Размеры и параметры пружин и колодок к ним даны в табл. 3.16—3.20 (в стандарте даны предельные значения толщины S и моменты M, в таблицах — средние значения).

Таблица 3.16

Пружины спиральные плоские (ОСТ 12601—76)



Типоразмер	S, мм	b, мм	$M_{90} \times 10^{-4}$, Н · мм	R, Ом	Типоразмер	S, мм	b, мм	$M_{90} \times 10^{-4}$, Н · мм	R, Ом
			Исполнение 1 ($\Phi_3 = 100°$)						
1	0,017	0,28	0,18	2,5	16	0,041	0,48	4,41	0,6
2	0,021	0,31	0,39	1,9	17	0,040	0,65	5,15	0,6
3	0,023	0,41	0,64	1,2	18	0,046	0,54	5,89	0,6
4	0,026	0,36	0,83	1,3	19	0,048	0,54	6,62	0,6
5	0,028	0,33	0,98	1,2	20	0,049	0,56	7,36	0,6
6	0,026	0,47	1,18	0,9	21	0,052	0,56	8,09	0,6
7	0,027	0,45	1,32	1,0	22	0,052	0,58	8,58	0,4
8	0,030	0,40	1,47	1,0	23	0,052	0,60	9,32	0,5
9	0,032	0,38	1,67	0,9	24	0,028	0,62	11,3	0,4
10	0,034	0,36	1,86	0,9	25	0,054	0,59	11,3	0,4
11	0,034	0,40	2,11	0,8	26	0,057	0,59	13,7	0,3
12	0,035	0,42	2,35	0,8	27	0,066	0,80	24,5	0,3
13	0,036	0,44	2,80	0,7	28	0,070	0,92	39,2	0,2
14	0,038	0,44	3,29	0,7	29	0,070	1,14	49,0	0,1
15	0,040	0,46	3,68	0,6					
			Исполнение 2 ($\Phi_3 = 270°$)						
1	0,018	0,25	0,18	1,8	8	0,028	0,40	1,47	0,9
2	0,020	0,28	0,39	1,3	9	0,028	0,45	1,67	0,7
3	0,024	0,28	0,59	1,2	10	0,029	0,45	1,86	0,6
4	0,026	0,30	0,78	1,0	11	0,030	0,53	2,21	0,6
5	0,026	0,30	0,98	1,0	12	0,036	0,53	2,80	0,6
6	0,028	0,30	1,18	1,0	13	0,033	0,55	3,34	0,5
7	0,029	0,30	1,32	1,0	14	0,033	0,58	3,73	0,5

Примечание. D, D_1 и L — см. в табл. 3.17.

Таблица 3.17

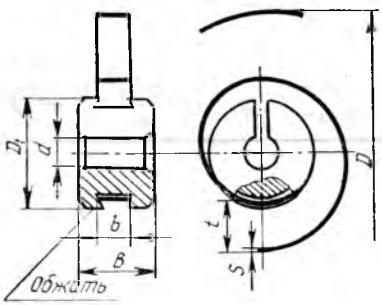
Число витков пружин спиральных плоских, их диаметр и длина

Типоразмеры	n	D, мм	D_1, мм	L, мм	Типоразмеры*	n*	D*, мм	D_1*, мм	L*, мм
1...17, 25...29	6	8	3,5	109	1...10	5	7,5	3,5	87
18...23	7	8	3,5	127	11...14	5,5	7,5	3,5	95
24	8	8	3,1	145					

* Исполнение 2.

Таблица 3.18

Пружины спиральные плоские с колодкой (ОСТ 1.12600—76, исполнение 1)



Из бронзы БрБ2			Из сплава 40КХНМ			D, мм	n	L, мм	$\Phi_{пр}$, град	$M_{90} \times 10^{-4}$, Н · мм	d, мм	$D_{1\phi}$, мм	B, мм
Типоразмер	S, мм	b, мм	Типоразмер	S, мм	b, мм								
1	0,122	1,0	2	0,109	0,9	21	12	565	1300	54,0	1,45	4,5	1,2
3	0,092	1,5	4	0,077	1,4	14	12	340	1300	54,0	1,45	4,2	2,5
5	0,112	1,7	6	0,098	1,5	14	12	340	360	112,8	1,45	4,2	2,5
7	0,154	1,2	8	0,140	1,0	25	12	565	1300	122,6	1,45	4,5	1,2
9	0,132	1,7	10	0,118	1,5	20	12	642	300	137,3	1,45	4,2	2,5
11	0,134	1,7	12	0,118	1,5	14	12	424	300	152,0	1,45	4,2	2,5

Обозначения: L — полная длина пружины; n — число винтов.

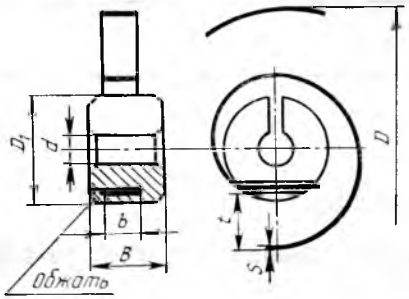
Примеры обозначения

Пружина 2—3 ОСТ 1 12601—76 — пружина спиральная плоская из бронзы БрБ2, противодействующая, с предельным углом закручивания Φ_3=270° (исполнение 2), типоразмера 3 (толщина 0,023 мм, ширина 0,41 мм).

Пружина с колодкой 2—7 ОСТ 1 12600—76 — пружина спиральная с колодкой с сегментным пазом (исполнение 2), типоразмера 7 (из бронзы БрБ2, толщиной 0,045 мм, шириной 0,040 мм, с диаметром посадочного отверстия в колодке 0,9 мм).

Таблица 3.19

Пружины спиральные плоские с колодкой (ОСТ 1 12600—76, исполнение 2)



Из бронзы БрБ2			Из бронзы БрОЦС 4-3			b, мм	$M_{90} \times 10^{-4}$, Н · мм	d, мм	d^*, мм	D_1, мм	B, мм
Типоразмеры	S, мм	R, Ом	Типоразмеры	S, мм	R, Ом						
1*	0,042	1,79	2*	0,046	1,6	0,28	1,80	—	1,3	3	1,2
3; 5*	0,044	1,46	4; 6*	0,048	1,3	0,38	2,20	0,9	1,3	3	1,2
7; 9*	0,045	1,34	8; 10*	0,050	1,2	0,40	2,70	0,9	1,3	3	1,2
11; 13*	0,047	1,22	12; 14*	0,052	1,6	0,42	3,19	0,9	1,3	3	1,2
15; 17*	0,050	1,12	16; 18*	0,056	1,0	0,43	3,69	0,9	1,3	3	1,2
19; 21*	0,052	1,01	20; 22*	0,058	0,9	0,46	4,41	0,9	1,3	3	1,2
23; 25*	0,052	0,89	24; 26*	0,059	0,8	0,51	5,40	0,9	1,3	3	1,2
27; 29*	0,057	0,89	28; 30*	0,064	0,8	0,51	6,38	0,8	1,3	3,5	1,5
33*	0,060	0,78	36*	0,066	0,7	0,52	7,36	0,8	1,3	3,5	1,5
39; 41*	0,062	0,78	40; 42*	0,070	0,7	0,54	8,83	0,8	1,3	3,5	1,5
45; 47*	0,066	0,67	46; 48*	0,073	0,6	0,57	10,79	0,8	1,3	3,5	1,5
51; 53*	0,068	0,66	52; 54*	0,076	0,5	0,60	13,24	0,8	1,3	3,5	1,5
57; 59*	0,070	0,66	58; 60*	0,078	0,5	0,64	15,70	0,8	1,3	3,5	1,5
63	0,082	0,66	64	0,091	0,5	0,70	20,60	1,6	—	3,5	1,5
65	0,086	0,45	66	0,097	0,4	0,76	26,97	1,6	—	3,5	1,5
67	0,092	0,34	68	0,100	0,3	0,80	31,88	1,3	—	3,5	1,5
69	0,095	0,34	70	0,106	0,3	0,85	39,24	2	—	4	2
71	0,102	0,34	72	0,114	0,3	0,90	51,50	2	—	4	2
73	0,105	0,34	74	0,118	0,3	1,0	63,76	2	—	4	2
75	0,110	0,22	76	0,120	0,2	1,1	78,48	1,8	—	4	2
77	0,112	0,22	78	0,126	0,2	1,2	93,20	1,8	—	4	2
79	0,123	0,22	80	0,138	0,2	1,5	107,90	3	—	5,5	3,2
81	0,126	0,22	82	0,141	0,2	1,5	127,50	3	—	5,5	3,2
83	0,140	0,22	84	0,156	0,2	1,5	157,00	3	—	5,5	3,2
85	0,152	0,22	86	0,168	0,2	1,5	196,20	3	—	5,5	3,2
87	0,151	0,22	88	0,168	0,2	1,75	235,40	3	—	5,5	3,2
89	0,159	0,11	90	0,178	0,1	1,75	274,70	3	—	5,5	3,2
91	0,168	0,11	92	0,187	0,1	1,75	318,80	3	—	5,5	3,2
93	0,168	0,11	94	0,188	0,1	2,0	367,90	3	—	5,5	3,2
95	0,174	0,11	96	0,196	0,1	2,0	416,90	3	—	5,5	3,2
97	0,186	0,11	98	0,209	0,1	2,0	515,00	3	—	5,5	3,2
99	0,210	0,11	100	0,234	0,1	2,0	735,80	3	—	5,5	3,2

Примечание. d^* — диаметр отверстия в колодке для типоразмера пружины, отмеченного звездочкой; D, L — см. в табл. 3.20.

Таблица 3.20

Число витков, диаметр и полная длина пружин

Типоразмеры	D, мм	n	L, мм	Типоразмеры	D, мм	n	L, мм
1	8	12	217	63...78	15	12	367
2...60	11	12	283	79...100	20	12	509

3.4. ПРУЖИНЫ ЗАВОДНЫЕ

Пружины заводные спиральные (ТУ 14-4-535—74, ТУ 14-4-764—76) изготовляются из ленты толщиной 0,15...0,50 мм (материал — сплав 40КХНМ по ГОСТ 10994—74). Предназначены для киносъемочных камер, фотоаппаратов, лентопротяжных механизмов и т. д. Крепление концов пружины предусмотрено с помощью штифтов.

Силовые параметры пружин не регламентированы.

Пружины спиральные заводные (ТУ 14-4-1314—85) изготовляются из ленты толщиной 0,15...0,32 мм. Материал — сплав 40КХНМВТЮ (пружины сечением 0,15×1,6 и 0,23×3,5) и сплав 40КХНМ-ВИ (остальные) по ГОСТ 10994—74. Предназначены для изделий специального назначения.

Значения крутящего момента, создаваемого на первом развороте барабана после полного завода, M_1 (не более) и на n (последнем) развороте, M_n (не менее), регламентированы: 15,2...277 Н·мм и 9,2...167 Н·мм соответственно. Пружины крепятся к барабану мечевидной накладкой. Конструкция и размеры пружин и накладок даны в табл. 3.21.

Пример обозначения

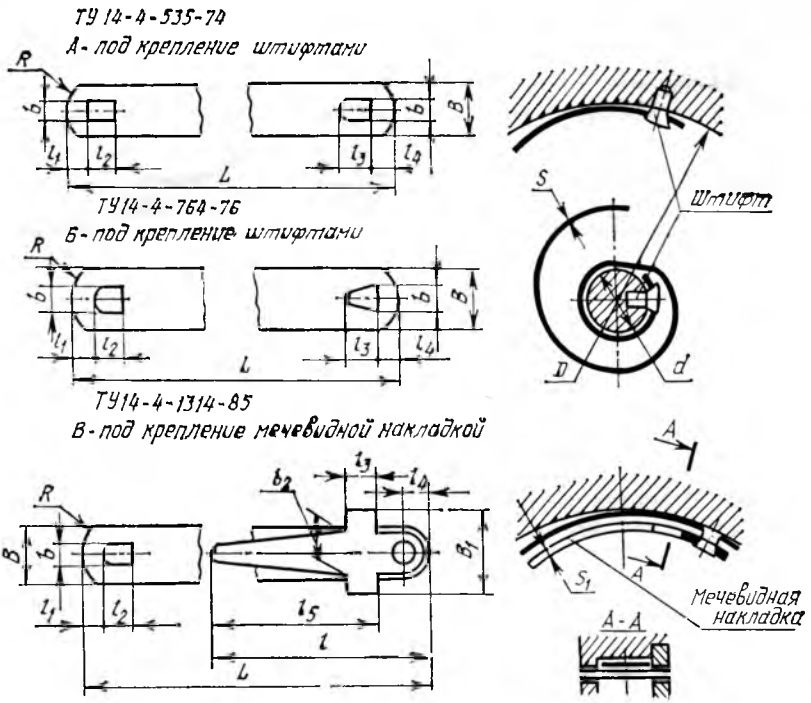
Пружина 0,21×13×1310 ТУ 14-4-764—76 — пружина спиральная заводная под крепление штифтами, толщиной 0,21 мм, шириной 13 мм, полной развернутой длиной 1310 мм.

Пружины заводные для наручных, карманных часов, будильников и секундомеров (ТУ 14-4-559—85) установлены следующих типов: спиральные (в обозначении не указывается) и S-образные (S) с креплением мечевидной (М), фрикционной (Ф) и V-образной (V) накладками.

Изготовляются из ленты. Материал пружин — сплав 40КХНМВТЮ по ГОСТ 10994—74 (лента толщиной 0,070...0,32 мм) и сталь 70С2ХА по ГОСТ 14959—79 (лента толщиной 0,21; 0,25; 0,32 мм).

Установлены предельные значения силовых параметров: крутящего момента при первом развороте барабана после полного завода M_1=3,6...112 Н·мм (не более), при четвертом (третьем) развороте M_n=2,0...60,8 Н·мм (не менее).

Пружины спиральные заводные (ТУ 14-4-535—74, ТУ 14-4-764—76, ТУ 14-4-1314—85)

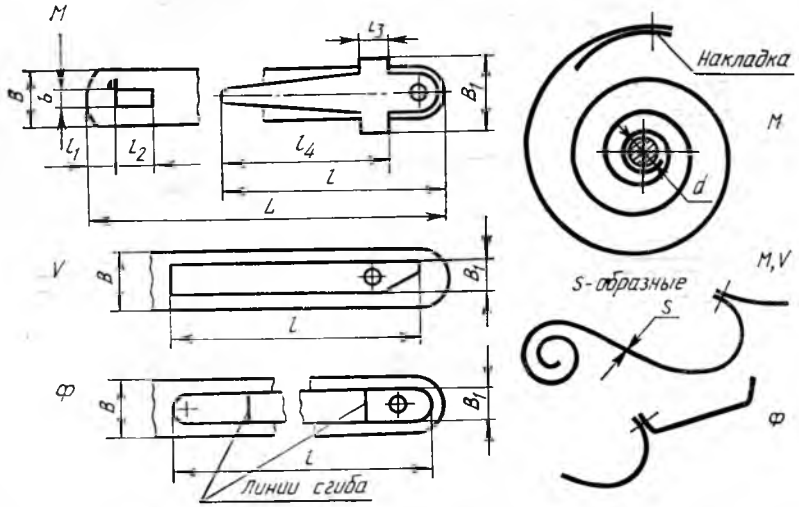


S, мм	B, мм	L, мм	D, мм	d, мм	n	M_{1max}, Н · мм	M_{min}, Н · мм	b, мм	l_1, мм	l_2, мм	l, мм	B_1, мм	l_3, мм	S_1, мм
0,15	1,6	415	12,6	3,6	4	15,2	9,2	0,5	0,6	1,6	10	3,7	1,1	0,17
0,23	3,5	600	19,9	5,9	4	78,0	46	1,1	1,3	2,5	13	5,5	2	0,25
0,23	3,5	600	21,0	7,0	4	74,0	44	1,1	1,3	2,5	13	5,5	2	0,25
0,23	3,5	630	20,7	6,9	4	73,5	44	1,1	1,3	2,5	13	5,5	2	0,25
0,23	6,75	630	20,7	6,9	4	140	78	1,8	2	3	30	8,35	3	0,24
0,23	6,75	1260	27,2	7,0	6	125	78	1,8	2	3	30	8,35	3	0,24
0,30	6,75	800	26,4	10,6	3,5	246	237	1,8	2	3	30	8,35	3	0,24
0,30	6,75	1000	28,4	9,0	5	240	137	1,8	2	3	30	8,35	3	0,24
0,30	6,75	1100	31,0	10,5	5	255	132	132	2	3	30	8,35	3	0,24
0,30	11,0	1100	32,0	10,5	5	387	211	2,5	3	4	30	13,2	3	0,24
0,32	6,75	785	26,2	10,0	3,5	294	147	1,8	2	3	30	8,35	3	0,24
0,32	6,75	900	28,0	9,0	4	277	167	1,8	2	3	30	8,35	3	0,24

Примечание. $l_4 \approx l_1$.

Таблица 3.22

Пружины спиральные заводные часовых механизмов (ТУ 14-4-559—85)



S, мм	B, мм	L, мм	D, мм	d, мм	$M_{п1}$, Н·мм	$M_{п4}$, Н·мм	b, мм	l_1, мм	l_2, мм	Накладка				
										тип	B_1, мм	l, мм	l_3, мм	l_4, мм
Пружины S-образные														
0,075	1,25	205	6,35	2,0	3,6	2,2	0,45	0,5	1,2	М	1,6	5,5	0,75	3,5
0,075	1,40	200	6,07	1,7	3,9	2,5	0,5	0,5	1,6	М	1,8	4,2	0,6	2,8
0,085	1,55	235	7,20	2,0	5,9	3,3	0,45	0,4	1,2	V	1,25	3,4	—	—
0,093	1,30	220	7,36	2,0	5,7	3,3	0,45	0,4	1,2	М	1,7	5,8	0,7	3,8
0,100	1,16	240	7,95	2,3	7,1	4,1	0,5	0,5	1,6	Ф	1,1	21	—	—
0,110	1,20	265	8,30	2,6	7,8	4,8	0,45	0,6	1,2	М	1,66	8	0,8	4
0,110	1,30	300	9,86	2,85	7,3	5,4	0,5	0,6	1,6	М	1,7	7,5	1	5
0,120	1,80	265	9,30	2,6	8,3	5,3	0,45	0,6	1,2	Ф	1,15	27	—	—
0,120	1,30	330	9,86	2,85	8,4	5,4	0,45	0,5	1,2	V	1,1	7,5	—	—
0,120	1,50	335	10,45	3,2	9,3	5,9	0,5	0,6	1,6	М	2,1	8	1	5
0,120	1,80	480	12,40	3,4	10,4	6,9	0,5	0,8	1,6	М	2,45	9,2	1,2	5,8
0,130	1,20	310	10,50	2,75	9,8	6,1	0,45	0,6	1,2	Ф	1,15	30	—	—
0,150	1,60	415	12,60	3,6	16,5	10,4	0,5	0,7	1,6	М	2,15	10	1,1	6,2
Пружины спиральные														
0,080	1,85	330	8,15	2,4	4,4	2,7	0,8	0,6	2	М	2,3	7,5	0,8	5
0,098	1,16	230	7,95	2,3	5,4	3,3	0,33	0,6	1,1	М	1,6	6,5	0,8	4
0,120	1,50	335	10,45	3,2	8,8	5,9	0,5	0,6	1,6	М	2,1	8	1	5
0,160	1,90	410	13,5	4,5	—	16,2*	0,6	0,8	1,6	М	2,5	10	1,1	6,2
0,190	1,50	400	15,0	5,0	24,5	12,7	0,55	0,8	1,9	М	2,3	11	1,2	7
0,220	1,60	420	16,9	5,4	—	15,7	0,55	0,8	1,9	М	3,35	11,5	1,2	7,5
0,240	3,50	600	16,0	5,9	80,4	16,7*	1,1	1,3	2,5	М	4,42	13	1,5	8
0,250	1,60	420	16,0	5,4	—	18,5*	0,6	0,8	1,9	М	2,35	11,5	1,2	7,5
0,320	2,80	50	21,0	7,2	112	60,8*	0,9	1,1	2,2	М	3,9	13	2	8

Примечание. Ряд типоразмеров, предусмотренных ТУ 14-4-559—85, в таблице не указан.

* Момент на третьем развороте барабана.

Пружины заводные для крупногабаритных часов (ТУ 14-4-629—75) с шарнирным или штифтовым креплением наружного конца, работающие с барабаном и без него, выпускаются из ленты толщиной 0,18...0,33 мм, материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 или 70С2ХА по ГОСТ 14959—79, допускается изготовление пружин из сплава 40КХНМ по ГОСТ 10994—74 (кроме пружин с шарнирным креплением наружного конца).

Значения силовых параметров на первом и n-м развороте установлены от 250 Н·мм до 370 Н·мм и от 140 Н·мм до 320 Н·мм соответственно.

Пружины предназначены для привода часовых механизмов, но могут быть использованы в других приборах.

Конструкция и размеры некоторых пружин даны в табл. 3.22.

Примеры обозначения

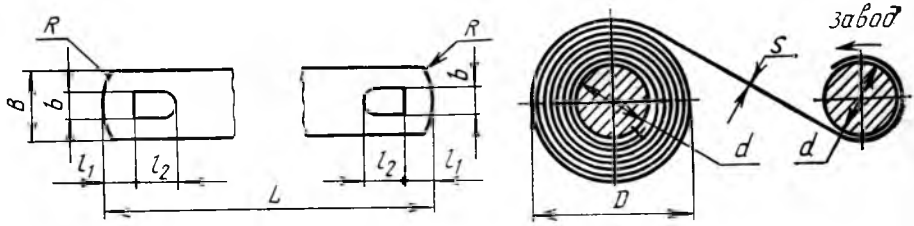
Пружина S — 0,075×1,40×200 М ТУ 14-4-559—85 — пружина заводная спиральная для часовых механизмов S-образная толщиной 0,075 мм, шириной 1,40 мм полной развернутой длиной 200 мм с мечевидной накладкой.

Пружина 0,26×7,5×250 ТУ 14-4-629—75 — то же, спиральная, толщиной 0,26 мм, шириной 7,5 мм, длиной 1250 мм, без накладок.

Пружины рулонные предварительно напряженные (ТУ 14-4-1356—85), негаторы, изготовляются из ленты толщиной 0,050... 0,240 мм, материал — сплав 40КХНМ по ГОСТ 10994—74.

Таблица 3.23

Пружины рулонные предварительно напряженные (ТУ 14-4-1356—85)



S, мм	B, мм	L, мм	d, мм	D, мм	Число витков	M (Н · мм) при заводе	M (Н · мм) при спуске
0,050	4	1000	11,4	26,5	6...20	12,7...19,6	3,6...5,1
0,075	5	5600	20	26,5	5...55	16,7...23,0	12,3...10,1
0,075	6	5600	20	26,5	5...55	25,5...35,3	15,7...22,5
0,075	10	1620	20	16,3	1...15	24,5...38,7	24,5...34,8
0,075	10	5600	20	26,5	5...55	24,5...38,7	23,5...38,2
0,075	10	6500	20	34,5	5...60	24,5...38,7	23,5...38,2
0,240	11	1100	40	52,5	5...55	23,5...38,2	24,5...38,2

Примечание. Крепление концов пружины не регламентировано.

Число оборотов рабочего валика (рабочий ход) — 14...55 в зависимости от типоразмера пружины, крутящие моменты при заводе $M_з$ — от 12,7...19,6 Н·мм до 24,5...38,7 Н·мм и при спуске $M_{сп}$ — от 3,6...5,1 Н·мм до 24,5...38,2 Н·мм в пределах рабочего хода.

Размеры и параметры таких пружин даны в табл. 3.23.

Пример обозначения

Пружина 0,075×10×1620 ТУ 14-4-1356—85 — пружина рулонная предварительно напряженная, толщиной 0,075 мм, шириной 10 мм, полной развернутой длиной 1620 мм.

4.1. ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

4.1.1. Цилиндрические передачи *

Исходный контур цилиндрических зубчатых колес средних модулей (ГОСТ 13755—81). Основными параметрами исходного контура (рис. 4.1) являются: угол профиля $\alpha=20°$; глубина захода пары исходных контуров $h_w=2m$; радиус кривизны переходной кривой $\rho_f \leqslant 0{,}38m$; радиальный зазор пары исходных контуров $c=0{,}25m$; коэффициент высоты головки $h_a^*=1{,}0$; коэффициент высоты ножки $h_f^*=h_f^*+c^*$; коэффициент граничной высоты $h_a^*=2h_a^*$; коэффициент глубины захода зубьев в паре исходных контуров $h_w^*=2h_a^*$.

Для улучшения работоспособности тяжелонагруженных и высокоскоростных цилиндрических зубчатых передач внешнего зацепления рекомендуется применять исходный контур с модификацией профиля головки зуба (при этом линия модификации — прямая, коэффициент высоты модификации h_g^* должен быть не более 0,45, а коэффициент глубины модификации Δ^* — не более 0,02).

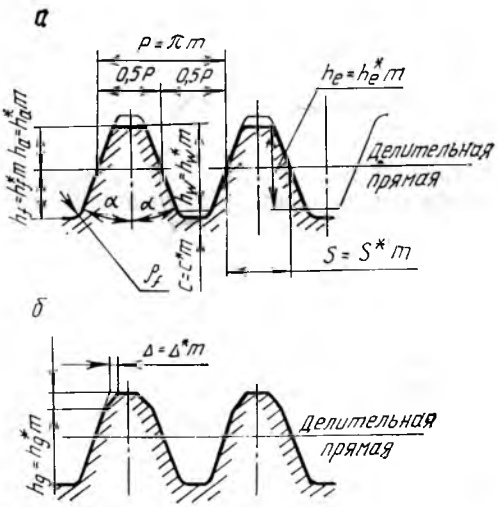


Рис. 4.1. Исходный контур цилиндрических зубчатых колес по ГОСТ 13755—81 без модификации (*а*), колес с модификацией профиля головки зуба (*б*)

* Термины и обозначения установлены ГОСТ 16530—83 и ГОСТ 16531—83.

Исходный контур с модификацией профиля головки зуба рекомендуется применять, когда окружная скорость колес превышает указанную в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Предельная окружная скорость колес с немодифицированным контуром, м/с

Тип колес	Степень точности колеса (ГОСТ 1643—81)		
	6	7	8
Прямозубые	10	6	4
Косозубые	16	10	6

Исходный контур для цилиндрических мелкомодульных колес (модули до 1 мм) регламентирован ГОСТ 9587—81.

Стандарты на исходный контур распространяются также на конические зубчатые колеса с прямыми зубьями. Модули, диаметры колес и степени точности ограничены.

Коэффициент радиального зазора в паре исходных контуров 0,25...0,40.

Профиль исходного контура для цилиндрических зубчатых колес прямолинейный, для конических принимается прямолинейным в пределах граничной высоты h_l^*.

Впадина ниже граничной высоты h_l^* может быть образована либо одной дугой окружности, либо двумя дугами и сопряженной прямой или другими переходными кривыми. При $h_a^* = 1$ и $c^* = 0{,}3$ переходная кривая может выполняться по одной дуге с радиусом $\rho_f = 0{,}44m$, при $h_a^* = 1$ и $c^* = 0{,}25$ — двумя дугами радиусом $\rho_f = 0{,}38m$ и сопряженной прямой.

Коэффициент высоты головки $h_a^* = 1{,}1$ относится только к цилиндрическим зубчатым колесам. Коэффициент граничной высоты h_l^* при коэффициенте высоты головки $h_a^* = 1{,}0$ может быть равен 2,1.

Модули (ГОСТ 9563—60). Стандарт распространяется на эвольвентные цилиндрические зубчатые колеса и конические зубчатые колеса с прямыми зубьями и устанавливает значения нормальных модулей (для цилиндрических колес), значения внешних окружных делительных модулей (для конических колес).

Числовые значения модулей приведены в табл. 4.2.

Коррегированными называются зубчатые передачи (колеса), полученные за счет изменения параметров исходного контура или его смещения. Различают: высотную коррекцию — изменение высотных параметров контура h_a^*, h_f^*; угловую — изменение углового параметра контура α; тангенциальную — изменение параметра толщины зуба s^*; коррекцию смещением — изменение положения производящей рейки в станочном зацеплении (кроме смещений, необходимых для получения требуемых зазоров в передаче).

Таблица 4.2

Стандартные модули

1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд
0,05	—	0,25	—	1,25	—
—	0,055	—	0,28	—	1,375
0,06	—	0,3	—	1,5	—
—	0,07	—	0,35	—	1,75
0,08	—	0,4	—	2	—
—	0,09	—	0,45	—	2,25
0,1	—	0,5	—	2,5	—
—	0,11	—	0,55	—	2,75
0,12	—	0,6	—	3	—
—	0,14	—	0,7	—	3,5
0,15	—	0,8	—	4	—
—	0,18	—	0,9	—	4,5
0,2	—	1	—	5	—
—	0,22	—	1,125	—	5,5

Примечание. При выборе модулей ряд 1 следует предпочитать ряду 2.

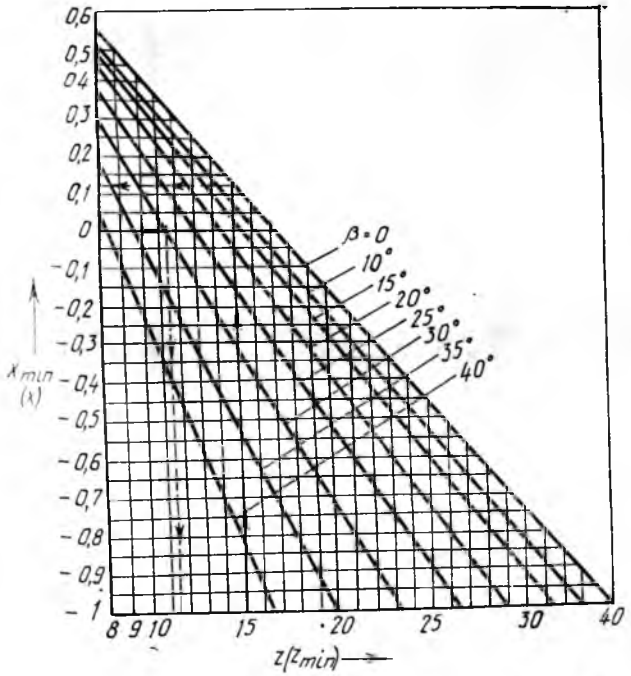


Рис. 4.2. График для определения величины x_{min} в зависимости от z и β или z_{min} от x и β ($\alpha=20^0$; $h_l^*-h_a^*=1$): $x_{min}=h_l^*-h_a^*-[z\sin^2\alpha_t/(2\cos\beta)]$, $z_{min}=[2(h_l^*-h_a-x)\times\cos\beta]/\sin^2\alpha_t$
(округляется до ближайшего большего целого числа)

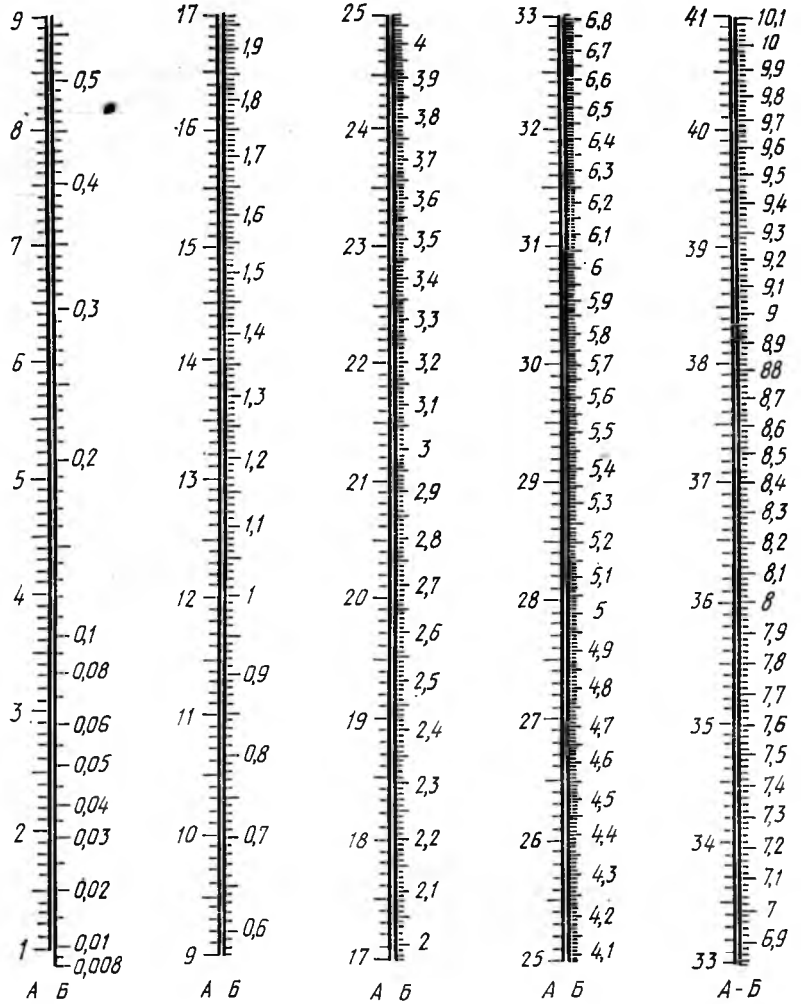


Рис. 4.3. Номограмма для определения вспомогательной величины Б при заданном межосевом расстоянии α_w ($\alpha=20^0$; $a_w>a$): $Б=500(\text{inv}\gamma-\text{inv}\alpha)/\text{tg}\alpha-А$, где $\cos\gamma=500\cos\alpha/(А+500)$

Коррекция смещением не требует применения инструмента с нестандартным профилем, при этом значительно улучшается прочность и надежность передач. Рекомендуется стандартом для всех передач, кроме тех, в которых применение такой коррекции невозможно (например, передачи со сменными колесами, коробки скоростей и т. п.).

Смещение характеризуется расстоянием от делительной прямой, производящей рейки, до делительной окружности колеса ($X=xm$) и может быть положительным ($x>0$), нулевым ($x=0$) и отрицательным ($x<0$).

Рекомендации по выбору коэффициентов смещения колес передачи (x_1 и x_2) могут быть приняты по приложениям к ГОСТ 16532—70 (внешнее зацепление) и ГОСТ 19274—73 (внутреннее зацепление).

Методика расчета основных размеров колес и передач приведена в табл. 4.3—4.5, графики и номограммы к ней — на рис. 4.2—4.9. Рекомендации по назначению коэффициентов смещения даны в табл. 4.6—4.10.

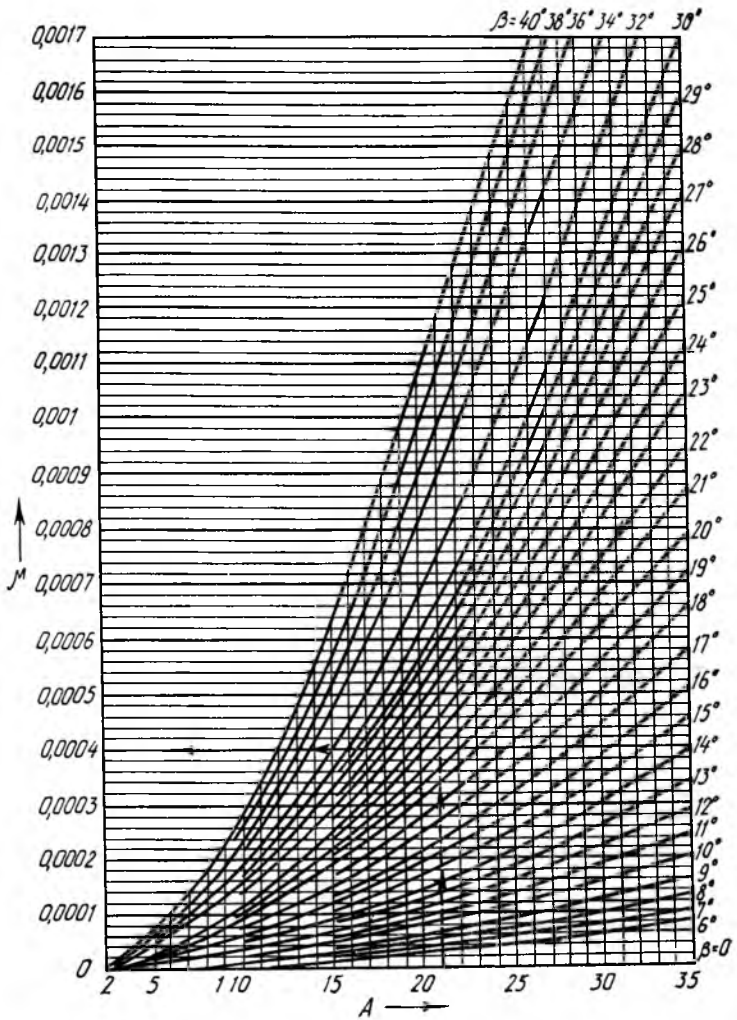
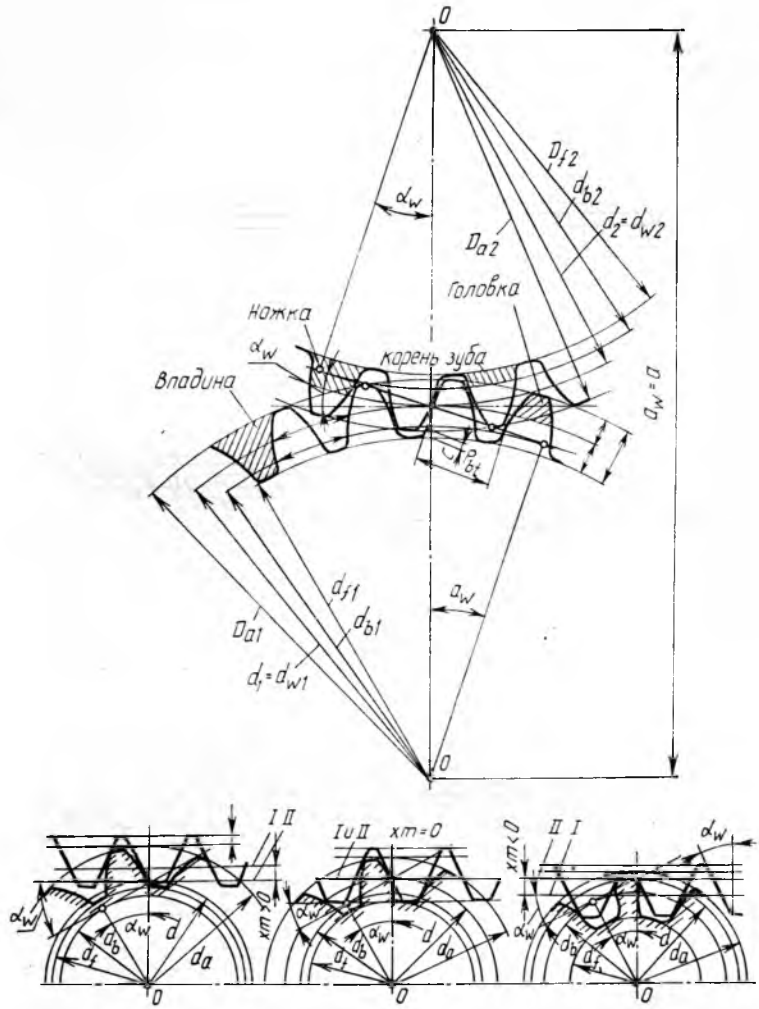


Рис. 4.4. График для определения вспомогательной величины μ в зависимости от A и β ($\alpha=20^0$): $\mu=(\text{inv}\alpha_w-\text{inv}\alpha)/(2\text{tg}\alpha)-\text{inv}\alpha_{tw}-\text{inv}\alpha_t)/(2\text{tg}\alpha_t)$, где $\cos\alpha_w=\cos\alpha/(1+A/500)$; $\cos\alpha_{tw}=\cos\alpha_t/(1+A/500)$

Таблица 4.3

Расчет диаметров зубчатых колес



Наименование параметра	Обозначение	Формулы для расчета
1	2	3
Расчет диаметров зубчатых колес		
Делительный диаметр		
шестерни	d_1	$d_1 = \dfrac{z_1 m}{\cos\beta}$
колеса	d_2	$d_2 = \dfrac{z_2 m}{\cos\beta}$

1	2	3
Передаточное отношение	u	$u = \frac{z_2}{z_1}$
Начальный диаметр		
шестерни	d_{w1}	$d_{w1} = \frac{2a_w}{u+1}$
колеса	d_{w2}	$d_{w2} = \frac{2a_w u}{u+1}$
Коэффициент воспринимаемого смещения	y	$y = \frac{a_w - a}{m}$
Коэффициент уравнительного смещения	Δy	$\Delta y = x_\Sigma - y$
Диаметр вершин зубьев		
шестерни	d_{a1}	$d_{a1} = d_1 + 2\left(h_a^* + x_1 - \Delta y\right) m$
колеса	d_{a2}	$d_{a2} = d_2 + 2\left(h_a^* + x_2 - \Delta y\right) m$
Диаметр впадин		
шестерни	d_{f1}	$d_{f1} = d_1 - 2\left(h_a^* + c^* - x_1\right) m$
колеса	d_{f2}	$d_{f2} = d_2 - 2\left(h_a^* + c^* - x_2\right) m$

Примечания: 1. Для прямозубых передач $\beta = 0°$, тогда $a = 0{,}5\,(z_1 + z_2)\,m$, $\alpha_t = \alpha$, $d = zm$.

2. При $a = a_w$ $\alpha_w = \alpha_t$, $x_\Sigma = 0$, $d_w = d$, $y = 0$ и $\Delta y = 0$.

3. При $x_\Sigma = 0$ $\alpha_{tw} = \alpha_t$, $a_w = a$, $d_w = d$, $y = 0$ и $\Delta y = 0$.

4. В обоснованных случаях допускается изменение диаметра вершин зубьев.

5. Размеры диаметра впадин справочные.

Таблица 4.4

Расчет межосевого расстояния a_w при заданных коэффициентах смещения x_1 и x_2

Параметр		Формулы для расчета и указания
наименование	обозначение	
1	2	3
Коэффициент суммы смещений	x_Σ	$x_\Sigma = x_1 + x_2$
Вспомогательная величина	B	$B = \frac{1000 x_\Sigma \cos\beta}{z_1 + z_2}$
	Γ	Определяется по номограмме на рис 4.5
	ν	Определяется по графику на рис. 4.6. Если $\beta = 0$, $\nu = 0$

1	2	3
Коэффициент уравнительного смещения	Δy	$\Delta y = \left(\frac{\Gamma}{1000} - \nu\right)\frac{z_1 + z_2}{\cos\beta}$
Коэффициент воспринимаемого смещения	y	$y = x_\Sigma - \Delta y$
Межосевое расстояние	a_w	$a_w = \left(\frac{z_1 + z_2}{2\cos\beta} + y\right)m$

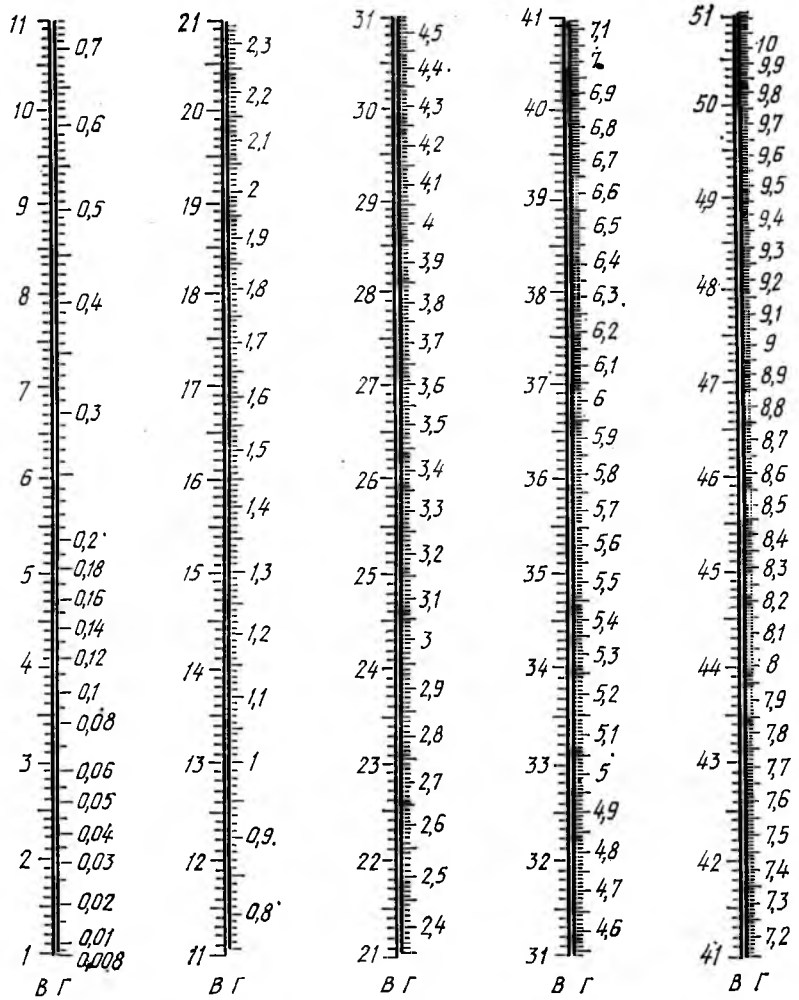


Рис. 4.5. Номограмма для определения вспомогательной величины Г при заданном коэффициенте суммы смещений x_Σ ($\alpha = 20^0$; $x_\Sigma > 0$): $\Gamma = B - 500(\cos\alpha/\cos\gamma - 1)$, где $\text{inv}\gamma = B\text{tg}\alpha/500 + \text{inv}\alpha$

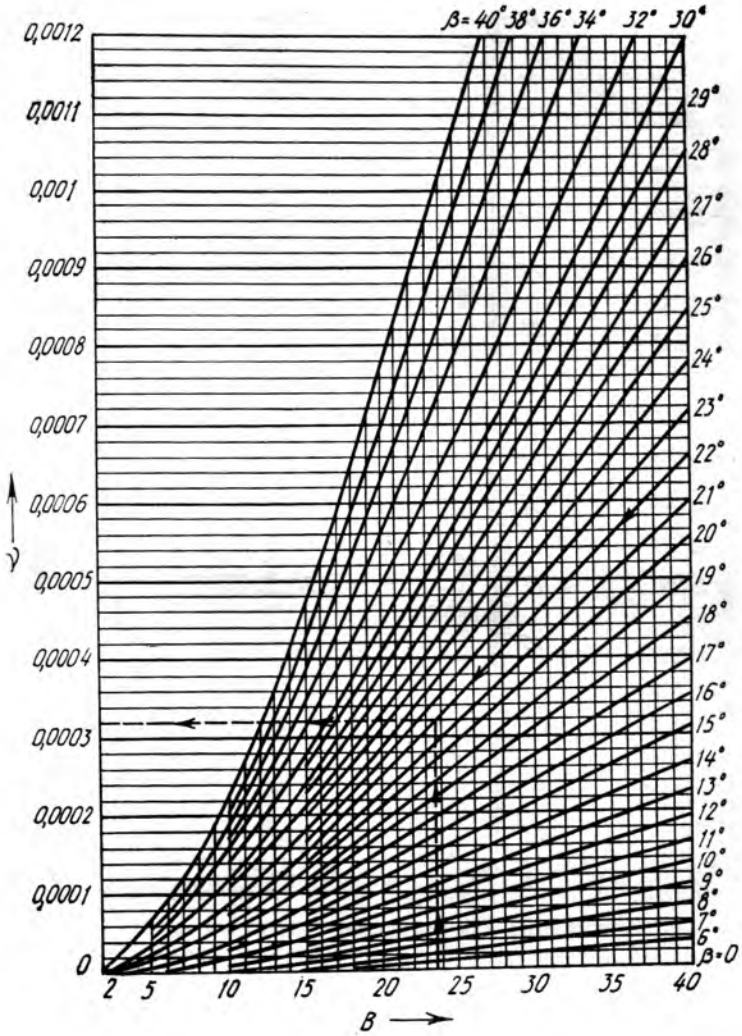


Рис. 4.6. График для определения вспомогательной величины ν в зависимости от B и β ($a=20^0$) : $x_\Sigma = 0{,}5(\cos\alpha_t/\cos\alpha_{tw} - \cos\alpha/\cos\alpha_w)$, где $\text{inv}\alpha_{tw} = B\text{tg}\alpha_t/500 + \text{inv}\alpha_t$; $\text{inv}\alpha_w = B\text{tg}\alpha/500 + \text{inv}\alpha$

Исходными данными для расчета являются: число зубьев шестерни z_1 и колеса z_2, модуль m, угол наклона β. Межосевое расстояние a_w входит в состав исходных данных, если его значение задано. Коэффициенты смещения x_1 и x_2 входят в состав исходных данных, если значение межосевого расстояния a_w не задано.

Передача винтовыми колесами. Применяется при перекрещивающихся валах. Осуществляется косозубыми цилиндрическими

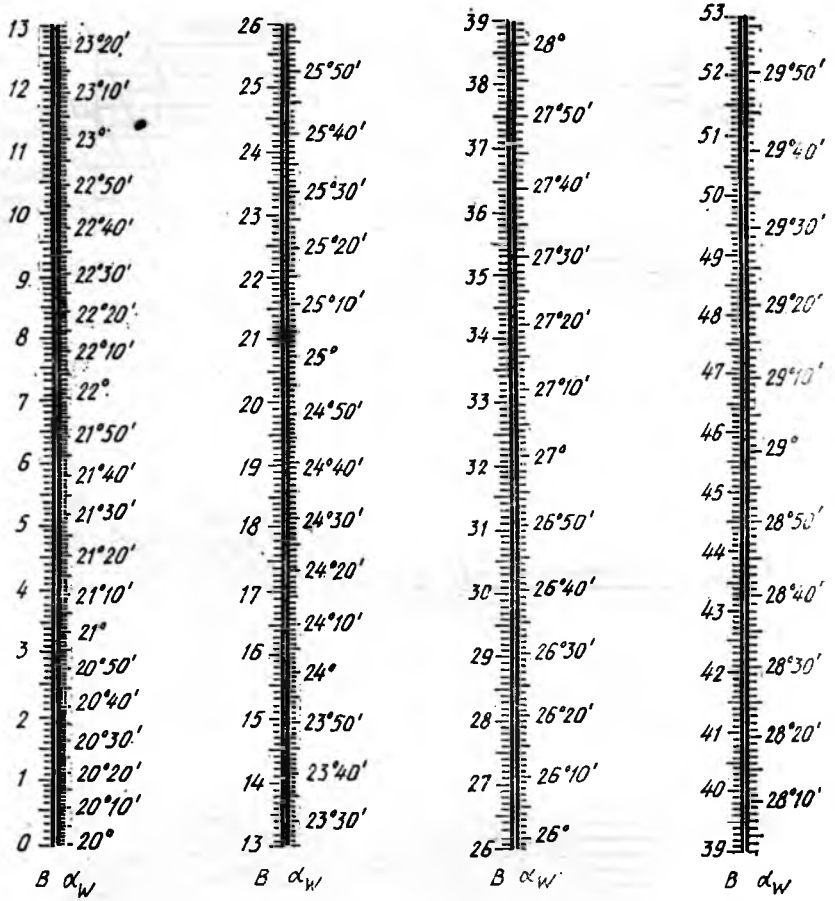


Рис. 4.7. Номограмма для определения величины α_w в зависимости от x_Σ и z_1+z_2 ($\alpha=20^0$; $x_\Sigma>0$): $\text{inv}\alpha_w=\text{Btg}\alpha/500+\text{inv}\alpha$

Таблица 4.5

Расчет угла зацепления прямозубой передачи α_w и угла профиля α_t

Параметр		Формулы для расчета и указания
наименование	обозначение	
Вспомогательная величина	B	$B=\dfrac{1000x_\Sigma}{z_1+z_2}$
Угол зацепления прямозубой передачи	α_w	Определяется по номограмме на рис. 4.7
Угол профиля	α_t	Определяется по номограмме на рис. 4.8 Если $\beta=0$, $\alpha_t=\alpha$

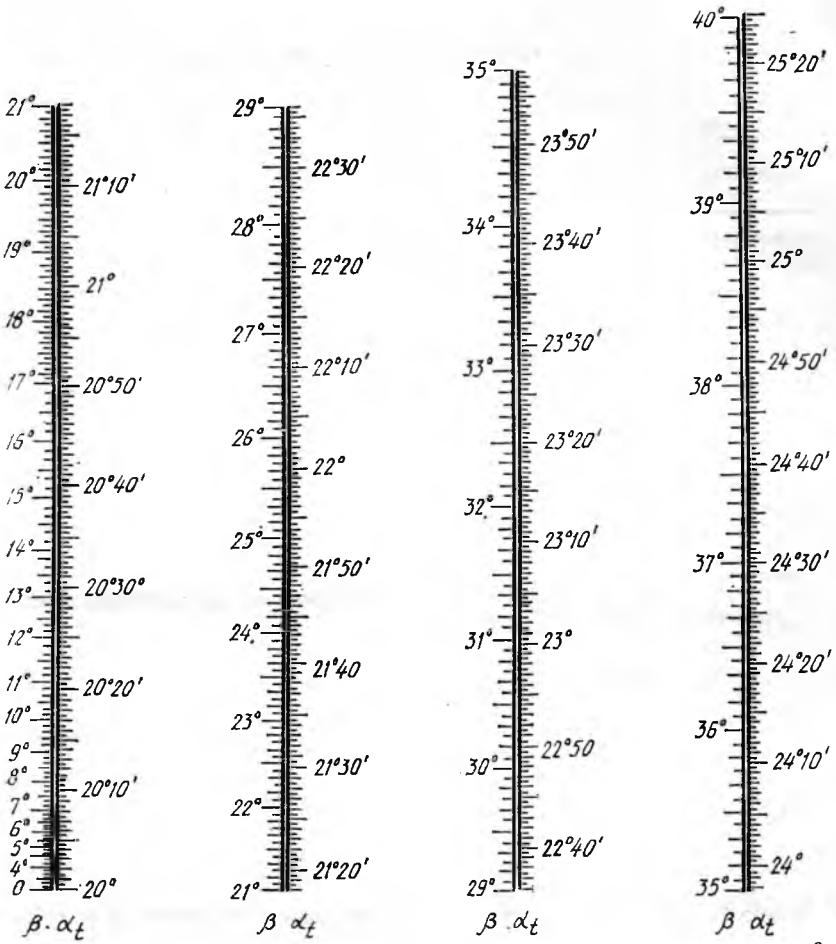


Рис. 4.8. Номограмма для определения величины α_t в зависимости от β ($\alpha=20^0$)

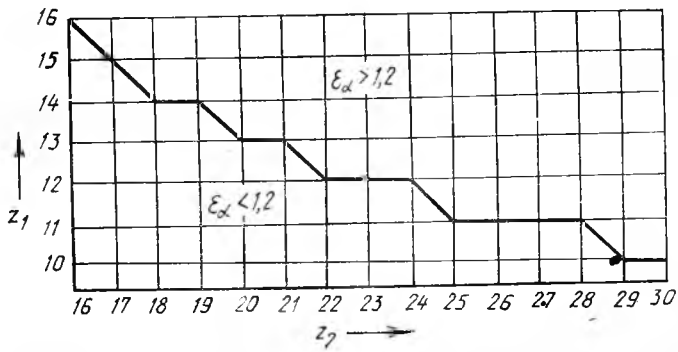


Рис. 4.9. График для определения нижнего предельного значения z_1 в зависимости от z_2, при которых $\varepsilon_\alpha = 1{,}2 (x_1 = x_2 = 0{,}5)$

Таблица 4.6

Расчет коэффициента суммы смещений x_Σ при заданном межосевом расстоянии a_w

Параметр: наименование	Параметр: обозначение	Расчетные формулы и указания
Коэффициент воспринимаемого смещения	y	$y = \frac{a_w}{m} - \frac{z_1 + z_2}{2\cos\beta}$
Вспомогательная величина	A	$A = \frac{1000y\cos\beta}{z_1 + z_2}$
	$Б$	Определяется по номограмме на рис. 4.3
	μ	Определяется по графику на рис. 4.4. Если $\beta = 0$, то $\mu = 0$
Коэффициент уравнительного смещения	Δy	$\Delta y = \left(\frac{Б}{1000} - \mu\right)\frac{z_1 + z_2}{\cos\beta}$
Коэффициент суммы смещений	x_Σ	$x_\Sigma = y + \Delta y$

Примечание. Коэффициент суммы смещений на составляющие рекомендуется разбивать по табл. 4.7 и 4.8.

Таблица 4.7

Разбивка коэффициента суммы смещения x_Σ для прямозубой передачи на составляющие x_1 и x_2

Коэффициент суммы смещений x_Σ	Коэффициент смещения: x_1 для шестерни	Коэффициент смещения: x_2 для колеса	Функциональное назначение передачи	Выбор числа зубьев
$0 < x_\Sigma \leqslant 0{,}5$	x_Σ	0	Кинематические	$z_1 > z_{min}$, но не менее 10 и $z_2 \geqslant 17$. z_{min} определяется по графику на рис. 4.9. $x = x_1 = x_\Sigma$
			Силовые	$z_1 \geqslant z_{1min} + 2$ и $z_2 \geqslant 21$. z_{1min} определяется по графику на рис. 4.9. $x = x_1 = x_\Sigma$
$0{,}5 < x_\Sigma \leqslant 1$	$0{,}5$	$x_\Sigma - 0{,}5$	Кинематические	$z_1 > 10$ и $z_2 \geqslant z_{2min}$. z_{2min} определяется по графику на рис. 4.9. $x = x_2 = x_\Sigma - 0{,}5$
			Силовые	$z_1 \geqslant 11$ и $z_2 \geqslant z_{2min} + 2$. z_{2min} определяется по графику на рис. 4.9. $x = x_2 = x_\Sigma - 0{,}5$

Примечания: 1. При заданном межосевом расстоянии a_w требуемое значение коэффициента суммы смещений x_Σ можно получить за счет изменения числа зубьев z_1 или z_2, если это изменение допускается.

2. При $0{,}3 < x_\Sigma < 0{,}7$ и $u < 2$ наибольшая скорость скольжения в зацеплении будет большей, чем в передаче без смещения.

3. При $u = 1$ рекомендуется $x_1 = x_2 = 0{,}5x_\Sigma$.

Таблица 4.8

Разбивка коэффициента суммы смещения x_Σ для косозубой или шевронной передач на составляющие x_1 и x_2

Коэффициент суммы смещения	Коэффициент смещения		Функциональное назначение передачи	Выбор числа зубьев
	x_1 для шестерни	x_2 для колеса		
$0<x_\Sigma\leqslant 0{,}5$	x_Σ	0	Кинематические	$z_1 \geqslant z_{1\min}$, но не менее 10 и $z_2 \geqslant z_{2\min}$. $z_{1\min}$ определяется по графику на рис. 4.9. $x = x_1 = x_\Sigma$
			Силовые	$z_1 \geqslant z_{1\min} + 2$, но не менее 10 и $z_2 \geqslant z_{2\min} + 2$. Определяется по графику на рис. 4.9. $x = x_1 = x_\Sigma$. $z_{\min}$ определяется по номограмме (рис. 4.9)
				Рекомендация не распространяется на передачи, у которых при твердости поверхностей зубьев колеса до 320 НВ твердость поверхностей зубьев шестерни превосходит ее более чем на 70 НВ

Примечания: 1. При заданном межосевом расстоянии a_w требуемое значение коэффициента суммы смещений x_Σ можно получить за счет изменения числа зубьев z_1 или z_2, угла наклона β, если эти изменения допускаются.

2. При $x_\Sigma > 0{,}3$ и $u < 2$ наибольшая скорость скольжения зубьев в зацеплении будет большей, чем в передаче без смещения.

3. При $u = 1$ рекомендуется $x_1 = x_2 = 0{,}5x_\Sigma$.

колесами. При угле скрещивания $\Sigma = 90°$ одно из колес может быть прямозубым.

Если оси колес скрещиваются под углом, не равным 90° (рис. 4.10 *а — д*), при нереверсивном вращении угол наклона зубьев β_1 ведущего колеса должен быть больше угла наклона β_2 ведомого колеса. При реверсивном вращении направление зубьев одноименное и углы наклона зубьев равны. Угол скрещивания Σ в зависимости от направления зубьев ведущего и ведомого колес определяется по формулам $\Sigma = \beta_1$; $\beta_2 = 0$ (ведущее колесо косозубое, ведомое прямозубое, рис. 4.10, *а, б*); $\Sigma = \beta_1 + \beta_2$ (направление зубьев обоих колес одноименное, рис. 4.10, *в, г, е*); $\Sigma = \beta_1 - \beta_2$ (направление зубьев разноименное, рис. 4.10, *д*).

Коэффициент полезного действия передачи зависит от соотношения углов β_1 и β_2:

$$\eta = \frac{1 - \mu \operatorname{tg} \beta_2}{1 + \mu \operatorname{tg} \beta_1},$$

где μ — коэффициент трения скольжения боковых поверхностей зубьев.

Таблица 4.9

Рекомендации по выбору коэффициентов смещения для зубчатых колес прямозубой передачи

Коэффициент смещения		Исходные данные	Выбор числа зубьев
x_1 для шестерни	x_2 для колеса		
		Кинематические передачи	
0	0	Межосевое расстояние a_w задано равным $0{,}5\,(z_1 + z_2)\,m$ или не задано	$z_1 \geqslant 17$
0,3	—0,3		$12 \leqslant z_1 \leqslant 16$ и $z_2 \geqslant 22$
		Силовые передачи	
0	0	Межосевое расстояние a_w задано равным $0{,}5\,(z_1 + z_2)\,m$	$z_1 \geqslant 21$
0,3	—0,3		$14 \leqslant z_1 \leqslant 20$ и $u \geqslant 3{,}4$
0	0	Межосевое расстояние a_w не задано	$z_1 > 30$, $z_2 > 20$, если модификация головки обязательна и ее параметры, определяемые по ГОСТ 13755—81, должны быть оптимальными
0,5	—0,5		$10 \leqslant z_1 \leqslant 30$ В пределах $10 \leqslant z_1 \leqslant 16$ нижнее предельное значение z_1 определяется по графику на рис. 4.9

Таблица 4.10

Рекомендации по выбору коэффициентов смещения для зубчатых колес косозубой и шевронной передач

Коэффициент смещения		Исходные данные	Выбор числа зубьев
x_1 для шестерни	x_2 для колеса		
		Кинематические передачи	
0	0	Межосевое расстояние a_w задано равным $[(z_1 + z_2)\,m]/(2\cos\beta)$ или не задано	$z_1 \geqslant z_{\min}$. $z_{\min}$ определяется по номограмме (рис. 4.9)
0,3	—0,3		$z_1 \geqslant z_{1\min}$, но не менее 10 и $z_2 \geqslant z_{2\min}$. $z_{1\min}$ и $z_{2\min}$ определяются по графику на рис. 4.9. $x = x_1 = 0{,}3$ и $x = x_2 = -0{,}3$
		Силовые передачи	
0	0	Межосевое расстояние a_w задано равным $[(z_1 + z_2)\,m]/(2\cos\beta)$ или не задано	$z_1 \geqslant z_{\min} + 2$. $z_{\min}$ определяется по номограмме на рис. 4.9.
0,3	—0,3		$z_1 \geqslant z_{\min} + 2$, но не менее 10 и $u \geqslant 3{,}5$. $x = x_1 = 0{,}3$ Рекомендация не распространяется на передачи, у которых при твердости поверхностей зубьев колеса до 320 НВ твердость поверхностей зубьев шестерни превосходит ее более чем на 70 НВ

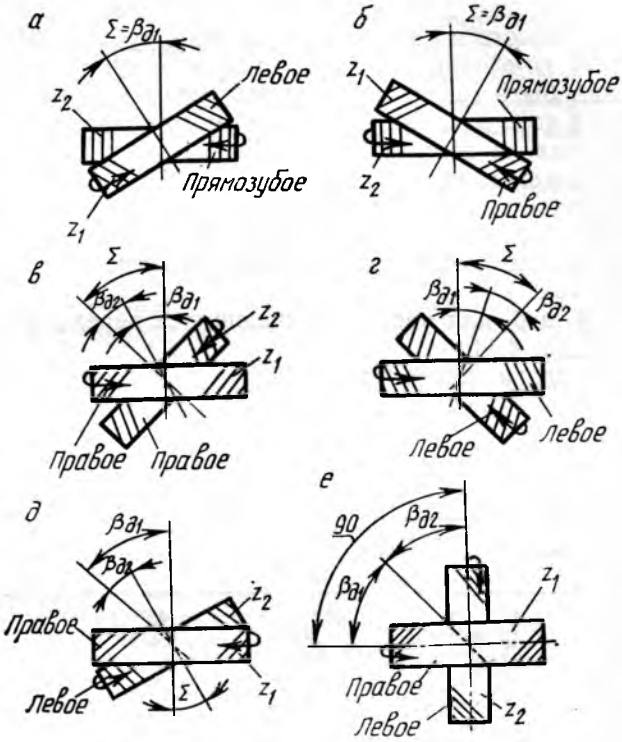


Рис. 4.10. Винтовые цилиндрические передачи.

При заданном значении Σ, если нет других ограничений, рекомендуется выбирать значения β_1 и β_2, обеспечивающие наибольший КПД передачи:

$$\beta_1 = \frac{\Sigma}{2} + \frac{1}{2}\operatorname{arctg}\mu \approx \frac{\Sigma}{2} + 3°;$$

$$\beta_2 = \frac{\Sigma}{2} - \frac{1}{2}\operatorname{arctg}\mu \approx \frac{\Sigma}{2} - 3°.$$

При заданном соотношении диаметров $d_1/d_2 = k$ углы β_1 и β_2 определяются следующим образом:

$$\operatorname{tg}\beta_1 = \frac{ku - \cos\Sigma}{ku - \sin\Sigma}; \quad \operatorname{tg}\beta_2 = \frac{1 - ku\cos\Sigma}{ku\sin\Sigma},$$

где $u = z_2/z_1$.

Если заданы значения Σ, m_n, u, a, число зубьев z_1 и z_2 выбирают так, чтобы $z_2/z_1 = u$, после чего определяют β_1 и β_2 из следующих уравнений:

$$\frac{z_1 m_n}{\cos\beta_1} + \frac{z_2 m_n}{\cos\beta_2} = 2a, \quad \beta_1 + \beta_2 = \Sigma.$$

Их решение может дать две комбинации диаметров и углов наклона (одинакового и разного направления зубьев). При выборе целесообразной комбинации следует иметь в виду, что направление зубьев должно быть согласовано с требуемым направлением вращения колеса, а угол наклона зубьев ведомого колеса во избежание его заклинивания не должен быть слишком велик. Угол $\beta_2 > 60°$ применять нежелательно.

Если оси колес скрещиваются под углом 90° (рис. 4.10, *е*), при нереверсивном вращении $\beta_1 > \beta_2$, а при реверсивном $\beta_1 = \beta_2 = 45°$.

В случае, когда направление зубьев одноименное, при $d_1 = d_2 \cos\beta_1/(\cos\beta_2) = u$.

Значения β_1 и β_2 для часто встречающихся передаточных чисел приведены в табл. 4.11.

Расчет передачи проводят в следующем порядке: выбирают числа зубьев z_1 и z_2 так, чтобы $z_1/z_2 = u$; определяют углы наклона

Таблица 4.11

Углы наклона зубьев винтовых колес при $\Sigma = 90°$

Передаточное число u	$a = a_{min}$		$d_1 = d_2$	
	β_1	β_2	β_1	β_2
1	45°	45°	45°	45°
1,5	48°06′	41°54′	56°19′	33°41′
2	51°34′	38°26′	63°26′	26°34′
2,5	53°37′	36°23′	68°12′	21°48′
3	55°16′	34°44′	71°34′	18°26′
3,5	56°38′	33°22′	74°03′	15°57′
4	57°47′	32°13′	75°58′	14°02′
4,5	58°48′	31°12′	77°36′	12°24′
5	59°41′	30°19′	78°41′	11°19′

Таблица 4.12

Расчет коэффициента разности смещений x_d передач с внутренним зацеплением при заданном межосевом расстоянии a_w

Параметр: наименование	Параметр: обозначение	Формулы для расчета и указания
Коэффициент воспринимаемого смещения	y	$y = \dfrac{a_w}{m} - \dfrac{z_2 - z_1}{2\cos\beta}$
Вспомогательная величина	A	$A = \dfrac{1000y\cos\beta}{z_2 - z_1}$
	$Б$	Определяется по номограмме на рис. 4.3
	μ	Определяется по графику на рис. 4.4 Если $\beta = 0$, $\mu = 0$
Коэффициент уравнительного смещения	Δy	$\Delta y = \left(\dfrac{Б}{1000} - \mu\right)\dfrac{z_2 - z_1}{\cos\beta}$
Коэффициент разности смещения	x_d	$x_d = y + \Delta y$

зубьев β_1 и β_2. Геометрические параметры определяют по методике, применяемой для расчета косозубых колес.

Передачи с внутренним зацеплением. Основные элементы внутреннего зубчатого зацепления и упрощенный расчет основных геометрических параметров приведены в табл. 4.12—4.15, на графиках и номограммах рис. 4.2—4.9.

Допуски цилиндрических зубчатых колес и передач. Приведены в ГОСТ 1643—81 (m=1...55 мм), ГОСТ 9178—81 (m= =0,1...0,9 мм).

Установлено 12 степеней точности колес и передач, обозначаемых в порядке убывания точности цифрами 1, 2, ... 12. Для степеней точности 1 и 2 допуски не установлены.

Для каждой степени точности колес и передач устанавливаются нормы: кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев колес в передаче. Допускается комбинирование норм точ-

Таблица 4.13

Расчет межосевого расстояния a_w передач с внутренним зацеплением при заданных коэффициентах смещения x_1 и x_2

Параметр: наименование	Параметр: обозначение	Формулы для расчета и указания
Коэффициент разности смещения	x_d	$x_d = x_2 - x_1$
Вспомогательная величина	B	$B = \dfrac{1000 x_d \cos\beta}{z_2 - z_1}$
	Γ	Определяется по номограмме на рис. 4.5
	ν	Определяется по рис. 4.6 Если $\beta = 0$, $\nu = 0$
Коэффициент уравнительного смещения	Δy	$\Delta y = \left(\dfrac{\Gamma}{1000} - \nu\right)\dfrac{z_2 - z_1}{\cos\beta}$
Коэффициент воспринимаемого смещения	y	$y = x_d - \Delta y$
Межосевое расстояние	a_w	$a_w = \left(\dfrac{z_2 - z_1}{2\cos\beta} + y\right) m$

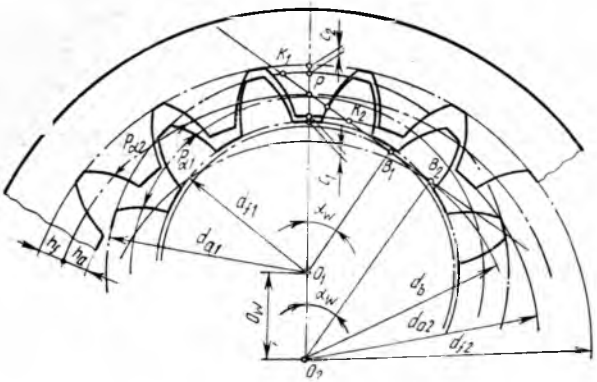
Таблица 4.14

Расчет угла зацепления α_w и угла профиля α_t прямозубой передачи с внутренним зацеплением

Параметр: наименование	Параметр: обозначение	Формулы для расчета и указания
Вспомогательная величина	B	$B = \dfrac{100 x_d}{z_2 - z_1}$
Угол зацепления	α_w	Определяется по номограмме на рис. 4.7
Угол профиля	α_t	Определяется по номограмме на рис. 4.8 Если $\beta = 0$, $\alpha_t = \alpha$

Таблица 4.15

Расчет диаметров зубчатых колес передач с внутренним зацеплением



Параметр		Формулы для расчета
наименование	обозначение	
Делительный диаметр		
шестерни	d_1	$d_1 = \dfrac{z_1 m}{\cos\beta}$
колеса	d_2	$d_2 = \dfrac{z_2 m}{\cos\beta}$
Передаточное число	u	$u = \dfrac{z_2}{z_1}$
Начальный диаметр		
шестерни	d_{w1}	$d_{w1} = \dfrac{2a_w}{u-1}$
колеса	d_{w2}	$d_{w2} = \dfrac{2a_w u}{u-1}$
Диаметр вершин зубьев		
шестерни	d_{a1}	$d_{a1} = d_1 + 2\left(h_a^* + x_1\right)m$
колеса	d_{a2}	$d_{a2} = d_2 - 2\left(h_a^* - x_2 - 0{,}2\right)m$
Диаметр впадин		
шестерни	d_{f1}	$d_{f1} = d_1 - 2\left(h_a^* + c^* - x_1\right)m$
колеса	d_{f2}	$d_{f2} = d_2 + 2\left(h_a^* + c^* - x_2\right)m$

Примечания: **1.** Для прямозубых передач $\beta = 0°$, тогда $a = 0{,}5\,(z_2 - z_1)\,m$, $\alpha_t = \alpha$, $d = zm$.

2. При $a = a_w$ $\alpha_{tw} = \alpha_t$, $x_d = 0$, $d_w = d$.

3. При $x_d = 0$ $\alpha_{tw} = \alpha_t$, $a = a_w$, $d_w = d$.

4. Диаметры вершин зубьев и впадин рассчитываются в случае, когда неизвестен конкретный зуборезный инструмент.

5. Допускается измерение диаметра вершин зубьев и их расчет по другим формулам для получения требуемых качеств зацепления по геометрическим показателям.

6. Размер диаметра впадин справочный.

ности колес и передач разных степеней точности. При комбинировании для колес с модулем свыше 1 мм нормы плавности работы могут быть не более чем на две степени точнее или на одну степень грубее норм кинематической точности. Нормы контакта зубьев (для колес всех модулей) могут назначаться по любым более точным степеням и не более чем на одну степень грубее норм плавности. Для колес с модулем до 1 мм нормы плавности могут быть не

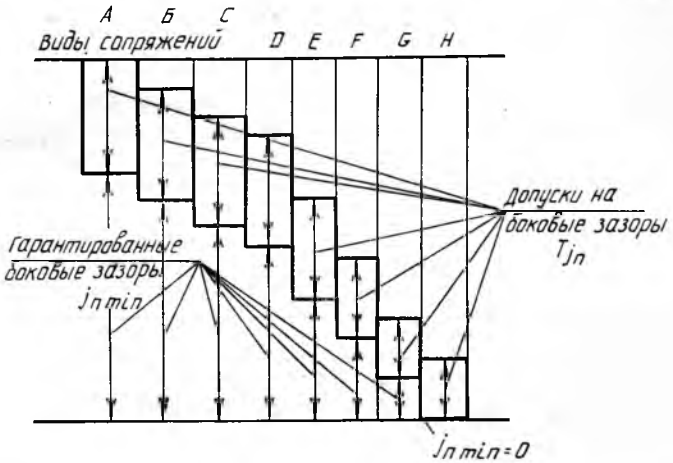


Рис. 4.11. Виды сопряжений и гарантированные боковые зазоры зубчатых колес и передач

более чем на одну степень точнее или грубее норм кинематической точности.

Кроме степеней точности, для зубчатых колес и передач установлены виды сопряжения (рис. 4.11), обозначаемые прописными буквами латинского алфавита (*A*, *B*, *C* ...), и виды допусков на боковые зазоры (*а*, *б*, *с* ...).

Для зубчатых колес с модулями больше 1 мм установлено шесть видов сопряжений колес в передаче (*A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *H*) и восемь видов допуска T_j на боковой зазор (*x*, *y*, *z*, *a*, *b*, *c*, *d*, *h*).

Сопряжение вида *B* обеспечивает номинальное значение бокового зазора, при котором исключается возможность заклинивания стальной или чугунной передачи от нагрева при разности температур зубчатых колес и корпуса в 25 °С.

Для зубчатых колес с модулем меньше 1 мм передач с нерегулируемым и регулируемым расположением осей устанавливается пять видов сопряжений (*D*, *E*, *F*, *G*, *H*) и четыре вида допуска на боковой зазор (*e*, *f*, *g*, *h*) (см. рис. 4.11).

Виды сопряжений в зависимости от нормы плавности, а также соответствующие им виды допуска и классы отклонения межосевого расстояния приведены в табл. 4.16, 4.17. Соответствие между видом сопряжения и видом допуска не является обязательным, можно также использовать виды допусков *x*, *y*, *z*.

Таблица 4.16

Соответствие норм точности зубчатых передач при $m \geqslant 1$ мм

Вид сопряжений	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*H*
Степень точности по нормам плавности	3...12	3...11	3...9	3...8	3...7	3...7
Вид допуска	*a*	*b*	*c*	*d*	*h*	*h*
Класс отклонения межосевого расстояния	VI	V	IV	III	II	II

Таблица 4.17

Соответствие норм точности зубчатых передач при $m < 1$ мм

Вид сопряжения	*D*		*E*		*F*	*G*	*H*
Модуль m, мм	0,1...0,5	Свыше 0,5 до 1,0	0,1...0,5	Свыше 0,5 до 1,0	0,1...1,0		
Степень точности по нормам плавности	3...10	3...12	3...10	3...12	3...12	3...8	3...7
Вид допуска	*e*	*e*	*e*	*e*	*f*	*g*	*h*
Класс отклонения межосевого расстояния	VI	VI	V	V	IV	III	II

Примечание. Для зубчатых колес с модулем $m \leqslant 0{,}3$ мм, подлежащих изготовлению полнопрофильным инструментом, и зубчатых колес с модулем $m < 0{,}2$ мм, подлежащих изготовлению инструментом с открытым профилем, необходимо проверять коэффициент перекрытия ε.

Для нерегулируемых передач устанавливается пять классов отклонений межосевого расстояния.

Гарантированный боковой зазор обеспечивается при соблюдении соответствия классов отклонения межосевого расстояния и вида сопряжения. Допускается изменять соответствие между видом сопряжения и классом отклонения межосевого расстояния.

Точность изготовления зубчатых колес и передач задается степенью точности, а требования к боковому зазору — видом сопряжения по нормам бокового зазора.

Пример обозначения

7—G ГОСТ 9178—81 — цилиндрическая передача 7 степени точности по всем нормам точности и видов сопряжения зубчатых колес — *G* (так как вид допуска и класс отклонений межосевого расстояния соответствует виду сопряжения, они в обозначении не указываются).

7—8—8—E f/IV ГОСТ 9178—81 — цилиндрическая передача 7 степени по нормам кинематической точности, 8 — по нормам плавности работы, 8 — по нормам контакта зубьев, видом сопряжения *E*, видом допуска на боковой зазор *f* и IV классом отклонений межосевого расстояния.

В случаях, когда на одну из норм не задается степень точности, взамен соответствующей цифры в обозначении указывается буква *N*.

При выборе более грубого класса отклонений межосевого расстояния, чем предусмотрено для данного вида сопряжения, в условном обозначении точности цилиндрической передачи указывается принятый класс и рассчитанный по формуле уменьшенный гарантированный боковой зазор

$$j'_{n\,\min} = j_{n\,\min} - 0{,}68\,(|f'_a| - |f_a|),$$

где $j_{n\,\min}$, f_a — табличные значения гарантированного бокового зазора и предельного отклонения межосевого расстояния для данного вида сопряжения; $j'_{n\,\min}$ — рассчитанный гарантированный боковой зазор; f'_a — отклонение межосевого расстояния для более грубого класса.

Пример обозначения

7 — Fe/V — 4 ГОСТ 9178—81 — цилиндрическая передача 7 степени точности по всем нормам, видом сопряжения зубчатых колес *F*, видом допуска на боковой зазор *e* и классом отклонений межосевого расстояния V (при межосевом расстоянии передачи $a_w = 45$ мм $j_{n\,\min} = 4$ мкм).

При принятии более точного класса отклонений межосевого расстояния наибольший боковой зазор в передаче будет больше

Таблица 4.18

Нормы кинематической точности (показатели F'_i, F_r) зубчатых колес при $m \geqslant 1$ мм

Степень точности	F_r (мкм)* при делительном диаметре, мм		
	до 125	свыше 125 до 400	свыше 400 до 800
3	6	9	11
4	10	15	18
5	16	22	28
6	25	36	45
7	36	50	63
8	45	63	80
9	71	80	100
10	100	112	125
11	125	140	160
12	160	180	200

Примечания: 1. F'_i — допуск на кинематическую погрешность зубчатого колеса, F_r — допуск радиального биения зубчатого венца.

2. При $m = 1 \ldots 10$ $F'_i = F_p + f_f$ для степеней точности 3...5.

3. Значения F_p и f_f см. в табл. 4.21, 4.22.

* F_r при $m = 1 \ldots 3{,}5$ мм.

Таблица 4.19

Нормы кинематической точности (показатели F_i', F_r) зубчатых колес при $m < 1$ мм

Степень точности	Модуль m, мм	F_r (мкм) при делительном диаметре d, мм								
		до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 200	свыше 200 до 315	свыше 315 до 400
3	0,1...0,5	2	3	4	4	5	6	6	—	—
	Свыше 0,5 до 1,0	4	4	4	5	6	6	8	9	9
4	0,1...0,5	4	5	6	7	8	9	10	—	—
	Свыше 0,5 до 1,0	6	6	7	8	9	10	12	14	15
5	0,1...0,5	7	8	9	10	12	14	16	—	—
	Свыше 0,5 до 1,0	9	10	11	12	14	16	19	22	22
6	0,1...0,5	11	12	14	16	19	22	26	—	—
	Свыше 0,5 до 1,0	15	16	18	20	22	25	30	35	36
7	0,1...0,5	16	18	20	22	26	30	36	—	—
	Свыше 0,5 до 1,0	21	22	24	26	30	36	42	48	50
8	0,1...0,5	19	21	25	28	32	38	45	—	—
	Свыше 0,5 до 1,0	26	28	30	34	38	45	50	55	63
9	0,1...0,5	24	26	30	36	42	48	55	—	—
	Свыше 0,5 до 1,0	34	36	40	45	50	55	63	75	90
10	0,1...0,5	30	34	38	45	53	60	70	—	—
	Свыше 0,5 до 1,0	42	45	50	55	60	70	80	95	110
11	» 0,5 » 1,0	50	55	63	70	80	90	105	120	140
12	» 0,5 » 1,0	63	70	75	85	95	110	130	150	180

Примечания: 1. Обозначения см. в табл. 4.18.

2. При $0{,}1 > m < 1$ $F_i' = F_p + f_f$ для степеней точности 3...8.

3. Показатели F_p и f_f см. в табл. 4.20, 4.22.

Таблица 4.20

Нормы кинематической точности (показатель F_p) зубчатых колес при $m < 1$ мм, мкм

Степень точности	Делительный диаметр, мм								
	до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 200	свыше 200 до 315	свыше 315 до 400
3	4	4	5	6	6	8	9	10	11
4	6	7	8	9	10	12	14	16	18
5	10	11	12	14	16	19	22	25	30
6	16	17	19	22	25	30	36	40	45
7	22	24	26	30	35	42	50	56	63
8	32	34	38	42	50	60	70	80	90

Примечание. F_p — допуск на накопленную погрешность шага.

Таблица 4.21

Нормы кинематической точности (показатель F_p) зубчатых колес при $m \geqslant 1$ мм

Степень точности	Модуль m, мм	F_p (мкм) при длине дуги делительной окружности L, мм							
		до 12,7	свыше 12,7 до 20,4	свыше 20,4 до 31,8	свыше 31,8 до 50,9	свыше 50,9 до 101,8	свыше 101,8 до 200,5	свыше 200,5 до 401,1	свыше 400,1 до 636,6
3	1...10	4,0	5,0	5,5	6,0	8,0	11	16	20
4	1...10	6	8	9	10	12	18	25	32
5	1...16	10	12	14	16	20	28	40	50
6	1...16	16	20	22	25	32	45	63	80
7	1...25	22	28	32	36	45	63	90	112
8	1...25	32	40	45	50	63	90	125	160

Примечание. Обозначение показателя см. в табл. 4.20.

Таблица 4.22

Нормы плавности (показатель f_f) зубчатых колес

Степень точности	Модуль m, мм	f_f (мкм) при делительном диаметре d, мм		
		до 125	свыше 125 до 400	свыше 400 до 800
3	0,1...0,45	2	2	2
4	0,1...0,45	3	3	3
5	0,1...0,45	5	5	5
6	0,1...0,45	7	7	7
7	0,1...0,45	9	9	9
8	0,1...0,45	11	11	11
3	0,5...0,9	3	3	3
4	0,5...0,9	4	4	4
5	0,5...0,9	6	6	6
6	0,5...0,9	8	8	8
7	0,5...0,9	10	10	10
8	0,5...0,9	13	13	13
3	1...3,5	3,6	4,0	4,5
4	1...3,5	4,8	5,3	6,5
5	1...3,5	6	7	9
6	1...3,5	8	9	12
7	1...3,5	11	13	17
8	1...3,5	14	18	25

Обозначение: f_f — допуск на погрешность профиля зуба.

табличного бокового зазора. Его значение может не указываться в условном обозначении точности передачи.

Нормы кинематической точности (показатели F'_{io}, F'_i, F_r и др.) **цилиндрических зубчатых колес.** Необходимы для расчета передач на точность. Допуски показателей кинематической точности колес по ГОСТ 1643—81 и ГОСТ 9178—81 даны в табл. 4.18, 4.19.

Допуск на кинематическую погрешность передачи находят как сумму допусков на кинематическую погрешность составляющих ее колес. Допуск радиального биения зубчатого венца F_r используется при назначении допусков на параметры, влияющие на боковой зазор в зацеплении.

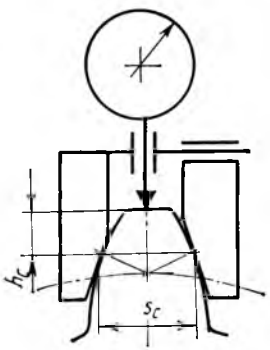
Нормы плавности (показатели f_{zk}, f_{zz}, f'_i f_p **и др.) цилиндрических зубчатых колес.** Используются при контроле зубчатых колес. Допуск на погрешность профиля f_f (табл. 4.22) необходим для вычисления допуска на кинематическую погрешность F'_i.

Нормы бокового зазора (показатели $j_{n\,min}$, f_a и др.) **цилиндрических зубчатых колес.** Обеспечивают правильность зацепления в передаче при наличии погрешностей, компенсацию температурных и силовых деформаций и размещение слоя смазочного материала. Боковой зазор в передаче определяется относительным расположением разноименных профилей зубьев колес. Расчет некоторых размеров, определяющих относительное расположение разноименных профилей, дан в табл. 4.23—4.31, график для определения вспомогательной величины λ — на рис. 4.12.

Допуски на нормы бокового зазора даны в табл. 4.32—4.47.

Таблица 4.23

Расчет постоянной хорды зуба и высоты до постоянной хорды



Параметр		Формулы для расчета и указания
наименование	обозначение	
Постоянная хорда, выраженная в долях модуля	$\bar{s}^*_c$	Определяется по табл. 4.28
Постоянная хорда	$\bar{s}_c$	$\bar{s}_c = \bar{s}^*_c m$
Расстояние постоянной хорды от делительной окружности, выраженное в долях модуля	$\bar{h}^*_\Delta$	Определяется по табл. 4.28
Высота до постоянной хорды	$\bar{h}_c$	$\bar{h}_c = 0{,}5\,(d_a - d) - \bar{h}^*_\Delta m$

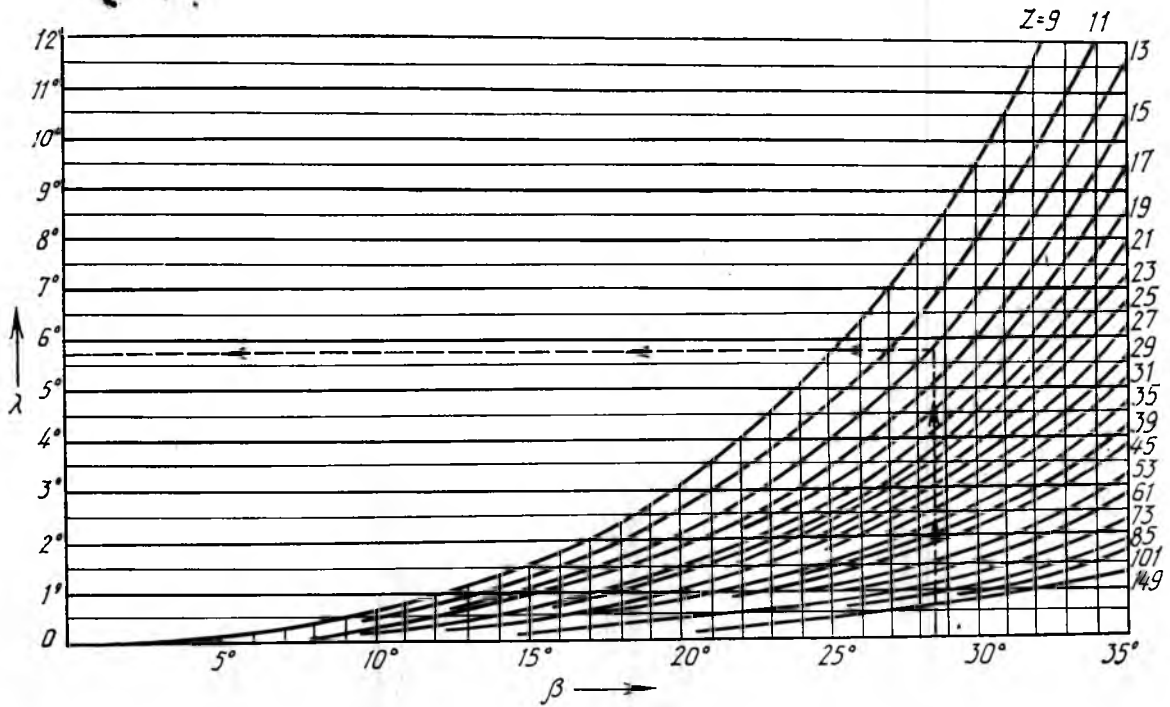
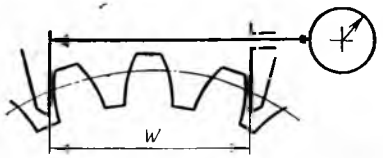


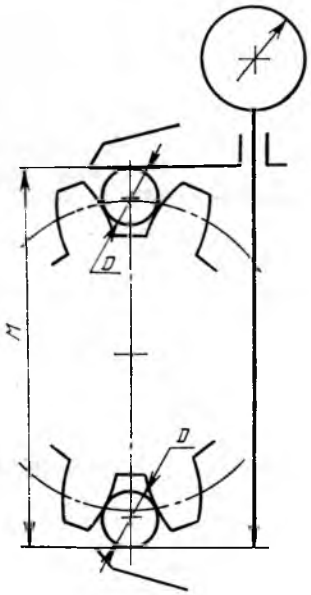
Рис. 4.12 График для определения вспомогательной величины λ в зависимости от z и β.

Расчет длины общей нормали зубчатого колеса



Параметр: наименование	Параметр: обозначение	Формулы для расчета и указания
Условное число зубьев	z_k	$z_k = kz$. k определяется по табл. 4.29. Если $\beta = 0$, $z_k = z$
Часть длины общей нормали, определяемая целой частью величины W, выраженная в долях модуля	W_T^*	Определяется по табл. 4.30. Если $\beta = 0$, $z_T = z$
Часть длины общей нормали, определяемая дробной частью величины W, выраженная в долях модуля	W_n^*	$W_n^* = 0{,}0140\,(z_k - z_T)$. Если $\beta = 0$, $W_n^* = 0$
Часть длины общей нормали, определяемая смещением исходного контура, выраженная в долях модуля	W_x^*	$W_x^* = 0{,}6840x$
Длина общей нормали	W	$W = \left(W_T^* + W_n^* + W_x^*\right) m$.
Для косозубых зубчатых колес должно выполняться дополнительное условие		$W < \dfrac{b}{\sin \beta_b}$,
Угол наклона зуба по основной окружности		где b — ширина венца, $\beta_b = \arcsin(\sin\beta \cos\alpha)$

Расчет размера по роликам (шарикам) для колеса с наружным зацеплением



Параметр		Формулы для расчета и указания
наименование	обозначение	
1	2	3
Диаметр ролика (шарика)	D	При $\alpha = 20°$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—81) рекомендуется принимать $D \approx 1{,}7m$ (для роликов допускается выбирать ближайшее значение по ГОСТ 2475—62)
Угол профиля в точке на концентрической окружности зубчатого колеса, проходящей через центр ролика (шарика)	α_D	$\operatorname{inv}\alpha_D \approx \dfrac{D}{zm\cos\alpha} + \operatorname{inv}\alpha_t - \dfrac{\pi/2 - 2x\operatorname{tg}\alpha}{x}$
Диаметр концентрической окружности зубчатого колеса, проходящей через центр ролика (шарика)	d_D	$d_D = d\dfrac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha_D}$ Должно выполняться условие $\rho_M < \rho_a$. Здесь: ρ_M — радиус кривизны разноименных профилей зубьев в точках контакта по-

1	2	3
		верхности ролика (шарика) с главными поверхностями зубьев; $\rho_a = 0{,}5 d_a \sin\alpha_a$: $\rho_M = 0{,}5\left(d_b \operatorname{tg}\alpha_D - \dfrac{D}{\cos\beta_b}\right)$, $d_b = d\cos\alpha_t$, $\sin\beta_b = \sin\beta\cos\alpha$ При модификации головки в неравенство вместо ρ_a следует подставлять значение $\rho_g = 0{,}5 d \sin\alpha_t + \dfrac{h_a^* - h_g^* + x}{\sin\alpha_t} m$
Размер по роликам (шарикам) зубчатых колес с четным числом зубьев (в торцовом сечении)	M	$M = d_D + D$ Должны выполняться условия $d_D + D > d_a$, $d_D - D > d_f$
Размер по роликам (шарикам) зубчатых колес с нечетным числом зубьев (в торцовом сечении)		$M = d_D \cos\dfrac{90^\circ}{z} + D$ Должно выполняться условие $d_D + D > d_a$, $d_D - D > d_f$
Минимальный размер по роликам (шарикам) косозубых зубчатых колес с нечетным числом зубьев, а также с четным числом зубьев при $\beta \leqslant 45^\circ$		$M = \dfrac{d_D}{2\operatorname{tg}\beta_D} \times$ $\times \sqrt{\lambda^2 + 4\operatorname{tg}^2\beta_D \cos^2\left(\dfrac{90^\circ}{z} + \dfrac{\lambda}{2}\right)} + D$, где $\operatorname{tg}\beta_D = (\cos\alpha_t \operatorname{tg}\beta)/(\cos\alpha_D)$, λ — корень уравнения $\sin(\gamma + \lambda)\operatorname{tg}^2\beta_D - \lambda = 0$; $\gamma = 0$ — для зубчатых колес с четным числом зубьев; $\gamma = 180^\circ/z$ — с нечетным числом зубьев Должны выполняться условия $d_D + D/\cos\beta_D > d_a$, $d_D - D/\cos\beta_D > d_f$
Вспомогательная величина	λ	Упрощенное определение по графику на рис. 4.12. Минимальный размер по роликам (шарикам) косозубых колес с четным числом зубьев при $\beta \leqslant 45^\circ$ совпадает с размером в торцовом сечении Должны выполняться условия $d_D + D/\cos\beta_D > d_a$, $d_D - D/\cos\beta_D > d_f$

Таблица 4.26

Расчет постоянной хорды зуба и высоты до постоянной хорды колеса с внутренним зацеплением

Параметр: наименование	Параметр: обозначение	Формулы для расчета указания
Постоянная хорда зуба, выраженная в долях модуля	$\bar{s}^*_{c2}$	Определяется по табл. 4.28
Постоянная хорда зуба	$\bar{s}_{c2}$	$\bar{s}_{c2} = \bar{s}^*_{c2} m$ Если значения $\bar{s}^*_{c2}$ находятся в пределах, определяемых табл. 4.28 при $h^*_l - h^*_a \geqslant 1$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—68 и ГОСТ 9587—81), проверку условия $\rho_{c2} < \rho_{p2}$ производить не требуется
Расстояние постоянной хорды от делительной окружности, выраженное в долях модуля	$\bar{h}^*_{\Delta 2}$	Определяется по табл. 4.28
Высота до постоянной хорды	$\bar{h}_{c2}$	$\bar{h}_{c2} = 0{,}5\,(d_2 - d_{a2}) - \bar{h}^*_{\Delta 2} m$

На рабочих чертежах зубчатых колес в графах таблицы «Данные для контроля взаимного расположения профилей» проставляются данные по одному из следующих вариантов.

1. Номинальная толщина зуба по постоянной хорде s_c, высота до постоянной хорды h_c с предельными отклонениями. Нижнее отклонение $\bar{h}_c$ принимается равным $E_{Hs}(E_{Hi})$, верхнее — $E_{Hs} = E_{Hi} + T_H$.

Так как базой для измерения является наружный диаметр, для учета влияния погрешности диаметра и биения поверхности на расстояние до постоянной, хорды устанавливается технологический допуск.

Предельные отклонения в таком случае:

$$E_{HiT} = E_{Hi} + 0{,}35T_{1r},$$
$$E_{HsT} = E_{Hs} - 0{,}35T_{1r} - 0{,}5T_{d_a}.$$

2. Длина общей нормали с предельными отклонениями. Верхнее отклонение длины общей нормали E_{Wms} устанавливается в «тело» зуба. Нижнее отклонение $E_{Wmi} = E_{Wms} - T_{Wm}$.

3. Диаметр ролика D и номинальный размер по роликам M с предельными отклонениями E_{Ms}, E_{Mi}. Отклонения устанавливаются в «тело» детали, нижнее отклонение $E_{Ms} = E_{Hs}k$, $k = \text{inv}\,\alpha_t/\text{inv}\,\alpha$, верхнее — $E_{Mi} = (E_{Hs} - T_H)k$.

4. Толщина зуба по хорде $\bar{s}_y$ с предельными отклонениями и высота до хорды $\bar{h}_y$. Отклонения толщины зуба по хорде E_{sy} и E_{iy}

Расчет размера по роликам (шарикам) для колеса с внутренним зацеплением

Параметр: наименование	Параметр: обозначение	Формулы для расчета и указания
Диаметр ролика (шарика)	D	При $\alpha = 20°$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—68 и ГОСТ 9587—81) рекомендуется принимать $D \approx 1{,}7m$ для шестерни и $D \approx 1{,}5m$ для колеса (для роликов допускается выбирать ближайшее значение по ГОСТ 2475—62) Контроль косозубых колес с внутренними зубьями по роликам не производится
Угол профиля в точке на концентрической окружности, проходящей через центр ролика (шарика)	α_{D_2}	$\operatorname{inv}\alpha_{D_2} = \dfrac{\pi/2 + 2x_2 \operatorname{tg}\alpha}{z_2} - \dfrac{D}{z_2 m\cos\alpha} + \operatorname{inv}\alpha_t$
Диаметр концентрической окружности зубчатого колеса, проходящей через центр ролика (шарика)	d_D	$d_D = d\dfrac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha_D}$. Должны выполняться условия $\rho_{p1} < \rho_{M1} < \rho_{a1}$ (для шестерни) или $\rho_{p2} > \rho_{M2} > \rho_{a2}$ (для колеса), где ρ_M — радиус кривизны разноименных профилей в точках контакта поверхности ролика (шарика) с главными поверхностями зубьев; $\rho_{M1} = 0{,}5\,(d_{b1}\operatorname{tg}\alpha_{D1} - D\cos\beta_0)$; $\rho_{M2} = 0{,}5\,(d_{b2}\operatorname{tg}\alpha_{D2} + D\cos\beta_0)$; $d_b = d\cos\alpha_t$; $\sin\beta_b = \sin\beta\cos\alpha$; $\rho_{p1} = 0{,}5d_{b2}\operatorname{tg}\alpha_{a2} - a_w\sin\alpha_{tw}$; $\rho_{p2} = 0{,}5d_{b1} \times \operatorname{tg}\alpha_{a1} + a_w\sin\alpha_{tw}$
Размер по роликам (шарикам) зубчатых колес с четным числом зубьев (в торцовом сечении)	M_2	$M_2 = d_{D2} - D$
Размер по роликам (шарикам) зубчатых колес с нечетным числом зубьев (в торцовом сечении)	M_2	$M_2 = d_{D2}\cos\dfrac{90°}{z_2} - D$

Примечание. Должны выполняться условия: $d_{D1} + D > d_{a1}$, $d_{D1} - D > d_{f1}$ (для шестерни); $d_{D2} - D < d_{a2}$, $d_{D2} + D < d_{f2}$ (для колеса).

Таблица 4.28

Постоянная хорда зуба $\bar{s}_c^*$ и расстояние ее от делительной окружности $\bar{h}_\Delta^*$, выраженные в долях модуля ($\alpha = 20°$)

x	$\bar{s}_c^*$	$\bar{h}_\Delta^*$	x	$\bar{s}_c^*$	$\bar{h}_\Delta^*$	x	$\bar{s}_c^*$	$\bar{h}_\Delta^*$
				Наружное зацепление				
—0,50	1,0657	0,1940	0,00	1,3870	0,2524	0,50	1,7084	0,3109
—0,48	1,0785	0,1963	0,02	1,3999	0,2548	0,52	1,7213	0,3132
—0,46	1,0914	0,1986	0,04	1,4128	0,2571	0,54	1,7341	0,3156
—0,44	1,1042	0,2010	0,06	1,4256	0,2594	0,56	1,7470	0,3179
—0,42	1,1171	0,2033	0,08	1,4385	0,2618	0,58	1,7599	0,3203
—0,40	1,1299	0,2057	0,10	1,4513	0,2641	0,60	1,7727	0,3226
—0,38	1,1428	0,2080	0,12	1,4642	0,2665	0,62	1,7850	0,3249
—0,36	1,1557	0,2103	0,14	1,4770	0,2688	0,64	1,7984	0,3273
—0,34	1,1685	0,2127	0,16	1,4899	0,2711	0,66	1,8113	0,3296
—0,32	1,1814	0,2150	0,18	1,5028	0,2735	0,68	1,8241	0,3319
—0,30	1,1942	0,2174	0,20	1,5156	0,2758	0,70	1,8370	0,3343
—0,28	1,2071	0,2197	0,22	1,5285	0,2782	0,72	1,8498	0,3366
—0,26	1,2199	0,2220	0,24	1,5413	0,2805	0,74	1,8627	0,3390
—0,24	1,2328	0,2244	0,26	1,5542	0,2828	0,76	1,8756	0,3413
—0,22	1,2457	0,2267	0,28	1,5670	0,2852	0,78	1,8884	0,3436
—0,20	1,2585	0,2291	0,30	1,5799	0,2875	0,80	1,9013	0,3460
—0,18	1,2714	0,2314	0,32	1,5927	0,2899	0,82	1,9141	0,3483
—0,16	1,2842	0,2337	0,34	1,6056	0,2922	0,84	1,9270	0,3507
—0,14	1,2971	0,2361	0,36	1,6185	0,2945	0,86	1,9398	0,3530
—0,12	1,3099	0,2384	0,38	1,6313	0,2969	0,88	1,9527	0,3554
—0,10	1,3228	0,2408	0,40	1,6442	0,2992	0,90	1,9655	0,3577
—0,08	1,3356	0,2431	0,42	1,6570	0,3016	0,92	1,9784	0,3600
—0,06	1,3485	0,2454	0,44	1,6699	0,3039	0,94	1,9913	0,3624
—0,04	1,3614	0,2478	0,46	1,6827	0,3062	0,96	2,0041	0,3647
—0,02	1,3742	0,2501	0,48	1,6956	0,3086	0,98	2,0170	0,3671

Продолжение табл. 4.28

x_2	$\bar{s}_{c2}^*$	$\bar{h}_{\Delta 2}^*$	x_2	$\bar{s}_{c2}^*$	$\bar{h}_{\Delta 2}^*$	x_2	$\bar{s}_{c2}^*$	$\bar{h}_{\Delta 2}^*$
				Внутреннее зацепление				
—0,50	1,7084	0,3109	0,01	1,3806	0,2513	0,51	1,0593	0,1928
—0,48	1,6956	0,3086	0,03	1,3678	0,2490	0,53	1,0464	0,1904
—0,46	1,6827	0,3062	0,05	1,3549	0,2466	0,55	1,0336	0,1881
—0,44	1,6699	0,3039	0,07	1,3421	0,2443	0,57	1,0207	0,1857
—0,42	1,6570	0,3016	0,09	1,3292	0,2419	0,59	1,0078	0,1834
—0,40	1,6442	0,2992	0,11	1,3164	0,2396	0,61	0,9950	0,1811
—0,38	1,6313	0,2969	0,13	1,3035	0,2372	0,63	0,9821	0,1787
—0,36	1,6185	0,2945	0,15	1,2906	0,2349	0,65	0,9693	0,1764
—0,34	1,6056	0,2922	0,17	1,2778	0,2326	0,67	0,9564	0,1740
—0,32	1,5927	0,2899	0,19	1,2649	0,2302	0,69	0,9436	0,1717
—0,30	1,5799	0,2875	0,21	1,2521	0,2279	0,71	0,9307	0,1694
—0,28	1,5670	0,2852	0,23	1,2392	0,2255	0,73	0,9179	0,1670
—0,26	1,5542	0,2828	0,25	1,2264	0,2232	0,75	0,9050	0,1647
—0,24	1,5413	0,2805	0,27	1,2135	0,2209	0,77	0,8921	0,1623
—0,22	1,5285	0,2782	0,29	1,2007	0,2185	0,79	0,8793	0,1600
—0,20	1,5156	0,2758	0,31	1,1878	0,2162	0,81	0,8664	0,1577
—0,18	1,5028	0,2735	0,33	1,1749	0,2138	0,83	0,8536	0,1553

x_2	$\bar{s}^*_{c2}$	$\bar{h}^*_{\Delta 2}$	x_2	$\bar{s}^*_{c2}$	$\bar{h}^*_{\Delta 2}$	x_2	$\bar{s}^*_{c2}$	$\bar{h}^*_{\Delta 2}$
—0,16	1,4899	0,2711	0,35	1,1621	0,2115	0,85	0,8407	0,1530
—0,14	1,4770	0,2688	0,37	1,1492	0,2092	0,87	0,8279	0,1507
—0,12	1,4642	0,2665	0,39	1,1364	0,2068	0,89	0,8150	0,1483
—0,10	1,4513	0,2641	0,41	1,1235	0,2045	0,91	0,8022	0,1460
—0,08	1,4385	0,2618	0,43	1,1107	0,2021	0,93	0,7893	0,1436
—0,06	1,4256	0,2594	0,45	1,0978	0,1998	0,95	0,7764	0,1413
—0,04	1,4128	0,2571	0,47	1,0850	0,1975	0,97	0,7635	0,1389
—0,02	1,3999	0,2548	0,49	1,0721	0,1951	0,99	0,7507	0,1366

Примечания: 1. $\bar{s}^*_c = (\pi/2)\cos^2\alpha \pm x\sin 2\alpha$; $\bar{h}^*_\Delta = 0{,}5\bar{s}^*_c \operatorname{tg}\alpha$.
2. x — коэффициент смещения исходного контура.

Таблица 4.29

Значения коэффициента k ($\alpha = 20°$), $k = \operatorname{inv}\alpha_t/\operatorname{inv}\alpha$

β	k	β	k	β	k	β	k
8°00′	1,0283	16°00′	1,1192	24°00′	1,2933	32°00′	1,5952
8°30′	1,0321	16°30′	1,1274	24°30′	1,3078	32°30′	1,6200
9°00′	1,0360	17°00′	1,1358	25°00′	1,3227	33°00′	1,6457
9°30′	1,0402	17°30′	1,1446	25°30′	1,3382	33°30′	1,6723
10°00′	1,0447	18°00′	1,1538	26°00′	1,3542	34°00′	1,6999
10°30′	1,0494	18°30′	1,1632	26°30′	1,3708	34°30′	1,7284
11°00′	1,0544	19°00′	1,1730	27°00′	1,3880	35°00′	1,7579
11°30′	1,0596	19°30′	1,1832	27°30′	1,4057	35°30′	1,7884
12°00′	1,0651	20°00′	1,1938	28°00′	1,4240	36°00′	1,8201
12°30′	1,0708	20°30′	1,2047	28°30′	1,4429	36°30′	1,8529
13°00′	1,0769	21°00′	1,2161	29°00′	1,4626	37°00′	1,8869
13°30′	1,0832	21°30′	1,2279	29°30′	1,4828	37°30′	1,9221
14°00′	1,0898	22°00′	1,2401	30°00′	1,5038	38°00′	1,9586
14°30′	1,0967	22°30′	1,2527	30°30′	1,5255	38°30′	1,9963
15°00′	1,1039	23°00′	1,2658	31°00′	1,5479	39°00′	2,0355
15°30′	1,1114	23°30′	1,2793	31°30′	1,5712	39°30′	2,0764

Таблица 4.30

Значение длины общей нормали W^*_T для прямозубых и косозубых колес при $m = 1$ мм, $\alpha = 20°$ и $x = 0$, мм

z_T	z_W	W^*_T	z_T	z_W	W^*_T
1	2	3	1	2	3
14	2	4,6243	17	3	7,6184
14	3	7,5764	17	4	10,5705
15	2	4,6383	18	3	7,6324
15	3	7,5904	18	4	10,5845
16	2	4,6523	19	3	7,6464
16	3	7,6044	19	4	10,5985

1	2	3	1	2	3
20	3	7,6604	50	6	16,9370
20	4	10,6125	50	7	19,8891
21	3	7,6744	53	5	14,0269
21	4	10,6265	53	6	16,9790
22	3	7,6884	53	7	19,9311
22	4	10,6405	53	8	22,8832
23	3	7,7024	56	6	17,0211
23	4	10,6545	56	7	19,9732
24	3	7,7165	56	8	22,9253
24	4	10,6686	60	6	17,0771
25	3	7,7305	60	7	20,0292
25	4	10,6825	60	8	22,9813
26	3	7,7445	63	7	20,0712
26	5	13,6487	63	8	23,0233
26	4	10,6966	63	9	25,9754
28	3	7,7725	67	7	20,1272
28	4	10,7246	67	8	23,0793
28	5	13,6767	67	9	26,0314
30	3	7,8005	70	7	20,1693
30	4	10,7526	70	8	23,1214
30	5	13,7047	70	9	26,0735
32	3	7,8285	70	10	29,0256
32	4	10,7806	75	8	23,1914
32	5	13,7327	75	9	26,1435
34	3	7,8565	75	10	29,0956
34	4	10,8386	80	9	26,2135
34	5	13,7607	80	10	29,1656
36	3	7,8845	80	11	32,1177
36	4	10,8366	85	9	26,2836
36	5	13,7888	85	10	29,2357
40	4	10,8787	85	11	32,1878
40	5	13,8308	90	10	29,3057
40	6	16,7829	90	11	32,2578
42	4	10,9207	90	12	35,2099
42	5	13,8728	112	12	35,5181
42	6	16,8249	112	13	38,4702
45	5	13,9148	112	14	41,4223
45	6	16,8669	118	13	38,5543
45	7	19,8190	118	14	41,5064
48	5	13,9569	118	15	44,4585
48	6	16,9090	125	14	41,6044
48	7	19,8611	125	15	44,5565
50	5	13,9849	125	16	47,5086

Примечания: **1.** z_T — число зубьев колеса, $z_T = z/\cos\beta$; z_W — число зубьев, охватываемых при измерении.

2. Для колес при $m \neq 1$ длина общей нормали $W_T = W_T^* m$.

3. Для корригированных колес $W_{Tк} = W_T + 2xm \sin\alpha$.

даются в «тело» зуба и могут быть определены по формулам: $E_{sy} = 2E_H k \operatorname{tg}\alpha_y$; $E_{iy} = 2(E_H - T_H) k \operatorname{tg}\alpha_y$.

Толщина зуба и высота до хорды могут быть приняты равными толщине по постоянной хорде и высоте до постоянной хорды.

z	M при значении модуля						
	0,15 / 0,291	0,2 / 0,402	0,3 / 0,572	0,4 / 0,724	0,5 / 0,866	0,6 / 1,008	0,7 / 1,302
10	—	—	3,866	5,039	6,179	7,315	8,924
11	—	—	4,133	5,395	6,623	7,847	9,547
14	—	3,450	5,080	6,653	8,191	9,725	11,653
15	—	3,634	5,357	7,021	8,650	10,276	12,397
16	2,858	3,854	5,686	7,458	9,195	10,929	13,163
17	2,998	4,041	5,965	7,830	9,659	11,486	13,815
18	3,161	4,257	6,290	8,262	10,198	12,136	14,572
19	3,301	4,445	6,572	8,637	10,666	12,693	12,229
20	3,463	4,662	6,894	9,066	11,201	13,335	15,980
21	3,605	4,849	7,177	9,443	11,672	13,900	16,641
22	3,765	5,063	7,497	9,869	12,204	14,537	17,387
24	4,067	5,468	8,100	10,672	13,206	15,739	18,793
25	4,209	5,657	8,386	11,053	13,682	16,309	19,460
26	4,368	5,870	8,703	11,474	14,208	16,941	20,198
28	4,669	6,274	9,305	12,276	15,210	18,142	21,603
30	4,971	6,675	9,908	13,078	16,212	19,343	23,007
32	5,272	7,074	10,510	13,880	17,213	20,544	24,411
34	5,572	7,482	11,111	14,682	18,214	21,745	25,814
36	5,873	7,877	11,713	15,483	19,216	22,946	27,218
38	6,174	8,282	12,314	16,285	20,217	24,149	28,621
40	6,475	8,680	12,916	17,086	21,218	25,348	30,023
42	6,775	9,082	13,517	17,887	22,218	26,549	31,426
45	7,223	9,678	14,410	19,077	23,706	28,333	33,509
48	7,677	10,283	15,320	20,290	25,221	30,151	35,632
50	7,978	10,688	15,921	21,090	26,221	33,351	37,034
53	8,425	11,281	16,815	22,282	27,710	33,138	39,119
56	8,879	11,886	17,724	23,493	29,223	34,952	41,238
60	9,481	12,693	18,925	25,094	31,224	37,353	44,041
63	9,928	13,285	19,820	26,287	32,715	39,142	46,129
67	10,529	14,086	21,022	27,888	34,716	41,546	48,933
70	10,982	14,694	22,928	29,096	36,226	43,355	51,047
71	11,130	14,885	22,223	29,490	36,718	43,945	51,435
75	11,730	15,693	23,624	31,091	38,718	46,346	54,538
80	12,483	16,696	24,930	33,098	41,228	49,356	58,051
85	13,232	17,689	26,427	35,093	43,721	52,348	61,543
90	13,984	18,699	27,932	37,100	46,229	55,357	65,055
95	14,733	19,690	29,429	39,095	48,723	58,349	68,547
100	15,486	20,696	30,934	41,101	51,230	61,358	72,058
106	16,387	21,901	32,734	43,501	54,959	64,959	76,259
112	17,286	23,091	34,535	45,902	57,231	68,559	80,461
125	19,235	25,693	38,434	51,099	63,727	76,353	89,556
132	20,288	27,096	40,537	53,904	67,232	80,560	94,463
140	21,488	28,697	42,938	57,105	71,233	85,360	100,065
150	22,989	30,701	45,939	61,105	76,233	91,360	107,067
160	24,489	32,702	48,939	65,106	81,234	97,360	114,068
170	25,989	34,702	51,940	69,106	86,234	103,361	121,069
180	27,489	36,699	54,941	73,107	91,234	109,361	123,070
190	28,990	38,715	57,941	77,107	96,235	115,362	135,071
200	30,491	40,709	60,941	81,107	101,235	121,362	142,071

Таблица 4.31

прямозубых колес внешнего зацепления, мм

и номинального диаметра ролика (m/D), мм

0,8 / 1,441	1,0 / 1,732	1,25 / 2,311	1,5 / 2,595	1,75 / 3,177	2,0 / 3,468	2,5 / 4,211	3,0 / 5,176
10,057	12,357	15,894	18,526	22,075	24,727	—	—
10,769	13,249	17,007	19,859	23,633	26,504	—	—
13,284	16,382	20,943	24,562	29,137	32,776	40,560	49,075
14,019	17,300	22,094	25,940	30,747	34,613	42,854	51,836
14,894	18,390	23,462	27,575	32,660	36,794	45,577	55,099
15,637	19,318	24,624	28,968	34,287	38,650	47,896	57,890
16,502	20,397	25,977	30,586	36,179	40,808	50,589	61,124
17,251	21,333	27,149	31,990	37,818	42,680	52,928	63,932
18,109	22,403	28,491	33,595	39,695	44,821	55,599	67,141
18,863	23,345	29,670	35,008	41,346	46,705	57,954	69,974
19,715	24,409	31,002	36,603	43,210	48,831	60,611	73,160
21,320	26,413	33,523	39,610	46,722	52,841	65,617	79,174
22,082	27,365	34,703	41,037	48,389	54,744	67,997	81,990
22,925	28,417	36,022	42,616	50,233	56,849	70,625	85,180
24,529	30,421	38,530	45,621	53,743	60,857	75,633	91,189
26,133	32,424	41,037	48,625	57,251	64,863	80,639	97,202
27,436	34,427	43,543	51,630	60,759	68,869	85,645	103,214
29,339	36,429	46,049	54,634	64,266	72,874	90,647	109,218
30,942	38,432	48,554	57,637	67,773	76,878	95,652	115,225
32,544	40,434	51,059	60,641	71,279	80,882	100,656	121,230
34,147	42,436	53,564	63,644	74,784	84,886	105,659	127,236
35,749	44,437	56,068	66,646	78,289	88,890	110,663	133,241
38,129	47,412	59,788	71,108	83,497	94,840	118,093	142,167
40,554	50,442	64,798	77,116	90,509	102,850	128,107	154,179
32,156	55,443	69,806	83,122	97,520	110,858	138,117	166,193
44,539	55,421	73,591	87,660	102,816	116,909	145,679	175,267
46,960	58,447	78,595	93,663	109,821	124,913	155,683	187,273
50,062	62,449	82,322	98,134	115,040	130,876	163,135	196,219
52,548	65,630	87,328	104,139	122,047	138,883	173,140	208,228
55,751	69,433	91,105	108,669	127,333	144,922	180,691	217,284
58,167	72,453	92,333	110,143	129,053	146,888	183,145	220,235
58,954	73,435	97,338	116,146	136,059	154,892	193,151	232,241
62,156	77,437	103,612	123,673	144,842	164,927	205,697	247,296
66,171	82,456	109,847	131,153	153,570	174,901	218,161	262,254
70,161	87,442	116,118	138,677	162,349	184,932	230,699	277,301
74,174	92,458	122,353	146,159	171,080	194,908	243,170	292,264
78,164	97,446	128,623	153,679	179,855	204,937	255,702	307,309
82,176	102,460	136,125	162,681	190,358	216,939	270,704	325,312
86,977	108,461	143,628	171,682	200,361	228,941	285,705	343,314
91,778	114,462	151,130	180,684	211,363	240,942	300,706	361,315
102,173	127,454	159,869	191,169	223,597	254,924	318,182	382,287
107,782	134,464	168,635	201,686	235,867	268,945	—	—
114,183	142,466	178,635	213,687	249,868	284,946	—	—
122,185	152,466	191,137	228,688	267,371	304,948	—	—
130,185	162,468	203,639	243,688	284,874	324,949	—	—
138,186	172,468	216,142	258,691	302,377	344,951	—	—
146,188	182,468	228,643	273,691	319,878	364,951	—	—
154,188	192,470	241,145	288,692	337,381	384,953	—	—
162,189	202,407	253,646	303,693	354,881	404,954	—	—

Таблица 4.32

Нормы бокового зазора (показатели $j_{n\,min}$, f_a) зубчатых передач при $m < 1$ мм

Вид сопряжения	Класс отклонений межосевого расстояния	$j_{n\,min}$, f_a (мкм) при межосевом расстоянии a_w, мм									
		до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 180	свыше 180 до 250	свыше 250 до 315	свыше 315 до 400
		$j_{n\,min}$									
H	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	II...III	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25
F	II...IV	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36
E	II...V	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57
D	II...VI	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89
		f_a									
H...D	II	±8	±9	±11	±14	±16	±18	±20	±22	±25	±28
C...D	III	±11	±14	±16	±20	±22	±28	±30	±35	±40	±45
F...D	IV	±18	±22	±25	±32	±35	±45	±50	±55	±60	±70
E...D	V	±30	±36	±40	±50	±60	±70	±80	±90	±100	±110
D	VI	±45	±55	±63	±80	±90	±110	±120	±140	±160	±180

Примечание. $j_{n\,min}$ — гарантированный боковой зазор, f_a — предельные отклонения межосевого расстояния.

Таблица 4.33

Нормы бокового зазора (показатели $j_{n\,min}$, f_a) зубчатых передач при $m \geqslant 1$ мм

Вид сопряжения	Класс отклонений межосевого расстояния	$j_{n\,min}$, f_a (мкм) при межосевом расстоянии a_w, мм						
		до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 180	свыше 180 до 250	свыше 250 до 315	свыше 315 до 400	свыше 400 до 500
		$j_{n\,min}$						
H	II	0	0	0	0	0	0	0
E	II	30	35	40	46	52	57	63
D	II...III	46	54	63	72	81	89	97
C	II...IV	74	87	100	115	130	140	155
B	II...V	120	140	160	185	210	230	250
A	II...VI	190	220	250	290	320	360	400
		f_a						
—	I	±10	±11	±12	±14	±16	±18	±20
H...A	II	±16	±18	±20	±22	±25	±28	±30
D...A	III	±22	±28	±30	±35	±40	±45	±50
C...A	IV	±35	±45	±50	±55	±60	±70	±80
B...A	V	±60	±70	±80	±90	±100	±110	±120
A	VI	±100	±110	±120	±140	±160	±180	±200

Примечание. Обозначения параметров см. в табл. 4.32.

Таблица 4.34

Нормы бокового зазора (показатели E_{Hs} и E_{Hi}) зубчатых передач при $m \geqslant 1$ мм

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности	E_{Hs}, E_{Hi} (мкм) при делительном диаметре, мм	
		до 80	свыше 80 до 125
H	3...6	12	14
	7	14	16
E	3...6	30	35
	7	35	40
D	3...6	46	54
	7	50	60
	8	55	70
C	3...6	74	87
	7	80	100
	8	90	110
	9	100	120
B	3...6	120	140
	7	140	160
	8	140	160
	9	160	180
	10	160	200
	11	180	200
A	3...6	190	220
	7	200	250
	8	220	280
	9	250	280
	10	280	300
	11	280	350
	12	300	350

Примечание. E_{Hs} — верхнее предельное отклонение смещения исходного контура, ближайшее для колес с наружным зацеплением (со знаком «—»), E_{Hi} — то же, нижнее, ближайшее для колес с внутренним зацеплением (со знаком «+»)

Таблица 4.35

Нормы бокового зазора (показатели E_{Hs}, E_{Hi}) зубчатых передач при $m < 1$ мм

Виды сопряжений	Степень точности по нормам плавности	E_{Hs}, E_{Hi} (мкм) при делительном диаметре d, мм						
		до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 180
1	2	3	4	5	6	7	8	9
H	3...7	5	6	7	8	9	11	13
G	3...6	12	14	16	18	22	25	28
	7	16	18	20	22	26	28	30
	8	22	24	26	28	30	32	34
F	3...6	18	22	26	30	35	40	45
	7	22	24	28	32	36	42	48
	8	26	30	34	38	42	45	53

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	9	36	40	45	48	53	55	60
	10	48	53	55	60	60	63	70
E	3...7	28	32	38	45	53	60	70
	8	35	40	45	50	55	63	75
	9	42	48	55	60	63	70	80
	10	55	60	63	70	75	80	90
	11	70	75	80	85	90	100	110
	12	100	105	110	118	120	125	130
D	3...7	40	55	60	70	80	90	110
	8	50	55	60	70	80	95	118
	9	55	60	70	80	90	100	120
	10	63	70	80	90	100	105	125
	11	80	85	95	105	110	120	140
	12	105	110	118	125	132	150	160

Примечание. Обозначения показателей см. в табл. 4.34.

Таблица 4.36

Нормы бокового зазора (показатель T_H) зубчатых передач при $m \geqslant 1$ мм

Вид допуска	T_H (мкм) при допуске радиального биения зубчатого венца F_r, мкм													
	до 8	свыше 8 до 10	свыше 10 до 12	свыше 12 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50 до 60	свыше 60 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100 до 125	свыше 125 до 160
h	28	30	35	40	40	45	55	60	70	80	110	120	160	200
d	35	40	40	45	55	60	70	80	90	100	140	160	200	250
c	45	50	55	60	70	80	90	100	120	140	180	200	250	300
b	55	60	70	70	80	90	100	120	140	180	200	250	300	400
a	70	80	80	90	100	110	140	160	180	200	250	300	350	400
z	90	100	100	110	120	140	160	180	220	250	300	350	450	550
y	110	120	140	140	160	180	200	250	280	350	400	500	600	700
x	140	160	160	180	200	220	250	300	350	400	500	600	700	900

Примечание. T_H — допуск на смещение исходного контура.

Таблица 4.37

Нормы бокового зазора (показатель T_H) зубчатых передач при $m < 1$ мм

Вид допуска бокового зазора	T_H (мкм) при допуске радиального биения зубчатого венца F_r, мкм															
	до 6	свыше 6 до 8	свыше 8 до 10	свыше 10 до 12	свыше 12 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50 до 60	свыше 60 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100 до 125	свыше 125 до 160	свыше 160
h	14	16	18	20	25	30	34	40	50	60	70	90	110	140	170	190
g	16	18	20	22	28	32	38	45	53	67	75	100	120	150	190	210
f	18	20	22	25	30	36	42	50	60	70	85	110	130	160	200	230
e	20	22	25	30	34	40	48	56	70	80	100	125	150	190	240	260

Примечание. Обозначение параметра см. в табл. 4.36.

Таблица 4.38

Нормы бокового зазора (показатели E_{Ws} или E_{Wi} и слагаемое I для определения показателей E_{Wms} или E_{Wmi}) зубчатых передач при $m \geqslant 1$ мм

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности	E_{Ws}, E_{Wi} (мкм) и слагаемое I при делительном диаметре d, мм				
		до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 180	свыше 180 до 250	свыше 250 до 315
H	3...6	8	10	11	12	14
	7	10	10	12	14	16
E	3...6	20	24	28	30	35
	7	25	30	30	35	40
D	3...6	30	35	40	50	55
	7	35	40	50	55	60
	8	40	50	50	60	70
C	3...6	50	60	70	80	90
	7	55	70	70	80	100
	8	60	80	80	100	110
	9	70	80	100	110	120
B	3...6	80	100	110	120	140
	7	100	110	120	140	150
	8	100	110	140	140	180
	9	110	120	140	160	200
	10	110	140	160	180	200
	11	120	160	180	200	200
A	3...6	120	140	180	200	220
	7	140	180	200	200	250
	8	160	200	200	250	280
	9	180	200	250	280	280
	10	200	200	250	280	300
	11	200	250	280	300	360
	12	200	250	300	350	350

Примечания: **1.** E_{Ws} — верхнее предельное отклонение длины общей нормали; E_{Wi} — нижнее предельное отклонение длины общей нормали; E_{Wms} — верхнее предельное отклонение средней длины общей нормали, ближайшее отклонение для колес с наружным зацеплением (со знаком «—»); E_{Wmi} — нижнее предельное отклонение средней длины общей нормали, ближайшее отклонение для колес с внутренним зацеплением (со знаком «+»).

2. Значения ближайшего отклонения средней длины общей нормали E_{Wms} (E_{Wmi}) определяются сложением слагаемого I со слагаемым II, в табл. 4.39.

Таблица 4.39

Нормы бокового зазора (слагаемое II для определения показателей E_{Wms}, E_{Wmi}) зубчатых передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Допуск радиального биения зубчатого венца F_r, мкм												
до 10	свыше 10 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50 до 60	свыше 60 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100 до 125	свыше 125 до 160	свыше 160 до 200
2	3	4	5	7	9	11	14	18	22	25	35	45

Таблица 4.40

Нормы бокового зазора (показатели E_{Ws} и E_{Wi} и слагаемое I для определения показателей E_{Wms} или E_{Wmi}) зубчатых передач при $m < 1$ мм

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности	E_{Ws}, E_{Wi} и слагаемое I (мкм) при делительном диаметре d, мм							
		до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 180	свыше 180 до 250
H	3...7	3	4	5	6	7	8	9	9
G	3...6	8	9	11	13	15	17	19	25
	7	11	12	13	15	17	19	21	26
	8	15	16	17	18	20	22	24	30
F	3...6	12	15	18	21	24	26	30	36
	7	15	16	19	22	25	28	32	36
	8	18	20	22	25	28	32	36	40
	9	25	28	30	32	35	38	42	42
	10	32	35	38	40	40	45	48	50
E	3...7	19	22	26	30	36	42	48	55
	8	24	26	30	35	40	45	50	60
	9	28	32	36	40	45	50	55	60
	10	38	40	42	45	50	55	60	63
	11	48	50	55	60	63	70	75	75
	12	63	70	75	80	80	85	90	90
D	3...7	28	34	40	48	55	63	75	85
	8	34	38	42	48	55	63	80	85
	9	38	42	48	55	60	70	80	90
	10	45	50	55	60	70	70	85	90
	11	55	60	63	70	75	80	95	100
	12	70	75	80	85	90	100	110	110

Примечания: 1. Обозначение показателей см. в табл. 4.38.

2. Значения ближайшего отклонения средней длины общей нормали E_{Wms} (E_{Wmi}) определяются сложением слагаемого I со слагаемым II, приведенным в табл. 4.41.

Таблица 4.41

Нормы бокового зазора (слагаемое II для определения показателей $-E_{Wms}$ или $+E_{Wmi}$), передач при $m < 1$ мм, мкм

Допуск радиального биения зубчатого венца F_r, мкм												
до 6	свыше 6 до 10	свыше 10 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50 до 60	свыше 60 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100 до 125	свыше 125 до 160
1	2	3	4	5	7	9	11	14	18	22	25	35

Таблица 4.42

Нормы бокового зазора (показатель T_W) зубчатых передач при $m \geqslant 1$ мм

Вид допуска	T_W (мкм) при допуске радиального биения зубчатого венца F_r, мкм														
	до 8	свыше 8 до 10	свыше 10 до 12	свыше 12 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50 до 60	свыше 60 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100 до 125	свыше 125 до 160	свыше 160 до 200
h	20	20	25	28	28	30	35	40	50	60	70	80	100	140	160
d	25	28	28	30	35	40	50	55	60	70	100	110	140	180	200
c	35	35	35	40	50	55	60	70	80	100	120	140	180	200	280
b	35	40	50	50	55	60	70	80	100	120	140	180	200	280	350
a	50	55	55	60	70	80	100	110	120	140	180	200	250	300	350
z	60	70	70	70	80	100	110	120	140	180	200	250	300	350	500
y	80	80	100	100	110	120	140	180	200	250	280	350	400	500	600
x	100	110	110	120	140	140	180	200	250	280	350	400	500	600	800

Примечание. T_W — допуск на длину общей нормали.

Таблица 4.43

Нормы бокового зазора (показатель T_W) зубчатых передач при $m < 1$ мм

Вид допуска бокового зазора	T_W (мкм) при допуске радиального биения зубчатого венца F_r, мкм														
	до 6	свыше 6 до 8	свыше 8 до 10	свыше 10 до 12	свыше 12 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50 до 60	свыше 60 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100 до 125	свыше 125 до 160
h	10	11	12	14	17	20	22	26	34	40	48	60	75	95	112
g	11	12	14	15	19	22	26	30	36	45	50	67	80	100	130
f	12	14	15	17	20	24	28	34	40	48	56	75	90	110	140
e	14	15	17	20	22	28	32	38	48	53	67	85	100	130	160

Примечание. Обозначение показателя см. в табл. 4.42.

Таблица 4.44

Нормы бокового зазора (показатель T_{Wm}) зубчатых передач при $m \geqslant 1$ мм

Вид допуска	T_W (мкм) при допуске радиального биения зубчатого венца F_r, мкм														
	до 8	свыше 8 до 10	свыше 10 до 12	свыше 12 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50 до 60	свыше 60 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100 до 125	свыше 125 до 160	свыше 160 до 200
h	16	16	18	20	20	20	22	25	25	28	30	40	55	70	80
d	20	25	25	25	28	30	35	40	40	40	60	70	80	100	120
c	28	30	30	35	40	45	45	50	60	70	90	110	120	140	180
b	35	40	40	40	45	50	55	60	70	100	100	120	140	200	250
a	45	50	50	55	60	60	80	90	100	110	140	150	180	240	280
z	60	60	60	70	70	80	100	110	120	140	180	200	250	300	400
y	70	80	90	90	100	110	120	160	180	220	240	300	350	400	500
x	90	100	100	110	120	140	160	180	220	250	300	350	400	550	700

Примечание. T_{Wm} — допуск на среднюю длину общей нормали.

Таблица 4.45

Нормы бокового зазора (показатель T_{Wm}) зубчатых передач при $m < 1$ мм, мкм

Вид допуска бокового зазора	Допуск радиального биения зубчатого венца F_r, мкм															
	до 6	свыше 6 до 8	свыше 8 до 10	свыше 10 до 12	свыше 12 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50 до 60	свыше 60 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100 до 125	свыше 125 до 160
h	6	7	7	8	9	10	11	12	14	16	18	21	25	28	35
g	8	8	9	9	11	12	14	15	16	20	21	28	32	40	48
f	9	10	10	11	12	14	16	19	21	22	28	35	38	45	56
e	11	11	12	14	15	17	21	22	26	30	38	45	53	67	80

Примечание. Обозначение показателя см. в табл. 4.44.

Таблица 4.46

Нормы бокового зазора (показатель E_{cs}) зубчатых передач при $m \geqslant 1$ мм

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности	E_{cs} (мкм) при делительном диаметре d, мм			
		до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 180	свыше 180 до 250
H	3...6	9	10	12	14
	7	10	12	14	14
E	3...6	22	25	30	35
	7	25	30	35	35
D	3...6	35	40	45	55
	7	35	45	50	60
	8	40	50	60	70
C	3...6	55	60	70	80
	7	60	70	80	90
	8	70	80	90	100
	9	70	90	100	120
B	3...6	90	100	120	140
	7	100	120	140	140
	8	100	120	140	160
	9	120	140	160	180
	10	120	140	180	180
	11	140	160	180	200
A	3...6	140	160	180	200
	7	150	180	200	220
	8	160	200	220	250
	9	180	200	250	300
	10	200	220	250	300
	11	200	240	300	350
	12	220	250	350	350

Примечание. E_{cs} — верхнее предельное отклонение толщины зуба по постоянной хорде, наименьшее для колес с наружным зацеплением (со знаком «—»).

Таблица 4.47

Нормы бокового зазора (показатель T_c) зубчатых передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Вид допуска	Допуск радиального биения зубчатого венца F_r, мкм														
	до 8	свыше 8 до 10	свыше 10 до 12	свыше 12 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50 до 60	свыше 60 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100 до 125	свыше 125 до 160	свыше 160 до 200
h	20	22	25	30	30	35	40	45	50	70	70	90	120	140	180
d	25	30	30	35	40	45	50	60	70	70	100	120	140	180	220
c	35	35	35	45	50	60	70	70	90	100	140	160	180	220	300
b	40	45	50	50	60	70	70	90	100	140	140	180	220	300	350
a	50	60	60	70	70	80	100	120	140	140	180	220	250	350	400
z	70	70	70	80	90	100	140	140	160	180	220	250	350	400	500
y	80	90	100	100	120	140	140	180	200	250	300	350	450	500	700
x	100	120	120	140	140	160	180	220	250	300	350	450	500	700	800

Примечание. T_c — допуск на толщину зуба по постоянной хорде.

4.1.2. Передачи с часовым профилем

Мелкомодульные передачи с часовым профилем (ГОСТ 13678—73) применяются в механизмах часов, а также в кинематических цепях приборов. Различают два типа передач: 1 — в которых ведущими являются колеса, а ведомыми — шестерни (трибки); 2 — в которых ведущими являются шестерни (трибки) и реверсивные передачи. Модули должны соответствовать указанным в табл. 4.48.

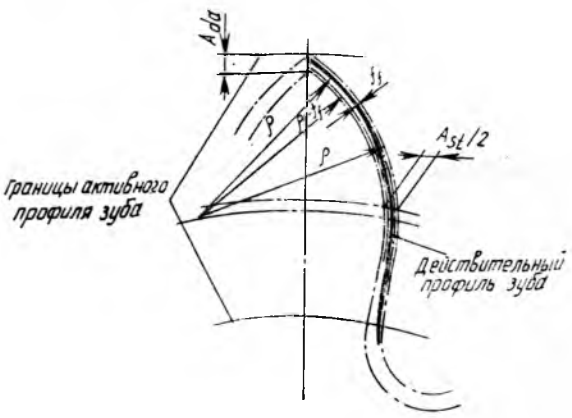


Рис. 4.13. Основные элементы зацепления мелкомодульных колес с часовым профилем

Стандартом установлены шесть степеней точности зубчатых колес и передач, обозначаемых в порядке убывания точности цифрами — 1, 2, 3, 4, 5, 6 (для степени точности 1 допуски и отклонения не регламентируются). Значения нормируемых показателей для различных степеней точности и расположение полей допусков приведены на рис. 4.13 и в табл. 4.56—4.62.

Таблица 4.48

Модули m часового зацепления, мм

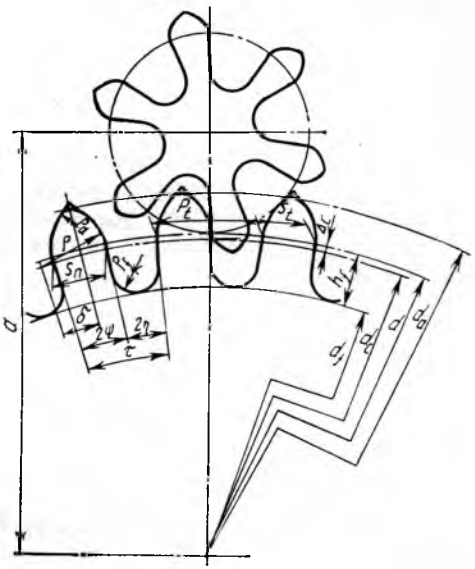
Ряды					
1-й	2-й	1-й	2-й	1-й	2-й
0,05	—	—	0,115	—	0,32
—	0,0525	0,12	—	0,34	—
0,055	—	—	0,125	0,36	—
—	0,0575	0,13	—	—	0,38
0,06	—	—	0,135	0,4	—
—	0,0635	0,14	—	—	0,42
0,065	—	—	0,145	0,45	—
—	0,0675	0,15	—	—	0,48
0,07	—	—	0,155	0,5	—
—	0,0725	0,16	—	—	0,53
0,075	—	—	0,165	—	0,56
—	0,0775	0,17	—	0,6	—
0,08	—	—	0,175	—	0,63
—	0,0825	0,18	—	—	0,67
0,085	—	—	0,19	0,7	—
—	0,0875	0,2	—	—	0,75
0,09	—	—	0,21	0,8	—
—	0,0925	0,22	—	—	0,85
0,095	—	—	0,24	0,9	—
—	0,0975	0,25	—	—	0,95
0,1	—	—	0,26	1	—
—	0,105	0,28	—		
0,11	—	0,3	—		

Примечания: 1. Первый ряд следует предпочитать второму.
2. Допускается применение модулей, не предусмотренных в таблице для зубчатых передач соосных механизмов.

Расчет геометрических параметров и размеров зубчатых колес и передач приведен в табл. 4.49—4.55.

Таблица 4.49

Расчет геометрических параметров и размеров зубчатых колес и передач часового зацепления



Параметр		Формулы для расчета и указания
наименование	обозначение	
1	2	3
Межосевое расстояние	a	$a = \frac{(z_1 + z_2)\, m}{2}$
Делительный диаметр	d	$d = zm$
Окружной шаг	P_t	$P_t = \pi m$
Угловой шаг	τ	$\tau = \frac{360^\circ}{z}$
Радиус кривизны профиля головки зуба	ρ	$\rho = \rho^* m$, где ρ^* — по табл. 4.54 и 4.55
Смещение окружности центров	Δ_c	$\Delta_c = \Delta_c^* m$, где Δ_c^* — по табл. 4.54 и 4.55
Диаметр окружности центров	d_c	$d_c = d - 2\Delta_c$
Диаметр окружности вершин	d_a	$d_a = d_c \cos\delta + \sqrt{4\rho^2 - d_c^2 \sin^2\delta}$, где $\delta = \arccos \frac{d^2 - d_c - 4\rho^2}{2dd_c} - \frac{s_t^* r}{2}$, s_t^* — по табл. 4.50

При скруглении вершин зубьев колеса

1	2	3
		$d_{a2} = d_{c2}\cos\delta + 2\rho_{a2} + \sqrt{4(\rho_2 - \rho_{a2})^2 - d_{c2}^2 \sin^2\delta}$, где $\rho_{a2} = \rho_{a2}^* m$, ρ_{a2}^* — по табл. 4.51. Коэффициент радиуса скругления вершины зуба колеса ρ_{a2}^* назначается по табл. 4.51 в зависимости от числа зубьев шестерни
Диаметр окружности впадин	d_f	$d_f = d - 2h_f^* m$, где h_f^* — по табл. 4.52
Окружная толщина зуба	s_t	$s_t = s_t^* P_t$, s_t^* — по табл. 4.50
Толщина зуба по общей нормали	s_w	$s_w = 2\rho - d_c \sin\delta$
Половина угловой толщина зуба	ψ	Для колес зубчатых передач типов 1 и 2 и шестерен зубчатых передач типа 2 $\psi = \arcsin\frac{2\rho}{d_c} - \delta$ Для шестерен зубчатых передач типа 1 $\psi = \arcsin\frac{2\rho}{d} - 2\arcsin\frac{\rho}{d} + \frac{s_t^*\tau}{2}$
Половина угловой ширины впадины	η	$\eta = \frac{\tau}{2} - \psi$
Радиус кривизны переходной кривой зуба	ρ_f	$\rho_f = 0{,}5 d_f \frac{\sin\eta}{1 - \sin\eta}$
Радиальный зазор	c	$c = a - 0{,}5(d_c + d_f)$

Примечания: 1. Размеры шестерен (трибок) зубчатых передач типа I при $m = 1$ приведены в табл. 4.53.

2. Значения коэффициентов ρ^* и Δ_c^* для колес зубчатых передач типа 1 приведены в табл. 4.54, а для колес и шестерен (трибок) зубчатых передач типа 2— в табл. 4.55.

Таблица 4.50

Коэффициент толщины зуба s_t^*

Число зубьев зубчатого колеса	Тип передачи	
	1	2
До 10	0,33	0,40
Свыше 10 до 20	0,40	0,42
Свыше 20	0,50	0,42

Таблица 4.51

Коэффициент радиуса скругления вершины зуба колеса ρ_{a2}^*

Число зубьев шестерен z_1	Тип передачи	
	1	2
6	0,35	0,40
7	0,30	0,30
Свыше 7 до 10	0,30	(0,30)
» 10 » 12	0,30	(0,30)
Свыше 12	(0,30)	(0,30)

Примечание. Значения в скобках являются не обязательными.

Таблица 4.52

Коэффициент высоты ножки зуба h_f^*

Число зубьев z	Для колес и шестерен зубчатых передач типа 2	Для колес зубчатых передач типа 1
8	1,49	—
9	1,60	—
Свыше 9	1,70	1,57

Таблица 4.53

Размеры шестерен зубчатых передач типа 1 при $m = 1$, мм

Обозначение размера	Число зубьев шестерен z_1											
	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	18	20
d_a	7,3436	8,3454	9,3464	10,3482	11,3480	12,6024	13,6052	15,6044	16,6048	17,6060	19,6056	21,6062
d_f	2,92	3,87	4,44	5,32	6,29	7,20	8,40	9,84	10,63	11,66	13,58	15,32
ρ	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
ρ_f	0,755	0,784	0,773	0,781	0,821	0,728	0,776	0,762	0,760	0,775	0,779	0,794
s_t	1,047	1,047	1,047	1,047	1,047	1,254	1,257	1,245	1,257	1,257	1,257	1,257

Значения коэффициентов Δ_c^* и ρ^* для колес типа 1

Число зубьев шестерни z_1	Обозначение коэффициентов	Число зубьев колеса		
		20...40	41...70	71...100
6	Δ_c^*	0,29	0,30	0,31
	ρ^*	1,90	1,95	2,00
7	Δ_c^*	0,20	0,22	0,25
	ρ^*	2,00	2,05	2,10
8	Δ_c^*	0,18	0,20	0,22
	ρ^*	2,10	2,15	2,20
9	Δ_c^*	0,20	0,21	0,22
	ρ^*	2,15	2,20	2,25
10	Δ_c^*	0,20	0,21	0,22
	ρ^*	2,25	2,30	2,35
11	Δ_c^*	0,20	0,21	0,22
	ρ^*	2,35	2,40	2,45
12	Δ_c^*	0,18	0,19	0,20
	ρ^*	2,45	2,50	2,55
14	Δ_c^*	0,16	0,16	0,16
	ρ^*	2,55	2,60	2,65
15	Δ_c^*	0,15	0,15	0,15
	ρ^*	2,60	2,65	2,70
16	Δ_c^*	—	0,14	0,14
	ρ^*	—	2,70	2,80
18	Δ_c^*	—	0,12	0,12
	ρ^*	—	2,80	2,90
20	Δ_c^*	—	0,12	0,12
	ρ^*	—	2,90	3,00

Таблица 4.55

Значение коэффициентов Δ_c^* и ρ^* для колес и шестерен зубчатых передач типа 2

Число зубьев z	Δ_c^*	ρ^*
От 8 до 12	0,16	1,90
Свыше 12 до 20	0,18	1,95
» 20 » 50	0,21	2,00
Свыше 50	0,24	2,10

Примечание. Коэффициент ρ^* для колес при числе зубьев шестерен 8...12 на 0,2 менее указанного в таблице.

Таблица 4.56

Предельные отклонения шага f_{p_t} и межосевого расстояния f_a передач часового зацепления, мкм

Степень точности	$\pm f_{p_t}$	$\pm f_a$ при межосевом расстоянии, мм							
		до 3	свыше 3 до 6	свыше 6 до 10	свыше 10 до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 70	свыше 70
2	4	7	8	10	12	14	17	20	24
3	5	10	12	14	17	20	24	28	35
4	6	14	17	20	24	28	35	42	50
5	7	20	24	28	35	42	50	60	72
6	9	28	35	42	50	60	72	85	100

Таблица 4.57

Допуски радиального биения окружности вершин шестерни $F_{d_{a_1}}$, мкм

Степень точности	Модуль m, мм				
	0,05...0,1	свыше 0,1 до 0,2	свыше 0,2 до 0,4	свыше 0,4 до 0,6	свыше 0,6 до 1
2	7	10	15	20	30
3	10	15	20	30	40
4	15	20	30	40	60
5	—	—	40	60	60
6	—	—	50	80	120

Таблица 4.58

Допуски радиального биения окружности вершин колес $F_{d_{a2}}$, мкм

Степень точности	Модуль m, мм	$F_{d_{a2}}$ (мкм) при диаметре окружности вершин, мм		
		до 5	свыше 5 до 30	свыше 30
2	0,06...0,1	8	10	—
	Свыше 0,1 до 0,15	10	12	—
	» 0,15 » 0,3	12	15	20
	» 0,3 » 0,6	—	17	25
	» 0,6 » 1		20	35
3	0,05...0,1	10	12	—
	Свыше 0,1 до 0,15	12	15	—
	» 0,15 » 0,3	15	17	25
	» 0,3 » 0,6	—	20	30
	» 0,6 » 1	—	25	40
4	0,05...0,1	15	20	—
	Свыше 0,1 до 0,15	20	25	—
	» 0,15 » 0,3	25	30	—
	» 0,3 » 0,6	—	40	50
	» 0,6 » 1	—	50	65
5	0,05...0,1	25	30	—
	Свыше 0,1 до 0,15	30	35	—
	» 0,15 » 0,3	35	45	—
	» 0,3 » 0,6	—	55	—
	» 0,6 » 1	—	70	85
6	0,3...0,6	—	90	—
	Свыше 0,6 до 1	—	100	120

Таблица 4.59

Предельные отклонения диаметра вершин зубчатых колес A_{d_a}, мкм

Степень точности	Модуль m, мм				
	0,05...0,1	0,1...0,15	свыше 0,15 до 0,3	свыше 0,3 до 0,6	свыше 0,6 до 1
2	10; 12*	12; 15*	17	20	24
3	12; 14*	15; 18*	20	24	30
4	15; 18*	20; 22*	28	35	45
5	20; 22*	25; 28*	40	50	60
6	—	—	—	60	75

* Только для трибов.

Таблица 4.60

Предельные отклонения диаметра впадин зубчатых колес A_{d_f}, мкм

Степень точности	Модуль, мм				
	0,05...0,1	свыше 0,1 до 0,15	свыше 0,15 до 0,3	свыше 0,3 до 0,6	свыше 0,6 до 1
2	14; 16*	18; 20*	25	30	35
3	22; 25	28; 30*	35	45	55
4	30; 35*	35; 40*	50	60	75
5	35	45	55	75	100
6	—	—	—	100	120

* Только для трибов.

Таблица 4.61

Предельные отклонения окружной толщины зуба A_{s_t}, мкм

Степень точности	Модуль m, мм				
	0,05...0,1	свыше 0,1 до 0,15	0,15...0,3	свыше 0,3 до 0,6	свыше 0,6 до 1
2	7	10	12	15	20
3	10	12	15	20	25
4	12	15	20	25	30
5	15	20	25	30	35
6	—	—	—	35	45

Таблица 4.62

Допуски на погрешность профиля f_f, мкм

Степень точности	Модуль m, мм				
	0,05...0,1	свыше 0,1 до 0,15	свыше 0,15 до 0,3	свыше 0,3 до 0,6	свыше 0,6 до 1
2	2	3	4	6	8
3	3	4	6	8	11
4	4	6	8	11	14
5	5	7	10	14	18
6	—	—	—	18	24

4.1.3. Конические передачи

Исходный контур. ГОСТ 13754—81 устанавливает внешний торцовый номинальный исходный контур с окружным модулем m_e от 1 мм и более. Для мелкомодульных колес со средним модулем от 0,1 до 1,0 мм (исключительно) исходный контур — по ГОСТ 9587—81.

Модули. Внешний модуль m_e рекомендуется устанавливать по ГОСТ 9563—60. Допускается использовать дробные и нестандарт-

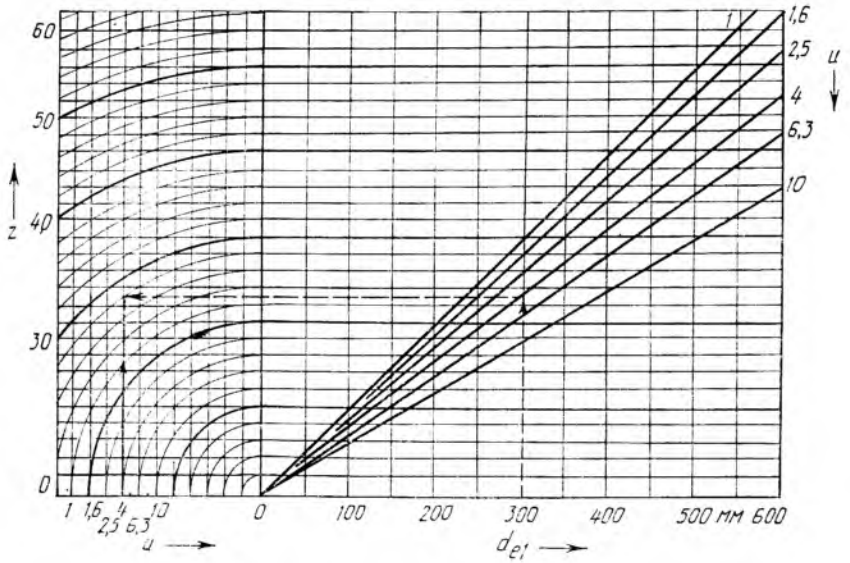


Рис. 4.14. Номограмма для определения рекомендуемого числа зубьев шестерни ($\alpha=20^0$, $\Sigma=90^0$)

ные значения m_e, если это не влечет за собой применения специального инструмента.

Передаточные числа. Понижающие передачи могут выполняться с передаточными числами от 1 до 10. Повышающие передачи не рекомендуется выполнять с передаточными числами, превышающими 3...5.

Числа зубьев колес. Для ортогональной передачи их следует выбирать с учетом данных, приведенных в табл. 4.63.

Таблица 4.63

Минимальное допустимое число зубьев ортогональной конической передачи с прямыми зубьями

Число зубьев шестерни	Наименьшее число зубьев сопряженного колеса	Число зубьев шестерни	Наименьшее число зубьев сопряженного колеса
12	30	15	19
13	26	16	18
14	20	17	17

Число зубьев цементованных зубчатых колес рекомендуется определять по номограмме, приведенной на рис. 4.14.

Термически улучшенные колеса могут выполняться с тем же или с увеличенным на 10...20 % числом зубьев.

Выбор коэффициентов смещения и коэффициентов изменения расчетной толщины зуба исходного контура. В передачах с $u>1$

шестерню рекомендуется выполнять с положительным смещением x_1 (табл. 4.64), а колесо с равным ему по величине отрицательным смещением ($x_2 = -x_1$). Для передач, у которых u и z_1 отличаются от указанных в табл. 4.63, коэффициенты смещения принимаются с округлением в большую сторону.

Таблица 4.64

Коэффициенты смещения для ортогональных конических зубчатых передач с прямыми зубьями при исходном контуре по ГОСТ 13754—81

Число зубьев	Передаточное число передачи											
	1	1,12	1,25	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3 и выше
12	—	—	—	—	—	—	—	0,50	0,53	0,56	0,57	0,58
13	—	—	—	—	—	—	0,44	0,48	0,52	0,54	0,55	0,56
14	—	—	—	0,27	0,34	0,38	0,42	0,47	0,50	0,52	0,53	0,54
15	—	—	0,18	0,25	0,31	0,36	0,40	0,45	0,48	0,50	0,51	0,52
16	—	0,10	0,17	0,24	0,30	0,35	0,38	0,43	0,46	0,48	0,49	0,50
18	0,00	0,09	0,15	0,22	0,28	0,33	0,36	0,40	0,43	0,45	0,46	0,47
20	0,00	0,08	0,14	0,20	0,26	0,30	0,24	0,37	0,40	0,42	0,43	0,44
25	0,00	0,07	0,13	0,18	0,23	0,26	0,29	0,33	0,36	0,38	0,39	0,40
30	0.00	0,06	0,11	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,34	0,35
40	0,00	0,05	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,28

При $u \geqslant 2{,}5$ зубчатые колеса рекомендуется применять не только со смещением, но и с различной толщиной зуба исходного контура, увеличенной по сравнению с расчетной ($\pi m_e/2$) у исходного контура шестерни и соответственно уменьшенной у исходного контура колеса (тангенциальная коррекция).

Коэффициент изменения расчетной толщины зуба исходного контура $x_{\tau 1}$, положительный для шестерни и равный ему по значению, но обратный по знаку $x_{\tau 2}$ для колеса, рекомендуется вычислять по формуле

$$x_{\tau 1} = 0{,}03 + 0{,}008\,(u - 2{,}5).$$

Для ответственных тяжело нагруженных передач значения $x_{\tau 1}$ следует определять из расчета прочности зубьев на излом.

Расчет геометрии. Полный расчет геометрии производится по ГОСТ 19624—74. Для расчета необходимы следующие исходные данные: число зубьев шестерни z_1 и колеса z_2, внешний окружной модуль m_e. Внешний торцовый исходный контур принимается по ГОСТ 13754—81.

Расчетные формулы и пример расчета ортогональной передачи со стандартным исходным контуром приведены в табл. 4.65. Вычисления по формулам должны производиться со следующей точностью: линейные размеры — не грубее 0,0001 мм; угловые размеры — не грубее 1′; передаточные числа, числа зубьев эквивалент-

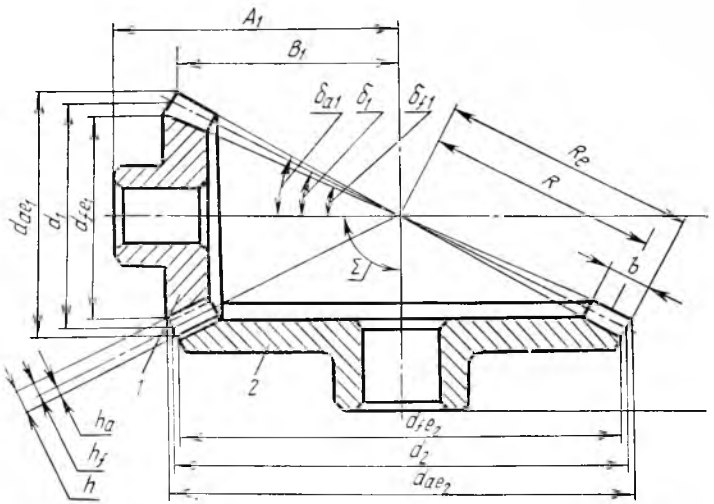
ных зубчатых колес, коэффициенты смещения и коэффициенты изменения толщины зуба — не грубее 1 %.

Допуски. В справочнике приведены допуски и отклонения, проставляемые в рабочих чертежах зубчатых колес и корпусов редукторов. Допуски колес и передач с модулем больше 1 мм назначаются по ГОСТ 1758—81, с модулем до 1 мм — по ГОСТ 9368—81. Стандартами установлено 12 степеней точности. Допуски установлены для степеней точности 4...12.

Для каждой степени точности устанавливаются нормы кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев колес в передаче. Допускается комбинирование норм разных степеней точности, при этом нормы плавности могут быть не более чем на две степени точнее норм кинематической точности (по ГОСТ 9368—81 на одну степень) или на одну степень грубее, нормы контакта зубьев не могут назначаться по степеням точности более грубыми, чем нормы плавности (по ГОСТ 9368—81 — на одну степень грубее).

Таблица 4.65

Расчет геометрических параметров ортогональных конических передач



Параметр		Формулы для расчета
наименование	обозначение	
1	2	3
Число зубьев плоского колеса	z_c	$z_c = \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$
Внешнее конусное расстояние	R_e	$R_e = 0,5 m_e z_c$
Ширина зубчатого венца	b	$b \leqslant 0,3R_e$, $b \leqslant 10m_e$

1	2	3
Среднее конусное расстояние	R	$R = R_e - 0{,}5b$
Средний окружной модуль	m	$m = m_e \dfrac{R}{R_e}$
Внутренний окружной модуль	m_i	$m_i = m_e \dfrac{R_e - b}{R_e}$
Средний делительный диаметр	d	$d_1 = mz_1,\ d_2 = mz_2$
Угол делительного конуса	δ	$\operatorname{tg}\delta_1 = \dfrac{z_1}{z_2}$ $\delta_2 = 90 - \delta_1$ $\sin\delta_1 = \cos\delta_2$ $\cos\delta_1 = \sin\delta_2$
Передаточное число	u	$u = \dfrac{z_2}{z_1}$
Коэффициент смещения у шестерни	x_1	По табл. 4.64
Коэффициент изменения толщины зуба шестерни	$x_{\tau 1}$	См. с. 258
Внешняя высота головки зуба	h_a	$h_{ae1} = \left(h_a^* + x_1\right) m_e$ $h_{ae2} = 2h_a^* m_e - h_{ae1}$
Внешняя высота ножки зуба	h_f	$h_{fe1} = h_{ae2} + 0{,}2m_e$ $h_{fe2} = h_{ae2} + 0{,}2m_e$
Внешняя высота зуба	h_e	$h_{e1} = h_{ae1} + h_{fe1}$ $h_{e2} = h_{ae2} + h_{fe2}$
Внешняя окружная толщина зуба	s_e	$s_{e1} = \left(0{,}5\pi + 2x_1 \operatorname{tg}\alpha + x_{\tau 1}\right) m_e$ $s_{e2} = \pi m_e - s_{e1}$
Угол ножки зуба	θ_f	$\operatorname{tg}\theta_{1f} = \dfrac{h_{fe1}}{R_e}$ $\operatorname{tg}\theta_{f2} = \dfrac{h_{fe2}}{R_e}$
Угол головки зуба	θ_a	$\theta_{a1} = \theta_{f1}$ $\theta_{a2} = \theta_{f2}$
Угол конуса вершин	δ_a	$\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{a1}$ $\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{a2}$
Угол конуса впадин	δ_f	$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1}$ $\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_{f2}$

1	2	3
Внешний делительный диаметр	d_e	$d_{e1} = m_e z_1$ $d_{e2} = m_e z_2$
Внешний диаметр вершин зубьев	d_a	$d_{ae1} = d_{e1} + 2h_{ae1}\cos\delta_1$ $d_{ae2} = d_{e2} + 2h_{ae2}\cos\delta_2$
Расстояние от вершины до плоскости внешней окружности вершин зубьев	B	$B_1 = 0{,}5d_{e2} - h_{ae1}\sin\delta_1$ $B_2 = 0{,}5d_{e1} - h_{ae2}\sin\delta_2$
Расчет внешней постоянной хорды и высоты до нее (при $x_1 \leqslant 0{,}4$)		
Внешняя постоянная хорда зуба	$\bar{s}_{ce}$	$\bar{s}_{ce1} = 0{,}8830 s_{e1}$ $\bar{s}_{ce2} = 0{,}8830 s_{e2}$
Высота до внешней постоянной хорды	$\bar{h}_{ce}$	$\bar{h}_{ce1} = h_{ae1} - 0{,}1607 s_{e1}$ $\bar{h}_{ce2} = h_{ae2} - 0{,}1607 s_{e2}$
Расчет внешней делительной толщины зуба по хорде и высоты до нее (при $x_1 \leqslant 0{,}4$)		
Половина внешней угловой толщины зуба	ψ_e	$\psi_{e1} = \dfrac{s_{e1}\cos\delta_1}{d_{e1}}$ $\psi_{e2} = \dfrac{s_{e2}\cos\delta_2}{d_{e2}}$
Внешняя делительная толщина зуба по хорде	$\bar{s}_e$	$\bar{s}_{e1} = \dfrac{d_{e1}}{\cos\delta_1}\sin\psi_{e1}$ $\bar{s}_{e2} = \dfrac{d_{e2}}{\cos\delta_2}\sin\psi_{e2}$
Высота до внешней делительной хорды зуба	$\bar{h}_{ae}$	$\bar{h}_{ae1} = h_{ae1} + 0{,}25 s_{e1}\psi_{e1}$ $\bar{h}_{ae2} = h_{ae2} + 0{,}25 s_{e2}\psi_{e2}$

Примечание. $z_{1\min}$ — по графику на рис. 4.18.

Для колес с модулем больше 1 мм установлено шесть видов сопряжений колес в передаче: *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *H*. Сопряжение вида *B* обеспечивает минимальное значение бокового зазора, при котором исключается возможность заклинивания стальной или чугунной передачи при нагреве с разностью температур колес и корпуса (чугунного или стального) в 25 °С.

Предусмотрено пять видов допусков на боковой зазор, назна-

Таблица 4.66

Виды сопряжений и виды допусков бокового зазора конических передач при $m \geqslant 1$ мм

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности работы	Вид допуска на боковой зазор
A	4...12	*a*
B	4...11	*b*
C	4...9	*c*
D	4...8	*d*
E	4...7	*h*
H	4...7	*h*

чаемых в зависимости от биения зубчатого венца и обозначаемых буквами *a*, *b*, *c*, *d* и *h*. Рекомендуемые сочетания видов допусков бокового зазора с видами сопряжений приведены в табл. 4.66.

Для колес с модулем меньше 1 мм установлены пять видов сопряжений зубчатых колес и передач (независимо от степени точности) и соответствующие им боковые зазоры *D*, *E*, *F*, *G*, *H*. Виды сопряжений в зависимости от степеней точности приведены в табл. 4.67.

Таблица 4.67

Рекомендуемые виды сопряжений конических передач при $m < 1$ мм

Вид сопряжения	Степень точности	
	$m \leqslant 0{,}5$	$m > 0{,}5$
D	4...10	4...12
E	То же	То же
F	»	»
G	4...8	4...8
H	4...7	4...7

Точность изготовления колес и передач задается степенью точности, а требования к боковому зазору — видом сопряжения по нормам бокового зазора.

Примеры обозначения

7 — C ГОСТ 1758—81 — передача 7 степени точности по всем трем нормам точности, с видом сопряжения зубчатых колес *C*.

7—400 ГОСТ 1758—81 — то же с гарантированным боковым зазором 400 мкм, не соответствующим ни одному из указанных видов сопряжения.

При комбинировании норм разных степеней точности точность зубчатых колес и передач обозначается последовательным написанием трех цифр и буквы. Первая цифра обозначает степень по нормам кинематической точности, вторая — степень по нормам плавности работы, третья — степень по нормам контакта зубьев и буква — вид сопряжения. Между собой цифры и буква разделяются тире.

Пример обозначения

8—7—6 — В ГОСТ 1758—81 — передача 8 степени точности по нормам кинематической точности, 7 — по нормам плавности работы, 6 — по нормам контакта зубьев, вид сопряжения *В*.

Нормы кинематической точности. Допуск радиального биения зубчатого венца F_r (табл. 4.68 и 4.69) используется для определения допуска средней постоянной хорды зуба $T_{\bar{s}c}$.

Таблица 4.68

Нормы кинематической точности (показатель F_r) конических передач при $m \geqslant 1$ мм

Делительный диаметр	Модуль, мм	F_r (мкм) при степени точности					
		4	5	6	7	8	9
До 125	До 3,5	10	16	25	36	45	75
25...400	До 3,5	15	22	36	53	63	110

Таблица 4.69

Нормы кинематической точности (показатель F_r) конических передач при $m < 1$ мм

Степень точности	Средний нормальный модуль, мм	F_r (мкм) при среднем делительном диаметре, мм						
		до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 200
4	0,1...0,5	4	5	6	7	8	9	10
	Свыше 0,5	6	6	7	8	9	10	12
5	0,1...0,5	7	8	9	10	12	14	16
	Свыше 0,5	9	10	11	12	14	16	19
6	0,1...0,5	11	12	14	16	19	22	26
	Свыше 0,5	15	16	18	20	22	25	30
7	0,1...0,5	16	18	20	22	26	30	36
	Свыше 0,5	21	22	24	26	30	36	42
8	0,1...0,5	19	21	25	28	32	38	45
	Свыше 0,5	26	28	30	34	38	45	50

Нормы бокового зазора. Гарантированный боковой зазор $j_{n\,\min}$ для различных видов сопряжений устанавливается независимо от степени точности колеса или передачи.

Показателями, обеспечивающими гарантированный боковой зазор, являются: для передач с регулируемым расположением колес $j_{n\,\min}$ (табл. 4.70, 4.71); с нерегулируемым расположением колес — предельные отклонения межосевого угла E_Σ (табл. 4.72, 4.73); наименьшее отклонение средней постоянной хорды зуба $E_{\bar{s}cs}$ и допуск средней постоянной хорды зуба $T_{\bar{s}c}$ (табл. 4.74—4.78). Допуск

Таблица 4.70

Нормы бокового зазора (показатель $j_{n\min}$) конических передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Вид сопряжения	Среднее конусное расстояние R, мм								
	до 50			свыше 50 до 100			свыше 100 до 200		
H	0	0*	0**	0	0**	0**	0	0*	0**
E	15	21*	25**	21	25*	30**	25	35*	40**
D	22	33*	39**	33	39*	46**	39	54*	63**
C	36	52*	62**	52	62*	74**	62	87*	100**
B	58	84*	100**	84	100*	120**	100	140*	160**
A	90	130*	160**	130	160*	190**	160	220*	250**

Примечание. Значения $j_{n\min}$ приведены для углов делительного конуса шестерни $\delta_1 = 15°$.

* δ_1 свыше 15° до 25°.
** $\delta_1 > 25°$.

Таблица 4.71

Нормы бокового зазора (показатель $j_{n\min}$) конических передач при $m < 1$ мм, мкм

Вид сопряжения	Среднее конусное расстояние R, мм																	
	до 12			свыше 12 до 20			свыше 20 до 32			свыше 32 до 50			свыше 50 до 80			свыше 80 до 125		
H	0	0*	0**	0	0*	0**	0	0*	0**	0	0*	0**	0	0*	0**	0	0*	
G	4	5*	6**	5	6*	8**	6	9*	9**	8	9*	11**	13	15*	18**	20	15*	
F	6	8*	9**	8	9*	11**	9	13*	13**	11	13*	16**	18	22*	25**	28	22*	
E	10	12*	15**	12	15*	18**	15	21*	21**	18	21*	25**	28	35*	40**	46	35*	
D	14	18*	22**	18	22*	27**	22	33*	33**	27	33*	39**	45	54*	63**	72	54*	

Примечание. См. примечания к табл. 4.70.

Таблица 4.72

Нормы бокового зазора (показатель E_Σ) конических передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Вид сопряжения	Среднее конусное расстояние R, мм								
	до 50			свыше 50 до 100			свыше 100 до 200		
H, *E*	7,5	10*	12**	10	12*	15**	12	17*	20**
D	11	16*	19**	16	19*	22**	19	26*	32**
C	18	26*	30**	26	30*	32**	30	45*	50**
B	30	42*	50**	42	50*	60**	50	71*	80**
A	45	63*	80**	63	80*	95**	80	110*	125**

Примечания: 1. См. примечания к табл. 4.70.

2. Предельные отклонения межосевого угла E_Σ могут назначаться односторонними или несимметричными (когда этому не препятствует конструкция узла, содержащего зубчатую передачу), без изменения поля допуска на межосевой угол.

Таблица 4.73

Нормы бокового зазора (показатель $\pm E_{\Sigma}$) конических передач при $m < 1$ мм, мкм

Вид сопряжения	Среднее конусное расстояние R, мм																	
	до 12			свыше 12 до 20			свыше 20 до 32			свыше 32 до 50			свыше 50 до 80			свыше 80 до 125		
H, G	3	3*	4**	4	4*	3**	4	5*	6**	5	6*	6*	6	7*	7**	7	8*	9**
F	5	5*	6**	6	6*	7**	6	7*	8**	7	8*	8*	8	10*	10**	10	11*	13**
E	7	7*	9**	9	9*	10**	9	10*	10**	10	13*	13*	13	15*	15**	15	18*	20**
D	11	11*	14**	14	14*	17**	14	17*	25**	17	20*	20*	23	20*	23**	23	27*	32**

Примечание. См. примечания к табл. 4.70.

Таблица 4.74

Нормы бокового зазора (показатель $E_{\overline{scs}}$) конических передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Вид сопряжения	Степень точности по плавности	Средний нормальный модуль m_n, мм	$E_{\overline{scs}}$ (мкм) при среднем делительном диаметре, мм					
			до 125			свыше 125		
H	7	1...3,5	20	20*	22**	28	32*	30**

Примечания: **1.** Значения $E_{\overline{scs}}$ приведены для углов делительного конуса шестерни δ_1 до 20°.

2. Значение $E_{\overline{scs}}$ для видов сопряжений и степеней точности, не приведенных в таблице, рассчитывается с использованием коэффициента K_1. $E_{\overline{scs}} = (E_{\overline{scs}})_{7-H} K_1$.

* δ_1 свыше 20° до 45°.
** δ_1 свыше 45°.

Таблица 4.75

Коэффициенты K_1 для определения $E_{\overline{scs}}$

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности			
	4...6	7	8	9
H	0,9	1,0	—	—
E	1,45	1,6	—	—
D	1,8	2,0	2,2	—
C	2,4	2,7	3,0	3,2
B	3,4	3,8	4,2	4,6
A	5,0	5,5	6,0	6,6

Таблица 4.76

Нормы бокового зазора (показатель E_{scs}) конических передач при $m < 1$ мм, мкм

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности	E_{scs} (мкм) при среднем делительном диаметре, мм							
		до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 180	свыше 180 до 200
H	4...6	8	8	9	9	10	11	13	15
	7	12	12	13	14	15	16	18	22
G	4...6	12	13	14	15	17	20	24	28
	7	16	17	18	20	22	25	28	32
	8	20	22	24	26	28	30	34	40
F	4...6	17	18	21	24	28	32	38	45
	7	20	22	25	28	32	36	40	48
	8	26	28	30	34	38	42	48	55
	9	36	38	42	45	48	52	58	65
	10	52	54	56	58	60	65	75	85
E	4...6	28	30	34	40	48	52	60	70
	7	32	34	38	42	50	55	65	75
	8	34	38	40	45	52	60	70	80
	9	36	40	45	50	55	65	75	85
	10	60	60	65	65	70	70	75	100
	11	65	65	70	70	80	85	85	115
	12	70	70	75	80	85	90	105	120
D	4...6	35	38	40	45	50	55	65	80
	7	42	45	48	52	55	60	70	85
	8	45	48	50	55	60	65	75	90
	9	50	52	55	60	65	70	80	95
	10	65	65	70	75	80	85	90	110
	11	70	75	80	85	90	95	100	120
	12	70	80	85	90	95	100	115	130

Таблица 4.77

Нормы бокового зазора (показатель T_{sc}) конических передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Вид допуска бокового зазора	Допуск биения зубчатого венца F_r, мкм												
	до 8	свыше 8 до 10	свыше 10 до 12	свыше 12 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50 до 60	свыше 60 до 80	свыше 80 до 200	свыше 100 до 125
h	21	22	24	26	28	32	38	42	50	60	70	90	110
d	25	28	30	32	36	42	48	55	65	75	90	110	130
c	30	34	36	40	45	52	60	70	80	95	110	140	170
b	40	45	48	52	58	65	75	85	100	120	130	170	200
a	52	55	60	65	75	85	95	110	130	150	180	220	260

Таблица 4.78

Нормы бокового зазора (показатель T_{sc}^-) конических передач при $m < 1$ мм, мкм

Вид допуска бокового зазора	Допуск биения зубчатого венца F_r, мкм														
	до 6	свыше 6 до 8	свыше 8 до 10	свыше 10 до 12	свыше 12 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 23	свыше 23 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50 до 60	свыше 60 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100 до 125	свыше 125
h	9	10	11	13	15	18	22	28	32	40	48	60	75	90	110
g	11	12	13	15	18	22	26	32	38	46	55	70	85	105	125
f	13	15	17	19	22	26	30	35	45	50	60	80	100	120	140
e	16	18	20	22	26	30	35	42	50	60	70	90	110	130	150
d	18	22	24	26	30	34	36	44	55	63	75	95	120	135	180

T_{sc}^- в любых случаях не может устанавливаться меньше допуска на боковой зазор. Предельные отклонения толщины зуба: верхнее $e_{ss}^- = -E_{sc}^-$, нижнее $e_{si}^- = -E_{sc}^- - T_{sc}^-$.

Допускается значение наименьшего отклонения средней постоянной хорды зуба и допуска на нее относить к средней делительной толщине зуба по хорде с заменой обозначений E_{scs}^- и T_{sc}^- соответственно на e_{ss}^- и e_{si}^-.

На рабочих чертежах зубчатых колес, в графе таблицы данных «Размеры зуба в измерительном сечении» проставляют значения e_{ss}^-, e_{si}^-. Предельные отклонения $\pm E_\Sigma$ назначают на межосевой угол в корпусе редуктора.

Конструкция конических зубчатых колес. Типовые конструкции и рекомендуемые размеры конструктивных элементов мелкомодульных конических прямозубых колес приведены в табл. 4.79.

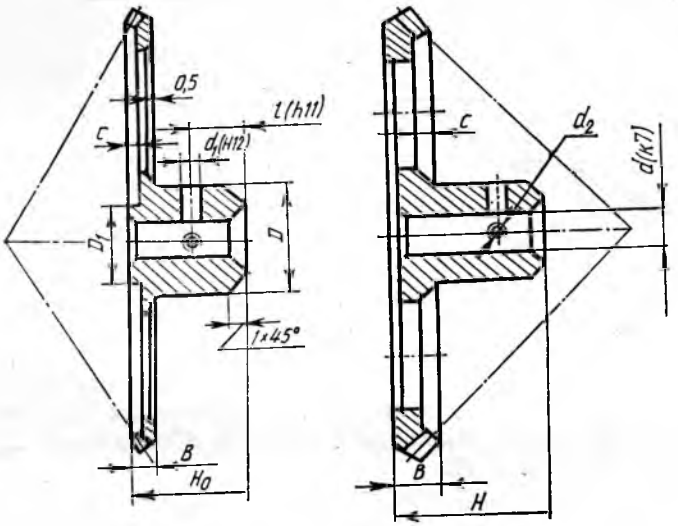
4.1.4. Червячные передачи

Червячные передачи применяют для преобразования вращательного движения между скрещивающимися валами. Передаточное число может достигать 500. Передачи характеризуются плавностью и бесшумностью работы, а при необходимости обеспечивают самоторможение. Передача идет от червяка к колесу, в отдельных случаях (например, в некоторых типах регуляторов скорости) ведущим может быть червячное колесо. В приборостроении применяют передачи: червяк — червячное колесо; червяк — прямозубое цилиндрическое колесо; червяк — винтовое колесо. В зависимости от формы рабочей поверхности профиля различают червяки (ГОСТ 18498—73): архимедовы — *ZA*, эвольвентные — *ZI*, конволютные — *ZN*1, *ZN*2, *ZN*3, образованные конусом — *ZK*1, *ZK*2, *ZK*3 и тороидом — *ZT*1, *ZT*2.

Термины, определения и обозначения червячных передач установлены ГОСТ 18498—73. При буквенных обозначениях, общих для червяка и колеса (d, d_a и др.), червяк обозначается индексом 1, колесо — индексом 2.

Таблица 4.79

Размеры конструктивных элементов конических прямозубых колес, мм



d	D	D_1	d_1	d_2	l	H	B	c	H_0	H*	B*	c*	H_0^*	H**	B**	c**	H_0^{**}
2,5	6	5	0,6	M1,6	2,5	8	3	0,8	8	—	—	—	—	—	—	—	—
3	7	6	0,8	M2	2,5	8	3	0,8	8	—	—	—	—	—	—	—	—
4	8	7	0,8	M2	3	10	10	1,5	10	—	—	—	—	—	—	—	—
5	9	8	1,0	M2	3	10	10	1,5	10	—	—	—	—	—	—	—	—
6	10	9	1,4	M3	3	10	4	1,5	10	—	—	—	—	—	—	—	—
7	12	10	1,4	M3	12	12	4	1,5	11	14	—	2,5	13	17	7	4	16
8	14	12	1,8	M3	4	14	4	1,5	11	14	5	2,5	15	17	7	4	16
9	15	12	1,8	M3	4	14	4	1,5	13	15	5	2,5	15	17	7	4	16
10	16	14	1,8	M3	5	—	—	—	—	17	5	2,5	15	17	7	4	16
12	20	18	2,8	M3	5	—	—	—	—	19	5	2,5	17	17	10	4	18
14	22	20	3,8	M4	6	—	—	—	—	19	5	2,5	17		10	4	18
15	25	22	3,8	M4	6	—	—	—	—	19	6	3	17	20	10	4	20
16	26	23	3,8	M4	6	—	—	—	—	22	6	3	20	23	10	4	20
17	28	25	3,8	M4	6	—	—	—	—	—	—	—	—	25	10	5	23
18	28	25	3,8	M4	6	—	—	—	—	—	—	—	—	25	10	5	23
20	30	26	4,8	M5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	27	10	5	23
22	32	28	4,8	M5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	27	10	5	25

Примечания: 1. Для колес 5 и 6 степеней точности отклонения размера d по $k6$.

2. Данные приведены для колес с модулем $m = 0{,}2 \ldots 0{,}5$.

* При m свыше 0,5 до 10.

** При m свыше 1,0 до 2,5.

Модули m определяются в осевом сечении червяка. Числовые значения их установлены ГОСТ 19672—74: 0,10; 0,125; (0,15); 0,16; 0,20; 0,25; (0,30); 0,315; 0,40; 0,50; (0,60); 0,63; 0,80; 1,0; 1,25; (1,5); 1,6; 2,0; 2,5; (3,0); 3,15. В скобках указаны значения модулей второго ряда предпочтительности.

Коэффициент диаметра червяка q выбирается из значений: (7,1); 8,0; (9,0); 10,0; (11,2); 12,5; (14,0); 16,0; (18,0); 20,0; (22,4); 63. В скобках указаны значения коэффициента второго ряда предпочтительности. Допускается применение коэффицентов диаметра червяка 7,5 и 12,0.

Исходный червяк и исходный производящий червяк при $m=1...25$ мм регламентируется ГОСТ 19036—81, при $m<1$ мм — ГОСТ 20184—81.

Червячные колеса. Число зубьев червячного колеса z_2 выбирают в зависимости от передаточного числа и числа заходов червяка. Увеличение числа заходов червяка ведет к росту КПД передачи. В силовых передачах $z_2=30...70$. При $z_2<28$ во избежание подрезания зуба принимают смещение исходного контура, как у цилиндрических зубчатых колес.

Для уменьшения кинематической погрешности многозаходной передачи число зубьев колеса и число заходов червяка не должны иметь общего множителя.

Условный угол обхвата 2δ определяют по формуле $\sin\delta=b_2/(d_{a1}-0{,}5m)$. Для силовых передач $2\delta=90...120°$, для несиловых отсчетных передач $2\delta=45...60°$.

Число заходов червяка $z_1=1...5$. С увеличением числа заходов кинематическая точность передачи снижается.

В качестве исходных данных для геометрического расчета червячной передачи принимаются: модуль m; коэффициент диаметра червяка q; число заходов червяка z_1; вид червяка ZA или $ZN1$, $ZN2$, $ZK1$; профиль исходного червяка.

Межосевое расстояние a_w входит в состав исходных данных, если его значение задано. Коэффициент смещения червяка x входит в состав исходных данных, если значение межосевого расстояния a_w не задано.

К основным параметрам исходного червяка по ГОСТ 19036—73 относятся: угол профиля α_x или α_n, α_{nT}, α_{ns}, α_0; коэффициент высоты витка h^*; коэффициент высоты головки h_a^*; коэффициент расчетной толщины s^*; коэффициент радиуса кривизны переходной кривой ρ_f^*.

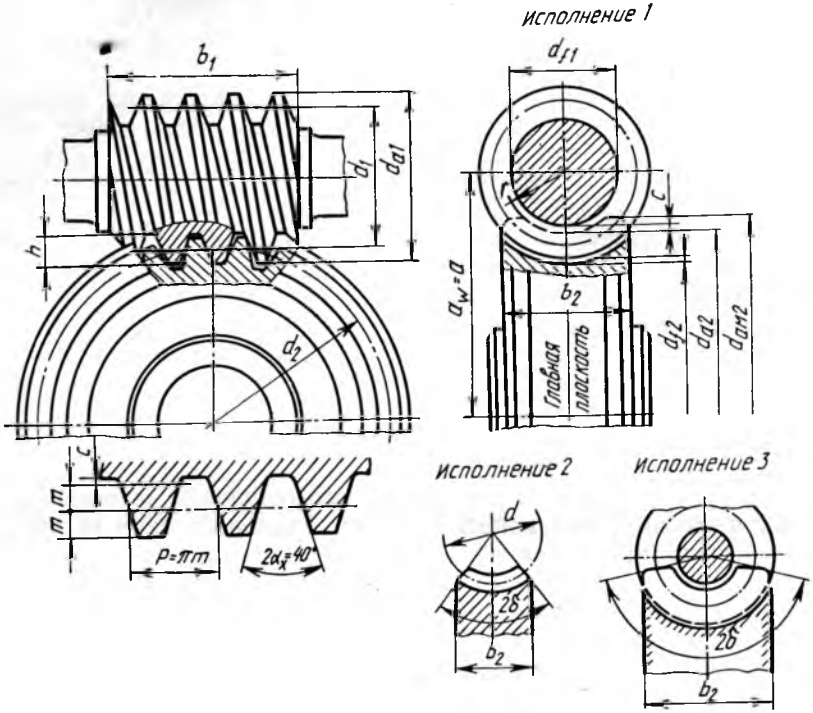
Формулы и порядок геометрического расчета размеров червячной передачи приведены в табл. 4.80—4.82.

Допуски червячных передач*. Допуски передач с модулем 1...25 мм установлены ГОСТ 3675—81, с модулем 0,1...1 мм — ГОСТ 9774—81. Установлено 12 степеней точности червячных передач,

* Приведены допуски и отклонения, проставляемые на рабочих чертежах зубчатых колес и корпусов редукторов и используемые в расчетах на точность. Модули, диаметры и степени точности ограничены.

Таблица 4.80

Расчет геометрических параметров червячной передачи



Параметр		Формулы для расчета и указания
наименование	обозначение	
1	2	3
		Расчет основных параметров
Число зубьев червячного колеса	z_2	В общем случае $z_2 = uz_1$ (округляется до ближайшего целого числа) Допускается изменение значения z_2, после чего уточняется окончательное значение u
Коэффициент смещения червяка	x	$x = \frac{a_w}{m} - 0{,}5\,(z_2 + q)$ Коэффициент смещения червяка рекомендуется принимать в пределах $1 \geqslant x \geqslant -1$
Межосевое расстояние (если x входит в исходные данные)	a_w	$a_w = 0{,}5\,(z_2 + q + 2x)\,m$
Делительный диаметр		
червяка	d_1	$d_1 = qm$
колеса	d_2	$d_2 = z_2 m$

1	2	3
Начальный диаметр червяка	d_{w1}	$d_{w1} = (q + 2x)m$
Делительный угол подъема	γ	$\operatorname{tg}\gamma = \dfrac{z_1}{q}$
Начальный угол подъема	γ_w	$\operatorname{tg}\gamma_w = \dfrac{z_1 m}{d_{w1}}$
Основной угол подъема	γ_b	$\cos\gamma_b = \cos a_n \cos\gamma$
		Определяется для червяка *ZI*
Основной диаметр червяка	d_b	$d_b = \dfrac{z_1 m}{\operatorname{tg}\gamma_b}$
		Определяется для червяка *ZI*
Высота витка червяка	h_1	$h_1 = h^* m$
Высота головки витка червяка	h_{a1}	$h_{a1} = h_a^* m$
Диаметр вершин		
витков червяка	d_{a1}	$d_{a1} = d_1 + 2h_a^* m$
зубьев колеса	d_{a2}	$d_{a2} = d_2 + 2\left(h_a^* + x\right) m$
Наибольший диаметр червячного колеса	d_{aM2}	$d_{a2} \leqslant d_{aM2} < d_{a2} + \dfrac{6m}{z_1 + 2}$

Расчет размеров, характеризующих форму нарезанной части червяка и венца червячного колеса

Радиус кривизны переходной кривой червяка	ρ_{f1}	$\rho_{f1} = \rho_f^* m$
Длина нарезанной части червяка	b_1	Определяется по табл. 4.82
Ширина венца червячного колеса	b_2	Рекомендуется принимать: $b_2 \leqslant 0{,}75 d_{a1}$ при $z_1 \leqslant 3$ $b_2 \leqslant 0{,}67 d_{a1}$ при $z_1 \geqslant 4$

Расчет размеров для контроля взаимного положения профилей витков червяка

Расчетный шаг червяка	p_1	$p_1 = \pi m$
Ход витка	p_{z1}	$p_{z1} = p_1 z_1$

1	2	3
Делительная толщина по хорде витка червяка	$\bar{s}_{a1}$	$\bar{s}_{a1} = s^* m \cos\gamma$
Высота до хорды витка	$\bar{h}_{a1}$	$\bar{h}_{a1} = h_a^* m + 0{,}5\bar{s}_{a1} \operatorname{tg}\left(0{,}5 \arcsin \frac{\bar{s}_{a1} \sin^2\gamma}{d_1}\right)$
Диаметр измерительных роликов	D	$D \geqslant 1{,}67m$ Рекомендуется принимать значение, равное ближайшему бо́льшему значению диаметра ролика по ГОСТ 2475—62
Размер червяка по роликам	M_1	$M_1 = d_1 - (p_1 - s^* m)\ \frac{\cos\gamma}{\operatorname{tg}\alpha} + D\left(\frac{1}{\sin\alpha} + 1\right)$ Для червяков ZI, $ZN1$, $ZN2$, $ZK1$ $\alpha = 20°$ Для червяка ZA $\sin\alpha = \sin 20° \cos\gamma$

Таблица 4.81

Расчет длины нарезанной части червяка b_1

x	Число заходов $z_1 = 1$ и 2	Число заходов $z_1 = 4$
—1,0	$b_1 \geqslant (10{,}5 + z_1)\, m$	$b_1 \geqslant (10{,}5 + z_1)\, m$
—0,5	$b_1 \geqslant (8 + 0{,}06z_2)\, m$	$b_1 \geqslant (9{,}5 + 0{,}09z_2)\, m$
0	$b_1\, (11 + 0{,}06z_2)\, m$	$b_1 \geqslant (12{,}5 + 0{,}09z_2)\, m$
+0,5	$b_1\, (11 + 0{,}1z_2)\, m$	$b_1 \geqslant (12{,}5 + 0{,}1z_2)\, m$
+1,0	$b_1\, (12 + 0{,}1z_2)\, m$	$b_1 \geqslant (13 + 0{,}1z_2)\, m$

Примечания: 1. При промежуточном значении коэффициента x длину b_1 вычисляют по ближайшему значению x, которое дает большее значение b_1.

2. Для шлифуемых и фрезеруемых червяков полученную по таблице длину b_1 следует увеличить с учетом возможной погрешности при входе инструмента.

червячных пар, червяков и червячных колес. Для каждой степени точности установлены нормы кинематической точности, нормы плавности и нормы контакта зубьев и витков.

Допускается комбинирование норм точности разных степеней точности. При этом нормы плавности работы червяков, червячных колес и передач могут быть не более чем на две степени точнее или на одну степень грубее (для модулей 1...25 мм) и не более чем на одну степень точнее или грубее (для модулей до 1 мм) норм кинематической точности.

Нормы контакта зубьев и витков могут назначаться по любым степеням более точным, чем нормы плавности работы передачи и не более чем на одну степень точности грубее (для модулей до 1 мм) и не грубее (для модулей больше 1 мм) их.

Для передач с модулем 1...25 мм установлено шесть видов сопряжения: H, E, D, C, B, A и восемь видов допусков: h, d, c, b, a,

z, *y*, *x*. Рекомендуемые степени точности по нормам плавности и соответствующие виды допуска сопряжения см. в табл. 4.16.

Соответствие между видом сопряжения и видом допуска на боковой зазор можно изменять. При этом могут быть также использованы виды допуска *x*, *y*, *z*.

Для передач с модулем до 1 мм установлены пять видов сопряжений и четыре вида допуска на боковой зазор. Виды сопряжений, степени точности по нормам плавности и соответствующие виды допуска см. в табл. 4.17. Соответствие между видом сопряжения и видом допуска на боковой зазор можно изменять.

При комбинировании норм разных степеней точности и изменении соответствия между видом сопряжения и видом допуска на боковой зазор точность червячной передачи, червячной пары, червяка и червячного колеса обозначается последовательным написанием трех цифр и двух букв.

Первая цифра обозначает степень по нормам кинематической точности, вторая — степень по нормам плавности работы, третья — степень по нормам контакта зубьев и витков, первая из букв — вид сопряжения, вторая — вид допуска на боковой зазор.

Условное обозначение точности червячной передачи с перекрещивающимися осями, состоящей из цилиндрического червяка и цилиндрического прямо- или косозубого зубчатого колеса, включает указание о точности червяка по настоящему стандарту и точности зубчатого колеса по ГОСТ 9178—81.

Примеры обозначения

7 — G ГОСТ 9774—81 — червячная передача со степенью точности 7 по всем нормам точности с видом сопряжения *G* и соответствием между видом сопряжения и видом допуска на боковой зазор.

7—8—8 — Gf ГОСТ 9774—81 — червячная передача 7 степени по нормам кинематической точности, 8 — по нормам плавности, 8 — по нормам контакта зубьев и витков, вид сопряжения червяка и червячного колеса *G*, вид допуска на боковой зазор *f*. В случае когда на одну из норм не задается степень точности, взамен соответствующей цифры указывается буква *N*.

$\frac{7 — G\ ГОСТ\ 9774—81}{6 — G\ ГОСТ\ 9178—81}$ — червячная передача с перекрещивающимися осями, состоящая из червяка со степенью точности 7 по всем нормам и цилиндрического зубчатого колеса со степенью точности 6 по всем нормам, с видом сопряжения элементов и соответствием между видом сопряжения и видом допуска на боковой зазор.

Нормы кинематической точности и плавности. Даны в табл. 4.82—4.85 (показатели F_i', F_r, F_{pk}, f_f). Допуск радиального биения зубчатого венца червячного колеса используется при назначении допуска на толщину червяка по хорде $\bar{T}_s$.

Допуск на кинематическую погрешность червячного колеса F_i' может быть использован при кинематическом расчете передачи.

Нормы бокового зазора. Нормы бокового зазора и допуски показателей, обеспечивающих гарантированный боковой зазор, даны в табл. 4.86—4.97. Установлены показатели: для передачи с регулируемым расположением осей — гарантированный боковой

Таблица 4.82

Нормы кинематической точности (показатели F_i', F_r) червячных передач при $m \geqslant 1$ мм

Степень точности	Модуль m, мм	F_r (мкм) при делительном диаметре d_2, мм		
		до 125	свыше 125 до 400	свыше 400 до 800
1	1...3,5	2,6	3,8	4,8
	Свыше 3,5 до 6,3	2,8	4,0	5,0
2	1...3,5	4,0	6,0	7,5
3	1...3,5	6,3	9,5	12
4	1...3,5	10	15	18
5	1...3,5	16	22	28
6	1...3,5	25	36	45
7	1...3,5	36	53	63
8	1...3,5	45	63	80
9	1...3,5	56	80	100

Примечания: 1. F_i' — допуск на кинематическую погрешность червячного колеса; F_r — допуск радиального биения червячного колеса.

2. $F_i' = F_p + f_{f2}$.

Таблица 4.83

Нормы кинематической точности (показатели F_{pk}, F_p) червячных передач при $m \geqslant 1$ мм

Степень точности	Модуль m, мм	F_{pk} (мкм) при длине дуги L, мм										
		до 11,2	свыше 11,2 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 160	свыше 160 до 315	свыше 315 до 630	свыше 630 до 1000	свыше 1000 до 1600	свыше 1600 до 2500
1	1...10	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5	3,2	4,5	6,0	8,0	10	11
2	1...10	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0	5,0	7,0	10	12	16	18
3	1...10	2,8	4,0	5,0	5,5	6,0	8,0	11	16	20	25	28
4	1...10	4,5	6,0	8	9	10	12	18	25	32	40	45
5	1...16	7,0	10	12	14	16	20	28	40	50	63	71
6	1...16	11	16	20	22	25	32	45	63	80	100	112
7	1...25	(16)	(22)	(28)	(32)	(36)	(45)	(63)	(90)	(112)	(140)	(160)
8	1...25	(22)	(32)	(40)	(40)	(50)	(63)	(90)	(125)	(160)	(200)	(224)

Примечания: 1. F_{pk} — допуск на накопленную погрешность k шагов.
2. Допуск $F_p = F_{pk}$ при $k = z_2/2$ (или ближайшему большему целому числу).
3. В скобках указаны непредпочтительные значения.

зазор $j_{n\,\min}$; для передач с нерегулируемым расположением осей — наименьшее отклонение толщины витка по хорде $E_{\bar{s}s}$ и допуск на толщину витка по хорде $T_{\bar{s}}$. Гарантированный боковой зазор обеспечивается при условии, что предельные отклонения межосевого расстояния f_a и смещения средней плоскости f_x не превышают допустимых.

Таблица 4.84

Нормы кинематической точности (показатели F_i', F_r, F_p) червячных передач при $m < 1$

Степень точности	Обозначение показателя	Модуль m, мм	F_r, F_p (мкм) при делительном диаметре d_s, мм						
			до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 200
3	F_r	0,1...0,5	2	3	4	4	5	6	6
		Свыше 0,5	4	4	4	5	6	6	8
	F_p	0,1...0,9	4	4	5	6	6	8	9
			4	5	6	7	8	9	10
4	F_r	0,1...0,5	6	6	7	8	9	10	12
		Свыше 0,5	6	7	8	9	10	12	14
	F_p	0,1...0,9	7	8	9	10	12	14	16
5	F_r	0,1...0,5	9	10	11	12	14	16	19
		Свыше 0,5	10	11	12	14	16	19	22
	F_p	0,1...0,9							
6	F_r	0,1...0,5	11	12	14	16	19	22	26
		Свыше 0,5	15	16	18	20	22	25	30
	F_p	0,1...0,9	16	17	19	22	25	30	36
7	F_r	0,1...0,5	16	18	20	22	26	30	36
		Свыше 0,5	21	22	24	26	30	36	42
	F_p	0,1...0,9	22	24	26	30	35	42	50
8	F_r	0,1...0,5	19	21	25	28	32	38	45
		Свыше 0,5	26	28	30	34	38	45	50
	F_p	0,1...0,9	32	34	38	42	50	60	70
9	F_r	0,1...0,5	24	26	30	36	42	48	55
		Свыше 0,5	34	36	40	45	50	55	63

Примечания: 1. Значение f_{f2} см. в табл. 4.85.

2. Обозначения см. в табл. 4.82, 4.83.

3. $F_i' = F_p + f_{f2}$ для передач степеней точности 3...8 $(0{,}1 > m > 1)$.

Таблица 4.85

Нормы плавности (показатель f_{f2}), мкм

Модуль m, мм	Степень точности							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0,1...0,5	—	—	2	3	5	7	9	11
0,6...0,9	—	—	3	4	6	8	10	13
1...3,5	2,1*; 2,4**	2,6*; 3,0**	3,6*; 4,0**	4,8*; 5,3**	6*; 7**	8*; 9**	11*; 13**	14*; 18**

Примечания: 1. f_{f2} — допуск на погрешность профиля зуба колеса.

2. Значения f_{f2} приведены для колес с делительными диаметрами до 400 мм.

* f_{f2} — только для колес с делительным диаметром до 125 мм.

** f_{f2} — для колес с делительным диаметром свыше 125 мм.

Таблица 4.86

Нормы бокового зазора (показатель $j_{n\min}$) червячных передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Вид сопряжения	Межосевое расстояние a_w, мм			
	до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 250
H	0	0	0	0
E	30	35	40	46
D	46	54	63	72
C	74	87	100	115
B	120	140	160	185
A	190	220	250	290

Примечание. $j_{n\min}$ — гарантированный боковой зазор.

Таблица 4.87

Нормы бокового зазора (показатель $j_{n\min}$) червячных передач при $m < 1$ мм, мкм

Вид сопряжения	Межосевое расстояние a_w, мм						
	до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 180
H	0	0	0	0	0	0	0
G	6	8	9	11	13	15	18
F	9	11	13	16	19	22	25
E	15	18	21	25	30	35	40
D	22	27	33	39	46	54	63

Примечание. $j_{n\min}$ — гарантированный боковой зазор.

Таблица 4.88

Нормы бокового зазора (показатель E_{ss} — слагаемое I) червячных передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Вид сопряжения	Межосевое расстояние a_w, мм			
	до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 250
H	0	0	0	0
E	32	38	42	48
D	48	56	67	75
C	80	95	105	120
B	130	150	170	200
A	200	220	260	300

Примечание. Наименьшее отклонение толщины витка E_{ss} берется как сумма слагаемых I и II (слагаемое II см. в табл. 4.89).

Таблица 4.89

Нормы бокового зазора (показатель E_{ss}^{-} — слагаемое II) червячных передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Степень точности	Межосевое расстояние a_w, мм			
	до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 250
2	5,6	6,0	6,7	7,1
3	9,0	9,5	10,5	12,0
4	14,0	15,0	17,0	18,0
5	22	25	28	30
6	36	40	45	48
7	60	63	71	75
8	90	100	110	120
9	150	160	180	190

Примечания: 1. См. примечание к табл. 4.88.
2. Модуль $m = 1...3{,}5$ мм.

Таблица 4.90

Нормы бокового зазора (показатель E_{ss}^{-} — слагаемое I) червячных передач при $m < 1$ мм, мкм

Вид сопряжения	Межосевое расстояние a_w, мм							
	до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 180	свыше 180
H	0	0	0	0	0	0	5	0
G	6	8	10	12	14	16	19	21
F	10	12	14	17	20	24	26	30
E	16	19	22	26	32	38	42	58
D	24	28	34	40	48	56	67	75

Примечание. Наименьшее отклонение толщины витка E_{ss}^{-} берется как сумма слагаемых I и II (слагаемое II см. в табл. 4.91).

При этом предельные отклонения межосевого расстояния в обработке f_{ac} и предельное смещение средней плоскости червячного колеса в обработке f_{xc} не должны превышать $0{,}75f_a$ и $0{,}75f_x$ соответственно.

Наименьшее отклонение витка по хорде E_{ss}^{-} берется как сумма слагаемых I и II, определяемых по табл. 4.88—4.91.

Предельные отклонения толщины зуба верхнее $e_{ss}^{-} = -E_{ss}^{-}$, нижнее $e_{si}^{-} = -E_{ss}^{-} - T_s^{-}$.

Размер по роликам для архимедовых червяков дан в табл. 4.97. Наименьшее отклонение размера по роликам E_{Ms} и допуск T_M определяют пересчетом величин E_{ss}^{-} и T_s^{-} по формулам:

$$E_{Ms} = \frac{E_{ss}^{-}}{\operatorname{tg}\alpha} + 0{,}7f_r;\ T_M = \frac{T_s^{-}}{\operatorname{tg}\alpha} - 1{,}4f_r.$$

Для червяков *ZI*, *ZN*1, *ZN*2, *ZK*1 и *ZK*2 угол профиля $\alpha = 20°$.
Для червяков *ZA*

$$\sin\alpha = \sin 20° \cos\gamma,$$

где $\gamma = \operatorname{arctg} z_1/q$ — делительный угол подъема; z_1 — число витков; q — коэффициент диаметра червяка.

Таблица 4.91

Нормы бокового зазора (показатель E_{ss}^{-} — слагаемое II) червячных передач при $m < 1$ мм

Степень точности по нормам плавности	Модуль, мм	E_{ss}^{-} (мкм) при межосевом расстоянии a_w, мм							
		до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 180	свыше 180
3	0,1...0,5	5	6	6	7	8	9	—	—
	Свыше 0,5	6	6	7	7	8	9	10	11
4	0,1...0,5	8	8	9	10	12	13	—	—
	Свыше 0,5	9	10	10	11	13	14	15	16
5	0,1...0,5	11	11	12	12	14	15	—	—
	Свыше 0,5	12	14	14	15	16	17	18	19
6	0,1...0,5	18	18	19	21	22	24	—	—
	Свыше 0,5	20	21	22	24	25	26	28	30
7	0,1...0,5	28	30	30	32	34	36	—	—
	Свыше 0,5	34	35	36	38	40	42	45	48
8	0,1...0,5	42	45	45	50	53	60	—	—
	Свыше 0,5	53	55	56	60	63	67	70	75
9	0,1...0,5	70	70	75	80	85	95	—	—
	Свыше 0,5	85	90	30	195	100	105	110	120
10	0,1...0,5	110	112	120	130	140	150	—	—
	Свыше 0,5	130	140	140	150	160	170	180	190
11	0,5...0,9	210	220	224	236	250	265	280	300
12	0,5...0,9	315	320	335	340	350	360	375	400

Примечание. См. примечание к табл. 4.90.

Таблица 4.92

Нормы бокового зазора (показатель T_s^{-}) червячных передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Вид допуска бокового зазора	Допуск радиального биения червячного колеса f_r, мкм												
	до 8	свыше 8 до 10	свыше 10 до 12	свыше 12 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50 до 60	свыше 60 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100 до 125
h	21	22	24	26	28	32	38	42	50	60	70	90	110
d	25	28	30	32	36	42	48	55	65	75	90	110	130
c	30	34	36	40	45	52	60	70	80	95	110	140	170
b	40	45	48	52	58	65	75	85	100	120	140	170	200
a	52	55	60	65	75	85	95	110	130	150	180	220	260
z	65	70	75	80	95	110	120	130	150	180	220	260	320
y	80	185	95	100	120	130	150	160	180	220	260	320	400
x	100	110	120	130	150	170	180	200	220	260	320	400	500

Примечание. T_s^{-} — допуск толщины витка червяка по хорде.

Таблица 4.93

Нормы бокового зазора (показатель $T_{\bar{s}}$) червячных передач при $m < 1$ мм, мкм

Вид допуска бокового зазора	Допуск радиального биения витка f_r, мкм										
	до 6	свыше 6 до 8	свыше 8 до 10	свыше 10 до 12	свыше 12 до 16	свыше 16 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 40	свыше 40 до 50	свыше 50
h	10	12	13	15	17	20	24	28	34	40	50
g	12	13	15	15	20	22	25	30	36	45	53
f	13	15	16	18	22	25	30	36	40	50	60
e	15	16	18	22	25	30	32	38	45	55	65

Примечание. Обозначения см. в табл. 4.92.

Таблица 4.94

Нормы бокового зазора (показатель $\pm f_a$) червячных передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Степень точности	Межосевое расстояние a_w, мм								
	до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 250	свыше 250 до 315	свыше 315 до 400	свыше 400 до 500	свыше 500 до 630	свыше 630 до 800
2	4,5	5	6	7	7	8	8,5	9	10
3	7,1	8	9,5	10	12	13	14	15	16
4	11	13	15	17	18	20	21	23	26
5	18	20	24	26	28	32	34	36	40
6	28	32	38	42	45	50	53	56	63
7	45	50	60	67	75	80	85	90	95
8	71	80	90	105	110	125	130	140	160
9	110	130	150	160	180	200	210	240	250
10	180	200	220	260	280	300	340	360	380
11	280	320	375	420	450	500	530	560	600
12	450	500	560	630	710	750	850	900	950

Примечание. $\pm f_a$ — предельные отклонения межосевого расстояния.

Предельные отклонения размера по роликам: верхнее $e_{Ms} = -E_{Ms}$, нижнее $e_{Mi} = -E_{Ms} - T_M$.

Значения допуска на радиальное биение витка f_r определяют по табл. 4.98, 4.99.

В таблицу параметров рабочего чертежа вносят: для червяка — $e_{\bar{s}s}$ и $e_{\bar{s}i}$; для червячного колеса — f_{ac} и f_{occ}. Предельные отклонения межосевого расстояния $\pm f_a$ проставляют на рабочем чертеже корпуса редуктора.

Размеры конструктивных элементов мелкомодульных червячных колес и червяков приведены в табл. 4.99 и 4.100.

Таблица 4.95

Нормы бокового зазора (показатель $\pm f_x$) червячных передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Степень точности	Межосевое расстояние a_w, мм								
	до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 250	свыше 250 до 315	свыше 315 до 400	свыше 400 до 500	свыше 500 до 630	свыше 630 до 800
2	3,6	4	4,5	5	5,5	6	6,7	7,1	7,5
3	5,5	6,3	7	8	9	10	10	11	12
4	8,5	10	11	13	14	16	17	18	19
5	14	16	18	20	22	24	26	28	30
6	22	25	28	32	36	40	42	45	48
7	34	40	45	50	56	60	67	70	75
8	53	63	71	80	90	100	105	110	120
9	85	100	110	130	140	150	160	170	190
10	130	130	180	200	220	240	260	280	300
11	210	250	280	320	340	380	400	450	500
12	340	380	450	500	550	600	630	710	750

Примечание. $\pm f_x$ — предельное смещение средней плоскости червячного колеса.

Таблица 4.96

Нормы бокового зазора (показатели f_a, f_x) червячных передач при $m < 1$, мкм

Степень точности	Межосевое расстояние a_w, мм							
	до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 125	свыше 125 до 180	свыше 180
				f_a				
3	±3	±4	±4	±5	±6	±7	±8	±9
4, 5	±4	±5	±6	±8	±9	±11	±12	±14
6	±8	±9	±11	±14	±16	±18	±20	±22
7	±11	±14	±16	±20	±22	±28	±30	±35
8	±18	±22	±25	±32	±35	±45	±50	±55
9	±30	±36	±40	±50	±60	±70	±80	±90
10	±45	±55	±63	±80	±90	±110	±120	±140
11, 12	±75	±90	±105	±125	±150	±175	±200	±230
				f_x				
3	±2	±3	±3	±4	±5	±6	±7	±8
4, 5	±3	±4	±5	±6	±7	±9	±10	±12
6	±6	±7	±9	±11	±13	±14	±16	±18
7	±9	±12	±13	±16	±18	±22	±24	±28
8	±14	±18	±20	±26	±28	±36	±40	±45
9	±24	±28	±32	±40	±48	±56	±63	±71
10	±36	±45	±50	±63	±71	±90	±95	±112
11, 12	±60	±71	±85	±100	±120	±140	±160	±180

Номинальные размеры M червяков (архимедовых) по роликам

m_s, мм	d_1, мм	Число заходов z_1							
		1		2		3		4	
		ω	M, мм	ω	M, мм	ω	M, мм	ω	M, мм
0,3	3	5°43′	3,957	11°19′	3,961	16°42′	4,016	21°48′	4,066
	5	3°26′	5,953	6°51′	5,961	10°12′	3,974	13°30′	5,993
	6	2°52′	6,952	5°43′	6,957	8°32′	6,967	11°19′	6,980
	7	2°27′	7,952	4°54′	7,956	7°20′	7,963	9°39′	7,972
	8	2°09′	8,952	4°17′	8,958	6°25′	8,960	8°32′	8,967
	10	1°43′	10,952	3°26′	10,953	5°09′	10,957	6°51′	10,961
0,4	5	4°34′	6,123	9°05′	6,139	13°30′	6,170	17°45′	6,206
	6	3°49′	7,119	7°36′	7,133	11°19′	7,154	14°56′	7,181
	7	3°16′	8,119	6°31′	8,128	9°39′	8,143	12°53′	8,164
	8	2°51′	9,117	5°43′	9,124	8°32′	9,112	11°19′	9,154
	10	2°17′	11,118	4°34′	11,123	6°51′	11,129	9°05′	11,139
	12	1°54′	13,118	3°49′	13,119	5°43′	13,124	7°36′	13,133
0,5	6	4°46′	7,250	9°28′	7,272	14°02′	7,310	18°26′	7,363
	7	4°05′	8,242	8°08′	8,264	12°06′	8,293	15°57′	8,332
	8	3°35′	9,244	7°07′	9,258	10°37′	9,279	14°02′	9,310
	10	2°52′	11,244	5°43′	11,251	8°32′	11,266	11°19′	11,287
	12	2°23′	13,242	4°46′	13,250	7°08′	13,258	9°28′	13,272
	15	1°54′	16,244	3°49′	16,245	5°43′	16,251	7°36′	16,262
	16	1°47′	17,240	3°35′	17,244	5°21′	17,250	7°07′	17,258
	18	1°36′	19,244	3°11′	19,245	4°46′	19,250	6°20′	19,256
	20	1°26′	21,242	2°52′	21,244	4°17′	21,248	5°43′	21,251
0,6	8	4°18′	9,371	8°32′	9,392	12°41′	9,431	16°42′	9,580
	10	3°26′	11,370	6°51′	11,384	10°12′	11,408	13°30′	11,442
	12	2°52′	13,366	5°43′	13,376	8°32′	13,392	11°19′	13,417
	15	2°17′	16,368	4°34′	16,375	6°51′	16,384	9°05′	16,399
	16	2°09′	17,366	4°17′	17,371	6°25′	17,380	8°32′	17,392
	18	1°55′	19,366	3°49′	19,368	5°43′	19,376	7°36′	19,388
	20	1°43′	21,368	3°26′	21,370	5°09′	21,375	6°51′	21,384
0,8	10	4°34′	12,216	9°05′	12,249	13°90′	12,310	17°45′	12,389
	12	3°49′	14,206	7°36′	14,234	11°19′	14,275	14°56′	14,328
	15	3°03′	17,206	6°05′	17,226	9°05′	17,249	12°02′	17,284
	16	2°52′	18,203	5°43′	18,217	8°32′	18,240	11°19′	18,275
	18	2°33′	20,203	5°05′	20,213	7°36′	20,234	10°51′	20,258
	20	2°18′	22,203	4°34′	22,216	6°51′	22,227	9°05′	22,249
	25	1°50′	27,206	3°40′	27,208	5°29′	27,218	7°18′	27,233
1,0	12	4°46′	14,496	9°28′	14,542	14°02′	14,615	18°26′	14,722
	15	3°49′	17,488	7°36′	17,523	11°19′	17,565	14°56′	17,634
	16	3°35′	18,485	7°07′	18,514	10°37′	18,555	14°02′	18,615
	18	3°11′	20,485	6°21′	20,506	9°28′	20,542	12°32′	20,555
	20	2°52′	22,481	5°43′	22,498	8°32′	22,526	11°19′	22,568
	25	2°18′	27,481	4°35′	27,493	6°51′	27,510	9°05′	27,535

Примечание. ω — угол подъема витков червяка на делительном цилиндре.

Таблица 4.98

Допуск радиального биения витка червяка f_r червячных передач при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Степень точности	Модуль m, мм	f_r (мкм) при d_1, мм			
		6...10	свыше 10 до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50
2	1...10	(1,8)	(1,8)	(1,9)	(2,0)
3	1...10	(2,8)	(2,8)	(3,0)	(3,2)
4	1...10	(4,5)	(4,5)	(4,8)	(5,0)
5	1...16	(7,1)	(7,1)	(7,5)	(8,0)
6	1...16	(11)	(11,5)	(12)	(13)
7	1...25	15	16	17	18
8	1...25	20	20	21	22
9	1...25	25	25	26	28

Примечание. В скобках приведены непредпочтительные значения.

Таблица 4.99

Допуск радиального биения витка червяка f_r червячных передач при $m < 1$ мм, мкм

Делительный диаметр червяка d_1, мм	Степень точности									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
До 10	3	5	7	11	15	20	25	32	40	48
Свыше 10 до 18	3	5	7	11	16	20	25	32	40	50
» 18 » 30	3	5	8	12	17	21	26	34	42	53

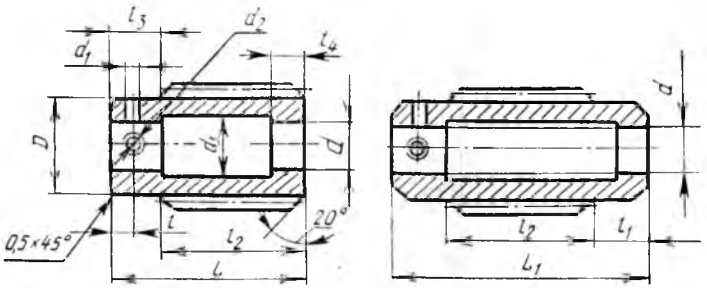
4.1.5. Реечные передачи

Реечные передачи применяют для преобразования вращательного движения в поступательное и обратно. Используются рейки с прямыми и косыми зубьями. Профиль зубьев в соответствии с исходным контуром: для модулей от 1 мм — по ГОСТ 13755—81; до 1 мм — по ГОСТ 9587—81.

Реечные передачи могут быть образованы рейкой и прямозубым колесом, косозубым колесом или червяком. Угол скрещивания осей определяется в зависимости от направления и угла наклона зубьев рейки и второй детали согласно табл. 4.102. Наибольшую кинематическую точность обеспечивает прямозубая передача. Формулы для расчета реечных передач приведены в табл. 4.102.

Точность передач (ГОСТ 10242—81, ГОСТ 13506—81). Установлено 12 степеней точности реек и реечных передач. Для степеней точности 1 и 2 допуски не определены. Для каждой степени точности реек и передач устанавливаются нормы: кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев. Допускается комбинирование норм разных степеней точности. При этом нормы плавности могут быть не более чем на две степени точнее или на одну

Размеры конструктивных элементов насадных червяков, мм



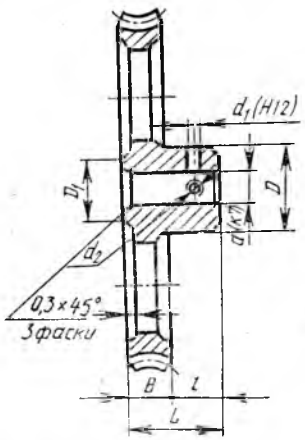
d	D	d_3	d_1	d_2	l	l_3	l_4	L^*	L_1^*	l_2^*	l_1^*	L^{**}	L_1^{**}	l_2^{**}	l_1^{**}
3	6	3,5	0,8	M2	2,5	4	4	18...34	22...44	12...34	4...10	—	—	—	—
4	7	4,5	0,8	M2	3	4	4	18...34	22...44	12...34	4...10	—	—	—	—
5	8	5,5	1,0	M2	3	6	4	18...34	22...44	12...34	4...10	—	—	—	—
6	10	6,5	1,4	M3	3	6	4	18...34	22...44	12...34	4...10	—	—	—	—
7	11	8	1,8	M3	4	8	5	18...34	22...44	12...34	4...10	—	—	—	—
8	12	9	1,8	M3	4	8	5	18...34	22...44	12...34	4...10	—	—	—	—
9	14	10	1,8	M3	4	8	5	18...34	22...44	12...34	4...10	—	—	—	—
10	16	11	2,8	M3	4	8	5	18...34	22...44	12...34	4...10	44...60	56...80	24...48	12...20
12	18	13	2,8	M3	5	10	5	18...34	22...44	12...34	4...10	44...60	56...80	24...48	12...20
14	20	15	3,8	M4	6	10	5	18...34	22...44	12...34	4...10	44...60	56...80	24...48	12...20
15	22	17	3,8	M4	6	12	6	—	—	—	—	44...60	56...80	24...48	12...20
15	22	17	3,8	M4	6	12	6	—	—	—	—	44...60	56...80	24...48	12...20
16	24	18	3,8	M4	6	12	6	—	—	—	—	44...60	56...80	24...48	12...20
17	25	19	3,8	M4	6	12	6	—	—	—	—	44...60	56...80	24...48	12...20
18	26	20	3,8	M4	6	12	6	—	—	—	—	44...60	56...80	24...48	12...20
20	30	22	4,8	M5	6	14	8	—	—	—	—	44...60	56...80	24...48	12...20
22	32	24	4,8	M5	6	14	8	—	—	—	—	44...60	56...80	24...48	12...20

Примечания: 1. Выточку d_3 делать при $d < 6$ мм, когда L или $L_1 > 3d$, и при $d > 6$ мм, когда L или $L_1 > 2d$.
2. Для червяков 4, 5 и 6 степеней точности d выполняется по H_1.

* Для червяков с модулем от 0,5 до 1,0.
** Для червяков с модулем от 1,0 до 2,5.

Таблица 4.101

Размеры конструктивных элементов червячных колес, мм



d	D	D_1	d_1	d_2	l	L	B	c	l_1	L	B	c	l_1	L	B	c	l_1
2,5	6	5	0,6	M1,6	2,5	12	6	1,5	5	—	—	—	—	—	—	—	—
3	7	6	0,8	M2	2,5	12	6	1,5	5	—	—	—	—	—	—	—	—
4	8	7	0,8	M2	3	12	6	1,5	5	—	—	—	—	—	—	—	—
5	9	8	1,0	M2	3	12	6	1,5	5	—	—	—	—	—	—	—	—
6	10	9	1,4	M2	3	12	6	1,5	5	12	8	2	5	—	—	—	—
7	12	10	1,8	M2	3	12	6	1,5	7	14	8	2	7	—	—	—	—
8	14	12	1,8	M2	4	14	6	1,5	7	14	8	2	7	—	—	—	—
9	15	12	1,8	M3	4	14	6	1,5	7	14	8	2	7	—	—	—	—
10	16	14	2,8	M3	5	15	6	1,5	9	18	8	2	9	22	12	3	9
12	20	17	2,8	M3	5	15	6	1,5		18	8	2	9	22	12	3	9
14	22	20	3,8	M4	6	—	—	—	—	18	8	2	9	22	12	3	9
15	25	23	3,8	M4	6	—	—	—	—	20	8	2	10	24	12	3	10
16	26	25	3,8	M4	6	—	—	—	—	20	8	2	10	24	12	3	10
17	28	25	3,8	M4	6	—	—	—	—	—	—	—	—	24	12	3	10
18	28	25	3,8	M4	6	—	—	—	—	—	—	—	—	24	12	3	10
20	30	26	4,8	M5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	24	12	3	10
22	32	28	4,8	M5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	24	12	3	10

степень грубее норм кинематической точности. Нормы контакта следует назначать не грубее норм плавности. Точность зубчатых колес реечных передач по нормам плавности не должна быть грубее степеней точности реек по соответствующим нормам.

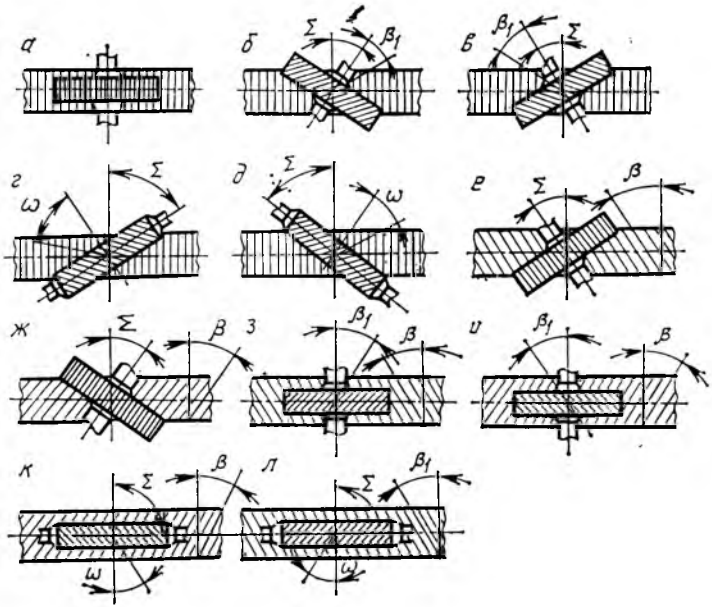
Независимо от степеней точности зубчатых колес, реек и передач устанавливаются шесть видов сопряжений в реечной передаче: *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *H* и пять видов допусков на боковой зазор: *a*, *b*, c, *d*, *h* (см. рис. 4.11).

Рекомендуемые виды сопряжений, соответствующие степени точности передач, приведены в табл. 4.16.

При отсутствии требований к партии передач видам сопряжений соответствует вид допуска на боковой зазор.

Типы реечных передач

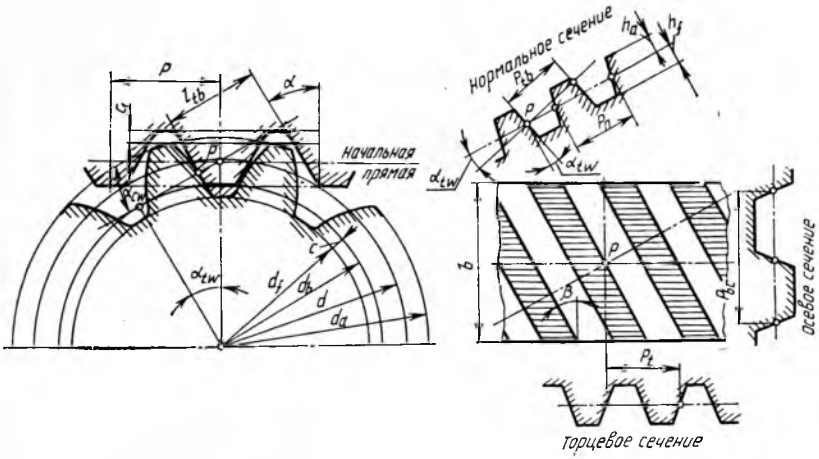
Вид рейки по направлению зубьев	Вид колеса или витков червяка по направлению зубьев	Угол скрещивания осей	Эскиз передачи
Прямозубая $\beta = 0$	Прямозубое $\beta = 0$	$\Sigma = 0$	
	Правое β_1	$\Sigma = \beta_1$	
	Левое β_1	$\Sigma = \beta_1$	
	Правое ω	$\Sigma = 90° - \omega$	
	Левое ω	$\Sigma = 90° - \omega$	
Косозубая левая β	Прямозубое $\beta_1 = 1$	$\Sigma = \beta$	
Косозубая правая β		$\Sigma = \beta$	
Косозубая левая β	Правое β_1	$\Sigma = \beta - \beta_1$	
Косозубая правая β	Левое β_1	$\Sigma = \beta - \beta_1$	
Косозубая правая β	Правое $\omega = \beta$	$\Sigma = 90°$	
Косозубая левая β	Левое $\omega = \beta$	$\Sigma = 90°$	



Примечание. β — угол наклона зубьев рейки; β_1 — угол наклона зубьев колеса по делительному цилиндру; ω — угол подъема витков червяка на делительном цилиндре.

Таблица 4.103

Расчет геометрических размеров реечных передач



Параметр		Формула для расчета и указание
наименование	обозначение	
1	2	3
Рейка		
Модуль нормальный	m_n	Выбирается конструктивно
Шаг нормальный	P_n	$P_n = m_n\pi$
Угол наклона зубьев рейки	β	Рекомендуется не более 20°
Модуль торцовый	m_t	$m_t = \dfrac{m_n}{\cos\beta_\partial}$
Шаг торцовый	P_t	$P_t = \dfrac{t_n}{\cos\beta_\partial}$
Высота головки зуба рейки	h_a	$h_a = m_n$
Высота ножки зуба рейки	h_f	$m \geqslant 1$ $h_f = 1{,}25m_n$ $0{,}5 \leqslant m < 1$ $h_f = 1{,}35m_n$
Высота зуба рейки	h	$m < 0{,}5$ $h_f = 1{,}5m_n$ $h = h_a + h_f$
Ширина рейки	B	$B < 10m_n$
Длина зуба	b_1	$b_1 = \dfrac{b}{\cos\beta}$
Толщина зуба	$\bar{s}_y$	$\bar{s}_y = \dfrac{\pi mn}{2}$
Измерительная высота	$\bar{h}_{ay}$	$\bar{h}_{ay} = m_n$

1	2	3
Диаметр измерительных роликов	D	$D \geqslant 1{,}67m$ Рекомендуется принимать значение D по ГОСТ 2475—62
Размер по роликам	M	$M = a + \frac{s_y}{2}\operatorname{tg}\alpha + \left(D - \frac{s_y}{\cos\alpha}\right)\frac{1}{\sin\alpha}$, где a — расстояние от базы до делительной прямой рейки

Соответствие между видом сопряжения в реечной передаче и видом допуска на боковой зазор допускается изменять.

Гарантированный боковой зазор в каждом сопряжении обеспечивается при соблюдении предусмотренных классов отклонений монтажного размера (соответствует классу отклонений межосевого расстояния).

Допускается изменять соответствие между видом сопряжения и классом отклонений монтажного размера.

Точность изготовления зубчатых реек и передач задается степенью точности, а требования к боковому зазору — видом сопряжения по нормам бокового зазора и видом допуска на боковой зазор.

При обозначении передачи в числителе указывают нормы точности колеса, в знаменателе — нормы точности рейки.

Пример обозначения

7 — B ГОСТ 10242—81 — зубчатая рейка 7 степени точности по всем трем нормам, вид сопряжения *B*.

$\frac{7 - B\ ГОСТ\ 1643—81}{7 - B\ ГОСТ\ 10242—81}$ — реечная передача 7 степени точности по всем трем нормам для колеса и рейки, вид сопряжения *B*.

При комбинировании норм разных степеней точности и изменении соответствия между видом сопряжения и видом допуска на боковой зазор точность зубчатых реек и реечных передач обозначается последовательным написанием трех цифр и двух букв. Между собой и от слитно пишущихся букв цифры разделяются тире. Первая цифра обозначает степень по нормам кинематической точности, вторая — степень по нормам плавности работы, третья — степень по нормам контакта зубьев, первая из букв — вид сопряжения, вторая — вид допуска на боковой зазор.

Пример обозначения

$\frac{8—7—7 — Ba\ ГОСТ\ 1643—81}{9—8—8 — Ba\ ГОСТ\ 10242—81}$ — реечная передача с зубчатым колесом 8 сте-

пени точности по нормам кинематической точности, 7 — по нормам плавности работы, 7 — по нормам контакта зубьев, вид сопряжения В, вид допуска бокового зазора *а* и рейкой 9 степени точности по нормам кинематической точности, 8 степени — по нормам плавности работы и нормам контакта зубьев, вид сопряжения *В*, видом допуска бокового зазора *а*.

При принятии отклонений монтажного размера более грубого класса, чем предусмотрено для данного вида сопряжения, в условном обозначении точности передачи указывается принятый класс и уменьшенный гарантированный зазор, рассчитанный по формуле

$$j'_{n\,\min} = j_{n\,\min} - 0{,}68\,(|f'_a| - |f_a|),$$

где $j_{n\,\min}$ — гарантированный боковой зазор для данного вида сопряжения; f_a — предельное отклонение монтажного размера для данного вида сопряжения; $j'_{n\,\min}$ и f'_a — измененные значения.

Пример обозначения

$\dfrac{7 - Ca/V - 123\ \text{ГОСТ}\ 1643{-}81}{7 - Ca/V - 123\ \text{ГОСТ}\ 10242{-}81}$ — реечная передача 7 степени точности по всем трем нормам, вид сопряжения *С*, вид допуска бокового зазора *а*, класс отклонений монтажного размера V (при расчетном монтажном расстоянии a'_R = 450 мм $j_{n\,\min}$ = 123 мкм).

Нормы кинематической точности. Допуск на кинематическую (наибольшую) погрешность реечной передачи рассчитывают по формуле

$$F'_{i0} = k\,(F'_{i1} + F'_{i2}),$$

где k — определяется по табл. 4.105 в зависимости от z_1/z_2; z_2 — число зубьев рейки на рабочей длине; z_1 — число зубьев зубчатого колеса; F'_{i1} — определяется по табл. 4.18; F'_{i2} — определяется по табл. 4.105.

Нормы бокового зазора. Показателями, обеспечивающими гарантированный боковой зазор, являются: для передач с нерегулируемым расположением звеньев f_a, E_{Hs} или $E_{\bar{s}s}$ (для реек); для передач с регулируемым расположением звеньев — $j_{n\,\min}$. Гаран-

Таблица 4.104

Фазовый коэффициент k

z_2/z_1	k	z_1/z_2	k	z_1/z_2	k
0,25...0,50	0,57	Свыше 1,50 до 1,75	0,75	Свыше 2,75 до 3,00	0,90
Свыше 0,50 до 0,75	0,60	» 1,75 » 2,00	0,77	» 3,00 » 3,25	0,93
» 0,75 » 1,00	0,64	» 2,00 » 2,25	0,80	» 3,25 » 3,50	0,97
» 1,00 » 1,25	0,67	» 2,25 » 2,50	0,83		
» 1,25 » 1,50	0,70	» 2,5 » 2,75	0,87		

Таблица 4.105

Нормы кинематической точности и плавности реечных передач (показатели F_i', F_p, f_f) при $m \geqslant 1$ мм

Степень точности	Обозначение показателя	Модуль m, мм	F_p, f_f (мкм) при длине рейки, мм					
			до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 160	свыше 160 до 315	свыше 315 до 630
3	F_p	1...10	6	6,5	7	10	13	18
	f_f	1...3,5	3	3	3	3	3	3
4	F_p	1...10	10	11	12	15	20	30
	f_f	1...3,5	5	5	5	5	5	5
5	F_p	1...16	15	17	20	24	35	50
	f_f	1...3,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
6	F_p	1...16	24	27	30	40	55	75
	f_f	1...3,5	12	12	12	12	12	12
7	F_p	1...25	35	40	45	55	75	110
	f_f	1...3,5	18	18	18	18	18	18

Примечания: 1. F_i' — допуск на кинематическую погрешность; F_p — допуск на накопленную погрешность шага; f_f — допуск на погрешность профиля зуба.

2. $F_i' = F_p + f_f$ для передач 3, 4 степеней точности ($m = 1...10$), 5, 6 ($m = 1...16$), 7 ($m = 1...25$).

Таблица 4.106

Нормы бокового зазора (показатели f_a, $j_{n\min}$) при $m \geqslant 1$ мм, мкм

Вид сопряжения	Класс отклонения монтажного размера		f_a, $j_{n\min}$ (мкм) при расчетном монтажном размере, мм	
			до 80	свыше 80 до 120
		$j_{n\min}$		
H	—		0	0
E	—		30	35
D	—		46	54
C	—		74	87
B	—		120	140
A	—	f_a	190	220
H, E	II		$\pm$15	$\pm$18
D	III		$\pm$22	$\pm$26
C	IV		$\pm$38	$\pm$45
B	V		$\pm$60	$\pm$70
A	VI		$\pm$95	$\pm$110

Примечание. $\pm f_a$ — отклонения монтажного размера; $j_{n\min}$ — гарантированный боковой зазор.

Таблица 4.107

Нормы бокового зазора (показатель $E_{\bar{s}s}$) реечных передач при $m = 1...3{,}5$ мм, мкм

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности	$E_{\bar{s}s}$
H	3...6	9
	7	10
E	3...6	22
	7	25
D	3...6	34
	7	38
	8	40
C	3...6	55
	7	60
	8	65
	9	70
B	3...6	90
	7	95
	8	100
	9	120
	10	130
A	3...6	140
	7	150
	8	160
	9	180
	10	180
	11	200
	12	220

Примечание. $E_{\bar{s}s}$ — наименьшее отклонение толщины зуба.

тированный боковой зазор и предельные отклонения монтажного расстояния даны в табл. 4.106. Наименьшее отклонение толщины зуба $E_{\bar{s}s}$ и допуск на толщину зуба T_s определяются по табл. 4.107 и 4.108. Предельные отклонения толщины зуба и размера по роликам: верхнее $e_{ss} = -E_{ss}$, $e_{Ms} = -E_{ss}/\mathrm{tg}\,\alpha$; нижнее $e_{si} = -E_{ss} - T_s$, $e_{Mi} = (-E_{ss} - T_s)/tg\,\alpha$.

В таблицу параметров рабочего чертежа рейки вносят толщину зуба $\bar{s}_y$ с отклонениями $E_{\bar{s}s}$ и e_{is} и измерительную высоту h_y или размер по роликам. Размеры конструктивных элементов реек приведены в табл. 4.109.

4.1.6. Конструкции мелкомодульных колес

Основные параметры и размеры прямозубых и косозубых колес для передач внешнего эвольвентного зацепления с модулем 0,15... 0,8 мм назначаются по ГОСТ 13733—77. Предусмотрено три типа колес: дисковые (тип 1), с односторонней (тип 2) и двухсторонней (тип 3) ступицей.

Диаметры посадочных отверстий d_y, диаметры ступиц d'_y, длины ступиц l, высота ступиц l_1, ширина b, числа зубьев z, а также

Таблица 4.108

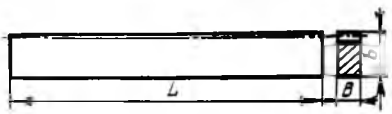
Нормы бокового зазора (показатель T_s) реечных передач при $m = 1...3{,}5$ мм, мкм

Вид сопряжения	Вид допуска	Степень точности по нормам кинематической точности	T_s
H, E	*h*	3; 4	22
		5; 6	32
		7	40
D	*d*	3; 4	28
		5; 6	45
		7	50
		8	67
C	*c*	3; 4	36
		5; 6	55
		7	67
		8	80
		9	110
B	*b*	3; 4	45
		5; 6	67
		7	80
		9	130
		10	180
A	*a*	3; 4	55
		5; 6	80
		7	95
		8	120
		9	150
		10	200
		11	280
		12	360

Примечание. T_s — допуск на толщину зуба.

Таблица 4.109

Размеры конструктивных элементов рейки, мм



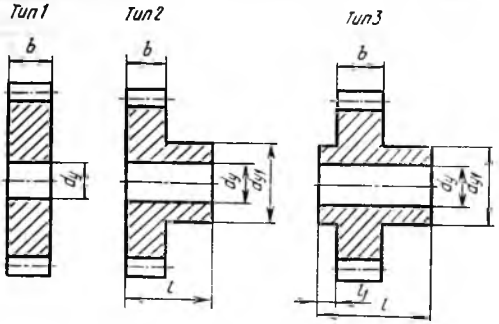
m_s	B	b при L			
		до 60	свыше 60 до 120	свыше 120 до 160	свыше 160
Свыше 0,2 до 0,5	Свыше 2,0 до 3,0	8	10	12	—
Свыше 0,5 до 1,0	Свыше 3,0 до 6,0	10	12	16	20
Свыше 1,0 до 2,5	Свыше 6,0 до 12	12	16	20	25

размеры конструктивных элементов соединения зубчатых колес с валиком, втулкой и трибкой приведены в табл. 4.110—4.117.

Расчет на прочность стальных зубчатых колес с модулем $m \geqslant 1$ мм регламентирован ГОСТ 21354—87. Методика расчета

Таблица 4.110

Размеры мелкомодульных зубчатых колес, мм



d_y		d_{y1}	l для колес	
1-й ряд	2-й ряд		прямозубых	косозубых
0,8	—	2,5; 3,0	2...4	—
1,0	—	2,5; 3,0	2...4	—
1,2	—	3,0; 3,5	2...4	6,8
—	1,4	3,5; 4,0	2...4	6,8
1,6	—	4,0; 4,5	2...6	6,8
—	1,8	4,5; 5,0	2...6	8...12
2,0	—	4,5; 5,0	2...6	8...12
—	2,2	5,0; 6,0	2...6	8...12
2,5	—	5,0; 6,0	2...6	8...12
—	2,8	5,0; 6,0	3...6	8...12
3,0	—	5,0; 6,0	3...6	8...12
—	3,5	6,0; 7,0	3...10	8...12
3,6	—	7,0; 8,0	3...10	8...12
4,0	—	7,0; 8,0	3...10	8...12
—	4,5	7,0...10,0	3...10	8...12
5,0	—	7,0...10,0	6...25	8...12
—	5,5	8,0...10,0	6...25	10...25
6,0	—	9,0...12,0	6...25	10...25
—	7,0	12,0...16,0	6...25	10...25
—	7,5	12,0...16,0	6...25	10...25
8,0	—	12,0...18,0	6...25	10...25
—	9,0	14,0...21,0	6...25	10...40
10,0	—	15,0...21,0	6...25	10...40
12,0	—	20,0...25,0	6...25	10...40
—	13,0	20,0...25,0	6...25	10...40
—	14,0	20,0...25,0	6...25	10...40
—	15,0	20,0...30,0	8...40	10...40
16,0	—	20,0...30,0	8...40	10...40
—	18,0	25,0...30,0	8...40	10...40
20,0	—	28,0...32,0	8...40	10...40
25,0	—	32,0...40,0	8...40	10...40
—	28,0	36,0...40,0	8...40	10...40

Примечания: 1. Значения d_{y1} назначаются из ряда: 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 11,0; 12,0; 14,0; 15,0; 16,0; 18,0; 20,0; 21,0; 22,0; 24,0; 25,0; 28,0; 30,0; 32,0; 36,0; 40,0 мм.

2. Значения l для прямозубых колес назначаются из ряда: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40 мм; для косозубых — 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 40 мм.

3. Значения l_1 назначаются из ряда: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 1,0; 1,6; 2,0; 2,5 мм.

4. При выборе посадочного отверстия первый ряд следует предпочитать второму.

5. Зубчатые колеса должны изготовляться не грубее 9 степени точности по ГОСТ 9178—72.

Таблица 4.111

Ширина зубчатого венца b, мм

Модуль m, мм	b
0,15	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0
0,20	0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0;
0,25	0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 3,6; 4,0
0,30	0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 3,6; 4,0; 4,5; 5,0
0,40	1,0; 1,2; 1,5; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 3,6; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0
0,50	1,0; 1,2; 1,5; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 3,6; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0
0,60	1,2; 1,5; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 3,6; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 10,0; 12,0
0,70...0,80	1,5; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 3,6; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 10,0; 12,0

Таблица 4.112

Стандартные числа зубьев колес по ГОСТ 13733—77

1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд
1	2	3	4	5	6	7	8
—	8	34	—	—	61	—	92
—	9	—	35	—	62	95	—
—	10	36	—	63	—	—	96
—	11	—	37	—	64	—	98
—	12	38	—	—	65	100	—
—	13	—	39	—	66	—	102
14	—	40	—	67	—	—	103
15	—	—	41	—	68	—	104
16	—	42	—	—	69	—	105
17	—	—	43	70	—	106	—
18	—	—	44	71	—	—	108
19	—	45	—	—	72	—	109
20	—	—	46	—	73	—	110
21	—	48	—	—	74	112	—
22	—	—	49	75	—	—	114
—	23	50	—	—	78	—	115
24	—	—	51	80	—	—	116
25	—	—	52	—	81	—	117
26	—	53	—	—	82	118	—
—	27	—	54	—	83	—	120
28	—	—	55	—	84	—	122
—	29	56	—	85	—	125	—
30	—	—	58	—	87	—	126
—	31	—	59	—	88	—	128
32	—	60	—	90	—	—	130
—	33						

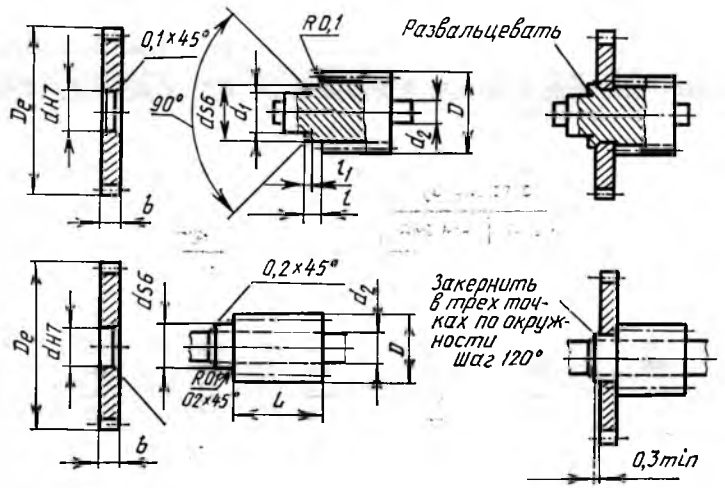
Окончание табл. 4.112

1	2	3	4	5	6	7	8
132	—	150	—	170	—	190	—
—	135	—	155	—	175	—	192
—	136	—	156	—	176	—	195
140	—	160	—	180	—	—	198
—	144	—	165	—	185	200	—
—	145	—	168	—	189		

Примечание. При выборе числа зубьев z первый ряд следует предпочитать второму.

Таблица 4.113

Размеры конструктивных элементов соединения зубчатого колеса с трибом, мм



d	D_e	b	L	l	l_1	d_2	d_1	D	Материал колеса	M, Н · мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2,5...3	20...25	0,8... 1,0	2...4	1...1,2	0,24... 0,3	0,2... 0,4	1,6... 3,0	До 8	Сталь Цветной металл	500 250
Свыше 3 до 4	Свыше 24 до 30	Свыше 1 до 1,0	Свыше 4 до 6	Свыше 1,2 до 1,4	Свыше 0,3 до 0,36	Свыше 0,4 до 0,9	Свыше 3 до 4		Сталь Цветной металл	6000 300
Свыше 4 до 6	Свыше 30 до 50	Свыше 1,2 до 1,5	Свыше 6 до 8	Свыше 1,4 до 1,7	Свыше 0,36 до 0,45	Свыше 0,9 до 1,6	Свыше 4 до 6	6...16	Сталь Цветной металл	800 400

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Свыше 6 до 8	Свыше 50 до 80	Свыше 1,5 до 3	Свыше 8 до 10	Свыше 1,7 до 2	Свыше 45 до 0,55	Свыше 1,6 до 2,0	Свыше 6 до 8	8...24	Сталь Цветной металл	1000 600

Примечания: 1. Максимально допустимый крутящий момент $M_{max} = Mn$ (где M — рабочий крутящий момент, действующий на крепление; n — запас прочности).

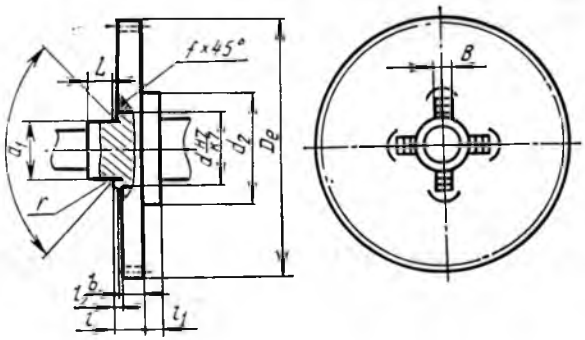
2. Материал трибки — сталь.

3. Стальные зубчатые колеса следует запрессовывать на гладкую посадочную поверхность трибки без следов от инструмента.

4. Зубчатые колеса, изготовляемые из бронзы, латуни и алюминиевого сплава, следует запрессовывать на посадочную поверхность трибки, имеющую следы от инструмента после нарезки зубьев глубиной не более $0{,}5m$.

Таблица 4.114

Размеры конструктивных элементов соединения колеса с осью методом расчеканки, мм



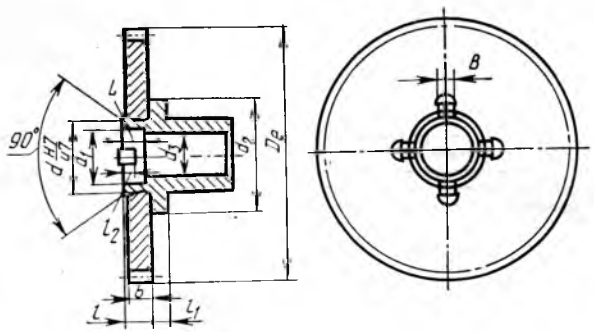
d	B	l_2	d_1	d_2	l_1	L	l	r	f	D_e	M_{max}, Н · м
2,5	0,5	0,3	1,8	4	0,8	1,2	$b+0{,}1$	—	—	12	0,1
3,0	0,5	0,3	2	5	0,8	1,2	$b+0{,}1$	—	—	15	0,1
4,0	0,6	0,4	3	6	1	1,6	$b+0{,}1$	—	—	20	0,2
5,0	0,7	0,5	3,5	8	1	2	$b+0{,}2$	0,1	0,2	30	0,3
6,0	0,8	0,5	4,5	9	1,2	2	$b+0{,}2$	0,2	0,3	40	0,4
8,0	1,0	0,6	6,5	10	1,4	2	$b+0{,}3$	0,2	0,3	50	0,5

Примечания: 1. В таблице приведены минимальные значения параметров d_2, l_1, D_e и L.

2. $b \geqslant 0{,}8$ мм.

Таблица 4.115

Размеры конструктивных элементов соединения колеса со втулкой методом расчеканки, мм



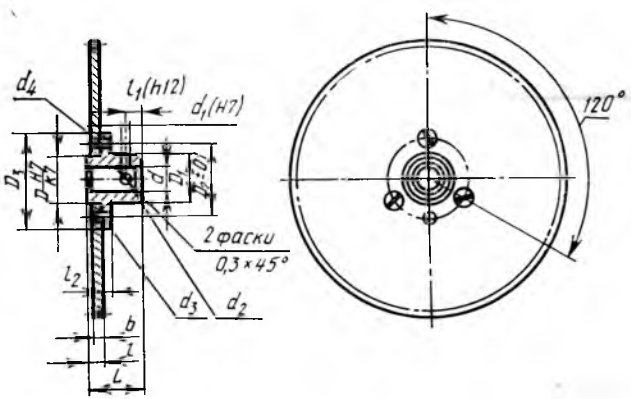
d	b	l_2	$d-d_1$	d_2-d	l_1	D_e	M_{max}, Н·м
До 6	0,6	0,4	0,6	3	1,2	40	0,2
Свыше 6 до 10	0,8	0,5	0,6	4	1,4	50	0,4
» 10 » 16	1,0	0,6	0,8	4	1,6	60	0,6
» 16 » 25	1,2	0,7	1,0	5	1,8	80	0,8
» 25	1,5	0,8	1,2	6	2,0	100	0,10

Примечания: 1. В таблице приведены минимальные значения параметров D_e (d_2-d) и l_1.

2. $L \leqslant b$, $B \geqslant 1$ мм, $d_3 < d$, $l = b + 0{,}3$.

Таблица 4.116

Размеры конструктивных элементов винтового соединения колеса со втулкой, мм



d	D	D_1	D_2	D_3	d_1	$d_2 = d_4$	d_3	l_2	l_1	b	l	L
2,5	6	5	8	12	0,6	M1,6	1,0	1,5	2,5	0,8...1,5	1,5	10
3	7	6	10	14	0,8	M2	1,0	2	2,5	1	2	12
4	8	7	12	16	0,8	M2	1,4	2	3	2	2	12
5	9	8	14	18	1,0	M2	1,4	2	3	2	2	12
6	10	9	18	24	1,4	M3	1,4	2	3	2	3	15
7	12	10	20	26	1,8	M3	1,8	3	4	2	3	15
8	14	12	22	28	1,8	M3	1,8	3	4	2	3	15
9	15	12	24	30	1,8	M3	1,8	3	4	3	3	15
10	16	14	24	30	2,8	M3	1,8	3	5	3	3	15
12	20	18	26	32	2,8	M3	1,8	3	5	3	4	18
14	22	18	26	32	3,8	M4	1,8	3	5	3	4	18
15	25	22	32	40	3,8	M4	1,8	3	6	4	4	18
16	25	22	32	40	3,8	M4	1,8	3	6	4	4	18
17	28	25	36	44	3,8	M4	2,8	4	6	4	5	24
18	28	25	36	44	3,8	M4	2,8	4	6	4	5	24
20	30	28	42	50	4,8	M5	2,8	4	6	5	5	28
22	32	30	42	50	4,8	M5	2,8	4	6	5	5	28

может быть применена к мелкомодульным колесам (в том числе из цветных металлов).

Допуски размеров и взаимного расположения поверхностей колес. Допуск диаметра вершин зубьев рекомендуется принимать из соотношения $T_{d_a} \leqslant (0{,}2...0{,}1)m$, допуск на радиальное биение диаметра вершин — назначать в зависимости от допуска на радиальное биение зубчатого венца: $T_{\nearrow r} \leqslant 0{,}6F_r$.

Если окружность вершин предполагается использовать в качестве измерительной базы, допуск диаметра вершин рекомендуется назначать не более половины допуска на смещение исходного контура: $T_{d_a} \leqslant 0{,}5T_н$. Допуск радиального биения: $T_{\nearrow t} \leqslant 0{,}25T_н$.

Допуск торцового биения базовых торцов колеса относительно оси базового отверстия назначают в зависимости от допуска на направление зуба: $T_{\nearrow t} \leqslant 0{,}5(d_a/b)F_\beta$, для косозубых колес — от предельного отклонения осевых шагов F_{pxn}:

$$T_{\nearrow t} \leqslant 0{,}5(d_a/b)F_{pxn},$$

где d_a — диаметры вершин зубьев; b — ширина зубчатого венца.

4.2. ПЕРЕДАЧИ ГИБКОЙ СВЯЗЬЮ И ФРИКЦИОННЫЕ

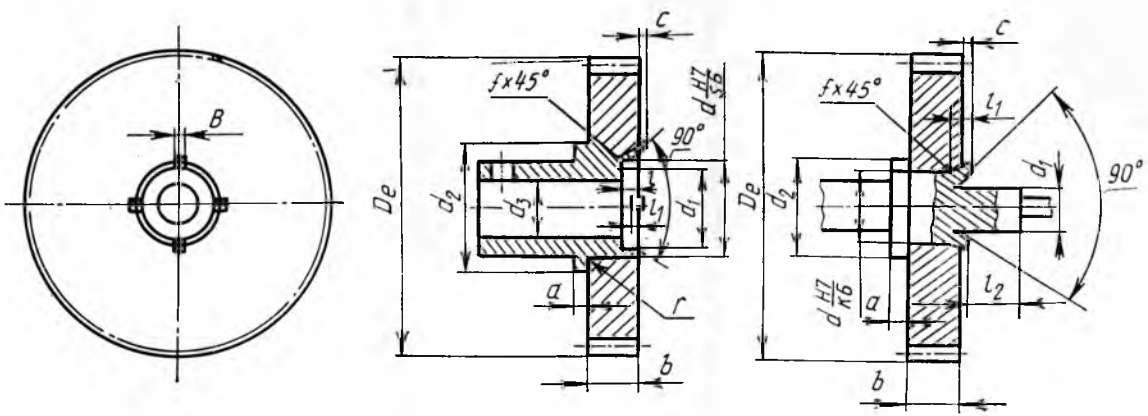
4.2.1. Передачи плоской гибкой связью

Ремни плоские приводные резинотканевые (ГОСТ 23831—79). Выпускаются шириной 20...1200 мм в рулонах по 8...100 м. Делятся на ремни общего назначения (без индекса в обозначении), антистатические — А и морозостойкие — М.

Ремень состоит из тканевого каркаса и резиновых обкладок. Марки тканей: БКНЛ-6, БКНЛ-65-2 (хлопок с полиэфирным волокном, прочность одного слоя на разрыв в продольном направлении 55 Н/мм), ТА-150, ТК-150, ТА-200, ТК-200, ТА-300,

Таблица 4.117

Размеры конструктивных элементов соединения колеса со втулкой или валиком, мм



Соединение	d	d_1	$d_{2\min}$	$D_{e\min}$	$a_{\min}$	B	l	l_1	$l_{2\min}$	c	f	$r_{\max}$	$M_{k\max}$, Н · м
Колеса со втулкой	До 6	$d-0,6$	$d+3$	40	1,2	0,6	0,4	0,4	—	0,3	0,4	0,2	0,2
	Свыше 6 до 10	$d-0,8$	$d+3$	50	1,4	0,8	0,8	0,5	—	0,3	0,4	0,2	0,4
	Свыше 10 до 16	$d-0,8$	$d+4$	60	1,6	1,0	1,0	0,6	—	0,3	0,4	0,2	0,6
	Свыше 16 до 25	$d-1$	$d+5$	80	1,8	1,2	1,2	0,7	—	0,3	0,4	0,2	0,8
Колеса с валиком	3	2,0	5	15	0,8	0,5	—	0,3	1,2	0,1	0,2	0,1	0,1
	4	3,0	6	20	1,0	0,6	—	0,4	1,6	0,2	0,2	0,1	0,2
	5	3,5	8	30	1,2	0,7	—	0,5	2,0	0,2	0,2	0,1	0,3
	6	4,5	9	40	1,2	0,8	—	0,5	2,0	0,2	0,3	0,2	0,4
	8	6,5	10	50	1,4	1,0	—	0,6	2,0	0,3	0,3	0,2	0,5

Примечания: 1. Толщина колеса при соединении со втулкой $b \geqslant 1$ мм, с валом — $b \geqslant 0,8$ мм.
2. $d_3 < d_1$.

ТК-300 (синтетические, прочность 150, 200 и 300 Н/мм соответственно); количество слоев 3...6, расчетная толщина слоя 1,20 мм (БКНЛ); 1,30; 1,70; 2,60 мм.

Обкладки могут быть односторонними и двухсторонними. Резина классов Б, В, С (морозостойкие — только В, антистатические — Б). Толщина обкладок 1; 1,5; 2; 3; 4; 5 и 6 мм.

Ремни используются для работы в качестве приводных или транспортерных ремней при скоростях до 30 м/с и температурах от −25 °С до −60 °С (морозостойкие — от −45 °С).

Ремни бесконечные плоские для приводов быстроходного оборудования (ТУ 38.105 514—84). Выпускаются кордтканевые — Т и кордшнуровые — Ш шириной 25...200 мм и длиной до 5600 мм.

Предназначены для работы со скоростью до 30 м/с. Прочность кордтканевых ремней 300 Н/мм, кордшнуровых — 200 Н/мм, относительное удлинение под нагрузкой 1000 Н — 8 % и 4 % соответственно. Ресурс ремней при передаваемой мощности 1 кВт и скорости 15 м/с — 3100 ч и 1500 ч.

Сортамент кордшнуровых ремней, мм: толщина — 2,2; 2,5; 2,8; 3,1; 3,5 и далее до 6 (предельные отклонения ±0,5 мм); ширина — 25, 28, 31, 35, 40 и далее до 200 (предельные отклонения ±3 мм); длина — 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400 и далее до 5600 (предельные отклонения ±2 %).

Сортамент кордтканевых ремней, мм: толщина — 3,5, ширина — 25...50, длина — 2800...5600.

Ремни приводные из синтетических материалов (ОСТ 17-969—84). Изготовлются из полиамидных тканей, пропитанных специальными связующими. Предназначены для работы со скоростями до 75 м/с. Выпускаются толщиной 0,6 и 1,0 мм (прочность 60 и 90 Н/мм соответственно).

Внутренняя длина ремней, мм: 250, 260, 280, 300, 320, 340, 350, 380, 400, 420, 450, 480, 500, 530, 560, 600 и далее до 3000.

Примеры обозначения

Ремень 25—3 — ТА — 150—1,0 — В ГОСТ 23831—79 — ремень приводной плоский резинотканевый, ширина 25 мм, трехслойный, из ткани марки ТА-150 с односторонней обкладкой толщиной 1,0 мм, из резины группы В.

Ремень А — 25—3 — ТА — 150—1,0 — Б ГОСТ 23831—79 — то же, антистатический (А), с двухсторонними обкладками по 1,0 мм толщиной (1,0—1,0), из резины группы Б.

Шкивы для плоских приводных ремней (ГОСТ 17388—72). Установлено три типа шкивов: 1 — с выпуклой рабочей поверхностью, 2 — с цилиндрической, 3 — с комбинированной, двух исполнений: 1 — с цилиндрическим посадочным отверстием, 2 — с коническим. Диаметры шкивов установлены в пределах 40...2000 мм под диаметры вала 10...60 мм.

Материал шкивов — чугун, сталь или алюминиевые сплавы.

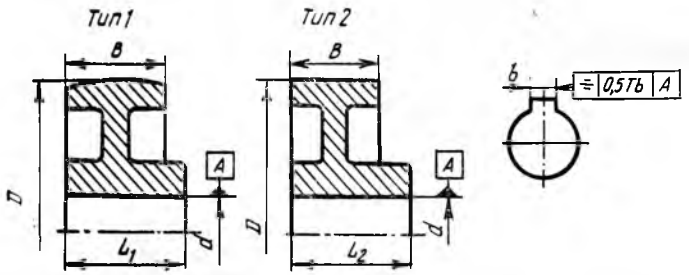
Стандарт устанавливает требования к точности, в том числе допуск биения рабочей поверхности по 7 степени точности (ГОСТ

24643—81) и дисбаланс шкива в зависимости от скорости ремня — не более 60 г·мм при скорости 5...10 м/с и 5 г·мм при скорости свыше 40 м/с.

Размеры шкивов для валов диаметром до 20 мм даны в табл. 4.118.

Таблица 4.118

Размеры шкивов для плоских приводных ремней, мм



d	L_1	L_2	D при B, мм			
			16	20	25	32
10	23	16	40...90	40...80	40...71	40...63
12	30	20	40...140	40...112	40...100	40...90
14	30	20	40...140	40...140	40...112	40...100
18	40	30	100...140	90...180	80...180	71...160

Примечания: 1. Диаметр D по ряду: 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180... мм.

2. Ширина ремня при $B = 16$ мм — 10 мм, $B = 20$ — 16 мм, $B = 25$ — 20 мм, $B = 32$ мм — 25 мм.

3. Размеры шпоночного паза по ГОСТ 23360—78.

Пример обозначения

Шкив 21.40-16-12 ГОСТ 17383—73 — шкив для плоского приводного ремня с цилиндрической рабочей поверхностью (2), с цилиндрическим отверстием (1), диаметр обода 40 мм, ширина 16 мм, диаметр посадочного отверстия 12 мм.

В передачах с плоской гибкой связью в приборах применяются ленты холоднокатаная из инструментальной стали по ГОСТ 2283—79, стальная термообработанная по ГОСТ 21996—76, бронзовая по ГОСТ 1789—70, ГОСТ 1048—79 и др.

Форма и размеры шкивов ленточных передач принимаются конструктивно. Минимальный диаметр шкива D_{min} зависит от отношения модуля упругости к пределу текучести материала и толщины ленты δ. Рекомендуется $D_{min}/\delta = 100...150$ (для стали) и $D_{min}/\delta = 80...100$ (для бронзы).

4.2.2. Передачи круглой гибкой связью и клиноременные

Пасики круглые для магнитофонов (ТУ 38-105 361—79). Изготовляются диаметром 1,6; 2,0; 2,5 мм, длиной 200, 250, 280, 320, 360 мм, из резин группы VI (ТУ 38.105 1082—76). Разрывная нагрузка в зависимости от диаметра — 25, 40 и 60 Н соответственно.

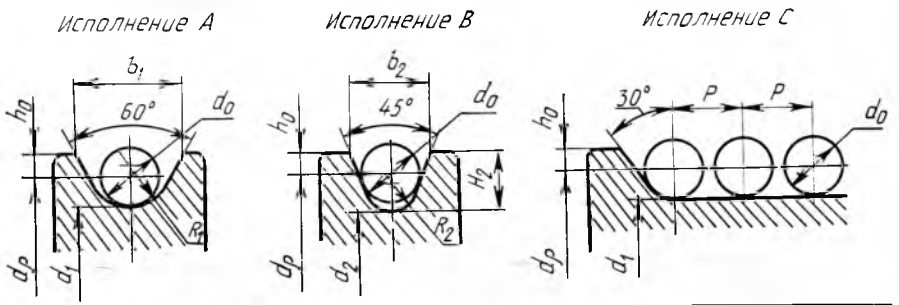
Пример обозначения

Пасик 2,0—280 ТУ 38.105 361—79 — пасик круглый для магнитофонов, диаметр 2,0 мм, длина 280 мм.

В передачах круглой гибкой связью применяются проволока пружинная (ГОСТ 9389—75), канаты стальные (ГОСТ 3062—80, ГОСТ 9382—78, ГОСТ 3066—80 и др.), проволока бронзовая (ГОСТ 5221—77, ГОСТ 5222—72, ГОСТ 15834—77 и др.), волокна, нити и шнуры силовые (ГОСТ 1768—75, ОСТ 6-06-С1—83, ГОСТ 10727—73, ГОСТ 8328—75, ОСТ 6-11-389—74 и др.), леска капроновая (ТУ 6-06-484—75).

Таблица 4.119

Размеры канавок шкивов передач круглым ремнем, струной, тросом, мм



d_0	R_1	b_1	R_2	b_2	H_2	h_0	d_0	R_1	b_1	R_2	b_2	H_2	h_0
0,16	0,10	0,32	0,06	0,26	0,21	0,10	2,5	1,4	4,1	1,1	3,4	2,39	0,9
0,20	0,12	0,39	0,08	0,38	0,30	0,12	3,2	1,8	5,1	1,4	4,3	2,92	1,0
0,25	0,15	0,50	0,10	0,40	0,33	0,16	4,0	2,2	6,2	1,8	5,3	3,59	1,2
0,32	0,19	0,55	0,12	0,51	0,42	0,20	4,8	2,6	7,4	2,2	6,4	4,12	1,4
0,40	0,23	0,78	0,18	0,63	0,47	0,25	5,0	2,8	8,1	2,3	6,7	4,42	1,6
0,56	0,32	1,04	0,25	0,86	0,63	0,3	5,6	3,1	8,8	2,6	7,5	4,83	1,7
0,8	0,45	1,4	0,36	1,2	0,86	0,4	6,3	3,5	10,0	3,0	8,5	5,39	2,0
1,0	0,56	1,8	0,4	1,5	1,16	0,5	6,4	3,6	10,2	3,0	8,6	5,52	2,0
1,2	0,65	2,1	0,5	1,8	1,36	0,6	7,5	4,1	11,6	3,4	9,9	5,55	2,2
1,6	0,90	2,9	0,7	2,4	1,76	0,8	8,0	4,4	12,5	3,6	11,5	7,05	2,4
2,0	1,1	3,4	0,9	2,8	1,96	0,8	9,5	5,3	14,8	4,5	12,6	7,95	2,8
2,4	1,3	3,9	1,1	3,3	2,26	0,9	10	5,6	15,7	4,5	13,3	8,80	3,0

Примечания: 1. $d_\rho \geqslant kd_0$, значения k приведены в табл. 4.120.

2. $P \approx 1,1 d_0$.

3. $d_1 = d_\rho - d_0$; $d_2 = d_\rho - 2(H_2 - h_0)$.

4. Приведены минимальные значения R_1 и максимальные R_2.

Шкивы для передач круглой гибкой связью. Выполняются с канавкой двух типов: А — с заклиниванием гибкой связи по стенкам канавки (двухточечный контакт, рекомендуется для силовых передач); Б — с расположением связи на дне канавки (одноточечный контакт, рекомендуется для натяжных роликов и передач при повышенных требованиях к точности передаточного отношения).

Рекомендуемые размеры канавок и шкивов даны в табл. 4.119—4.121.

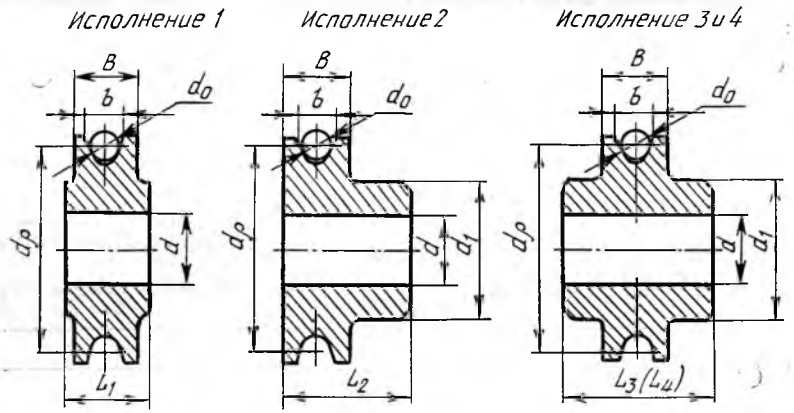
Таблица 4.120

Значение коэффициента k для передач круглой гибкой связью

Материал связи	k	Материал связи	k
Проволока пружинная	100	Шнур текстильный	25
Канат стальной	40	Леска капроновая	12
Бронза БрКМц3—1	100	Резина	8
Бронза БрБНТ1,9	60		

Таблица 4.121

Размеры шкивов передач круглым ремнем, струной, тросом, мм



b	B	d	d_1	L_2	L_3	L_4	b	B	d	d_1	L_2	L_3	L_4
0,6	1,4	2,0	4	5	3	6	6,3	8	10	18	20	12	20
1,0	2,5	3,0	6,3	7,1	5	8	7,1	11	10	18	20	12	22
1,2	2,8	4,0	8	9	5	10	8	12	12	20	22	14	22
1,6	3,2	4,5	9	10	7,1	11	9	14	14	22	25	16	25
2,0	3,6	5,0	10	10	8	12	10	16	16	25	28	18	28
2,5	4,0	6,3	12	12	8	14	11	18	18	28	32	20	32
3,2	4,5	7,1	14	14	9	16	12	20	20	32	34	25	36
4,0	6,3	8,0	16	16	10	18	14	22	22	36	38	28	40
5,0	7,1	9,0	16	18	10	20	16	25	25	40	40	32	45

Примечания: 1. В табл. приведены минимальные значения b и B.
2. Значения d_0 и d_ρ см. в табл. 4.119.
3. $L_1 \geqslant B$.

Требования к точности размеров, формы и расположения, шероховатости рабочих поверхностей для шкивов сравнительно больших диаметров могут быть назначены по аналогии с требованиями на шкивы для клиновых ремней (см. ниже); для шкивов малых диаметров принимаются исходя из условий работы передач.

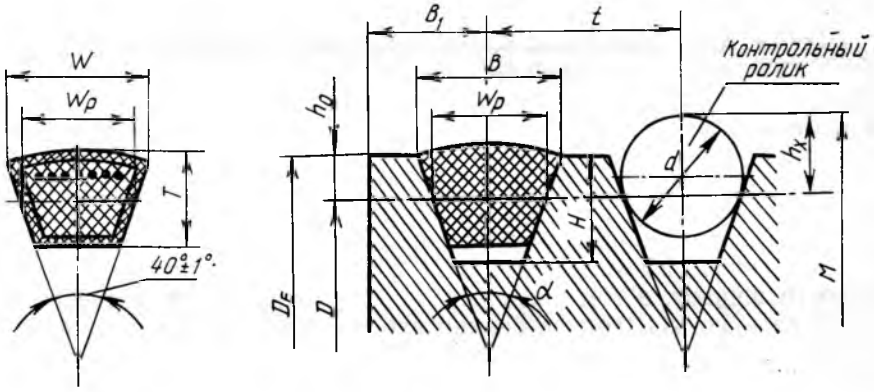
Ремни приводные клиновые нормальных сечений (ГОСТ 1284.1—80). Выпускаются сечений *Z*, *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *E0*, размеры которых от 6×10 (*Z*) до 30×50 мм (*E*). Длина ремней по нейтральному слою сечения (расчетная длина) для сечения *Z* в пределах 400...2500 мм, сечения *A* — 560...4000 мм, ремни больших сечений выпускаются длиной до 18 000 мм.

Изготовляются из резины, армированной кордовой тканью — Т или кордшнуром — Ш из синтетических волокон, предназначены для работы при температурах от −30 °С до +40 °С (исполнения У, Т по ГОСТ 15150—69) или от −60 °С до +40 °С (исполнение ХЛ).

Максимальная скорость ремня до 25...30 м/с. Средний ресурс

Таблица 4.122

Размеры ремней приводных клиновых и канавок шкивов, мм



Сечение	W_p	W	T	D	d	h_x	H	h_0	B_1	t
Z	$8{,}5^{+0{,}4}_{-0{,}3}$	10	6	63	$9_{-0{,}030}$	6,0	10,0	2,5	8	12
A	$11^{+0{,}6}_{-0{,}4}$	13	8	90	$11{,}6_{-0{,}035}$	7,6	12,5	3,5	10	15

Примечания: **1.** Длины ремней сечений *Z* — 400...2500, *A* — 500...4000 по ряду: 400*, 425, 450*, 475, 500*, 530, 560*, 600, 630*, 670, 710*, 750, 800*, 850, 900*, 950, 1000*, 1060, 1120*, 1180, 1250*, 1320, 1400*, 1500, 1600*... (размеры, отмеченные звездочкой, предпочтительные).

2. Приведены минимальные значения *D*, *H*.

3. $D_E = D + h_0$.

4. $b \geqslant W$.

5. $M = D + h_x$.

6. Угол α приведен в табл. 4.123.

ремней при эксплуатации в среднем режиме — 2000 ч для первой и 2500 ч для высшей категории качества.

Профиль канавок под ремень и наименьший диаметр шкива в зависимости от сечения ремня установлены ГОСТ 20898—80. Размеры ремней и канавок под них даны в табл. 4.123, 4.124.

Таблица 4.123

Размеры канавки, мм

Сечение	$\alpha°$							
	34		36		38		40	
	D	*b*	*D*	*b*	*D*	*b*	*D*	*b*
Z	63...71	10,0	80...100	10,1	112...160	10,2	Не менее 180	10,2
A	90...120	13,0	125...160	13,1	180...400	13,3	Не менее 450	13,4

Пример обозначения

Ремень А — 630Т ГОСТ 1284—80 — ремень приводной клиновой сечения 13×8 мм (*А*), расчетная длина 630 мм, кордтканевый (Т), климатического исполнения У (не указывается).

Шкивы для приводных клиновых ремней (ГОСТ 20889—80 — ГОСТ 20897—80) установлены следующих форм: монолитные и со спицами, с выступающей с укороченной ступицей, с выточкой для помещения гайки, с цилиндрическим — Ц и коническим — К отверстием под шейку вала.

Расчетные диаметры шкивов по нейтральному слою ремня установлены в пределах 63...1000 мм в зависимости от сечения ремня, число канавок 1...8, посадочные диаметры шкивов 11...80 мм.

По техническим условиям ГОСТ 20898—80 установлены нормы точности шкивов, в том числе: предельные отклонения расчетного диаметра — по *b*11, допуск биения рабочей поверхности при частоте вращения до 8 $с^{-1}$ — 0,20 мм, свыше 8 $с^{-1}$ до 16 $с^{-1}$ — 0,15 мм, свыше 16 $с^{-1}$ — 0,10 мм.

Некоторые конструктивные формы шкивов и их размеры для валов диаметра до 20 мм даны в табл. 4.124.

Пример обозначения

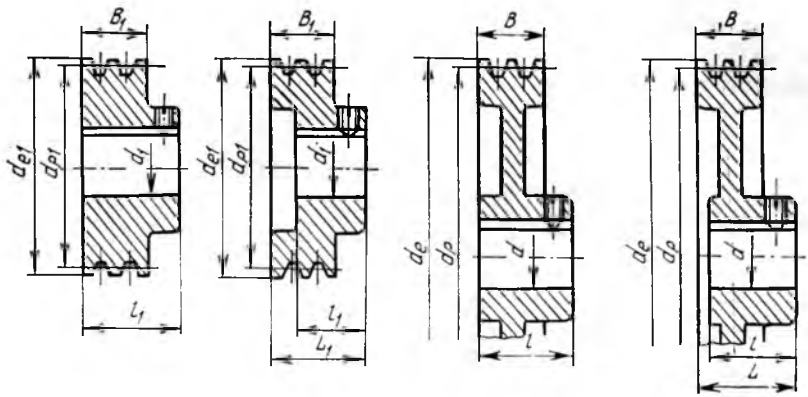
Шкив А2.100.22Ц СЧ18 ГОСТ 20899—75 — шкив для клинового приводного ремня сечения *А*, число канавок *2*, расчетный диаметр 100 мм, посадочное отверстие диаметром 22 мм, цилиндрическое (Ц), из чугуна марки СЧ18, монолитный с выступающей ступицей.

Ремни поликлиновые приводные кордшнуровые (ТУ 38.105.763—84). Выпускаются трех размеров клинового профиля — К, Л, М, число ребер — 4...50, расчетная длина ремней — 365... 4000 мм.

Изготовляются из резины и армируются кордом из синтетических или стеклянных волокон. Предназначены для работы в интер-

Размеры шкивов для приводных клиновых ремней, мм

ГОСТ 20899-75 ГОСТ 20891-80 ГОСТ 20892-80 ГОСТ 20894-80



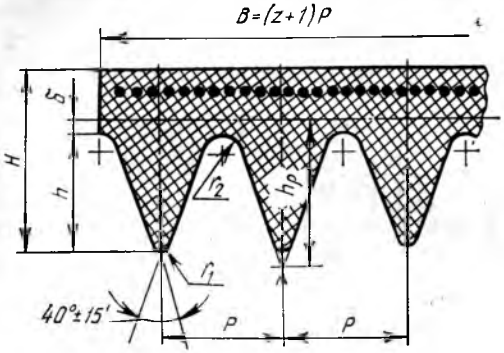
d_{p1}	d_{e1}	n*	B_1	d_1	L_1	l_1	d_p	d_e	n*	B	d	L	l
Сечение ремня Z							*Сечение ремня Z*						
63	68	1	16	11; 14	32	20	80	85	1	16	14	—	20
63	68	1	16	18; 19	—	30	90	95	1	16	18; 19	—	30
63	68	1	16	20; 22	—	38	100	105	1	16	20; 22	—	38
63	68	2	28	18; 19	32	20	112	117	1	16	20; 22	—	38
63	68	2	28	20; 22	44	30	125	130	1	16	20; 22	—	38
71	76	1	16	14	32	20	140	140	1	16	20; 22	—	38
71	76	1	16	18; 19	44	30	140	145	2	28	19	—	30
71	76	1	16	20; 22	—	38	140	145	2	28	18**; 19**	44	30
71	76	2	28	18; 19	—	30	140	145	2	28	20; 22	—	38
71	76	2	28	20; 22	—	38	160	165	1	16	18; 19	—	30
80	85	1	16	14**	32	20							
80	85	1	16	18; 19	—	30	*Сечение ремня A*						
80	85	1	28	18; 19	44	30	112	118,6	1	20	18; 19	36	30
80	85	1	28	20; 22	44	38	125	131,6	1	20	20; 22	—	38
80	85	2	28	18; 19	44	30	140	146,6	1	20	19	—	30
80	85	2	28	20; 22	44	38	140	146,6	1	20	20; 22	—	38
Сечение ремня A					36	30	140	146,6	1	35	24**	51	38
90	96,6	1	20	18**;19**	51	38	160	166,6	1	20	19	—	30
90	96,6	2	35	22; 24	36	30	180	186,6	1	20	20; 22	—	38
100	106,6	1	20	18; 19	—	38	200	206,6	1	20	24	—	38
100	106,6	1	20	20; 22	51	38	200	206,6	2	35	24	51	38
100	106,6	2	35	22; 24									

* n — число канавок.

** Только для шкивов по ГОСТ 20891—80 и ГОСТ 20894—80.

Таблица 4.125

Размеры ремней поликлиновых приводных, мм



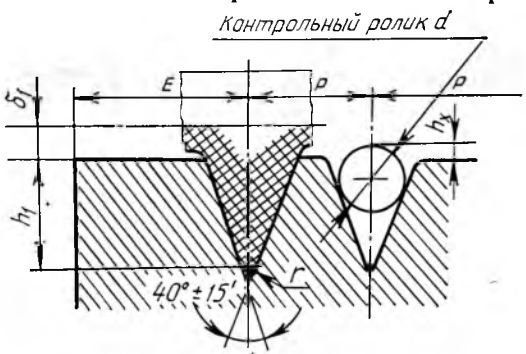
Сечение	P	H	h	r_1	r_2	h_p	δ	Число ребер	Расчетная длина L
K	2,4	4,5	2,35	0,1	0,4	3,3	1,0	4...36	365...2500
$Л$	4,8	9,5	4,85	0,2	0,7	6,6	2,4	4...50	1250...4000

Примечания: 1. Длина ремня L по ряду: 365, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500... мм.

2. Предельные отклонения (в мм) по длине ремня при $L \leqslant 630$ мм $+6$, -4; при L свыше 630 мм до 900 мм — $+10$, -8; при L свыше 900 мм до 1250 мм — $+15$, -9; при L свыше 1250 мм до 1600 мм — $+8$, -12; при L свыше 1600 мм до 2000 мм — $+23$, -12; при L свыше 2000 до 2500 мм — $+25$, -10.

Таблица 4.126

Размеры канавок шкивов для ремней поликлиновых приводных, мм



Сечение	P	δ_1	h_1	d*	h_x	r	E	Накопленная погрешность шага
K	2,4±0,03	1,4	1,95	1,533	0,39	0,1	3,5	0,100
$Л$	4,8±0,04	3,1	4,15	3,106	0,88	0,2	5,5	0,150

Примечание. Приведены минимальные значения δ_1, h_1; максимальные — r, E.

* Проволочки по ГОСТ 2475—62.

вале температур от −30 °С до +60 °С, предельная скорость ремня — 40 м/с, прочность на разрыв при растяжении ремней сечения *К* — 200 Н/мм, сечения *Л* — 250 Н/мм, сечения *М* — 400 Н/мм, удлинение ремней в условиях эксплуатации — не более 3 %, средний ресурс — 2000 ч.

Конструкции и размеры ступиц шкивов могут быть назначены по аналогии с параметрами шкивов для плоскоременных или клиноременных передач. Размеры ремней и рабочих элементов шкивов даны в табл. 4.125, 4.126.

Пример обозначения

Ремень 12 Л 560 ТУ 38.105 763—84 — ремень поликлиновой приводной кордшнуровой, число ребер 12, сечение *Л*, длина 560 мм.

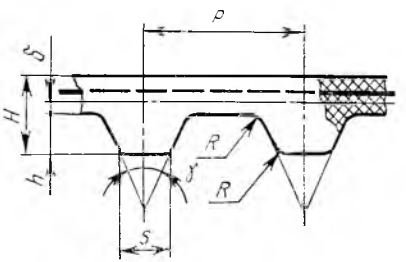
4.2.3. Передачи зубчатым ремнем

Ремни приводные зубчатые (ОСТ 38.05 246—81). Изготовляются из резины или полиуретана, армированных стеклокордом (климатическое исполнение У) или металлокордом (Т). Профиль зуба и размеры ремней установлены ОСТ 38.05.114—76: модуль — 1... 10 мм, число зубьев (шагов) по длине — 40...250, ширина — 3... 100 мм.

Предназначены для работы в диапазоне температур от −30 °С до +80 °С, предельная скорость ремня 60 м/с, средний ресурс 2000 ч.

Таблица 4.127

Размеры ремней зубчатых, мм



m	*S*	*h*	*H*	δ	γ, град	*R*	*b*
1,0	1,0	0,8	1,6	0,4	50	0,2	3...12,5
1,5	1,5	1,2	2,2	0,4	50	0,3	3...16
2	1,8	1,5	3,0	0,6	50	0,4	5...20
3	3,2	2,0	4,0	0,6	40	0,5	12,5...25

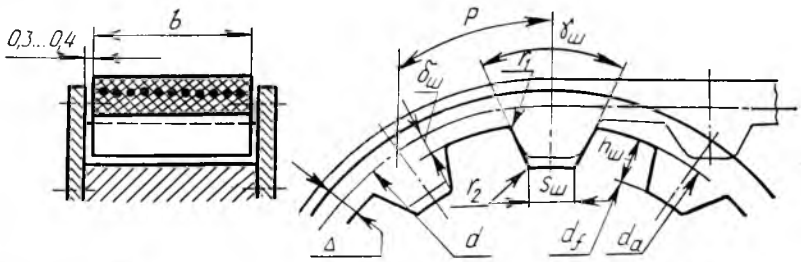
Примечания: 1. Ширина ремня *b* по ряду: 3, 4, 5, 8, 10, 12,5, 16, 20, 25, 32... мм.

2. Число зубьев ремня по ряду: 40, 42, 45, 48, 50, 53, 56, 60, 63, 67, 71, 75, 80, 88, 90, 95, 100, 105, 112, 125, 130, 140, 150, 160.

Размеры рабочих поверхностей шкивов назначаются в соответствии с ОСТ 38.05246—76, остальные размеры принимаются конструктивно по аналогии с параметрами шкивов плоскоременных или клиноременных передач. Размеры ремней с модулем до 3 мм и рабочих профилей шкивов для них в табл. 4.127—4.129.

Таблица 4.128

Размеры шкивов зубчатых, мм



m	$\gamma_ш$	$\delta_ш$	$h_ш$	$S_ш$	r_1	r_2	z
1,0	51°±1°	0,4	$1,3^{+0,10}$	$1,0^{+0,10}$	0,3	0,3	10
1,5	51°±1°	0,4	$1,8^{+0,15}$	$1,5^{+0,15}$	0,4	0,4	10
2	51°±1°	0,6	$2,2^{+0,15}$	$1,8^{+0,15}$	0,5	0,5	12
3	41°±1°	0,6	$3,0^{+0,20}$	$3,2^{+0,20}$	0,7	1,0	12

Примечания: 1. z — минимальное число зубьев шкива.
2. $d = mz$.
3. Значение b см. в табл. 4.127.
4. $P = \pi m$.
5. $\Delta = m$.
6. d_a и d_f — диаметры выступов и впадин шкива.

Таблица 4.129

Нормы точности зубчатых шкивов (показатели T_{d_a}, f_{p_t}, F_p, F_r, F_β), мкм

d_a, мм	T_{da}	f_{pt}	F_p	F_r
До 50	0; —50	±20; ±22*	40	50
Свыше 50 до 80	0; —60	±21; ±23*	56	50
» 80 » 125	0; —70	±21; ±23*	67	50
» 125 » 200	0; —80	±22; ±30*	80	65

Примечания: 1. T_{da} — отклонение диаметра вершин зубьев; f_{pt} — отклонение шага; F_p — допуск накопленной погрешности шага на 1 оборот; F_r — допуск радиального биения зубчатого венца; F_β — допуски направления зуба.
2. При $B \leqslant 40$ мм F_β — 20 мкм.

* Для $m = 3$.

Пример обозначения

Ремень 2—100—8 ОСТ 38.05114—76 — ремень приводной плоскозубчатый, модуль 2 мм, число зубцов (шагов) 100, ширина 8 мм.

Методика расчета зубчатых ременных передач установлена ОСТ 38.05227—81.

4.2.4. Фрикционные передачи

Ролики фрикционных передач. Изготовляются из сталей 40Х по ГОСТ 4543—71, 8ХФ, ХВГ по ГОСТ 5950—73, ШХ15, ШХ15СГ по ГОСТ 801—78, закаленных до 54...60 $HRC_э$, а также из специальных фрикционных материалов ФМК-11, МКВ-50А и др. В крупных фрикционных передачах применяется также текстолит ПТК по ГОСТ 5—78 Е.

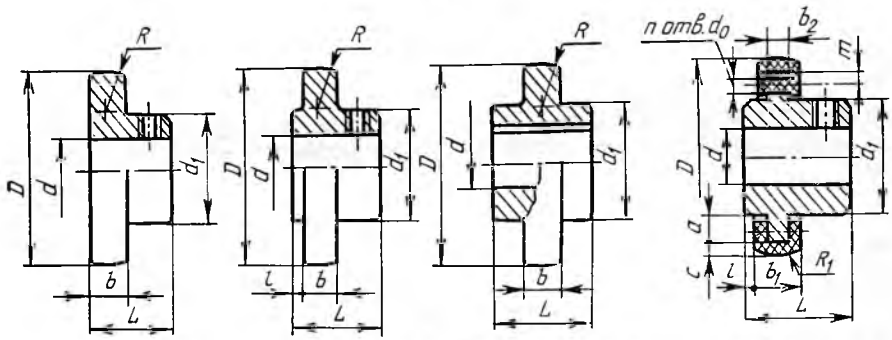
Ролики обрезиненые фрикционных передач. Изготовляются из стали, латуни или алюминиевых сплавов. Контактные поверхности выполняются из резин группы VI, повышенной твердости по ТУ 38.105.1082—76 или других с аналогичными свойствами.

Рекомендуемые размеры роликов даны в табл. 4.130.

Шарики (ГОСТ 3722—81). Выпускаются диаметром 0,35... 152,4 мм. В качестве промежуточных тел качения во фрикционных передачах применяются шарики диаметром 6...30 мм. Сортамент шариков включает следующие диаметры, рекомендуемые для фрик-

Таблица 4.130

Рекомендуемые размеры фрикционных роликов, мм



d	d_1	L	b	R	b_1	b_2	R_1	a	c	d_0	m
1,6; 2,0	4,5; 5	5; 6,3	2,0	6	—	—	—	—	—	—	—
2,5; 3,2; 4,0	6,3; 7,1; 8	6,3; 8	3,2	8	5	2	16	5	4	2	2
5,0; 6,3; 8,0	9; 12; 14	12; 16	4,5	12	8	3,2	20	6,3	6,3	3,2	3,2
10; 12; 16	16; 20; 25	20; 25	8	20	10	6,3	25	10	6,3	4	4

Примечания: 1. $l = 0{,}6$; 1,0; 1,6; 2,5 мм.

2. Диаметр D назначается конструктивно из условий прочности и требуемого передаточного отношения.

3. Размер d_1 указан в последовательности, соответствующей размеру d.

ционных передач, мм: 6*; 6,5; 7; 7,541; 8*; 9; 10; 11*; 12; 14; 16; 17; 19; 20,638; 22,225; 25; 26,194; 28,525; 30*. Применяемые степени точности 100 (все шарики, кроме шарика ∅30) и 200 (отмечены звездочкой).

Пример обозначения

Шарик 200 10 мм Р ГОСТ 37—87 — шарик степени точности 200, диаметр 10 мм, поставляемый без сортировки на группы.

4.3. ВИНТОВЫЕ ПЕРЕДАЧИ

4.3.1. Передачи с трением скольжения

В винтовых передачах с трением скольжения применяются трапецеидальная, упорная, метрическая, окулярная, прямоугольная резьба.

Резьба трапецеидальная (профиль по ГОСТ 9484—81). Стандартизована в пределах диаметров 8...630 мм и шагов 1,5...40 мм, с допусками по ГОСТ 9562—81 (однозаходная, ГОСТ 24738—81) и в пределах диаметров 10...320 мм, шагов 1,5...40 мм, числа заходов 2...8 (многозаходная, ГОСТ 24739—81).

Диаметры, шаги и поля допусков резьб применительно к винтовым передачам приборостроения даны в табл. 4.131—4.134.

Примеры обозначения

Tr 10×6(P2)LH — 8H/8e6h — 20 — резьба трапецеидальная (*Tr*), диаметр 10 мм, ход 6 мм (10×6), трехзаходная, шаг 2 мм (*P2*), левая (*LH*), поля допусков гайки *8H*, поля допусков винта по среднему диаметру *8e*, по наружному — *6h*, длина свинчивания 20 мм.

Tr 10×2 — 8H/8e — резьба трапецеидальная (*Tr*), диаметр 10 мм, однозаходная, шаг 2 мм, правая (не указывается), поля допусков гайки *8H*, винта *8e*, нормальной длины свинчивания (в данном случае — свыше 6 мм до 19 мм, не указывается).

Резьба упорная (профиль и основные размеры по ГОСТ 10177—82). Стандартизована в пределах диаметров 10...400 мм и шагов 2...48 мм с допусками по ГОСТ 25096—82. Диаметры, шаги и поля допусков для резьб с диаметром до 20 мм даны в табл. 4.135—4.137.

Пример обозначения

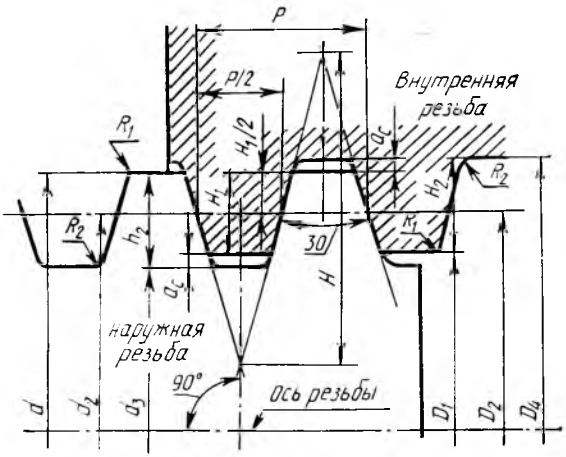
S12×6(P2)LH — 7AZ/7h — резьба упорная (*S*), диаметр 12 мм, ход 6 мм, трехзаходная, шаг 2 мм (*P2*), левая (*LH*), поле допуска гайки *7AZ*, винта *7h*.

Резьба метрическая (профиль по ГОСТ 9150—81). Стандартизована в пределах диаметров 0,25...600 мм и шагов 0,077...6 мм (нормирование точности по ГОСТ 16093—81).

Резьба окулярная (профиль и основные размеры по ГОСТ 5359—77). Стандартизована в пределах диаметров 5...80 мм, шагов

Таблица 4.131

Размеры резьбы трапецеидальной, мм



d	P	Число заходов	d	P	Число заходов	d	P	Число заходов
8	1,5	1	**16**	**4**	1...6	**28***	3	1...8
9	1,5; **2**	1	18	2; **4**	1	**28***	**5**	1; 2; **4**; 8
10	1,5; 2	1...8	**20**	2; **4**	1...8	**28***	8	1...4
11	**2**; 3	1	22	3; **5**; 8	1	30	3; **6**; 10	1
12	2	1...8	**24**	3	1...8	**32**	3; **6**	1...8
12	**3**	1...6	**24**	**5**	1, 2, 4	**32**	10	1; 2; 4
14	2; **3**	1	**24**	8	1...4	34	3; **6**; 10	1
16	2	1...8	26	3; **5**; **8**	1			

Примечания: **1.** Число заходов резьбы по ряду: 1, 2, 3, 4, 6, 8.
2. Жирным шрифтом выделены предпочтительные значения параметра.
3. $H = 1{,}866P$; $H_1 = 0{,}5P$; $H_2 = h_2 = 0{,}5P + a_c$.
4. $D_2 = d_2 = d - 0{,}5P$; $d_3 = d - 2h_2$; $D_4 = D_2 + H_1$; $D_1 = D_4 - 2H_2$.
5. $R_{1\max} = 0{,}5a_c$; $R_{2\max} = a_c$.
6. Радиальный зазор a_c при шаге P до 1,5 мм — 0,15 мм, при P свыше 1,5 мм до 5 мм — 0,25 мм, при P свыше 5 мм до 12 мм — 0,5 мм.

* Предпочтительны только для однозаходной резьбы.

Таблица 4.132

Поля допусков трапецеидальных резьб для винтовых передач

Наружная резьба			Внутренняя резьба		
Размер	Степень точности	Основное отклонение	Размер	Степень точности	Основное отклонение
d	4...6; T*	h	D_4	T; T*	H
d_2	6...9; 7*...10*	c; e; g; h	D_2	6...9; 7*...9*	H
d_3	6...9; 7*...10*	h	D_1	4; 4*	H

Примечания: **1.** Приведены поля допусков ограничительного отбора.
2. T — допуски по особым нормам.

* Для многозаходных резьб.

Таблица 4.133

Применяемость полей допусков трапецеидальных резьб в зависимости от длин свинчивания

Диаметр резьбы	Длина свинчивания	Класс точности		
		точный	средний	грубый
d_2	N	6*e*; 6*g*; 7**e*; 7**g*	7*e*; 7*g*; 8*c**; 8*e**	8*c*; 8*e*; 9*c**
	L	7*e*; 8*e**	8*e*; 8*c**	9*c*; 10*c**
D_2	N	6*H*; 7*H**	7*H*; 8*H**	8*H*; 9*H**
	L	7*H*; 8*H**	8*H*; 9*H**	9*H*; 9*H**

Примечание. 8*e*, 8*H* — поля предпочтительные.

* Для многозаходной резьбы.

Таблица 4.134

Длины свинчивания трапецеидальных резьб, мм

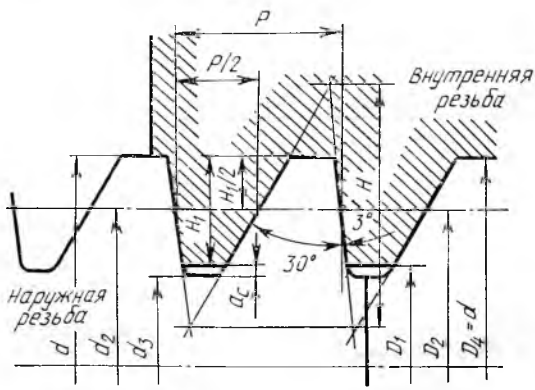
P	N	L	P*	N*	L*	P**	N**	L**
1,5	5...15	Свыше 15	2	8...24	Свыше 24	2	8...25	Свыше 25
2	6...19	» 19	3	14...32	» 32	3	12...36	» 36
3	10...28	» 28	4	15...43	» 43	5	21...63	» 63
—	—	—	5	18...53	» 53	6	25...75	» 75
—	—	—	8	30...85	» 85	8	24...100	» 100
—	—	—	—	—	—	10	42...125	» 125

Примечание. N — нормальная длина свинчивания, L — большая.

* Диаметр резьбы свыше 11,2 мм до 22,4 мм.
** Диаметр резьбы свыше 22,4 мм до 45 мм.

Таблица 4.135

Размеры резьбы упорной, мм



d	P	d	P	d	P
10	2*	18; 20	2; 4	34; 36	3; 6; 10
12; 14	2; 3*	22; 24; 26; 28	3; 5; 8	38; 40	3; 7; 10
16	2; 4*	30; 32	6; 10		

Примечания: 1. $H = 1{,}5878P$; $H_1 = 0{,}75P$.
2. $d_2 = D_2 = d - N_1$; $d_3 = d - 2(H_1 + a_c)$.
3. $a_c = 0{,}1177P$.
4. $D_1 = D_2 - H_1$; $D_4 = d$.

* Размеры ограниченного применения.

Таблица 4.136

Точность упорных резьб

Размер	Степень точности	Основное отклонение	Размер	Степень точности	Основное отклонение
d	4	h	D	—	H
d_2	7; 8; 9	h	D_2	7; 8; 9	A
d_3	7; 8; 9	h	D_1	4	H

Таблица 4.137

Применяемость полей допусков упорных резьб в зависимости от длин свинчивания

Диаметр резьбы	Длина свинчивания	Класс точности	
		средний	грубый
$d_2\,(D_2)$	N	$7h$; $7AZ$	$8h$; $8AZ$
	L	$8h$; $8AZ$	$9h$; $9AZ$

* См. примечание к табл. 4.134.

1...2 мм, числа заходов 1...25. В части диаметров стандарт соответствует ГОСТ 1697—81. Профиль резьбы предусмотрен в двух исполнениях: с радиальными зазорами по наружному и внутреннему диаметрам (исполнение 1, не обозначается) и без них (исполнение 2). Размеры резьбы даны в табл. 4.138.

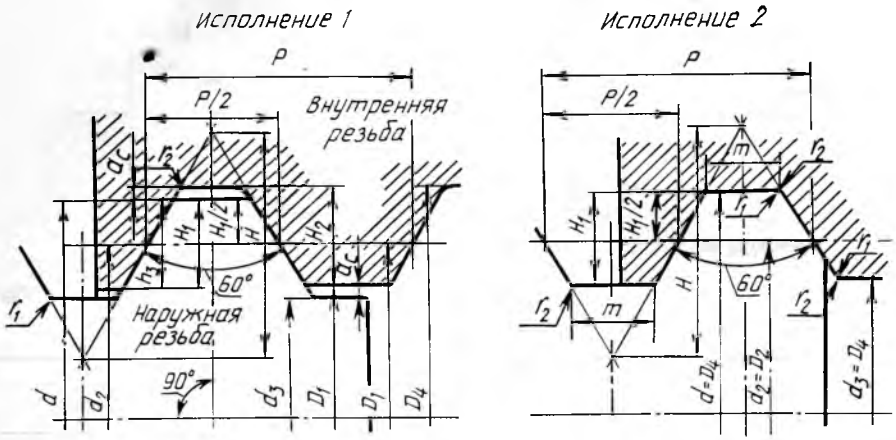
Пример обозначения

2ОК22×9(P1,5)LH ГОСТ 5359—77 — резьба окулярная, профиль без радиальных зазоров (2ОК), диаметр 22 мм, ход 9 мм (22×9), четырехзаходная, шаг 1,5 мм (P1,5), левая (LH).

Резьба прямоугольная (профиль и размеры по ОСТ 1.70245—79). Предназначена для стоек измерительных приборов, стандартизованы диаметры 30, 50 и 80 мм, шаг резьбы — 8, 12 и 20 мм. Размеры резьбы даны в табл. 4.139.

Таблица 4.138

Размеры резьбы окулярной, мм



d	P	Число заходов	d	P	Число заходов	d	P	Число заходов
5	1,5	2; 4	12; 14	1	1	30	1,5	16
6	1	1	12; 14	1,5	1...4	31...49	1	1
6	1,5	2	16...20	1	1	31...49	1,5	1...16
8; 10	1	1	16...20	1,5	1...6	50...80**	1	1
8; 10	1,5	1; 2	21...30	1	1	50...80**	1,5	1...24
			21...30	1,5	1...10	50...80**	2	4...24*

Примечания: **1.** $H = 0{,}866P$; $H_1 = 0{,}350P$.
2. $a_c = 0{,}05$ мм.
3. Диаметры резьбы: 1-й ряд — 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 27, 28, 30, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 45, 50, 52, 55, 58, 60, 62, 65, 68, 70, 72, 75, 78, 80; 2-й ряд — 18, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 31, 34, 37, 41, 43, 44, 46, 47, 48, 49 мм.
4. Число заходов по ряду: 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24.
5. Шаг $P = 1$ только для исполнения 2.
6. $D_2 = d_2 = d - H_1$, $d_3 = d_2 - H_1 - 2a_c$.
7. $D_4 = d + 2a_c$, $D_1 = d_3 + 2a_c$.
8. r_1 и r_2 — радиусы скругления.

* Кроме $P = 6$ и 10.
** Для $d = 65$ мм, кроме $P = 4$, 5, 6 и 10 мм.

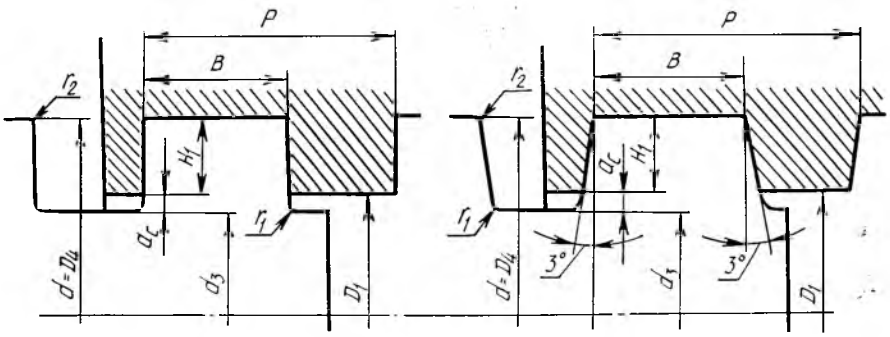
Винты ходовые (ОСТ 1.76255—74). Изготовляются следующих классов точности в порядке убывания точности: 0, 1, 2, 3, 4. Стандарт нормирует отклонения шагов, накопленную погрешность шага и допуски формы и расположения элементов винта и гайки. Нормы точности параметров ходовых винтов даны в табл. 4.140.

Винты микрометрические. В соответствии с требованиями ГОСТ 6507—78, ГОСТ 7470—78, ГОСТ 10388—81 к точности микрометрических измерительных приборов изготовляются с метриче-

Таблица 4.139

Размеры резьбы прямоугольной, мм

Исполнение А *Исполнение В*



d	B	H_1	a_c	P	d	B	H_1	a_c	P
20	1,5	1,5	0,25	6	63	3	2	0,5	12
32	2	1,5	0,25	8	71	3	2	0,5	12
40	2,5	2	0,25	10	80	4	3	0,5	16
50	2,5	2	0,25	10	100	4	3	0,5	16

Примечания: **1.** Посадка по диаметру d определяется конструктивно.
2. r_1 и r_2 — радиусы закругления.
3. $D_1 = d - 2H_1$.
4. $d_3 = d - 2(H_1 + a_c)$.

Таблица 4.140

Нормы точности ходовых винтов (ОСТ 1.76255—74)

Параметр	Класс точности				
	0	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
Предельные отклонения шага, мкм	±2	±3	±6	±12	±25
Накопленная погрешность шага, мкм, не более, при длине винта, мм					
до 25	2	5	9	18	35
свыше 25 до 100	3	6	12	25	50
» 100 » 300	5	9	18	35	70
дополнительно на каждые 300 мм	2	3	5	10	20
суммарная по всей длине	10	20	40	80	150
Допуск круглости по среднему диаметру, мкм, при шаге, мм					
3...5	3	5	7	10	15
6...10	3	5	8	12	18
Допуск профиля в продольном сечении, мкм	5	8	10	15	20
Допуск радиального биения по среднему диаметру, мкм, при длине, мм					
до 1000	20	40	80	120	200
свыше 1000 до 2000	40	60	100	150	250

Окончание табл. 4.140

1	2	3	4	5	6
Предельные отклонения угла наклона боковой стороны профиля, угл. мин, при шаге, мм					
3...5	±12	±15	±20	±30	—
6...10	±10	±12	±18	±25	—

ской резьбой профиля по ГОСТ 9150—81, с шагом 0,5 и 1 мм и рабочим ходом 5, 10, 15 и 25 мм двух классов: нормальной точности (с накопленной погрешностью шага 4 мкм) и повышенной (2 мкм).

Винты передач изготовляются из сталей повышенной обрабатываемости резанием по ГОСТ 1414...75 Е марок А40Г, АС35Г2, 40ХЕ с закалкой до 45...56 $HRC_э$, микрометрические винты — из инструментальных сталей по ГОСТ 1435—74. Для ненагруженных винтов используются латуни марок Л62, Л59-1 по ГОСТ 15527—70.

Гайки передач рекомендуется изготовлять из бронзы марок БрАЖ9-4, БрКН1-3 по ГОСТ 18187—72, БрА9Мц2 по ГОСТ 493—79, БрОФ7-0,2 по ГОСТ 5017—74 и др. Могут использоваться пластмассы — текстолит ПТК по ГОСТ 5—78 Е, полиамид 610-1-101 по ГОСТ 10589—87 (для крупных гаек), полиэтилен МОПЭНД 222-03 по ТУ 6-05-1721—75 (для объемно регулируемых гаек) и др.

4.3.2. Передачи с трением качения

Передачи предназначены для применения в металлорежущих станках, автоматах, могут быть применены в приводах приборов, контрольных автоматов и т. п.

Резьба для передач с трением качения (ГОСТ 25329—82). Установлена в пределах диаметров 6...200 мм и шагов 2,5...20 мм, профиль резьбы стандартом не регламентирован.

Рациональны профили двух типов: полукруглый с двумя точками контакта и арочный с четырьмя точками контакта, рекомендуется также ряд других профилей. Размеры резьб диаметром до 32 мм даны в табл. 4.141, 4.142.

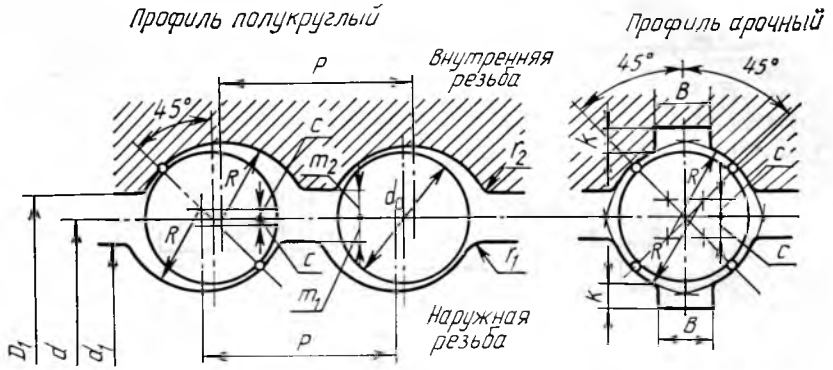
Предачи винт-гайка качения (ОСТ 2.Р31-1—81). Установлены с 4 исполнениями гайки с круглым и прямоугольным корпусом и 5 исполнениями винтов с различным видом и расположением ступеней на концах винта. Диаметры резьбы установлены в пределах 16...100 мм, шаги — 5...20 мм, длина винта — 400...5000 мм, резьба может быть правой или левой. Возврат тел качения осуществляется по каналам вкладышей в теле гайки, регулировка зазоров — путем осевого смещения половин разрезной гайки.

Стандарт регламентирует основные присоединительные размеры винта и гайки. Размеры и параметры передач применительно к приборостроению даны в табл. 4.143—4.145.

Нормы точности передач с трением качения установлены ОСТ 2.Р31-4—81. Предусмотрены 4 класса точности: 1—4. Нормы-

Таблица 4.141

Размеры резьбы для шариковинтовых передач, мм



P	d_0	R	r_1	r_2	c	m_1	m_2	B	k
2,5	1,588	0,83	0,16	0,06	0,025	0,54	0,20	0,4	0,25
3	2,0	1,04	0,20	0,12	0,028	0,68	0,30	0,5	0,25
4	2,5	1,30	0,25	0,16	0,034	0,77	0,38	0,6	0,3
5	3,0	1,56	0,30	0,20	0,042	0,94	0,47	0,8	0,5
6	4,0	2,08	0,40	0,25	0,056	1,24	0,60	1,0	0,5
8	5,0	2,60	0,50	0,30	0,068	1,55	0,74	1,2	0,6
10	6,0	3,12	0,60	0,40	0,085	1,86	0,93	1,5	0,8

Примечание. $D_1 = d + 2m_2$, $d_1 = d - 2m_1$.

Таблица 4.142

Диаметры и шаги резьб для передач с трением качения (ГОСТ 25329—82), мм

d	P	d	P	d	P
6	2,5	12	2,5*; 3; 4; 5*	25	4; 5*; 6; 8; 10
8	2,5	16	2,5*; 3; 5; 5*; 6	30	4; 5*; 6; 8; 10
10	2,5	20	3; 4; 5*; 6; 8	32	4; 5*; 6; 8; 10; 12

* Размеры предпочтительные.

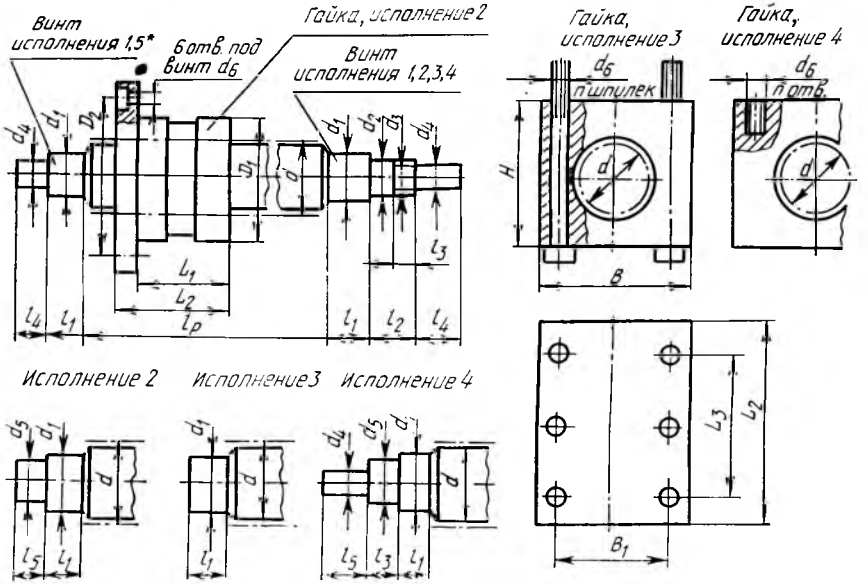
руются отклонения хода в пределах оборота и накопленная погрешность шага по всей длине винта.

Винты изготовляются из инструментальных сталей 9ХВГ, 7ХГ2ВМ, 8ХФ по ГОСТ 5950—73 с закалкой (58...62 $HRC_э$), материал гаек и вкладышей для возврата тел качения — сталь 9ХС с закалкой до 58...60 $HRC_э$. Допускается применение стали ШХ15СГ по ГОСТ 5950—73 с закалкой до 58...65 $HRC_э$.

Тела качения в передачах — шарики по ГОСТ 3722—81 степеней точности 10 и 20.

Таблица 4.143

Размеры передач винт-гайка качения, мм



d	P	Гайка									Винт						
		D_1	D_2	L_1	L_2	B	H	B_1	L_3	d_6	l_1	d_2	l_2	d_4	l_4	d_5	l_5
16	5	40	55	30	39	58	40	—	—	M8	16**	12**	38**	10**	36**	12**	10**
20	5	45	60	30	39	62	44	—	—	M8	16**	15**	40**	12**	40**	15**	11**
25	5	50	65	30	39	66	50	44	20	M10	20	20	50	15	50	17	14
32	5	60	75	30	39	90	60	44	20	M10	20	25	58	20	55	25	17
32	6	60	75	34	42	90	60	—	—	M10	—	—	—	—	—	—	—

Примечания: **1.** Значения d_1, d_3, l_5 выбираются конструктивно.
2. При $d \leqslant 32$ мм $n = 4$.

* Винт исполнения 5 имеет оба конца одной конструкции.
** Размеры не обязательные, в стандарте отсутствуют.

Таблица 4.144

Длина рабочей части винта $l_р$ и предельная осевая нагрузка

$d \times P$, мм	$l_р$, мм	Q, Н
16×5	140...250	4000
20×5	140...400	6200
25×5	140...500	8900
32×5	140...800	11 000
32×6	140...800	12 000

Примечание. $l_р$ по ряду: 140, 150, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800 мм.

Таблица 4.145

Допустимые погрешности передач винт—гайка с трением качения (показатели ΔP_{360} и ΔP_{Σ})

Класс точности	ΔP_{360}, мм	ΔP_{Σ} (мкм) при рабочей длине винта l_p, мм				
		до 250	свыше 250 до 315	свыше 315 до 400	свыше 400 до 630	свыше 630 до 1000
1	3	7	9	11	13	16
2	4	11	13	16	20	25
3	6	16	20	25	30	38
4	8	25	30	30	45	60

Примечание. ΔP_{360} — отклонение хода в пределах одного оборота; ΔP_{Σ} — накопленная погрешность хода.

5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРИБОРОВ

5.1. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

5.1.1. Основные параметры двигателей

Общие технические условия на электродвигатели малой мощности установлены ГОСТ 16264.0—85 Е. Стандарт распространяется на двигатели номинальной мощностью до 1000 Вт асинхронные, синхронные, коллекторные переменного тока и универсальные, коллекторные и бесконтактные постоянного тока, шаговые с номинальным моментом до 10 Н·м. Ряд номинальных напряжений питания двигателей установлен ГОСТ 21128—83: для двигателей постоянного тока — 5, 12, 27, 48, 60, 110, 220, 440 В; переменного однофазного тока — 6, 12, 27, 40, 60, 110, 220 В; переменного трехфазного тока — 40, 60, 220, 380, 660 В.

Предельные отклонения напряжения питания ±10 % от номинала, допускается назначать отклонения +10 % и −15 %.

Ряд номинальных мощностей установлен ГОСТ 12139—74 в пределах от $10 \cdot 10^{-3}$ Вт до $8 \cdot 10^{6}$ Вт, в том числе — 0, 10, 0,16, 0,25, 0,40, 0,6, 1,0, 1,6, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 40, 60, 90, 120, 180, 250, 370, 550, 750 Вт.

Мощность двигателя при отклонениях напряжения питания в пределах допуска должна быть не ниже номинальной.

Номинальная частота вращения вала двигателей установлена ГОСТ 10683—73:

для синхронных двигателей: 125, 150, 187,5, 214,3, 250, 300, 375, 428, 500, 600, 750, 1000, 1500, 3000, 6000...60 000 об/мин; предельные отклонения частоты вращения — по ряду от ±0,01 до ±5 %;

для двигателей постоянного тока: 25...150 (через 25), 200...600 (через 100), 750, 1000, 1500, 2000, 2200, 3000...6000 (через 1000) и далее до 60 000 об/мин; предельные отклонения — от ±15 % до ±20 % в зависимости от вида двигателя;

для асинхронных двигателей синхронная частота вращения при частоте тока 50 Гц 100...6000 об/мин, в том числе: 750, 1000, 1500, 3000, 6000 об/мин, для высокочастотных двигателей — до 300 000 об/мин (частота тока до 10 000 Гц); предельные отклонения для двигателей мощностью до 0,67 кВт — ±15 %, для более мощных — до ±5 %.

Для некоторых видов двигателей (шаговых, моментных, редукторных) нормируется также вращающий момент, для шаговых двигателей — дискретность шага.

5.1.2. Виды и исполнения двигателей

Установлены следующие виды двигателей и их условные обозначения (ГОСТ 23264—78):

ДА — асинхронный; универсальный (не указывается), однофазный О, трехфазный Т, конденсаторный К, моментный М, управляемый У;

ДС — синхронный: универсальный — О, Т, К, М, У;

ДП — коллекторный постоянного тока — М, У;

ДК — коллекторный переменного тока, универсальный — У;

ДБ — бесконтактный постоянного тока;

ДШ — шаговый.

В приводах приборов также применяются: вращающийся трансформатор ВТ; сельсин-датчик СД (дифференциальный Д); сельсин-приемник СП (трансформаторный Т, индикаторный И, дифференциальный индикаторный ДИ).

Электрическое исполнение двигателей характеризуется исполнениями статора и ротора (ГОСТ 23264—78).

Исполнения статора предусмотрены видов С01—С42, в том числе:

С01 — явнополюсный с сосредоточенной обмоткой, трехфазной;

С02 — то же, двухфазной, без дополнительных элементов;

С03 — то же, с пусковым и рабочим конденсаторами;

С04 — то же, с пусковым сопротивлением;

С05 — то же, с пусковым конденсатором;

С06 — то же, с экранированными полюсами;

С07 — то же, асимметричный;

С09 — явнополюсный с постоянным магнитом;

С13 — неявнополюсный с распределенной трехфазной обмоткой;

С14 — то же, с рабочим конденсатором;

С22 — неявнополюсный с постоянным кольцевым магнитом;

С25 — зубчатый с двухфазной обмоткой;

С31 — дисковый с двухфазной обмоткой;

С39 — неявнополюсный пазовый с распределенной обмоткой.

Исполнения ротора предусмотрены видов Р01—Р51, в том числе:

Р01 — короткозамкнутый типа «беличья клетка»;

Р02 — полый немагнитный;

Р03 — то же, ферромагнитный;

Р09 — пазовый с проволочной обмоткой, выведенной на коллектор;

Р11 — то же, полый;

Р13 — то же, дисковый;

Р18 — с постоянным магнитом, полый цилиндрический;

Р21 — то же, намагниченным аксиально и с ферромагнитными зубчатыми насадками;

Р24 — то же, намагниченным радиально и с ферромагнитными зубчатыми кольцами;

Р26 — реактивный явнополюсный массивный;

Р27 — то же, с короткозамкнутой обмоткой;
Р30 — гистерезисный цилиндрический;
Р32 — то же, дисковый;
Р34 — зубчатый ферромагнитный массивный;
Р38 — то же, с сосредоточенной обмоткой;
Р40 — внешний короткозамкнутый.

Дополнительные конструктивные признаки установлены видов Д01—Д44, в том числе:

Д00 — без дополнительных признаков;
Д06 — с элементами подавления радиопомех;
Д08 — со встроенным (пристроенным) механическим редуктором;
Д09 — со встроенным (пристроенным) тахогенератором;
Д20 — со стабилизатором частоты вращения;
Д22 — с обеспечением отключения пусковых элементов;
Д23 — с температурной защитой;
Д31 — с повышенным пусковым моментом;
Д32 — с плавной регулировкой частоты вращения;
Д33 — то же, со ступенчатой;
Д36 — с повышенным скольжением;
Д37 — маломагнитные;
Д38 — малошумные;
Д39 — с повышенной точностью установочных размеров;
Д41 — реверсивные.

Конструктивные исполнения двигателей по способу монтажа установлены ГОСТ 2479—79. Предусмотрены группы исполнения IM0 — IM9, в том числе:

IM1 — на лапах с подшипниковыми щитами;
IM2 — то же, с фланцем на подшипниковом щите;
IM3 — без лап, с фланцем на щите;
IM4 — то же, с фланцем на станине;
IM5 — без подшипниковых щитов;
IM9 — встраиваемое исполнение.

Группы делятся по вариантам конструктивного исполнения двигателей, в том числе:

IM1: 0 — с двумя подшипниковыми щитами, 2 — с одним подшипниковым щитом, 6 — с двумя щитами и редуктором, ось которого параллельна оси ротора, и др.;

IM2 и IM3: 0 — с двумя щитами и фланцем, доступным со стороны, обратной базовой, 4 — то же, с одним щитом, 6 — с одним щитом и фланцем, доступным только с базовой стороны, и др.;

IM5: 0 — без станины, 1 — с цилиндрической базовой поверхностью, 4 — на липах и др.

В двигателях всех групп конструктивное исполнение конца вала: 0 — горизонтальное, 1 — вертикальное вниз, 3 — вертикальное вверх, 8 — произвольное и др.; форма конца вала: 1 — с одним цилиндрическим концом, 2 — с двумя цилиндрическими концами и др.

Для исполнений, не предусмотренных СТ СЭВ 246—76, буква «I» не проставляется.

Примеры конструктивного исполнения двигателей и их обозначение даны на рис. 5.1.

Установочные и присоединительные размеры машин малой мощности регламентированы ГОСТ 8592—79 в пределах габаритов базирующих элементов от 10 до 200 мм.

В зависимости от уровня защищенности двигателя от внешних воздействий ГОСТ 14254—80 устанавливает следующие степени защиты (1P00—IP68):

7 степеней по защите от попадания посторонних тел на вращающиеся и токоведущие детали двигателя, включая возможность соприкосновения с ними человека, в том числе: 0 — защита отсутствует; 2 — от проникновения тел размером 12×80 мм, включая палец человека; 4 — то же, размером более 1×1 мм; 5 — от проникновения пыли; 6 — пыленепроницаемое исполнение;

9 степеней по защите от попадания влаги (воды), в том числе: 0 — защита отсутствует; 2 — от дождя (угол падения 60°); 4 — от брызг в любом направлении; 8 — водонепроницаемое исполнение.

Примеры обозначения

IP54 — исполнение двигателя с защитой от проникновения пыли (5) и брызг в любом направлении (4).

IPX4 — то же при отсутствии требований по первому показателю.

Классификация способов охлаждения двигателя и их обозначение установлены ГОСТ 20459—75 (ICA00 — ICW). Классификационными признаками являются:

вид хладоагента: *A* — воздух, *N* — азот, *Fr* — фреон, *W* — вода и др.;

вид цепи охлаждения: 0 — свободная циркуляция, 4 — охлаждение через наружную поверхность машины и др.;

способ перемещения хладоагента: 0 — свободная конвекция, 1 — самовентиляция и др.

Если все элементы двигателя охлаждаются только воздухом, буква *A* опускается (IC00 — охлаждение воздухом, свободно циркулирующим за счет конвекции). Если имеются два вида охлаждения, указываются оба (IC0041 — охлаждение свободно циркулирующим воздухом и через кожух с помощью самовентиляции).

Установлены группы конструктивного исполнения по степени защиты и способу охлаждения: Х — IP00 в сочетании с IC01, Н — IP01...IP23 в сочетании с IC01, Ф — IP01...IP23 в сочетании с IC05 и IC06, Б — IP43...IP56 в сочетании с IC0041, В — IP43...IP56 в сочетании с IC0141.

Климатические исполнения двигателей установлены следующих видов по ГОСТ 15150—69 и ГОСТ 15543—70: для двигателей бытового назначения — УХЛ4, О4, У1.1, Т1.1; промышленного назначения — У2, У3, УХЛ3, УХЛ4.

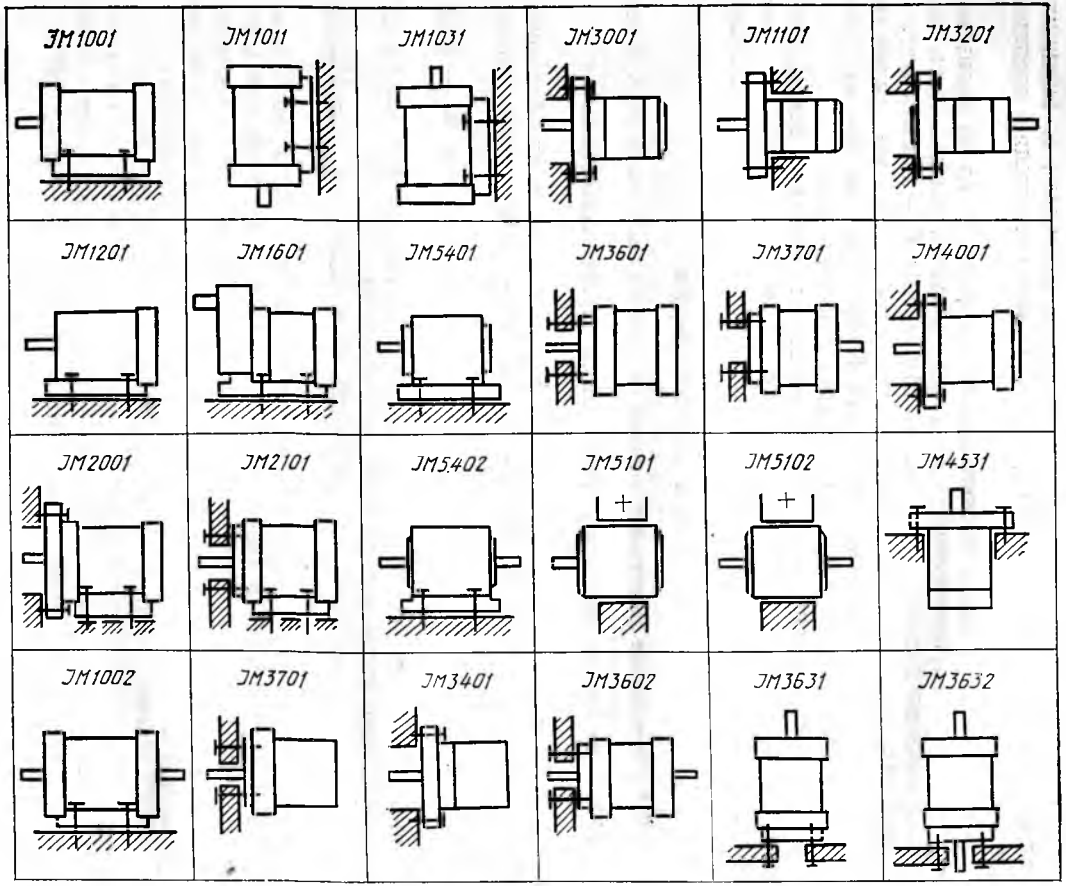


Рис. 5.1. Конструктивные исполнения электродвигателей

5.1.3. Эксплуатационные характеристики двигателей

Номинальные режимы работы двигателей установлены ГОСТ 183—74:

S1 — продолжительный, с длительностью цикла, достаточной для установления температурного равновесия в деталях двигателя при предельной температуре;

S2 — кратковременный, с длительностью цикла, ограниченной достижением предельной температуры в обмотках двигателя с последующим остыванием до начальной температуры; нормируется время работы — 10, 30, 60 и 90 мин;

3 — повторно-кратковременный, с длительностью цикла и временем включения (ПВ), ограниченными достижением предельной температуры в обмотках двигателя без остывания до исходных температур, нормируется ПВ — 15, 25, 40 и 60 % от времени цикла (обычно 10 мин).

Стандартом установлены режимы S4—S8, различающиеся параметрами нагрузок.

Группы условий эксплуатации двигателей регламентированы ГОСТ 17516—72 (М1—М31):

М1 — двигатели установлены непосредственно на стенах, фундаментах при внешних источниках вибраций с частотой до 35 Гц, с вибронагрузками не более 0,5g, без ударных нагрузок;

М2 — то же, до 50 Гц;

М3 — в стационарных установках (в шкафах, на щитах, панелях) при внешних источниках вибрации с частотой до 35 Гц с вибронагрузками до 0,5g, ударными нагрузками до 3g и временем импульса 2...20 мс;

М4 — то же, до 50 Гц;

М20 — на изделиях, не работающих на ходу, но подверженных длительной переноске или перевозке при ударных нагрузках до 16g и длительности импульса 2...15 мс;

М21 — в полустационарных условиях, с работой на ходу, при кратковременной переноске людьми, с ударными нагрузками до 8g при длительности импульса 2...15 мс;

М22 — то же, в качестве встроенных элементов, при вибрационных нагрузках частотой 1...200 Гц интенсивности до 2g, ударных нагрузках до 8g и длительности импульса 2...15 мс;

М23 — то же, не работающих на ходу, при ударных нагрузках до 8g и длительности импульса 2...15 мс;

М24 — то же, в качестве встроенных элементов, при вибрационных нагрузках частотой 1...100 Гц интенсивности 1,0g и ударных нагрузках до 8g с длительностью импульса 2...15 мс.

Уровень вибраций, создаваемых двигателем при работе, оценивается по ГОСТ 16921—83 наибольшим из среднеквадратичных значений виброскорости в диапазоне рабочей частоты вращения вала до 2000 Гц.

Стандарт устанавливает классы уровня вибраций от 0,28 до 7,1. Обозначение класса — допускаемое значение виброскорости

Таблица 5.1

Классы вибрации двигателей однофазных, многофазных и постоянного тока

Категория двигателей по уровню вибраций	Мощность, Вт					
	до 25*	свыше 25*	свыше 45*	до 25	свыше 25	свыше 45
N	1,12	1,8	2,8	1,8	2,8	4,5
R	0,45	0,71	1,12	0,71	1,12	2,8
S	0,28	0,45	0,71	0,45	0,71	1,12

Примечание. N — нормальная категория двигателей по уровню вибраций; R — с пониженным уровнем вибраций; S — с жесткими требованиями к уровню вибраций.

* Только для многофазных двигателей.

(мм/с). Установлены категории двигателей по уровню вибраций (табл. 5.1).

Требования по уровню шума двигателей установлены ГОСТ 16264.0—85Е. Предусмотрены 6 классов (1—6) в порядке снижения шума. Уровень звука нормируется на расстоянии 1 м от контура двигателя, при повышенных требованиях в некоторых случаях — на расстоянии 0,25 м. Допускаемые значения среднего уровня звука нормируются в зависимости от мощности и номинальной частоты вращения двигателя (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Допускаемый средний уровень звука, дБА

Частота вращения $n \cdot 10^{-3}$, об/мин	Класс двигателей по уровню шума					
	1	2	3	4	5	6
До 1,0	50...62	45...57	40...52	35...48	30...45	28...40
Свыше 1,0 до 1,5	52...65	48...60	42...55	38...52	35...48	32...43
» 1,5 » 2,0	56...67	50...62	45...57	40...54	36...50	33...45
» 2,0 » 3,0	58...68	53...63	48...58	43...55	38...54	34...48
» 3,0 » 10	62...71	58...66	52...61	47...59	43...55	38...51
» 10 » 15	66...76	63...71	56...66	50...61	47...59	42...56
» 15 » 18	70...80	66...75	62...70	56...65	52...63	48...60
» 18 » 25	76...74	71...79	67...74	60...69	57...67	52...64

Примечание. Меньшие значения уровня звука — для двигателей мощностью до 10 Вт, большие — свыше 180 Вт.

Для некоторых конкретных видов двигателей устанавливаются требования линейности механической характеристики $M=f(n)$, стабильности частоты вращения, индукции магнитных полей рассеяния и другие.

В качестве показателей надежности двигателей нормируются: безотказная наработка T_y, вероятность безотказной работы $P(t)$ для $t \geqslant T_y$, срок службы или средний ресурс.

5.1.4. Обозначение двигателей

По ГОСТ 23264—78 установлена следующая структура обозначения (на ранее разработанные двигатели стандарт не распространяется):

ДХ ХХ-ХХ-ХХ-Х-1МХХХХ-СХХ-РХХ-ДХХ-ХХ

|1|2|3|4|5|6|7|8|

1 — вид машины (двигателя);
2 — диаметр корпуса (габарит), мм;
3 — основные характеристики:

3.1. — номинальная мощность, Вт (для двигателей видов ДА, ДС, ДП, ДК, кроме моментных).
3.2. — номинальный вращающий момент, Н·м (для двигателей шаговых, редукторных и моментных),
3.3. — номинальная частота вращения, тыс. оборотов в минуту (для двигателей видов ДА, ДС, ДП, ДК и моментных),
3.4. — номинальное напряжение питания, В (для двигателей вида ДП),
3.5. — число фаз (для двигателей моментных);

4 — группа по степени защиты и способу охлаждения;
5 — конструктивное исполнение;
6 — электрическое исполнение;
7 — дополнительные признаки;
8 — климатическое исполнение.

Пример обозначения

Двигатель ДАК 80-180-1,5-Н-1М3101-С03-Р01-Д22-У2 — двигатель асинхронный конденсаторный (ДАК), наружный диаметр корпуса 80 мм, мощность 180 Вт, частота вращения вала 1500 об/мин (1,5), группы Н по степени защиты и способу охлаждения, конструктивного исполнения IM3101, с пусковым и рабочим конденсаторами (С03), короткозамкнутым ротором типа «беличья клетка» (Р01), с отключением пускового конденсатора (Д22), климатического исполнения У2.

В случаях, когда в технических условиях установлен только один вариант исполнения, применяют сокращение обозначения путем исключения его позиций. Ранее разработанные двигатели сохраняют принятые обозначения.

5.1.5. Двигатели асинхронные

Двигатели асинхронные малой мощности должны выпускаться по техническим условиям ГОСТ 16264.1—85 мощностью 0,1...250 Вт под напряжения питания, В: 12, 24, 27, 40, 110, 220 (однофазные силовые); 6, 12, 24, 40, 220 (двухфазные управляемые); 40, 220, 220/380 (трехфазные силовые).

Частоты вращения приняты по ГОСТ 10683—73, методы защиты — по ГОСТ 14254—80, способы охлаждения — по ГОСТ 20459—75.

Стандарт устанавливает кратность пусковых ($M_{пуск}$), максимальных (M_{max}) и минимальных (M_{min}) моментов (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Кратность моментов асинхронных двигателей малой мощности

Вид двигателя	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$
С экранированными полюсами и асимметричным магнитопроводом статора	0,45 (0,40)	0,38	1,40
То же, с использованием листов ротора и статора трехфазных двигателей	0,70 (0,55)	0,65 (0,50)	1,60
Однофазные с пусковым конденсатором и конденсаторные с пусковым и рабочим конденсаторами	1,9	1,0	1,6
Однофазные с пусковым сопротивлением	1,0	0,8	1,7

Примечание. В скобках указана кратность для двигателей, разработанных до введения ГОСТ 16264.1—85.

Предусмотрены следующие группы двигателей:
бесконденсаторные основного исполнения АД,
то же, повышенной надежности ДАО,
конденсаторные основного исполнения КД,
конденсаторные с магнитными полями рассеяния КД...П,
асинхронные с внешним ротором АДВ.

Бесконденсаторные однофазные двигатели основного исполнения типа АД — А с асимметричным магнитопроводом по ТУ 16-513.436—78 и типа АД — Е с экранированными полюсами по ТУ 16-513.463—78 выпускаются мощности 0,6...25 Вт и габаритов (диаметров) 32, 36, 40, 45 мм.

Электрическое исполнение двигателей С01-Р18. Питание от сети переменного тока (220 В, 50 Гц). Синхронная частота вращения вала 3000 об/мин (двухполюсное исполнение — 2) и 1500 об/мин (четырехполюсное исполнение — 4), вращение правое (в обозначении не указывается) и левое.

Климатическое исполнение УХЛ4, степень защиты IP00, способы охлаждения IC00 и IC01.

Режим эксплуатации S1, механические воздействия — по группам М24 (серия А) и М23 (серия Е), предусмотрен вариант исполнения с уменьшенным нагревом Н.

Уровень вибраций вала двигателя — класс 2,8, уровень шума — не более 30 дБА (до 6 Вт) и 37 дБА (свыше 6 Вт) на расстоянии 1 м.

Вероятность безотказной работы $P(2000)=0,8$, средняя наработка до отказа — $T_у=2000$ ч, для изделий со знаком качества — $P(2500)=0,9$, $T_у=2500$ ч.

Двигатели предназначены для использования под вентиляторные нагрузки в приборах типа диапроекторов, в кондиционерах, увлажнителях и т. п., могут применяться в приборах другого назначения.

Двигатели выпускаются с одним (1) и с двумя (2) выходными концами вала, с вентилятором (В) и без него следующих исполнений: АД 0,6-2/32 А1В, АД 1-2/32 А1В, АД 1,6-2/32 А1В, АД 2,5-36 А1В, то же, А1, А2, А1Н, АД 4-2/36 А1В, то же, А1, А2, АД 6-2/36 А1В, то же, А1, А2, АД 10-2/45 А1В, то же, А1, А2, АД 16-2/45 А1В, АД 25-2/45 А1В, АД 2,5-4/40 Е1, то же, Е1В, АД 4-4/40 Е1, то же, Е1В, АД 6-4/40 Е1, то же, Е1В, АД 10-4/45 Е1, то же, Е1В, АД 16-4/45 Е1, то же, Е1В, АД 25-4/45 Е1, то же, Е1В.

Предусмотрены варианты исполнений с редуктором: АДР 6-4/40 Е2, АДР 10-4/45 Е2.

Технические характеристики и размеры двигателей даны в табл. 5.4, 5.5.

Таблица 5.4

Технические характеристики асинхронных бесконденсаторных двигателей типа АД

Обозначение	n, об/мин	$I_{пред}$, А	η, %	cos φ	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$	F_{max}, Н
0,6-2/32	2300_{-140}	0,075	6,5	0,62	0,45	1,45	0,38	5
1-2/32	2450_{-110}	0,11	8	0,65	0,45	1,6	0,38	5
1,6-2/32	2550_{-90}	0,15	9,5	0,65	0,45	1,6	0,38	5
2,5-2/36	2400_{-120}	0,24	10	0,56	0,45	1,6	0,38	7
2,5-2/36 Н	2250_{-150}	0,19	10	0,56	0,45	1,6	0,38	7
4-2/36	2400_{-120}	0,29	13	0,53	0,45	1,45	0,38	7
6-2/36	2500_{-100}	0,40	14,5	0,50	0,50	1,5	0,44	7
10-2/45	2500_{-100}	0,60	16	0,51	0,45	1,45	0,38	10
16-2/45	2500_{-100}	0,82	19	0,52	0,45	1,5	0,38	10
24-2/45	2500_{-100}	1,25	19,5	0,51	0,50	1,5	0,38	10
2,5-4/40	1250_{-60}	0,19	10	0,70	0,60	1,4	0,48	5
4-4/40	1300_{-65}	0,26	12	0,63	0,60	1,4	0,48	5
6-4/40	1300_{-65}	0,31	15	0,65	0,60	1,4	0,48	5
10-4/45	1300_{-65}	0,46	19	0,62	0,50	1,4	0,40	7
16-4/45	1300_{-65}	0,63	22	0,52	0,50	1,4	0,40	7
25-4/45	1300_{-65}	0,93	24	0,60	0,50	1,4	0,40	7

Примечание. F_{max} — допустимая радиальная нагрузка на конец вала или суммарная на оба конца.

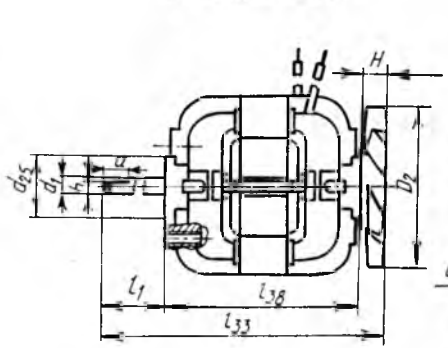
Пример обозначения

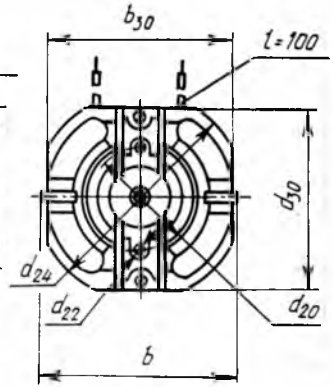
Двигатель АД 2,5-2/36 А1В УХЛ4, левое ТУ 16-513.436—78 — двигатель асинхроный однофазный бесконденсаторный (АД), мощность 2,5 Вт, число полюсов 2, габарит 36 мм, основного исполнения (А), с одним выходным концом вала (1), с вентилятором (В), климатического исполнения УХЛ4 (электрическое исполнение, степень защиты и способ охлаждения, конструктивное исполнение не указываются) вращение двигателя левое.

Таблица 5.5

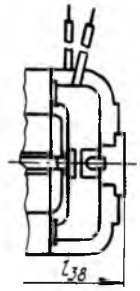
Размеры двигателей асинхронных бесконденсаторных типа АД, мм

Исполнение А1В

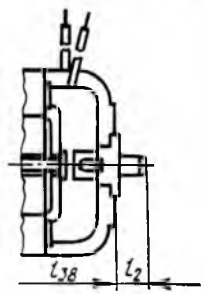




Исполнение А1



Исполнение А2



Исполнение	Габарит, мм	d_1	d_{20}	d_{21}	d_{24}	d_{25}	d_{30}	l_1	l_2	b_{30}	b	$h\times a$	H	D_3	l_{33}
А	32	$4j_s6$	25	М3	60	20h8	54	12	—	49	54	3,5×6	8	46	50; 62; 56
	36	$5j_s6$	32	М4	75	25h8	65	20	10	60	62	4×13	9	56	60; 64; 68
	45	$7j_s6$	40	М5	88	32h8	79	16	12	72	78	6×13**	11	71	72; 80; 90
Е	40	$5j_s6$	40	М5	75	32h8	80	14	8	—	—	4×8	11	71	62; 66; 74
	45	$7j_s6$*	50	М5	88	40h8	80	16	7,5	—	—	6×8	13	82	74; 84; 114

Примечание. l_{38} дано в последовательности возрастания мощности двигателя.

* Для исполнения Е имеется вариант с резьбой М4 и М6.
** Для исполнений 45А1В—6×8.

Двигатели однофазные асинхронные повышенной надежности типа ДАО по ТУ 16-522.669—86 с экранированными полюсами выпускаются мощностью 1,6, 2,5, 4 и 6 Вт габарита (диаметра) 60 мм.

Электрическое исполнение двигателей С06-Р01, предусмотрено исполнение Д33 или Д00. Напряжение питания 220 В при 50 Гц. Синхронная частота вращения 3000 об/мин.

Климатическое исполнение УХЛ4 и О4, степень защиты IP00, способ охлаждения IC00, теплостойкость 1 степени по ГОСТ 16962—71, влагостойкость 1 степени по ГОСТ 16264.0—85 Е.

Режим эксплуатации S1, механические воздействия — по группе М24.

Уровень вибраций вала двигателя класса 1,8 (до 2,5 Вт) и класса 2,8 (свыше 2,5 Вт), уровень шума 28...32 дБА на расстоянии 1 м в зависимости от мощности.

Вероятность безотказной работы $P(1000)=0{,}8$, средняя наработка до отказа $T_у=2000$ ч.

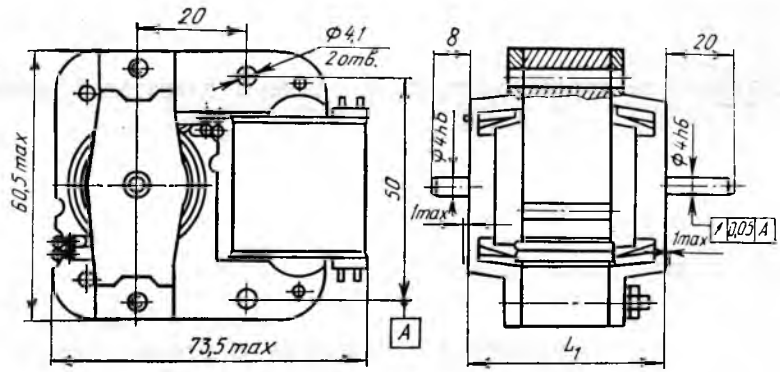
Предназначены для приводов в приборах с вентиляторной нагрузкой.

Выпускаются следующих исполнений: ДАО 60-1,6-3...Д00, ДАО 60-2, 5-3...Д33, ДАО 60-2-2,5-3...Д00, ДАО 60-4-3...Д00, ДАО 60-3-3... Д00.

Технические характеристики и размеры двигателей даны в табл. 5.6.

Таблица 5.6

Технические характеристики и размеры двигателей асинхронных с экранированными полюсами типа ДАО



Обозначение	n, об/мин	P, Вт	I, А	η, %	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$	L_1, мм
1,6-3...Д00	2500	1,6	0,14	13	1,0	1,4	0,9	36
2,5-3...Д00	2500	2,5	0,22	12	1,0	1,4	0,9	36
2,5-3...Д33	2500	2,5	0,22	12	1,0	1,4	0,9	36
4-3 ...Д00	2500	4,0	0,28	16	1,0	1,4	0,9	40
6-3 ...Д00	2500	6,0	0,32	18	0,7	1,4	0,9	46

Пример обозначения

ДАО 60-2,5-3-С06-Р01-Д00-УХЛ4 ТУ 16-522.669—86 — двигатель асинхронный однофазный (ДАО), габарит 60 мм мощность 2,5 Вт, с синхронной частотой вращения 3000 об/мин (3), статор типа С06, ротор Р01, без дополнительного признака (Д00), климатического исполнения УХЛ4.

Двигатели конденсаторные с магнитными полями рассеяния типа КД...П по ТУ 16-513.455—78 выпускаются мощностью 0,6...4 Вт габаритов 32 и 40 мм.

Электрическое исполнение двигателей С03—Р09. Напряжение питания 220 В (КД 0,6...КД 4, КД 10...М); 220 и 110 В (КД 6, КД 10) при 50 Гц. Синхронная частота вращения 3000 об/мин (исполнение двухполюсное), вращение правое.

Климатическое исполнение УХЛ4, степень защиты IP00, способ охлаждения IC01.

Режим эксплуатации S1 при работе в режиме короткого замыкания не более 30 с.

Уровень вибраций вала класс 1,1 в осевом и радиальном направлениях, класс 2,8 в касательном направлении, уровень шума на расстоянии 0,25 м не более 26...38 дБА, магнитная наводка не более 12...17 А/м (в порядке возрастания мощности).

Вероятность безотказной работы $P(750)=0{,}8$, средняя наработка до отказа $T_у=2500$ ч.

Предназначены для привода лентопротяжных механизмов магнитных записывающих и воспроизводящих приборов.

Выпускаются с внешними щитами и резьбовыми отверстиями под крепеж — П1 и со сквозными отверстиями под крепеж — П следующих исполнений: КД 0,6-2/32 П, КД 1-2/32 П, то же, исполнения П1, КД 6-2/40 П, КД 1,6-2/32 П, КД 2,5-2/40 П, КД 4-2/40 П, КД 10-2/40 П, КД 10-2/40 ПМ.

Технические характеристики и размеры двигателей даны в табл. 5.7, 5.8.

Пример обозначения

Электродвигатель КД 10-2/40 П УХЛ4 ТУ 16-513.455—78 — электродвигатель асинхронный конденсаторный (КД) с магнитными полями рассеяния, мощность 10 Вт, число полюсов 2, габарит (диаметр) 40 мм, исполнение со сквозными отверстиями под крепеж (П), климатическое исполнение УХЛ4.

Двигатели конденсаторные однофазные с распределенной обмоткой типа КД...Р выпускаются по ТУ 16-513.413—81 мощностью 40 и 60 Вт, габарита 45 мм и по ТУ 16-513.438—80 мощностью 60...120 Вт, габарита 56 мм.

Электрическое исполнение двигателей С03-Р09. Напряжение питания 110 В, 50 Гц. Синхронные частоты вращения вала 3000 об/мин (двухполюсное исполнение — 2) и 1500 об/мин (четырехполюсное исполнение — 4), вращение правое.

Климатическое исполнение УХЛ4, степень защиты IP10, способ охлаждения IC01.

Таблица 5.7

Технические характеристики асинхронных конденсаторных двигателей с магнитным полем рассеяния типа КД...П

Обозначение	n, об/мин		$\frac{\Delta n}{n}$, %	I, А	cos φ	η, %	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	F_R, Н
0,6-2/32	2550	(2750)	1,20	0,05	0,90	7	0,9	1,8	1,8
1-2/32	2670	(2830)	0,85	0,06	0,85	8,5	1,20	2,2	1,8
1,6-2/32	2670	(2830)	0,85	0,08	0,85	11	0,65	1,8	5
2,5-2/40	2550	(2770)	0,85	0,10	0,80	13	1,0	1,8	5
4-2/40	2650	(2850)	0,75	0,14	0,80	18	1,0	2,2	5
6-2/40	2640	(2840)	0,60	0,18*	0,75	22	0,65	1,85	10
10-2/40	2710	(2870)	0,60	0,25*	0,80	25	0,65	2,1	10
10-2/40М	2510	—	0,60	0,28	0,78	20	0,90	1,8	10

Примечания: 1. В скобках указана частота вращения при $M = 0{,}2M_{ном}$.

2. Значения Δn даны для условий колебания момента в пределах (0,16... 0,24) $M_{ном}$.

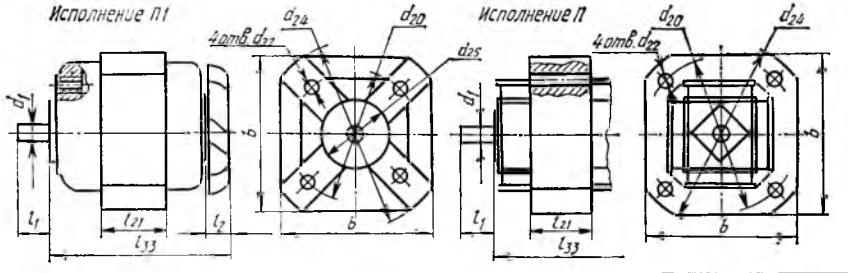
3. F_R — предельная радиальная нагрузка на конец вала.

4. Емкость конденсатора при питании 110 В—1,0 мкФ, 220 В—4,0 мкФ.

* При питании 110 В ток в 2 раза больший.

Таблица 5.8

Размеры асинхронных двигателей с магнитным полем рассеяния типа КД...П, мм



Габарит и исполнение	d_{24}	d_{20}	b	l_{21}	l_1	d_{22}	l_{33}	d_{25}
32П1	76	40	60	10, 14, 18	12	М4	57, 61, 65	25
32П	76	40	60	10, 14, 18	14	5,2	62, 69, 70	—
40П1	88	50	72	10, 16, 22, 35	14	М5	65, 71, 77, 90	30
40П	88	80	72	10, 16, 22, 35	25	4,2	69, 75, 81, 105	—

Примечания: 1. Размеры l_{21} и l_{33} даны в последовательности возрастания мощности.

2. $l_2 \approx l_1$.

* $d_1 = 5j_s6$.

Режим работы S1 или S3 при ПВ=60 %, допускается реверс в каждом цикле, воздействие механических факторов по группам М23 (до 60 Вт) и М12 (свыше 60 Вт). Рабочее положение оси любое. Уровень вибраций вала класс 1,8, уровень шума на расстоянии 1 м не более 37...50 дБА в порядке возрастания мощности двигателя.

Вероятность безотказной работы $P(500)=0{,}94$, средняя наработка до отказа $T_у=4000$ ч, γ-ресурс 3500 ч при $P=0{,}8$.

Предназначены для общепромышленного применения.

Выпускаются в исполнении с квадратным фланцем на щите (не указывается) и с круглым фланцем (К), предусмотрено исполнение с повышенной точностью присоединительных размеров (А). Выпускаемые типоразмеры: КД 40-2/45Р, КД 60-2/45Р, КД 60-4/56Р, КД 90-4/56Р, КД 120-4/56Р, КД 180-4/56РК, КД 180-4/56РКА, исполнений IM3681, IM3682, IM3781, IM3782; КД 40-2/45Р исполнения IM3688; КД 120-4/56РМ исполнения IM3681 с резьбовым концом вала; КД 180-4/56РК и КД 180-4/56РКА исполнения IM9401.

Технические характеристики и размеры двигателей даны в табл. 5.9, 5.10.

Таблица 5.9

Технические характеристики двигателей однофазных с распределенной обмоткой типа КД...Р

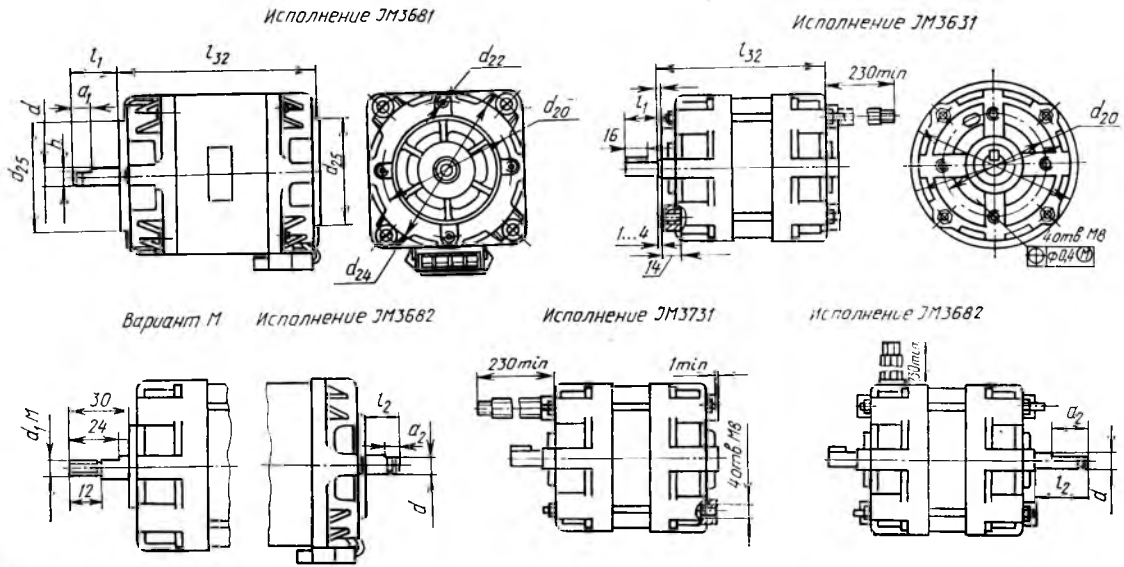
Обозначение	n, об/мин	I, А	cos φ	η, %	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$
			ТУ 16-513.413—81, габарит 45				
40-2	2750±55	0,41	0,93	49	0,45	—	—
60-2	2750±55	0,57	0,93	52	0,50	—	—
			ТУ 16-513.438—80, габарит 56				
60-4	1360±27	0,77	0,85	40	0,65	1,75	0,60
90-4	1380±28	0,97	0,87	45	0,65	1,75	0,60
120-4	1380±28	1,45	0,76	48	0,58	1,80	0,55
180-4	1370±27	1,70	0,73	55	0,55	1,75	0,60

Примечание. $F_r=19$ Н — допускаемая нагрузка на конец вала или суммарная на оба конца. Емкость конденсатора для двухполюсных двигателей $c=3{,}3$ мкФ, для четырехполюсных $c=10$ мкФ.

Пример обозначения

Электродвигатель КД 180-4/56РКАIM3682-УХЛ4 ТУ 16-513.413—81 — электродвигатель конденсаторный (КД) однофазный мощностью 180 Вт, число полюсов 4, габарит 56 мм с распределенной обмоткой (Р), круглым фланцем (К), повышенной точности присоединительных размеров (А), конструктивного исполнения IM3682, климатического исполнения УХЛ4.

Размеры двигателей однофазных с распределенной обмоткой типа КД...Р, мм



Габарит	d_{24}	d_{20}	d_{22}	d_{25}	l_1	d_1	h	a_1	a_2	l_2	l_{32}
45	—	75	М5	60	20	7	6	10	—	—	94, 99
56	101	85	М6	70	30	12	10	24	14	20	98, 108, 118

Примечание. Размер l_{32} дан в последовательности возрастания мощности. Резьба (d_1M)—М8 или М8<LH.

Двигатель ДА 6-4/45МВ асинхронный однофазный, выпускается по ТУ 16-513.442—81 мощностью 6 Вт, габарита 45 мм.

Электрическое исполнение С25-Р01. Напряжение питания 220 В, 50 Гц. Синхронная частота вращения вала 1500 об/мин (четырехполюсное исполнение — 4).

Климатическое исполнение УХЛ4 и 04, степень защиты IP10, способ охлаждения IC01.

Имеет пониженный уровень магнитных помех М (4,5 А/м, не более), пониженный уровень вибраций В. Уровень шума не более 32 дБА на расстоянии 1 м.

Режим работы S1 или S3, воздействие механических факторов по группе М20. Вероятность безотказной работы $P(1000)=0{,}93$, не ниже; средняя наработка на отказ 4000 ч, средний ресурс 5000 ч.

Предназначен для привода лентопротяжных механизмов в приборах магнитной записи и воспроизведения информации.

Технические характеристики и размеры двигателя даны в табл. 5.11.

Пример обозначения

Электродвигатель ДА 6-4/45МВ УХЛ4 ТУ 16-513.412—81 — электродвигатель асинхронный (ДА), мощность 6 Вт, число полюсов 4, габарит 45 мм, для магнитной записи (М), маловибрационный (В), климатического исполнения УХЛ4.

Двигатель КД 25 асинхронный конденсаторный выпускается по ТУ 16-513.124—76 мощностью 25 Вт, габарит 45 мм.

Электрическое исполнение С25-Р01. Напряжение питания 220 В, 50 Гц. Синхронная частота вращения 1500 об/мин.

Климатическое исполнение УХЛ4, степень защиты IP10, способ охлаждения IC41.

Конструктивное исполнение IM1031.

Режим работы S1. Класс вибраций 1,8, шум — не более 30 дБА на расстоянии 1 м. Гарантированная наработка 1000 ч.

Предназначен для привода печатающих машинок, перфораторов и т. п.

Технические характеристики и размеры двигателя см. в табл. 5.11.

Пример обозначения

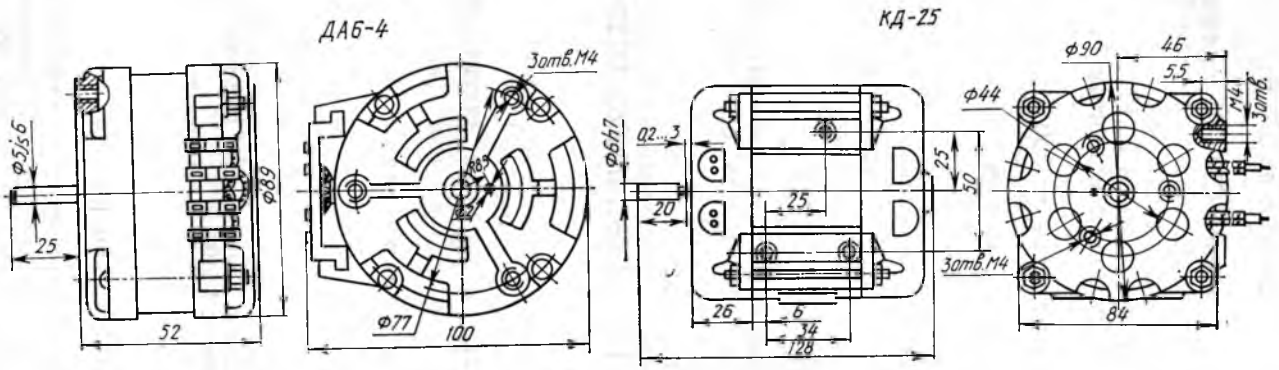
Двигатель КД 25 УХЛ4 ТУ 16-513.124—76 — двигатель асинхронный конденсаторный (КД 25), климатическое исполнение УХЛ4.

5.1.6. Двигатели асинхронные единой серии 4А

Двигатели асинхронные единой серии 4А выпускаются трехфазные и однофазные в диапазоне мощностей 0,06...400 кВт по 17 габаритам (высотам оси двигателя) от 50 до 355 мм.

Двигатели асинхронные трехфазные модернизированные типа 4АМ выпускаются по ТУ 16-510.770—81 мощностью 250...370 Вт,

Технические характеристики двигателей ДА6-4 и КД-25



Обозначение	n, об/мин	n_{02}, об/мин	Δn, %	I, А	cos φ	η, %	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	F_R, Н	F_A, Н
6-4/45	1400	1475±15	0,45	0,13	0,90	23	0,8	1,95	0,5	0,5
25	1350	—	—	0,27	0,47	13	0,8	1,60	0,6	0,6

Примечания: **1.** n_{02} — частота вращения при нагрузке $M = 0{,}2M_{ном}$.

2. Δn — изменение частоты вращения при колебаниях нагрузки в пределах $(0{,}16 \ldots 0{,}24)\ M_{ном}$.

3. F_r, F_a — допускаемые радиальная и осевая нагрузки.

4. Емкость конденсатора $c = 4{,}0$ мкФ (в комплект двигателя не входит).

габарита 63 мм, однофазные типа 4АА — по ТУ 16-513.444—81, мощностью 25...90 Вт, габарита 50 мм и модернизированные типа 4ААМ — по ТУ 16-513.769—81, мощностью до 370 Вт, габаритов 50, 56 и 63 мм.

Электрическое исполнение двигателей С13-Р01 с длиной сердечника первой А и второй В, с пусковым сопротивлением Е, с пусковым конденсатором У, с рабочим конденсатором Т, с пусковым и рабочим конденсаторами УТ. Число полюсов 2...12. Предусмотрены модификации — с повышенным пусковым моментом Р, с повышенным скольжением С и др.

Питание двигателей при мощности до 550 Вт от сети 50 Гц, 220 и 380 В.

Синхронная скорость вращения 3000, 1500, 1000, 750, 600 об/мин.

Климатические исполнения У2, У3, Т2, степень защиты — IP23 (в обозначении указывается Н), при отсутствии указания IP44, IP54, способ охлаждения IC0141.

Условия работы — в невзрывоопасной среде, не содержащей коррозионно-активных газов и паров. Режимы работы S1, S3 при воздействии механических факторов группы М1.

Уровень вибраций для габаритов 50...63 мм — класс 1,8 (нормальная точность), 0,7 (повышенная точность). Шум 30...37 дБА на расстоянии 1 м, не более. Вероятность безотказной работы $P(1000)=0{,}9$, срок службы 15 лет, не менее, при наработке 4000 ч.

Предназначены для общепромышленного применения.

Конструктивные исполнения двигателей: IM1081, IM1082, IM2081, IM2082, IM2181, IM8182, IM3081, IM3082, IM3681, IM3682 (двигатели по ТУ 16-513.444—81 и ТУ 16-513.469—81 в исполнениях IM...82 не выпускаются). Корпус и щиты двигателей габаритов 50...63 мм алюминиевые (А), установочная длина средняя М (не указывается), укороченная S и удлиненная L.

Технические характеристики и размеры двигателей даны в табл. 5.12—5.14.

Примеры обозначения

Двигатель 4ААМ 63 В2 У3, 50 Гц, 220 В, IM1081 ТУ 16-510.770—81 — двигатель единой серии (4), асинхронный (А), алюминиевый (А). модернизированного типа (М), степень защиты и способ охлаждения IC01, IP54 (указание отсутствует), габарит 63 мм, второй длины сердечника (В), двухполюсный (2), синхронная частота вращения вала 3000 об/мин, трехфазный, без модификационных дополнений (знак отсутствует), климатическое исполнение У3, питание 50 Гц, 220 В, конструктивное исполнение IM1081.

Двигатель 4ААМ УТ63В2 У3, 50 Гц, 220 В, IM1081 ТУ 16-513.469—81 — то же, однофазный с пусковым и рабочим конденсаторами (УТ).

5.1.7. Двигатели синхронные

Двигатели синхронные малой мощности должны выпускаться по техническим условиям ГОСТ 16264.2—85 мощностью 6,3... 1000 Вт с напряжениями питания, В: 12, 24, 40, 110, 220, 380 (однофазные); 40, 220 и 220/380 (трехфазные) и с частотами вращения

Таблица 5.12

Технические характеристики двигателей асинхронных трехфазных серии 4АА

Обозначение	P, Вт	n, об/мин	I, А	cos φ	η, %	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$I_0 \times 10^{-6}$, кг·м²	F_r, Н	F_a, Н
Двухполюсные, синхронная частота вращения 3000 об/мин											
50А2	90	2740	0,32	0,70	60	2,0	1,8	2,2	25	180	120
50В2	120	2710	0,32	0,70	63	2,0	1,8	2,2	28	180	120
56А2	180	2800	0,54	0,76	66	2,0	1,5	2,2	42	180	120
56В2	250	2770	0,74	0,77	68	2,0	1,5	2,2	47	180	120
63А2	370	2750	0,93	0,86	70	2,0	1,2	2,2	76	220	150
63В2	550	2740	1,33	0,86	73	2,0	1,2	2,2	90	220	150
Четырехполюсные, синхронная частота вращения 1500 об/мин											
50А4	60	1380	0,31	0,60	50	2,0	1,7	2,2	30	220	160
50В4	90	1370	0,42	0,60	55	2,0	1,7	2,2	30	220	160
56А4	120	1375	0,44	0,66	63	2,1	1,5	2,2	70	220	160
56В4	180	1365	0,66	0,64	64	2,1	1,5	2,2	70	220	160
63А4	250	1380	0,85	0,65	68	2,0	1,2	2,2	80	270	200
63В4	370	1365	1,20	0,69	68	2,0	1,2	2,2	120	270	200

Примечание. F_r, F_a — предельные радиальная и осевая (при предельной радиальной) нагрузки на конец вала, I_0 — момент инерции ротора.

Таблица 5.13

Технические характеристики двигателей асинхронных однофазных типов 4АА, 4ААМ

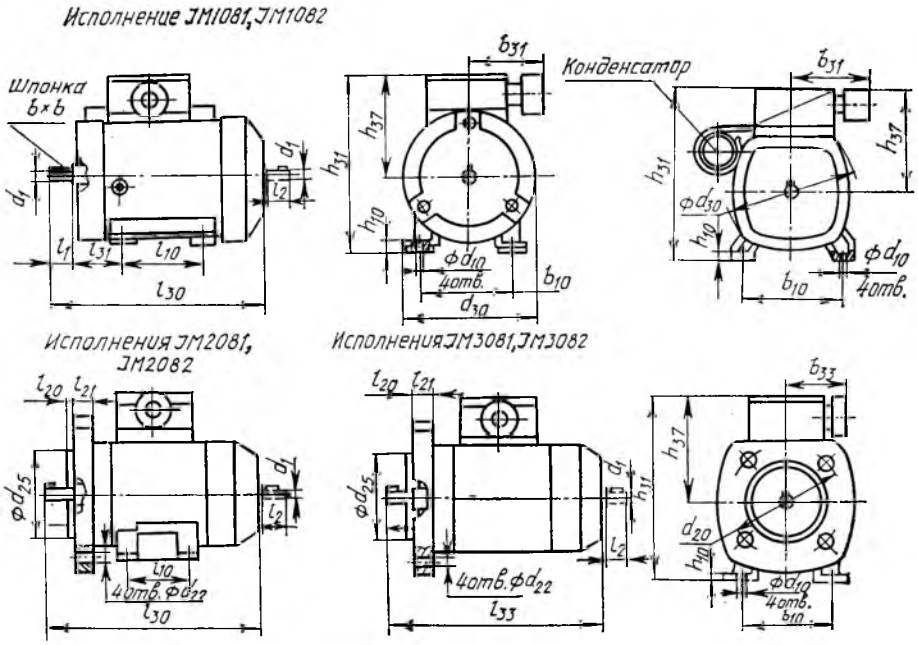
Обозначение	P, Вт	n, об/мин	$\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$	cos φ	η, %	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$
Двухполюсные, синхронная частота вращения 3000 об/мин								
Е50А2, У50А2	40	2813	6,5 (3,0)	0,60	50	1,0 (0,9)	1,9	0,8 (1,7)
Т50А2, УТ50А2	60	2880	3,5 (4,0)	0,80	56	0,4 (2,0)	2,0	0,4 (2,0)
Е50В2, У50В2	60	2830	6,5 (3,0)	0,59	53	1,0 (1,9)	1,9	0,9 (1,7)
Т50В2, УТ50В2	90	2850	3,5 (4,0)	0,93	58	0,5 (2,0)	2,0	0,5 (2,0)
Е56А2, У56А2	90	2800	8,5 (4,5)	0,82	50	0,8 (1,7)	1,6	0,8 (1,0)
Т56А2, УТ56А2	120	2820	4,0 (5,0)	0,96	45	0,4 (1,5)	1,8	0,4 (1,0)
Е56В2, У56В2	120	2800	8,5 (5,5)	0,76	53	0,8 (1,6)	1,6	0,8 (1,0)
Т56В2, УТ56В2	180	2800	4,0 (5,0)	0,96	64	0,4 (1,5)	1,8	0,4 (1,0)
Е63А2, У63А2	180	2800	8,5 (5,5)	0,76	62	0,8 (1,6)	1,7	0,8 (1,0)
Т63А2, УТ63А2	250	2800	4,0 (5,0)	0,96	66	0,4 (1,6)	1,7	0,4 (1,0)
Е63В2, У63В2	250	2780	8,5 (5,5)	0,75	62	0,8 (1,9)	1,7	0,8 (1,0)
Т63В2, УТ63В2	370	2800	4,0 (5,0)	0,95	68	0,4 (1,5)	1,7	0,4 (1,0)
Четырехполюсные, синхронная частота вращения 1500 об/мин								
Е50А4, У50А4	25	1370	4,5 (2,5)	0,51	50	1,0 (2,2)	1,9	0,8 (2,0)
Т50А4, УТ50А4	40	1395	2,5 (3,0)	0,67	56	0,4 (1,9)	2,0	0,4 (1,7)
Е50В4, У50В4	40	1335	4,5 (2,5)	0,54	53	1,0 (1,9)	1,9	0,8 (1,7)
Т50В4, УТ50В4	60	1350	2,0 (3,0)	0,85	58	0,6 (1,9)	2,0	0,6 (1,7)
Е56А4, У56А4	60	1380	2,5 (4,0)	0,65	37	1,0 (1,6)	1,5	0,8 (1,0)
Т56А4, УТ56А4	90	1390	4,0 (4,5)	0,88	53	0,4 (1,6)	1,6	0,4 (1,0)
Е56В4, У56В4	90	1380	7,5 (4,0)	0,65	39	1,0 (1,7)	1,5	0,8 (1,0)
Т56В4, УТ56В4	120	1380	4,0 (4,5)	0,88	51	0,4 (1,8)	1,6	0,4 (1,0)
Е63А4, У63А4	120	1400	7,5 (4,0)	0,65	46	1,0 (2,0)	1,5	0,8 (1,0)
Т63А4, УТ63А4	180	1410	4,0 (4,5)	0,90	62	0,4 (1,8)	1,6	0,4 (1,0)
Е63В4, У63В4	180	1380	6,5 (4,0)	0,65	47	1,0 (2,0)	1,5	0,8 (1,0)
Т63В4, УТ63В4	250	1390	4,0 (4,5)	0,91	58	0,4 (1,8)	1,6	0,4 (1,0)

Примечания: 1. В скобках даны значения кратностей моментов и токов для двигателей с пусковым конденсатором (исполнения У, УТ).

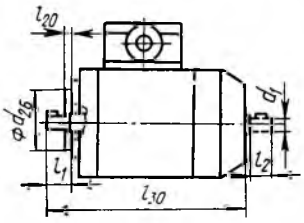
2. Моменты инерции ротора и предельные нагрузки на конец вала см. для соответствующего габарита в табл. 5.12.

Таблица 5.14

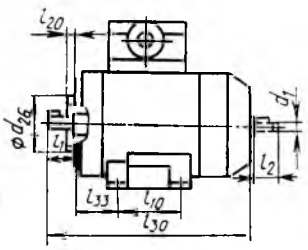
Размеры двигателей асинхронных серии А4, мм

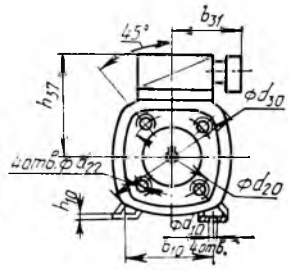


Исполнения ЭМ2181, ЭМ2182



Исполнения ЭМ3681, ЭМ3682





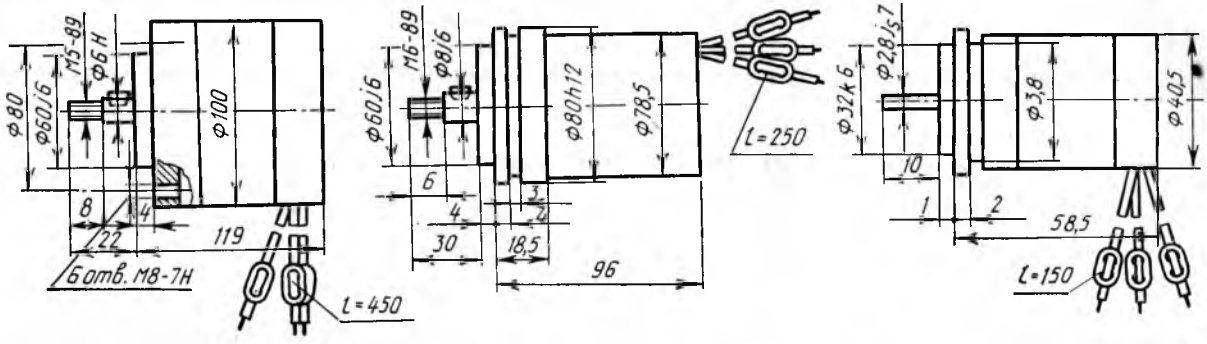
Габарит	l_1	l_2	l_{10}	l_{20}	l_{20}^{*}	l_{21}	l_{30}	l_{31}	d_1	d_{10}	d_{20}	d_{20}^{*}	d_{22}	d_{22}^{*}	d_{25}	d_{26}	d_{30}	b_1	b_{10}	b_{31}	h_{10}	h_{31}	h_{37}
50	20	—	63	3	2,5	9	174	32	9	5,8	100	55	7	M5	80	40	104	3	80	62	6	142	92
56	23	23	71	3	2,5	10	194	36	11	5,8	115	65	10	M5	95	50	120	4	90	62	7	152	96
63	30	30	80	3,5	2,5	10	216	40	14	7,8	130	75	10	M5	110	60	130	5	100	62	7	164	101

Примечание. Конструкция колодки позволяет осуществить вывод по любому из четырех направлений.

* Для двигателей исполнений М2181, М2182, М3681, М3682.

Таблица 5.15

Технические характеристики двигателей синхронных типа ДС



Обозначение	Схема включения	U, В	P, Вт	I, А	n, об/мин	$M_{ном}$, Н·мм	M_{max}, Н·мм	$M_{син}$, Н·мм	$M_{пуск}$, Н·мм	C, мкФ
100-16/10-1,5/0,75	1	380	16	0,16	1500	102	147	123	294	—
	2	380	10	0,16	750	128	176	156	294	—
100-10/6-1,5/0,75	3	220	10	0,25	1500	64	117	78	78	—
	4	220	6	0,27	750	76	117	98	98	—
80-10-1,5	—	220	10	0,27	1500	64	138	118	118	—
12, 12А	—	110	0,25	0,30	3000	0,8	1,5	1,4	1,4	0,9
	—	40	0,25	0,12	3000	0,8	1,5	1,4	1,4	0,9

Примечание. Конденсатор в комплект двигателя не входит.

вала, об/мин: 250, 300, 375, 500, 600, 750, 1000, 1500 и 3000 (для частоты тока 50 Гц); 1500, 3000, 4000, 6000, 10 000, 12 000 и 24 000 (для частоты тока 400 Гц).

Для тихоходных двигателей установлены значения номинального момента в пределах 0,0001...10 Н·м по ряду: (10, 16, 25, 40, 60) 10^n. Установлены также значения кратности моментов: входного в синхронизм к номинальному $M_c/M_{ном}$ не ниже 1,2 с предельными отклонениями −20 % для двигателей до 10 Вт, −15 % для двигателей свыше 10 Вт; максимального к номинальному $M_{max}/M_{ном}=1{,}3_{-10\,\%}$.

Двигатели должны выдерживать режим короткого замыкания в течение 5 с, не менее (с пусковым конденсатором или сопротивлением 3 с, не менее).

Двигатели синхронные типа ДС100 по ТУ 16-512.247—80 (двухскоростные), ДС80 по ТУ 16-512.491—81, ДС12 по ТУ 16-512.432—78 выпускаются мощностью 6...16 и 0,25 Вт габаритов 100, 80 и 40 мм соответственно.

Электрическое исполнение С13-Р21, у двигателя ДС100 предусмотрено включение по четырем схемам.

Питание двигателей от сети 50 Гц — 380 В трехфазной, 220 В однофазной (ДС100), 12 В (ДС80), 40 и 127 В (ДС12).

Частоты вращения вала 750 и 1500 об/мин (ДС100), 1500 об/мин (ДС80) и 3000 об/мин (ДС12), вращение правое или левое.

Климатические исполнения У3 (ДС100), УХЛ4 (ДС80 и ДС12), 04 (ДС12), степень защиты IP54, способ охлаждения IC0041.

Конструктивное исполнение М3681.

Режим работы — S1. Шум не более 34 дБА на расстоянии 1 м.

Вероятность безотказной работы $P(1000)=0{,}94$ (ДС100), $P(800)=0{,}94$ (ДС80) и $P(10\,000)=0{,}92$ (ДС12), средняя наработка до отказа 20 000, 15 000 и 10 000 ч соответственно.

Предназначены для привода приборов, средств связи и автоматики.

Технические характеристики и размеры двигателей даны в табл. 5.15.

Пример обозначения

Двигатель ДС100-16/10-1,5/0,75 Д39 ТУ 16-512.247—80 — двигатель синхронный (ДС), габарит 100 мм, номинальной мощности 16 Вт при включении по трехфазной схеме и 10 Вт — по однофазной, двухскоростной — 1500 и 750 об/мин (1,5/0,75), степень защиты IP54, способ охлаждения IC0041 (не указывается), электрическое исполнение С13-Р21 (не указывается), особые признаки — Д33 (не указывается) и Д39, климатическое исполнение У3 и конструктивное М3681 (не указываются).

Двигатели синхронные тихоходные конденсаторные многополюсные ДСК50 по ТУ 16-512.497—82 и **ДСК32** по ТУ 16522.170—83 выпускаются мощностью 0,6 и 2,7 Вт габаритов 50 и 32 мм. Двигатели моментные.

Электрическое исполнение С25-Р09.

Питание от сети 50 Гц 12, 24, 40, 110 и 220 В. Частота вращения вала 375 об/мин, вращение правое или левое. Двигатель ДСК50

обеспечивает также работу в шаговом режиме, угловой шаг 11,25°, частота приемистости до 500 Гц.

Климатические исполнения УХЛ4 (ДСК50) и У3, УХЛ3, Т3 (ДСК32), степень защиты IP43 (ДСК50) и IP20 (ДСК32).

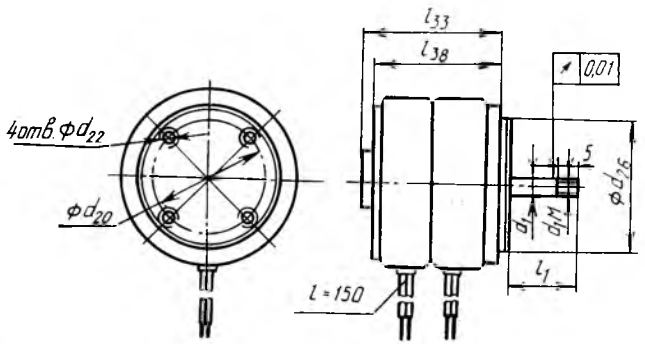
Режим работы S1 или S3 с ПВ-60 % при частоте включений до 1200 $ч^{-1}$, вибронагрузки до 5g при частоте 1...80 Гц, ударные нагрузки до 15g при длительности импульса 15 мс. Вероятность безотказной работы $P(10\,000)=0{,}96$ (ДСК50) и $P(8000)=0{,}96$ (ДСК32), средняя наработка до отказа 16 000 и 20 000 ч соответственно.

Конструктивное исполнение двигателей IM4081.

Технические характеристики и размеры двигателей даны в табл. 5.16.

Таблица 5.16

Технические характеристики и размеры двигателей синхронных типа ДСК (мм)



Габарит	n, об/мин	$M_{ном}$	$M_{пуск}$	$M_{син}$	P, Вт	d_1*	l_1	d_{26}	d_{20}	d_{22}	l_{38}	l_{33}
		Н·мм										
32	375	2,5	2,5	3,0	2,7	2h6	8	25h7**	20	M3	22	26
50	375	1,6	1,6	2,1	6,0	3g6	15	40h6	32	M5	37	41

* d_1M — $M2$ и $M3$.

** Исполнение 2—10h7.

Пример обозначения

Двигатель ДСК32-0,25-0,375 УХЛ3, 110 В, 50 Гц, исполн. 2 ТУ 16-522.170—83 — двигатель синхронный конденсаторный (ДСК), габарит 32 мм, с номинальным моментом 2,5 Н·мм (0,25), частота вращения 375 об/мин (0,375), климатическое исполнение УХЛ3, питание 110 В, 50 Гц, исполнение 2.

Двигатели тихоходные синхронные многополюсные типа ДСОР, однофазные с редуктором по ТУ 16-512.468—80 и типа ДСКР, конденсаторные с редуктором по ТУ 16-522.170—83 выпускаются мощностью 2,7 Вт (3 В·А), габарита 32 мм.

Электрическое исполнение С13-Р21, обеспечен пуск без дополнительных элементов.

Питание двигателей от сети 50 Гц 12, 24, 40, 110 или 220 В.

Частота вращения на выходе редуктора 1/300...72 об/мин, вращение правое или левое, возможен шаговый режим.

Режим работы S1 или S3 при ПВ-60 % не более 240 включений в час. Вероятность безотказной работы $P(8000) = 0{,}95$, ресурс двигателя 10 000 ч, не менее, средняя наработка до отказа 12 000 ч.

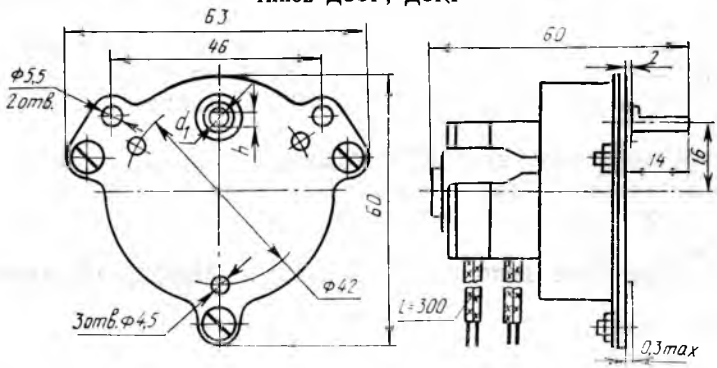
Климатические исполнения УХЛ4 и О4, степень защиты IP43, способ охлаждения IC0041.

Предназначены для работы в приводах приборов и средств автоматики. Конструктивные исполнения М9081 (ДСОР) и М4081 (ДСКР).

Технические характеристики и размеры двигателей даны в табл. 5.17.

Таблица 5.17

Технические характеристики и размеры двигателей синхронных с редуктором типов ДСОР, ДСКР



Обозначение	n, об/мин	$M_{ном}$, Н·мм	$M_{пуск}$, Н·мм	$M_{син}$, Н·мм	P, Вт	I_{max}, А	η, %	d_1, мм	h, мм
32-0,4-60	60	4,0	4,0	4,8	2,7	0,14	0,9	2h9	1,8
32-15-2	2	150	150	150	2,7	0,14	1,1	3h9	2,5
32-25-0,2	0,2	250	250	250	2,7	0,14	0,2	5h9	4
32-30-1/300	1/300	300	300	300	2,7	0,14	0,004	5h9	4

Примечание. Конденсатор в комплект двигателей не входит, емкость конденсатора $C = 3{,}2$ мкФ.

Пример обозначения

Двигатель ДСОР32-0,4-60 УХЛ4, 220 В, 50 Гц, вращение правое ТУ 16-512.468—80 — двигатель синхронный однофазный с редуктором (ДСОР), габарит 32 мм, с пусковым и номинальным моментами 4 Н·мм (0,4), частота вращения вала 60 об/мин, климатическое исполнение УХЛ4, питание 220 В, 50 Гц.

5.1.8. Двигатели коллекторные

Двигатели коллекторные малой мощности должны выпускаться в соответствии с общими техническими условиями ГОСТ 16264.3—85. Стандарт распространяется на двигатели мощностью до 1000 Вт,

кроме двигателей со встроенным редуктором, двигателей следящих приводов и игрушек.

Стандарт устанавливает ряды напряжений питания, В: 12, 24, 40, 110, 220 (для переменного тока); 1,5, 2,4, 3, 6, 9, 12, 24, 27, 40, 48, 60, 110, 220 (для постоянного тока); 12, 24, 27, 40, 110, 220 (для универсальных двигателей).

Стандартные частоты вращения вала, тыс. об/мин: 1, 1,5, 2, 3, 5, 8, 10, 12, 15, 18, 22, 25 (для переменного тока 50 Гц); 0,1, 0,2, 0,4, 0,5, 0,75, 1,0, 1,5, 2,0, 2,2, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 20, 22, 30 (для постоянного тока).

Значения коэффициента кратности пускового момента $M_{пуск}/M_{max}$ установлены для двигателей мощностью 120...250 Вт при частоте вращения вала (тыс. об/мин) 4...8—3,0, свыше 8 до 12 — 4,0, свыше 12 до 18—5.

Для остальных случаев кратность устанавливается стандартами (ТУ) на конкретные типы двигателей.

Двигатели коллекторные переменного тока типа ДК по ТУ 16-513.507—81 выпускаются мощностью 60 Вт, габарита 58 мм.

Электрическое исполнение С01-Р09. Питание от сети 50 Гц — 220 В.

Частота вращения вала 1200 об/мин.

Климатическое исполнение УХЛ4.2, степень защиты IP00, способы охлаждения IC01 (исполнение с вентилятором) и IC00 — группа Х.

Конструктивное исполнение IM3642 и M9232, 12 вариантов: 01...12.

Режим работы S1, механическое воздействие М24. Средний ресурс двигателя 600 ч, гарантийная наработка 250 ч.

Двигатели являются встраиваемым элементом бытовых приборов.

Технические данные и размеры двигателей даны в табл. 5.18.

Пример обозначения

Двигатель ДК58-60-12-Х-1М3642-С01-Р09-УХЛ4.2-01 ТУ 16-513.507—81 — двигатель коллекторный (ДК), габарит 58 мм, мощность 60 Вт, частота вращения вала 12 000 об/мин (12), способ защиты и охлаждения по группе Х, конструктивное исполнение IM3642, электрическое С01-Р09, климатическое УХЛ4.2, конструктивный вариант 01.

Электродвигатели постоянного тока типа ДП...Р по ТУ 16-515.271—84 выпускаются мощностью 25...100 Вт габарита (диаметра) 105...120 мм и по ТУ 16-515.271—81 мощностью 90 Вт и диаметром 104 мм.

Электрическое исполнение С22-Р13.

Питание от сети напряжением 12, 24, 48 и 110 В (ДП104—24 В) с отклонениями +20 %, −10 %.

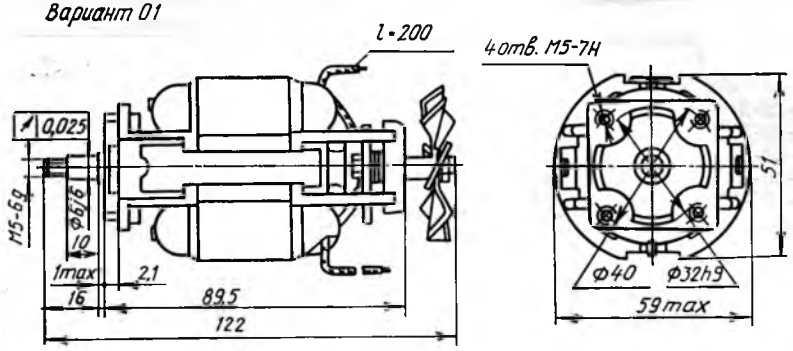
Частота вращения вала 3000 об/мин (ДП104—10000 об/мин).

Климатическое исполнение УХЛ2 (ДП104 — У1), степень защиты IP54, способ охлаждения IC0041.

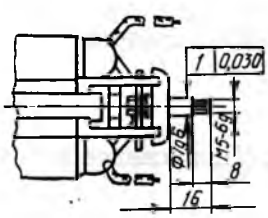
Таблица 5.18

Технические характеристики двигателей коллекторных переменного тока

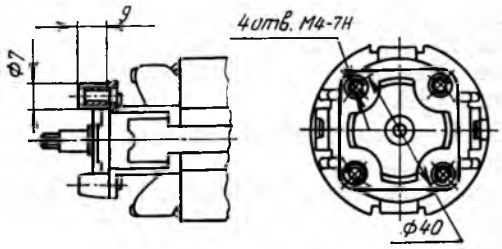
Вариант 01



Варианты 03, 04, 09, 10



Варианты 12 (с вентилятором), 06, 07



Обозначение	n, об/мин	P, Вт	I, А	cos φ	η, %
ДК-58-60	12 000	60	0,60	0,90	50

Конструктивное исполнение IM3081 и IM3082.

Режим работы S1, допустимые перегрузки до $1{,}5I_{ном}$ в течение 5 мин, вибронагрузки до $5g$ при частотах 1...80 Гц, ударные нагрузки до $15g$ при длительности импульса до 15 мс. Вероятность безотказной работы $P(250)=0{,}94$ для двигателя ДП104, $P(3000)=0{,}94$ — для остальных, наработка не менее 1000 и 4000 ч соответственно, гарантийный срок службы 2,5 года.

Предназначены для общепромышленного применения.

Технические характеристики и размеры двигателей даны в табл. 5.19, 5.20.

Пример обозначения

Электродвигатель ДП105-25-3-24-IM3081-С22-Р13 ТУ 16-524.638—84 — двигатель постоянного тока (ДП), наружный диаметр 105 мм, номинальная мощность 25 Вт, частота вращения вала 3000 об/мин (3), напряжение питания 24 В, конструктивное исполнение IM3081, электрическое С22-Р13, климатическое УХЛ2, вращение правое (не указывается).

Таблица 5.19

Технические характеристики электродвигателей постоянного тока типа ДП...Р

Обозначение	n, об/мин	$M_{ном}$, Н·мм	P, Вт	I (А) при U, В				
				12	24	48	60	110
105-25-3	3000	80	25	5,8	3,0	—	—	—
105-40-3	3000	127	40	8,0	4,0	2,1	1,6	0,8
125-60-3	3000	191	60	11,3	5,7	2,9	2,3	1,3
150-90-3	3000	286	90	16,1	8,0	—	—	—
150-120-3	3000	382	120	20,7	10,4	—	—	—
104-90-10	10 000	86	90	—	6,0	—	—	—

Примечание. Рабочая частота вращения вала $n\ ^{+600}_{-400}$ об/ мин. Прочерк означает, что в данном варианте напряжения питания двигатель не изготовляется.

Миниатюрные коллекторные двигатели выпускаются мощностью 0,06...0,10 Вт.

Электродвигатель ДПУ39 по ТУ 16-515.203—81 имеет номинальную мощность 0,10 Вт и диаметр 39 мм. Двигатель экранирован. Электрическое исполнение С09-Р09, Д0920. Напряжение питания 9^{+1}_{-3}В.

Электродвигатель ДП32 имеет номинальную мощность 0,06 Вт и диаметр 32 мм.

Электрическое исполнение С09-Р13, Д-20. Напряжение питания $3^{+0,5}_{-0,9}$В.

Электродвигатель ДП25 имеет номинальную мощность 0,10 Вт и диаметр 25 мм.

Электрическое исполнение С09-Р11, Д20.

Напряжение питания $6^{+0,6}_{-1,8}$В.

Частота вращения вала номинальная 2000 об/мин с пределами регулирования 1940....2060 об/мин ±1 %.

Климатические исполнения У1.1 (ДПУ39), У2.1 (ДП32, ДП25), степень защиты и способ охлаждения по группе Б (IP56-IC0041).

Конструктивное исполнение IM5101, положение вала произвольное.

Режим работы S1, вибрационные нагрузки до 3g при 10...60 Гц (ДП25), ударные нагрузки до 1000 уд. при 8g. Средняя наработка до отказа не менее 2300 ч (ДПУ39) и не менее 1500 ч (ДП32, ДП25).

Предназначены для привода лентопротяжных механизмов звукозаписывающих и воспроизводящих приборов.

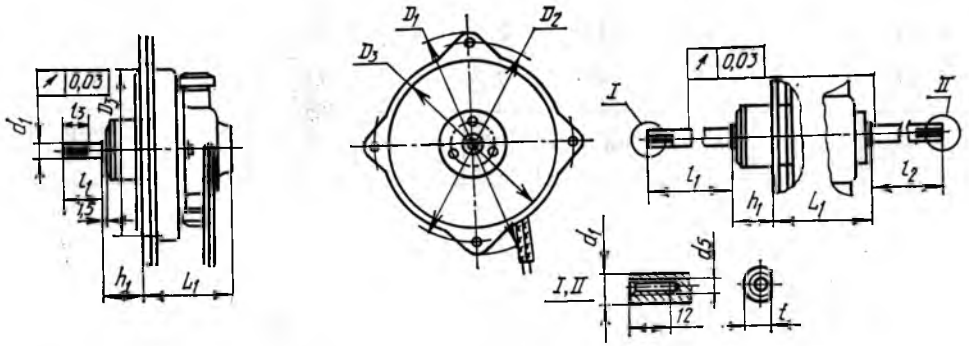
Технические характеристики и размеры двигателей даны в табл. 5.21.

Пример обозначения

Электродвигатель ДПУ39-0,1-2, РЧВ1-02 ТУ 16-515.255—80 — электродвигатель постоянного тока управляемый (ДПУ), габарит 39 мм, номинальная мощность 0,1 Вт, номинальная частота вращения вала 2000 об/мин (2), регулятор частоты вращения РЧВ1-02, климатическое исполнение У1.1 (не указывается).

Таблица 5.20

Размеры электродвигателей постоянного тока типа ДП...Р, мм



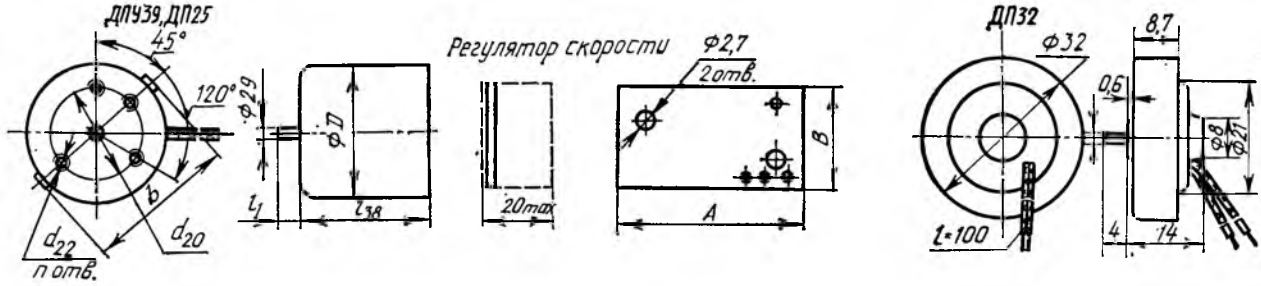
Габарит	L_1	D_1	D_3	D_2	d_1	l_1	l_2	d_5	h_1	$t \times l_3$
105	62 (85)	132	95	102	8	23	—	M3	7	7×12
125	87	154	110	120	9	40	60	M4	10	8×20
150	95	189	130	146	9	40	60	M4	10	8×20
104	92	131	95	97	7	16	—	M4*	9,6	6×6

Примечания: 1. Предельные отклонения диаметров D_3 по $j6$, d_1 по j_s7.
2. Размер в скобках — для двигателей 105-40-3.

* Для двигателей левого вращения M6*LH*.

Таблица 5.21

Технические характеристики и размеры миниатюрных коллекторных двигателей



Обозначение	$M_{ном}$, Н·мм	M_{max}, Н·мм	$M_{раб}$, Н·мм	I, А	D, мм	l_1, мм	l_{38}, мм	d_{20}, мм	n, мм	d_{22}, мм	Регулятор	
											A, мм	B, мм
У39	0,5	1,5	0,4...0,8	0,14	39	8	37	26	3	М2,5	55	40
32	0,3	0,8	0,15...0,4	0,22	32	4	14	21	4	М2,5	38	25
25	0,5	1,0	0,3...0,7	0,24	26	3	25	18	2	М2	32	22

Двигатели коллекторные малой мощности серии ПЛ по ТУ 16-513. 459—78 выпускаются мощностью 60...120 Вт габарита 06.

Электрическое исполнение С09-Р11, Д06, двух длин статора 1 и 2.

Питание постоянным током напряжением 110 В и 220 В.

Номинальные частоты вращения вала 1500 и 3000 об/мин, вращение правое или левое.

Климатические исполнения УХЛ4 и Т4, степень защиты IP10, способ охлаждения IC01.

Конструктивное исполнение двигателей — IM2181 и IM3682.

Режим работы S1 или S3. Вероятность безотказной работы $P(1000)=0{,}8$, средняя наработка до отказа 5000 ч.

Предназначены для общепромышленного применения.

Технические характеристики и размеры даны в табл. 5.22.

Пример обозначения

Электродвигатель ПЛ061 IM3681 УХЛ4, 60 Вт, 110 В, 1500 об/мин ТУ 16-513.479—78 — электродвигатель постоянного тока с литым корпусом (ПЛ), габарит 63 мм, с нормальной длиной статора (1), конструктивного исполнения IM3681, климатического УХЛ4, номинальной мощностью 60 Вт, питание 110 В, частота вращения вала 1500 об/мин, вращение правое (не указывается).

Двигатели постоянного тока серии ПС по ТУ 16-515.050—76 выпускаются мощностью 180...370 Вт габаритов 3 и 4.

Электрическое исполнение двигателей С25-Р09, с тахогенератором Т или без него.

Напряжение питания 110 В. Частота вращения вала 1000... 3000 об/мин.

Климатическое исполнение УХЛ4, степень защиты IP10, способ охлаждения IC01.

Конструктивные исполнения IM1001 и IM3001, расположение коробки выводов правое или левое.

Режим работы S1 и S3 с периодом 60 мин. Вибрации вала класс 1,1 (повышенная точность) и 0,7 (высокая точность), шум не выше 2 и 3 кл. Вероятность безотказной работы $P(4000)=0{,}98$, ресурс 20 000 ч (12 лет).

Предназначены для применения в станкостроении.

Технические характеристики и размеры двигателей даны в табл. 5.23.

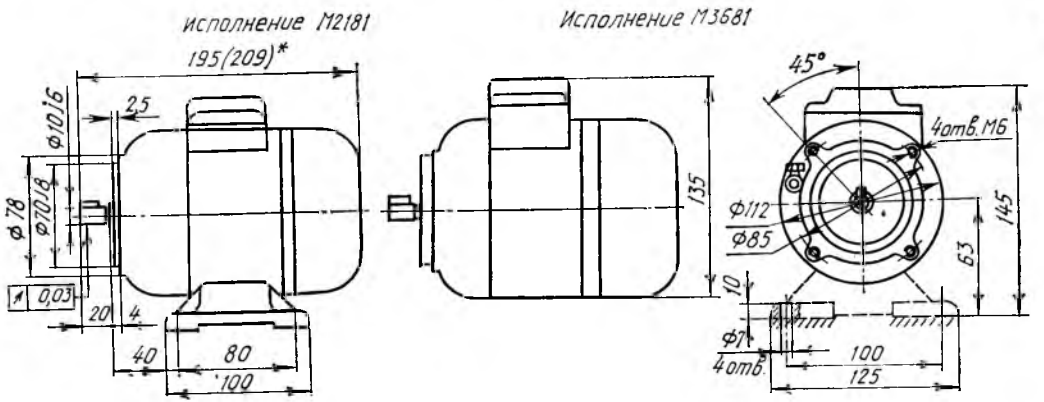
Пример обозначения

Двигатель ПСТ 41М УХЛ4-М3001, левое, 250 Вт, 110 В, 2200 об/мин, ТУ 16-515.050—76 — двигатель постоянного тока станочного типа с тахогенератором (ПСТ), габарит 4, длина сердечника первая (1), модернизированный (М), климатическое исполнение УХЛ4, конструктивное М3001, с левым расположением коробки выводов, мощностью 250 Вт, питание 110 В, частота вращения вала 2200 об/мин.

Двигатель ДПР-72 по ТУ 16-515.190—83 выпускается мощностью 24 Вт диаметром 40 мм.

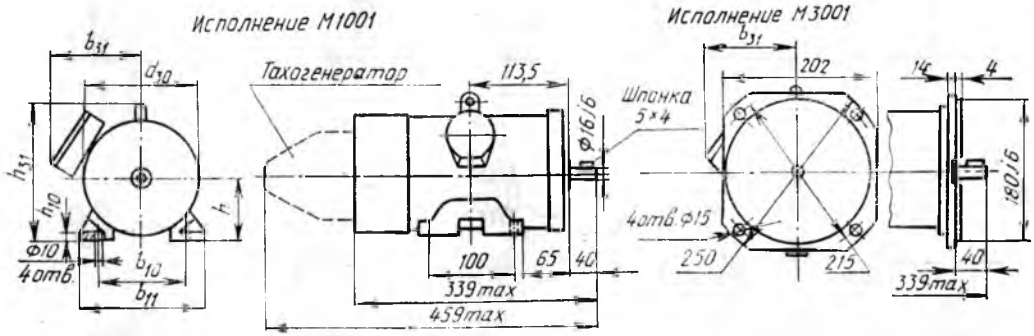
Таблица 5.22

Технические характеристики двигателей постоянного тока малой мощности серии ПЛ



Обозначение	*P*, Вт	*U*, В	*I*, А	η, %	*n*, об/мин	Обозначение	*P*, Вт	*U*, В	*I*, А	η, %	*n*, об/мин
061	60	110	1,10	53	1500	062	90	110	1,51	58	1500
061	60	220	0,55	54	1500	062	90	220	0,76	58	1500
061	90	110	1,56	56	3000	062	120	110	1,85	62	3000
061	90	220	0,76	58	3000	062	120	220	0,95	64	3000

Технические характеристики и размеры двигателей постоянного тока серии ПС

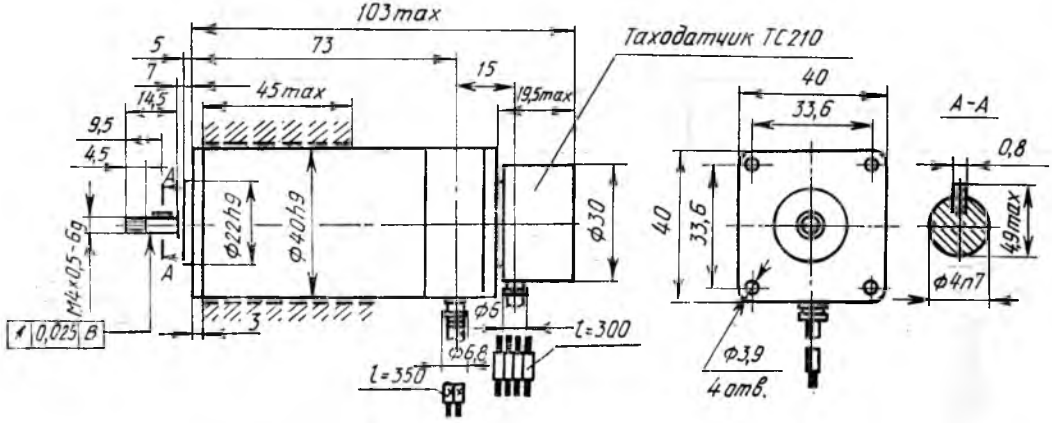


Обозначение	P, Вт	$n_{ном}$, об/мин	n_{max}, об/мин	η, %	I_0, кг·м^2	b_{10}, мм	b_{11}, мм	b_{31}, мм	h, мм	h_{10}, мм	h_{31}, мм	d_{30}, мм
31М	180	2200	4000	63	0,011	125	155	135	80	8	182	156
Т31М	250	3000	4000	64	0,012	125	155	135	80	8	182	156
41М	120	1000	2000	60	0,014	140	170	143	90	10	197	174
41М	180	1500	3000	62	0,015	140	170	143	90	10	197	174
Т41М	250	2200	4000	69	0,018	140	170	143	90	10	197	174
Т41М	370	2200	4000	70	0,020	140	170	143	90	10	197	174

Примечание. I_0 — момент инерции.

Таблица 5.24

Технические характеристики электродвигателя ДПР-72



n, об/мин	I, А	$M_{ном}$, Н·мм	P, Вт	$M_{пуск}$, Н·мм
6000^{+1800}_{-1200}	3,8	39	24,5	255

Электрическое исполнение С25-Р09, встроенный таходатчик ТС210. Напряжение питания (12±2) В. Номинальная частота вращения вала 6000 об/мин.

Климатическое исполнение У2, степень защиты IP20, способ охлаждения IC01, защита от поражения током по 3 кл. ГОСТ 12.2.007.0—75.

Конструктивное исполнение двигателя М3081.

Режим работы S1, реверсирование на ходу не допускается. Вероятность безотказной работы $P(750)=0{,}94$, средняя наработка до отказа 800 ч.

Предназначен для использования в киносъемочной аппаратуре, в системах автоматики и т. п. Технические характеристики и размеры двигателя даны в табл. 5.24.

Пример обозначения

Электродвигатель ДПР-72-Ф6-06, ТС210 У2 ТУ 16 515.190—83 — электродвигатель постоянного тока, регулируемый (ДПР), габарит 7, двухполюсный (2), крепление фланцевое Ф6, электрическое исполнение 06, таходатчик синхронный ТС210, климатическое исполнение У2.

5.2. ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ

Электромагниты управления выпускаются в соответствии с общими техническими условиями по ГОСТ 19264—82 на питание постоянным и переменным током односторонние — тянущие или толкающие и двухсторонние с нулевым циклом, реверсивные и др. Стандарт устанавливает классификацию магнитов и значения основных параметров, в том числе напряжения питания в пределах 12...660 В.

Электромагниты типа ЭМ33 (ТУ 16-729.393—83) выпускаются 296 исполнений 9 габаритов (размеры магнитного сердечника), обозначение — 1...9, одностороннего действия тянущие — 1 или тянущие и толкающие — 3. Электромагниты рассчитаны на питание переменным током напряжением 110, 127, 229, 380 и 500 В.

По режимам работы предусмотрены два варианта исполнения: на ПВ=100 %, ПВ=40 %, обозначение исполнения 1 и на ПВ= =15 % — 6. Исполнения катушки с гибкими выводами 1 или с контактными зажимами 4. По степени защиты предусмотрены два исполнения: открытое, IP00, обозначение 00 и IP20—20, климатические исполнения У3, Т3 и УХЛ4 по ГОСТ 15150—69.

Температурный режим работы электромагнитов от −40 °С до +40 °С, допустимое воздействие внешних механических факторов соответствует группе М9 по ГОСТ 17516—72.

Номинальные тяговые усилия магнитов 4...250 Н, ход 10...40 мм, допустимая частота включений до 2,6 тыс. включений в час, уровень шума на расстоянии 1 м — не более 60 дБА, износостойкость при вертикальном положении 0,3...3 млн циклов, при горизонтальном 0,15...1,5 млн циклов.

Размеры и параметры электромагнитов габарита 1...6 даны в табл. 5.25, 5.26.

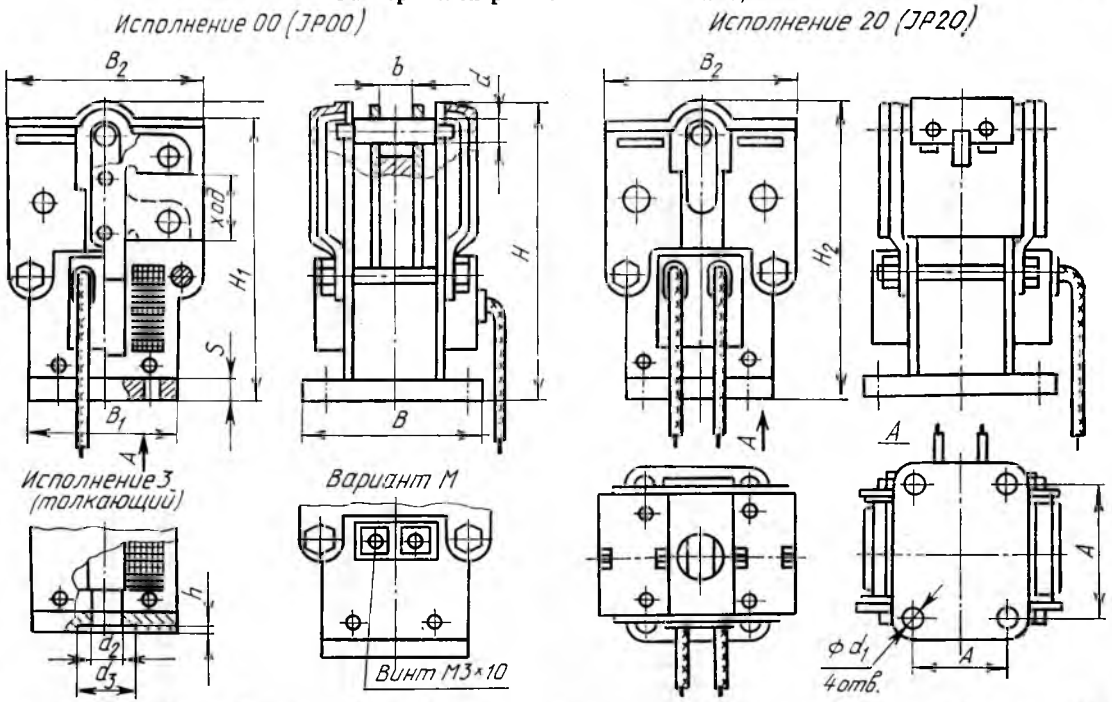
Таблица 5.25

Технические характеристики электромагнитов типа ЭМ33

Габарит, мм	Исполнение по ПВ	Номинальный ход, мм	Усилие, Н						Мощность, Вт	Время, мс		Предельная частота, тыс. в час	Масса якоря, кг
			номинальное	при ходе, мм						срабатывания	возврата		
				25	20	15	10	5					
1	1	10	4	—	—	—	4	6	20	150	200	2,6	0,090
1	6	10	6,3	—	—	—	6	9	40	160	200	1,3	0,090
2	1	10	6,3	—	—	—	6	10	36	150	200	2,6	0,190
2	6	10	10	—	—	—	10	14	60	160	200	1,3	0,190
3	1	15	10	—	—	10	13	19	30	200	220	2,6	0,240
3	6	15	16	—	—	16	21	29	60	220	220	1,3	0,240
4	1	15	16	—	—	16	22	30	60	200	220	2,6	0,280
4	6	15	25	—	—	25	32	47	68	220	220	1,3	0,280
5	1	20	25	—	25	28	36	46	90	200	220	1,6	0,380
5	6	20	40	—	42	52	65	84	100	220	220	0,8	0,380
6	1	25	40	45	48	56	65	105	100	260	220	1,6	0,680
6	6	25	63	68	72	84	98	145	150	280	220	0,8	0,680

Таблица 5.26

Размеры электромагнитов типа ЭМ33, мм



Габарит	A	B	B_1	B_2	H	H_1	H_2	b	d	d_1	d_2	d_3	h	s
1	34	44	54	57	78	66	74	6,5	5	5,3	5	16	2,2	3,5
2	42	52	56	59	78	66	74	6,5	5	5,3	5	16	2,2	3,5
3	46	60	70	75	95	84	96	8,5	8	5,8	6,5	16	2,5	4
4	48	60	70	75	95	84	96	10,5	8	5,8	6,5	16	2,5	4
5	53	65	75	79	113	93	115	10,5	8	5,8	6,5	16	2,5	4
6	66	80	94	98	142	122	144	12,5	12	7	10	25	5	5

Пример обозначения

Электромагнит ЭМ33-21364-20УХЛ4, ход 10 мм, 110 В, 50 Гц ТУ 16-729.393—83 — электромагнит (ЭМ), порядковый номер разработки 33, габарита 2, для питания переменным током (1), односторонний тянущий и толкающий (3), на режим работы ПВ=15 % (6), с контактными зажимами выводов катушки (4), защищенного исполнения IP20 (20), климатического исполнения УХЛ4, с номинальным ходом якоря 10 мм, на питание от сети 110 В, 50 Гц.

Электромагниты серии ЭУ (ТУ 16-529.075—80 Е) выпускаются 384 исполнений 8 габаритов — 2...9 для питания постоянным током напряжением 12, 24 и 48 В, одностороннего действия тянущие 1 или толкающие 2.

По режимам работы электромагниты выпускаются двух вариантов: на ПВ=100 % и ПВ=40 %, обозначение 0 и на ПВ=15 % — 1. Конструктивное исполнение магнитов закрытое, IP30, обозначение 30, с двумя вариантами выводом катушки: через базовую (привалочную) плоскость — 1 или через крышу — 2.

Изготовляются климатических исполнений: УХЛ4 и О4 по ГОСТ 15150—69.

Температурный режим работы от −40 °С до +50 °С, допустимое воздействие механических факторов соответствует группе М9 по ГОСТ 17516—72.

Номинальные тяговые усилия 4...140 Н, ход якоря 5, 10 и 15 мм, частота включений — 600...1000 включений в час, предельные частоты до 10 000 включений в час, износостойкость при вертикальном расположении — 3...10 млн циклов.

Размеры и параметры электромагнитов габаритов 2...6 мм даны в табл. 5.27, 5.28.

Пример обозначения

Электромагнит ЭУ-410302УХЛ4, ход 5 мм, 24 В, ТУ 16-529.075—80 — электромагнит управления (ЭУ), габарита 4, тянущий (1), на режимы ПВ=100 % и ПВ=40 % (0), защищенного исполнения IP30 (30), с выводами катушки через крышку (2), климатического исполнения УХЛ4, с номинальным ходом 5 мм, на питание постоянным током 24 В.

5.3. ПУСКАТЕЛИ, КОНТАКТОРЫ, РЕЛЕ

5.3.1. Пускатели и контакторы

Пускатели электромагнитные низковольтные выпускаются в соответствии с требованиями общих технических условий по ГОСТ 2491—82 и предназначены для дистанционного пуска, остановки и защиты (при наличии защитных элементов) трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Стандарт устанавливает классификацию по исполнениям и основные параметры пускателей, технические требования и требования безопасности.

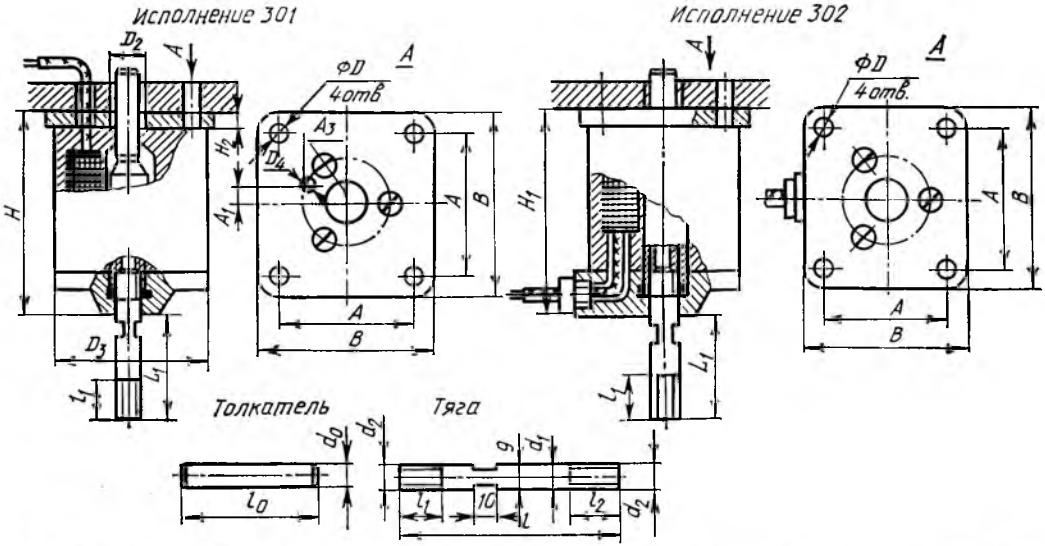
Таблица 5.27

Технические характеристики электромагнитов серии ЭУ

Габарит, мм	Исполнение по ПВ	Номинальный ход, мм	Усилие, Н						Мощность, Вт	Время, мс		Предельная частота включений, тысяч в час	Масса якоря, кг
			номинальное	при ходе, мм						срабатывания	возврата		
				10	8	5	3	1					
2	0	5	4,0	—	—	4	6	6	13	100	90	10	0,040
2	1	5	6,3	—	—	6	7	13	22	90	90	3,6	0,040
3	0	5	6,3	—	—	6	8	15	18	140	120	6,0	0,083
3	1	5	10	—	—	12	13	30	30	120	120	3,6	0,083
4	0	10,5	10	10	13	19	22	48	20	240	140	6,0	0,102
4	1	10,5	16	12	16	23	31	55	40	190	140	2,4	0,102
5	0	10,5	16	16	17	23	31	60	28	260	160	6,0	0,178
5	1	10,5	25	25	28	36	46	80	45	240	160	2,4	0,178
6	0	10,5	25	25	26	35	48	80	29	300	200	6,0	0,220
6	1	10,5	40	45	48	56	65	105	50	250	200	2,4	0,220

Таблица 5.28

Размеры электромагнитов серии ЭУ, мм



Габарит	A	A_1	B	D	D_3	H	H_1	H_2	d_0	A_3	d_1	$d_2 \times l_1$	L_1	L_2	l_8	l_{10}	l_2
2	34	6	44	4,8	40	54	67	3,5	4	10	6	M6×15	43	30	22,0	29,0	20
3	42	6	52	4,8	50	68	76	3,5	4	17	6	M6×15	38	30	25,5	32,5	20
4	46	7	58	5,8	56	81	81	4	5	14	8	M8×18	47	47	31,5	38,5	25
5	48	7	60	5,8	60	97	97	4	5	20	8	M8×18	47	47	36,5	43,5	25
6	53	7	65	5,8	65	102	102	4	5	24	8	M8×18	47	47	41,5	48,5	25

Примечания: **1.** $D_2 = 16$, $D_4 = 8$.
2. Для хода 5 мм $l_0 = l_5$, $l = 50$; для хода 10 мм — $l_0 = l_{10}$, $l = 68$.

По степени защиты предусмотрены исполнения: IP00, IP30, IP40, IP54 по ГОСТ 14255—69, по номинальному току предусмотрен ряд 4...250 А, по напряжениям — 24...660 В, по коммутативной стойкости классы А, Б и В ($3 \cdot 10^6$, $1 \cdot 10^6$ и $0{,}3 \cdot 10^6$ коммутаций соответственно).

Пускатели электромагнитные ПМЕ (ТУ 16-536.381—83) выпускаются под напряжения 220 и 380 В для двигателей мощностью до 1,2 кВт на номинальные токи 0,2; 0,25; 0,32; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4 А.

Предусмотрено четыре исполнения пускателей: нереверсивные без реле — 1, то же с реле — 2, реверсивные без реле — 3, то же с реле — 4, с числом основных замыкающих контактов у нереверсивных — 3, у реверсивных — 6. Пускатели выпускаются габарита 0 открытого (степень защиты IP00) и закрытого (степень защиты IP30) исполнений с различным количеством вспомогательных контактов: 1 замыкающий — исполнения 011...014 (открытые) и 021...024 (закрытые), 2 замыкающих и 4 размыкающих — исполнения 071, 072 (открытые) и 081, 082 (закрытые), 2 замыкающих и 8 размыкающих — исполнения 0,73, 0,74 (открытые) и 083, 084 (закрытые).

По коммутационной износостойкости предусмотрены классы А и Б. Блокировка пускателей электрическая — Э и комбинированная — К, климатическое исполнение УХЛ3 или Т3 по ГОСТ 15150—69.

Размеры пускателей даны в табл. 5.29.

Пример обозначения

Пускатель ПМЕ-084МВУХЛ3 (220-4-Э) ТУ 16-536.381—83 — пускатель электромагнитный (ПМЕ), габарита 0, закрытый с двумя замыкающими и восемью размыкающими вспомогательными контактами (84), модернизированный (М), класса износостойкости В, климатического исполнения УХЛ3, на напряжение 220 В и номинальный ток 4 А, с электрической блокировкой (Э).

Контакты магнитоуправляемые герметичные (герсиконовые) КМГ выпускаются однополюсные (ТУ 16-526.387—80) с передним подсоединением выводов — 13 и с задним — 14, двух- и трехполюсные (ТУ 16-526.473—80) с передним подсоединением выводов — 17 и с задним — 18.

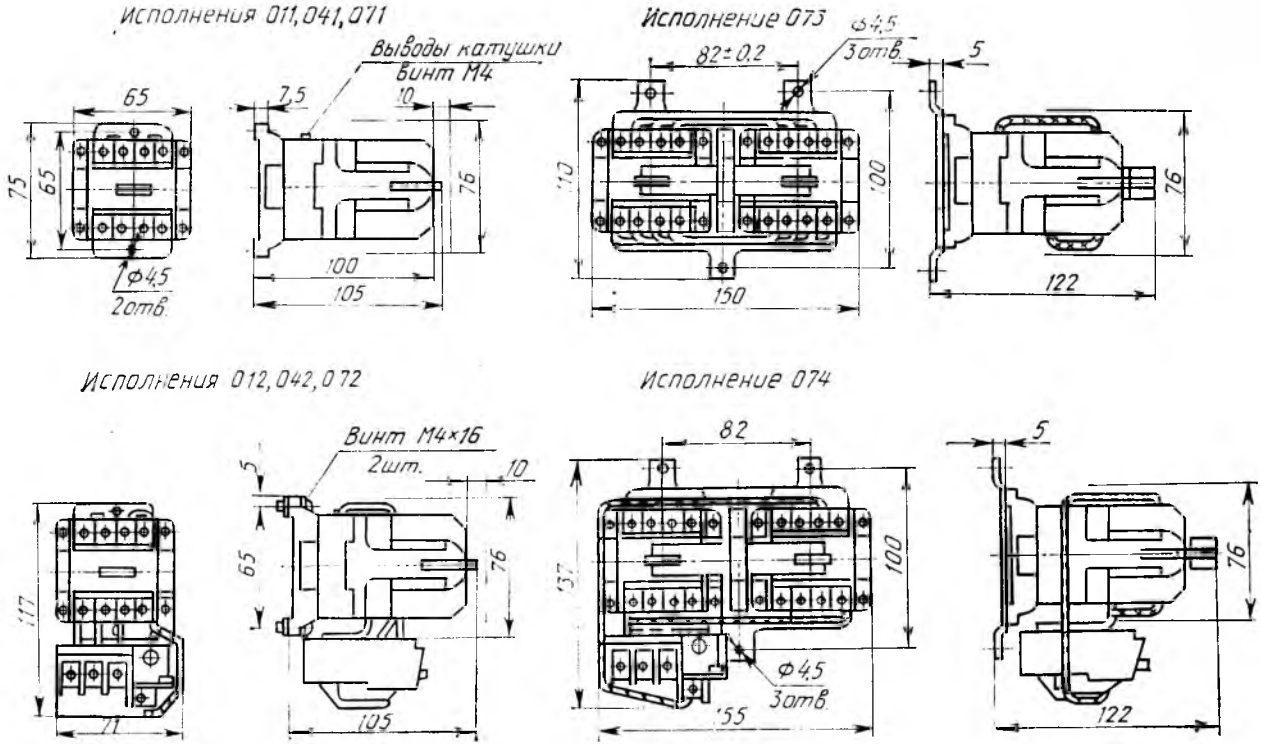
Управление контактором предусмотрено от цепи постоянного (не обозначается) и переменного — Д тока, номинальный ток 6,3 А, в обозначении — 19. Последующие цифры обозначения: количество полюсов — 1, 2, 3 и количество вспомогательных контактов — 0, 1, 2, 4.

Контакторы выпускаются со степенью защиты по ГОСТ 14255—69 IP00—00, IP20—20, климатических исполнений У2, Т2 и ХЛ2 по ГОСТ 15150—69.

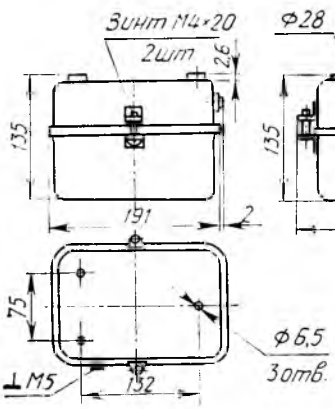
Установлены следующие номинальные напряжения во втягивающей катушке: постоянный ток 12 В — 02, 24 В — 09, 60 В — 11, 110 В — 13. Контакторы КМГ17 и КМГ18 рассчитаны на питание

Таблица 5.29

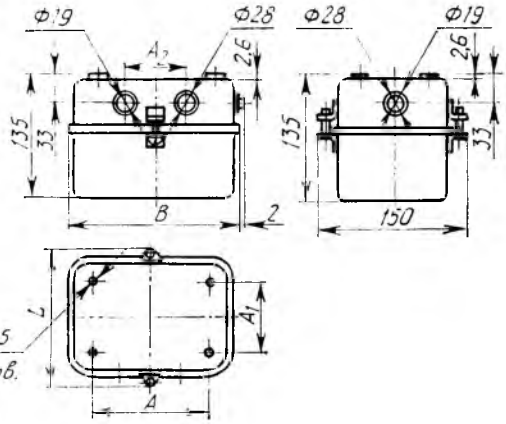
Размеры пускателей электромагнитных, мм



Исполнения 021, 051, 081, 022, 052, 082



Исполнения 083, 084



Марка пускателя	A	A_1	A_2	L	B
ПМЕ-083...Э	130	75	70	150	191
ПМЕ-083...К	145	90	82	170	206
ПМЕ-084	135	130	70	210	191

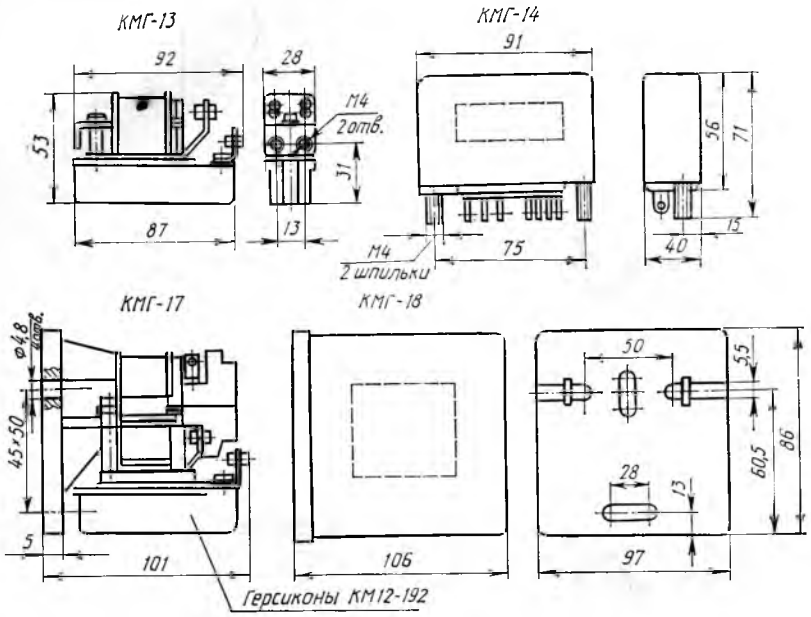


Рис. 5.2. Размеры и параметры контакторов

постоянным током 220 В — 15, переменным током 50 Гц, 110 В — 29, 127 В — 32, 220 В — 34.

Рабочий ток главных контактов 2,5 А, напряжение 380 В, не более, коэффициент мощности коммутируемых нагрузок не менее 0,65, номинальный ток вспомогательных контактов не более 0,5 А при напряжении 24 В, группы условий эксплуатации М3, М4, М8, М18, М28, М29 по ГОСТ 17516—72, коммутативная износостойкость в зависимости от нагрузки 0,6...3 млн циклов.

Размеры и параметры контакторов даны на рис. 5.2.

Контакторы типов 1920, 1922, 1924 отличаются отсутствием контактов 3—4, типов 1910, 1911, 1912 — наличием одного силового контакта 1—2.

Пример обозначения

Контактор КМГ 17-Д1932-20У2.34 ТУ 16-526.473—80 — контактор магнитоуправляемый герметичный (КМГ) с передним подсоединением выводов (17), с управлением переменным током (Д), на номинальный ток 6,3 А (19) на 3 полюса (3) при двух вспомогательных контактах (2), степень защиты — IP20 (20), климатического исполнения У2, на номинальное напряжение в катушке 220 В (34).

5.3.2. Реле

Реле электромагнитные выпускаются в соответствии с общими техническими условиями по ГОСТ 17523—85 Е и предназначены для управления электроприводами при напряжениях до 440 В по-

стоянного тока и 660 В переменного. Стандарт устанавливает классификацию реле, в том числе по роду воздействующего фактора: реле напряжения, реле тока, реле промежуточные, реле времени и др.

Предусмотрены категории применения: АС-11 по ГОСТ 12434—83 Е — коммутация переменного тока при активных нагрузках, А-12 — то же при индуктивных нагрузках, ДС-11 по ГОСТ 12434—83 Е — коммутация постоянного тока при активных нагрузках, Д-11, Д-14, Д-15 — то же при слабых, средних и высокоиндуктивных нагрузках.

Номинальные напряжения катушек установлены по ряду в пределах 12...660 В, номинальные токи 0,20...1250 А, количество контактов реле — 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, номинальные напряжения в цепи контактов — 220, 380 и 660 В, номинальные токи 2,5 4, 6, 10 и 16 А.

Стандарт регламентирует также технические требования к реле, требования безопасности, надежности и др.

Реле промежуточные — логические электрические реле с ненормируемым временем, предназначены для передачи команд из одной электрической цепи в другую (другие), размножения команд и усиления сигналов.

Реле промежуточные электромагнитные ПЭ-20 (ТУ 16-523.458—80), ПЭ-36, ПЭ-37 (ТУ 16-523.622—82) выпускаются под рабочие напряжения 240...480 В.

Реле ПЭ-20 изготовляются открытого исполнения, ПЭ-36 и ПЭ-37 — закрытого, с креплением винтами или специальной пластиной, ПЭ-36 — с ламелями под пайку — 1, под скрутку — 2 или разъем (фастон) — 3, реле ПЭ-20 и ПЭ-37 — под винтовой зажим (не обозначается).

Количество контактов у реле ПЭ-36 и ПЭ-37 замыкающих (первая цифра) и размыкающих (вторая цифра) предусмотрено в следующих сочетаниях: 80, 62; 44, 42; 24, 22; у реле ПЭ-20 4 размыкающих контакта (не обозначается).

Климатические исполнения реле У3 или Т3 по ГОСТ 15150—69, рабочие температуры от −45 °С до +55 °С, вибрации в диапазоне частот 1...35 Гц не более 0,5*g*, ударные нагрузки не более 10*g*, степени защиты реле IP30 и IP00 (ПЭ-20), вывод — IP00.

Размеры и параметры реле даны в табл. 5.30.

Примеры обозначения

Реле ПЭ-20У3, 220 В, 50 Гц ТУ 16-523.458—80 — реле промежуточное электромагнитное (ПЭ), порядковый номер разработки 20, климатическое исполнение У3, на 220 В, переменного тока 50 Гц.

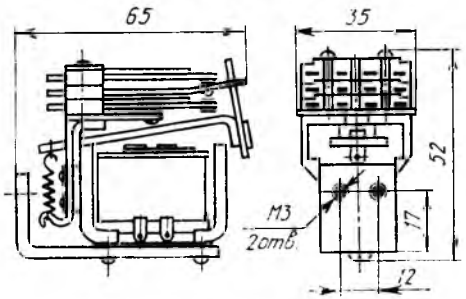
Реле ПЭ-36-124 У3, 24 В ТУ 16-523.622—82 — то же, порядковый номер разработки 36, с ламелями под пайку (1), с количеством контактов: замыкающих — 2, размыкающих — 4 (24), климатического исполнения У3, на 24 В постоянного тока.

Реле промежуточные герконовые РПГ11 и РПГ13 (ТУ 16-523.614—83) выпускаются под рабочие напряжения 12...110 В и силу коммутируемого тока 1...4 А на 2, 4 или 6 контактов. В обо-

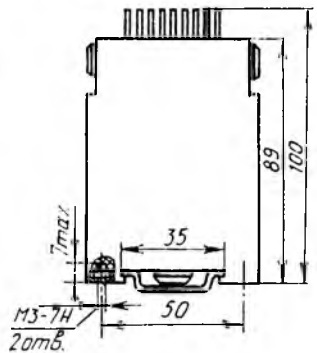
Таблица 5.30

Реле промежуточные электромагнитные

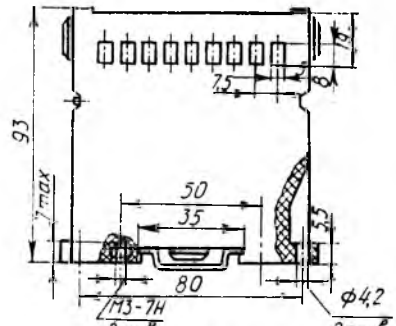
ПЭ2 ТУ16-523.458-80



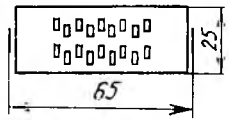
ПЭ36 ТУ16-523.457-80

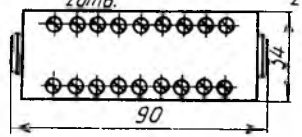


ПЭ37 ТУ16-523.457-80



Ламели к ПЭ36 и ПЭ37





Параметр	Марка реле	
	ПЭ-20	ПЭ-36, ПЭ-37
Напряжение питания, В	12, 24, 36, 110, 220	12, 24, 36*, 48**, 60, 110, 220, 380**
Потребляемая мощность, Вт	2,5	10
Сила тока, не более, А	10	4,7*
Время срабатывания, не более, с	0,03	0,03
Коммутационная стойкость, циклов	$6{,}3 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^6$

* Только постоянный ток.
** Только переменный ток.

значении указываются три цифры: количество замыкающих — 0, 1, 2, 4, 6, размыкающих — 0 и переключающих — 0, 1, 2, 4 контактов. Реле выпускаются с одной — 0 или двумя — 1 обмотками, спаренные в одном корпусе двухобмоточные — 2 и однообмоточные — 3. Реле одностабильные постоянного тока с катушкой напряжения — 5.

Конструкция реле предусматривает способы крепления: при помощи защелки или винта на рейке типа Р2-1—3, при помощи винтов и переходной пластины — 6, на двух рейках типа Р1-1 или на плоскости — 6 (рейки по ОСТ 16.0.684.423—82). Присоединение внешних проводов предусмотрено ламелями под пайку — 2, ламелями под скрутку — 3, ламелями под гнезда контактного разъема — 4.

Напряжения во втягивающей катушке указываются в обозначении: 12 В — 02, 15 В — 03, 24 В — 04, 60 В — 11, 110 В — 13. Степень защиты реле IP20, обозначение — 20, выводы реле — открытые, IP00; климатические исполнения реле У3 или О4 по ГОСТ 15150—69.

Размеры и параметры реле даны в табл. 5.31.

Реле промежуточные герконовые РПГ14 (ТУ 16-523.560—83) выпускаются на рабочие напряжения 110 и 220 В переменного тока с 2, 4 и 6 контактами: размыкающими — 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, замыкающими — 0, 1, 2, 3, 4 и переключающими — 0, 2, 3, 4, 6. Реле одностабильные с катушкой напряжения — 1, присоединение выводов переднее винтовым зажимом — 4. Условное обозначение рабочего напряжения переменного тока: 110 В — 29, 220 В — 34. Остальные обозначения — как у реле по ТУ 16-523.614—83.

Размеры и параметры реле см. в табл. 5.31.

Примеры обозначения

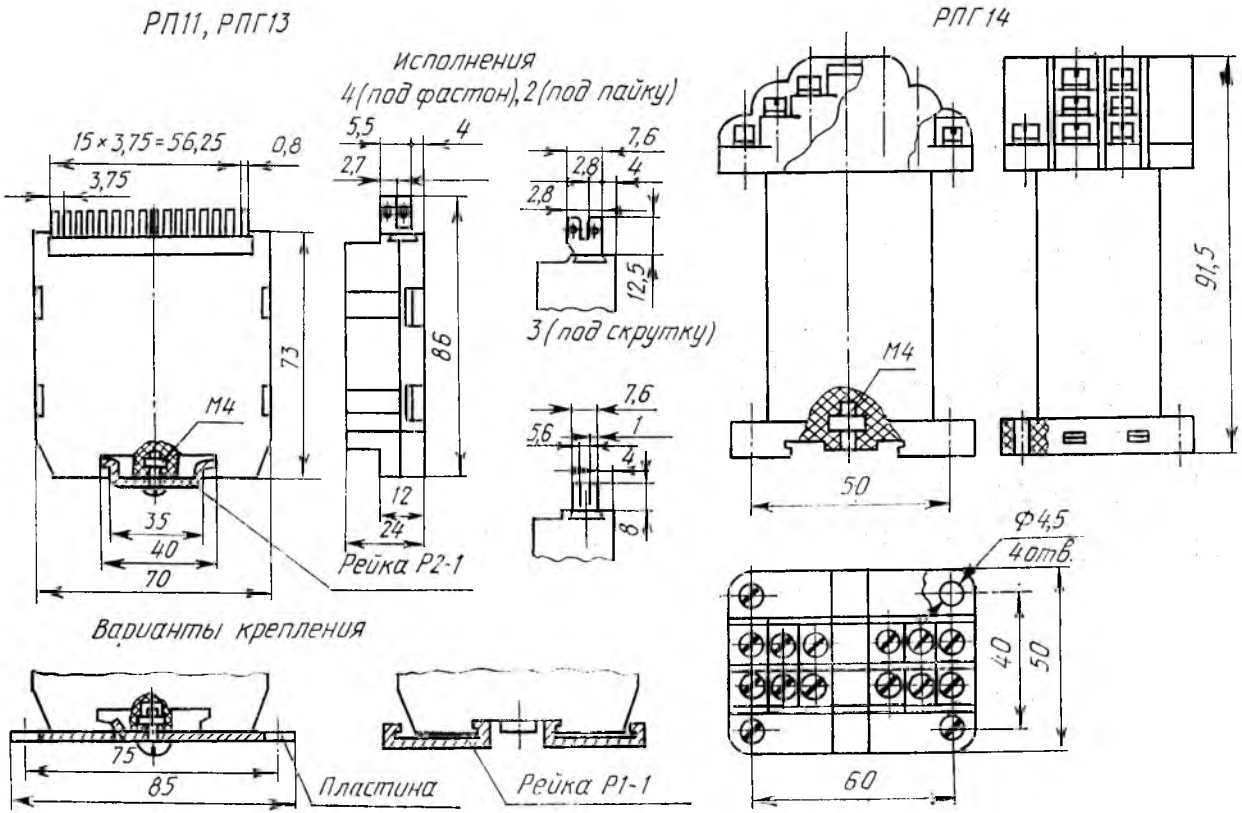
Реле РПГ 13-202-053204-20У3 ТУ 16-523.614—83 — реле промежуточное герконовое (РПГ), номер разработки 13, с двумя замыкающими, отсутствием размыкающих и двумя переключающими контактами (202), с одним однообмоточным реле в корпусе (0), одностабильное с катушкой напряжения постоянного тока (5), способ крепления при помощи защелки (3), с ламелями под пайку (2), на напряжение 24 В (04), степени защиты IP20 (20), климатическое исполнение У3.

РПГ14-310-16134У3 ТУ 16-523.560—83 — то же, номер разработки 14, с тремя замыкающими, одним размыкающим и без переключающих контактов (310), переменного тока одностабильное с катушкой напряжения (1), крепление на двух рейках типа Р1-1 или на плоскость при помощи винтов (6), присоединение выводов — переднее с винтовым зажимом (1), на питание напряжением 220 В переменного тока (34), климатического исполнения У3.

Реле промежуточное герконовое РПГ8 (ТУ 523.558—83) выпускается на рабочие напряжения до 380 В переменного и 220 В постоянного тока и силу тока до 1...3 А. Предназначено для печатного монтажа, обозначение — 2. В реле применены герконы типа МКА-52202, обозначение — 5 или типа МКС-52201 — 6, количество контактов — 1, 2, 3 замыкающих или 1, 2 переключающих, обозначение — 10, 20, 30 и 01, 02 соответственно.

Таблица 5.31

Технические характеристики реле промежуточных герконовых



Марка реле	Исполнение	Рабочее напряжение, В	Время, мс		Коммутируемый ток, А	Потребляемая мощность, Вт	Коммутационная стойкость, циклов
			срабатывания	возврата			
РПГ11	100-3, 200-3, 110-3, 400-3	12, 15, 24, 60, 110	5	15	1,0	0,2...1,2	$5 \cdot 10^4 ... 1 \cdot 10^5$
РПГ11	200-2, 600-0, 400-1	12, 15, 24, 60	5	15	1,0	0,9...2,0	$5 \cdot 10^4 ... 1 \cdot 10^5$
РПГ13	002-0, 004-0, 202-0	12, 15, 24, 60	10	5	2,5	2,5...3,0	$2 \cdot 10^6 ... 4 \cdot 10^6$
РПГ13	400-0, 101-0, 200-0	12, 15, 24, 60	10	5	1,0	4,5...5,5	$2 \cdot 10^6 ... 4 \cdot 10^6$
РПГ14	400 1, 310-1, 220-1, 310-1, 600-1, 420-1	110, 220	20	30	2...4	7,0	$2 \cdot 10^6 ... 6 \cdot 10^6$
РПГ14	130-1. 040-1, 420-1	110, 220	25	35	2...4	7,0	$2 \cdot 10^6 ... 6 \cdot 10^6$

Реле выпускаются климатических исполнений У3, У4, О3, О4 по ГОСТ 15150—69, рабочие температуры до +55 °С. Реле закрыты экранированным кожухом, степень защиты реле IP20, выводов — IP00 по ГОСТ 14255—69. Условия эксплуатации реле соответствуют группам М7 и М8 по ГОСТ 17516—72.

Реле промежуточное герконовое РПГ12 (ТУ 16-523.605—81) выпускается на номинальные напряжения 5, 12, 15, 24 В постоянного тока. Количество контактов реле: 2 замыкающих, обозначение — 30, 3 замыкающих — 40 или 1 переключающий — 01. Реле снабжено магнитной памятью, двухстабильное, постоянного тока с катушками напряжения, обозначение — 7, с задним присоединением приводов и ламелями под пайку — 6, способ крепления при помощи лепестков к печатной плате — 7.

Рабочее напряжение указывается в обозначении: 5 В — 01, 12 В — 02, 15 В — 03, 24 В — 04; указывается количество обмоток — 2.

Реле защищенного исполнения — IP40 по ГОСТ 14255—69, обозначение — 40, климатических исполнений У3, У4, О3, О4, по ГОСТ 15150—69. Реле исполнения У3 пригодны для эксплуатации в условиях, соответствующих исполнению УХЛ4, рабочие температуры реле — до +50 °С, условия эксплуатации соответствуют группам М7 по ГОСТ 17516—72.

Размеры и параметры реле для печатного монтажа даны в табл. 5.32.

Примеры обозначения

Реле РПГ8-2602У3, 12 В ТУ 16-523.558—83 — реле промежуточное герконовое (РПГ), номер разработки 8, для печатного монтажа (2), с герконом типа МКС-52201 (6), без замыкающих контактов (0), с двумя переключающими (2), климатического исполнения У3, на напряжение питания 12 В.

Реле РПГ12-40-767042У3 ТУ 16-523.605—81 — то же, номер разработки 12, с тремя замыкающими контактами (40), двухстабильное постоянного тока с катушками напряжения (7), с ламелями под пайку (6), крепление лепестками к печатной плате (7), на рабочее напряжение 24 В (04), двухобмоточное (2), климатического исполнения У3.

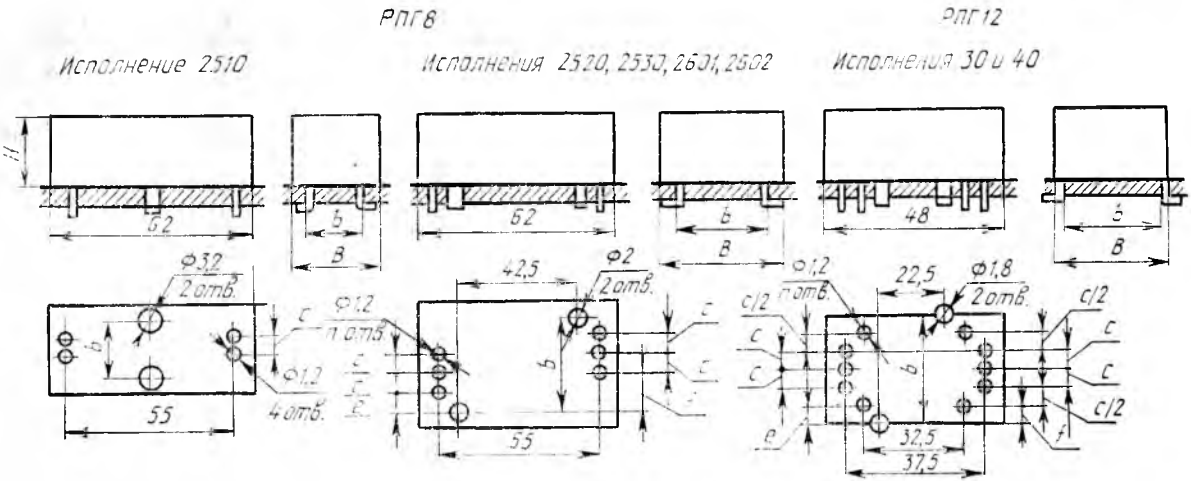
Реле защиты максимального тока низковольтные выпускаются в соответствии с общими техническими требованиями по ГОСТ 3698—82, реле напряжения защитные — по ГОСТ 3699—82. Стандарты устанавливают классификацию реле и значения рядов параметров, в том числе номинальные токи в пределах 0,1...63 А и напряжения — 60...400 В, время срабатывания и возврата, классы точности и др.

Реле электротепловые токовые термобиметаллические выпускаются по общим техническим условиям ГОСТ 16308—84 Е и предназначены в основном для защиты электродвигателей. Стандарт устанавливает классификацию реле и значения основных параметров: 10...1000 А, 380...1140 В при переменном токе 50...400 Гц и 27...440 В при постоянном токе.

Пускозащитные реле РПЗ-12 (ТУ 16-523.586—80) выпускаются на напряжение до 220 В и силу тока до 5,5 А. Предназначены для

Таблица 5.32

Технические характеристики реле промежуточных герконовых для печатного монтажа*



Параметр	Марка реле, исполнение							
	РПГ8					РПГ12		
	2510	2520	2530	2601	2602	30	40	01
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Установочные и габаритные размеры, мм*								
B	21	28,5	35,5	20	28,5	21	21	21
b	17,5	25	32	17,5	25	18,5	18,5	18,5
c	7,5	5	6,25	5	5	5	5	5

Окончание табл. 5.32

1	2	3	4	5	6	7	8	9
e	5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,25	1,25	1,25
f	5	5	2,5	2,5	5	1,25	1,25	1,25
H	18	18,5	18,5	18,5	18,5	18	23	23
Номинальные напряжения питания, В**	5...110	5...110	5...110	5...110	5...110	5, 12	24	24
Время, мс								
срабатывания	6	6	10	6	8	2	4	4
отпускания	1,5	1,5	2	2	2	2	4	4
Потребляемая мощность, Вт, не более	2,7	3,0	5,5	3,0	3,0	1,5	1,5	1,5
Коммутируемый ток, А, не более								
переменный	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	—	—	—
постоянный	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	0,5	0,5	0,5
Коммутационная стойкость, млн циклов, не менее	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,05	0,05

* Количество и расположение отверстий *n* определяются схемой.
** Для РПГ8 по ряду: 5, 12, 15, 24, 48, 60, 110.

применения с двигателями асинхронными однофазными серии 4А. Реле имеют два контакта — замыкающий пускового элемента и размыкающий теплового защитного элемента.

Изготовляются 20 типоисполнений в зависимости от номинального тока — 01...20, климатических исполнений УХЛ4 или О4 по ГОСТ 15150—69, группа условий эксплуатации — М24 по ГОСТ 17516—72.

Время срабатывания реле при токе 1,5 от номинального — 40 мин, при 5,5 от номинального — 5 с, время возврата — 10 мин.

Коммутационная стойкость реле — не менее 630 тыс. коммутаций, допускаемая частота включений — 360 включений в час.

Размеры и параметры реле даны в табл. 5.33.

Пример обозначения

Реле РПЗ-12-06УХЛ4 ТУ 16-523.586—80 — реле пускозащитное (РПЗ), порядковый номер разработки 12, на номинальный ток 1,3 А (типоисполнение 06), климатическое исполнение УХЛ4.

Реле защитные типа РК (ТУ 16-523.349—76) выпускаются на напряжения до 220 В и силу тока от 1,2 до 6 А, 8 типоисполнений — 1...8, климатических исполнений УХЛ4 или О4 по ГОСТ 15150—69. Рабочие температуры реле в пределах +1...+45 °С, воздействие механических факторов соответствует группе М12 по ГОСТ 17516—72, износостойкость — 2500 коммутаций.

Время срабатывания реле — 17...22 с, время возврата — 20...31 с (РК-3—18...24 и 14 с соответственно, РК-11 — без самовозврата).

Размеры и параметры реле см. в табл. 5.33.

Пример обозначения

Реле РК-1-3УХЛ4 ТУ 16-523.349—76 — реле защитное типа РК, номер конструкторской разработки 1, исполнение 3, на ток 220 В, 2,2 А, климатического исполнения УХЛ4.

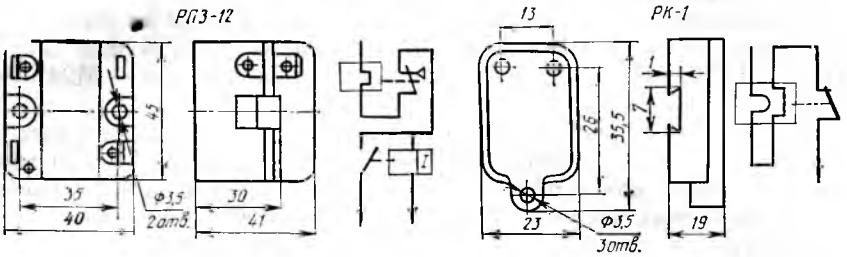
Реле времени выпускаются по общим техническим условиям ГОСТ 22557—84 и предназначены для коммутации основных цепей с заданными выдержками по времени или количеству импульсов. Стандарт устанавливает классификацию реле и значения основных параметров, в том числе верхних пределов уставок от 10 мс до 100 ч, напряжения питания от 12 В до 380 В, классы точности, максимальные токи и др.

Реле времени (ТУ 16-647.039—86) одноцепные, статические выпускаются марок: ВЛ-63 — однокомандные с выдержкой на включение и выключение и циклические, ВЛ-64, ВЛ-67 — однокомандные с выдержкой на выключение, ВЛ-65 — циклические, ВЛ-66, ВЛ-68, ВЛ-69 — с выдержкой на выключение.

Реле ВЛ-63, ВЛ-64, ВЛ-65 имеют плавную регулировку выдержек по шкале, ВЛ-66, ВЛ-67, ВЛ-68, ВЛ-69 — ступенчатую регулировку, управление замыканием входной цепи реле ВЛ-63 при

Таблица 5.33

Технические характеристики реле пускозащитных и защитных



Марка реле	Напряжение, В	Сила тока, А			Марка реле	Напряжение, В	Сила тока, А		
		номинальная	срабатывания	отпускания			номинальная	срабатывания	отпускания
РПЗ-12-01	220	0,6	0,96	0,8	РПЗ-12-16	220	3,4	8,5	7,2
РПЗ-12-02	220	0,8	1,2	1,0	РПЗ-12-17	220	4,2	8,0	7,0
РПЗ-12-03	220	0,9	1,3	1,1	РПЗ-12-18	220	4,7	8,0	7,0
РПЗ-12-04	220	1,0	1,5	1,3	РПЗ-12-19	220	5,0	8,4	7,0
РПЗ-12-05	220	1,1	1,7	1,4	РПЗ-12-20	220	5,5	9,6	7,0
РПЗ-12-06	220	1,3	2,0	1,7					
РПЗ-12-07	220	1,4	2,6	2,2	РК-1-1	220	1,2	—	—
РПЗ-12-08	220	1,5	2,4	2,0	РК-1-2	127	1,2	—	—
РПЗ-12-09	220	1,7	2,6	2,2	РК-1-3	220	2,2	—	—
РПЗ-12-10	220	1,8	2,9	2,4	РК-1-4	220	1,6	—	—
РПЗ-12-11	220	2,0	2,9	2,4	РК-1-5	220	3,1	—	—
РПЗ-12-12	220	2,5	4,2	3,5	РК-1-6	115	3,0	—	—
РПЗ-12-13	220	2,7	4,2	3,5	РК-1-7	220	6,0	—	—
РПЗ-12-14	220	3,0	5,4	4,5	РК-1-8	220	2,2	—	—
РПЗ-12-15	220	3,2	6,6	5,5					

Примечание. Прочерк означает, что данные отсутствуют.

предварительно поданном питании с бесконтактным выходом, у остальных — подачей напряжения питания с контактным выходом.

Реле выполняют следующие операции:

А — при предварительно поданном напряжении питания после подачи управляющего сигнала (закорачивание клемм) через за-

данное время появляется выходной сигнал, исчезающий после снятия управляющего сигнала или напряжения питания;

Б — выходной сигнал появляется при подаче управляющего и исчезает через заданное время;

Д — после подачи управляющего сигнала через время паузы появляется выходной сигнал (импульс), периодически повторяющийся через то же время.

Реле выпускаются с различными диапазонами уставок — от 0,1 с до 99 ч четырех вариантов конструкции крепления: для выступающего монтажа с передним присоединением проводов — I, для утопленного монтажа с задним присоединением — II, то же, с креплением под винт — III, с креплением на рейку и передним присоединением под винт — IV, всего около 250 исполнений.

Минимальный ток управления — 0,01 А, падение напряжения в контактах — не более 0,2 В, уровень сигнала для ВЛ-65 на выходе 0 — не более 1,5 В, 1 — не менее 13,5 В.

Реле выпускаются со степенью защиты по ГОСТ 14254—80 IP40, по клеммам — IP20, для открытого исполнения II — IP00, ударо- и вибропрочность соответствуют группам М7 и М9 по ГОСТ 17516—72. Вероятность безотказной работы за 5000 ч гарантируется не менее 0,9 при доверительной вероятности 0,8.

Установленные сочетания диапазонов импульса и паузы (импульс/пауза): 0,1—1 с/1—10 с, 0,3—3 с/1—10 с, 1—10 с/1—10 с, 1—10 с/3—30 с, 1—10 с/0,1—1 мин, 1—10 с/0,3—3 мин, 3—30 с/3—30 с, 3—30 с/0,1—1 мин, 3—30 с/0,3—3 мин, 3—30 с/1—10 мин, 0,1—1 мин/0,1—1 мин, 0,3—3 мин/0,3—3 мин, 1—10 мин/1—10 мин, 3—30 мин/3—30 мин, 0,1—1 ч/0,1—1 ч, 0,1—1 ч/1—10 ч, 0,3—3 ч/0,3—3 ч, 0,3—3 ч/3—30 ч, 1—10 ч/1—10 ч, 1—10 ч/3—30 ч, 3—30 ч/3—30 ч.

Размеры и параметры реле даны в табл. 5.34.

Примеры обозначения

Реле времени ВЛ-64УХЛ4, I, 220 В, 50 Гц, 0,3—30 с ТУ 16-647.039—86 — реле времени типа ВЛ, номер разработки 64, климатическое исполнение УХЛ4, с выступающим монтажом с передним присоединением проводов (I), на напряжение управления 220 В переменного тока 50 Гц, с уставкой в пределах 0,3...30 с.

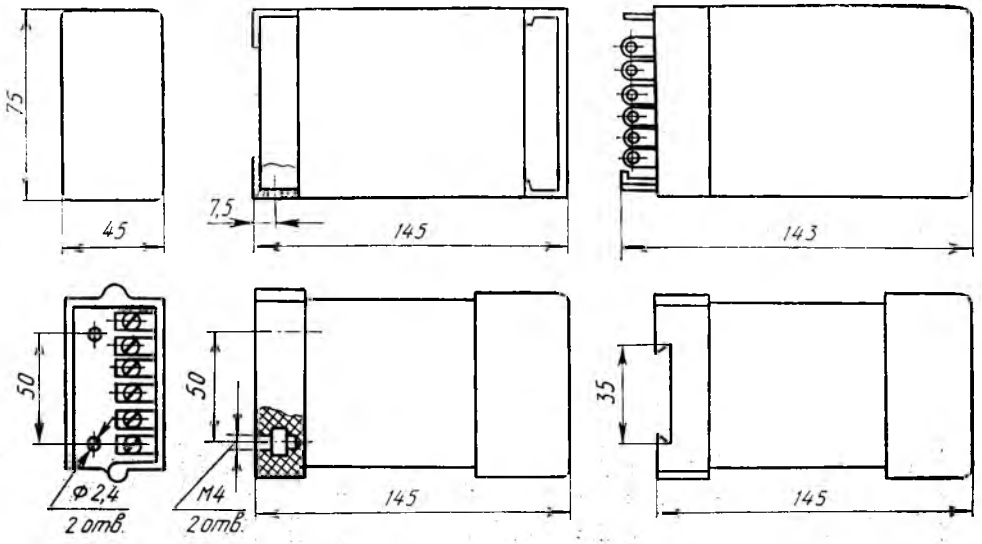
ВЛ-65УХЛ4, II, 24 В, импульс 1—10 с, пауза 3—30 с ТУ 16—647. 039—86 — реле времени типа ВЛ, порядковый номер разработки 65, циклическое, климатического исполнения УХЛ4, для утопленного монтажа с задним присоединением проводов II, напряжение питания — 24 В постоянного тока с уставкой импульсов 1...10 и пауз — 3...30 с.

Реле времени программные РВП (ТУ 25-1865.0003—86) выпускаются с суточной программой — С1 и с недельной программой — Н1, для навесного (не обозначается) и утопленного — М монтажа.

Напряжение питания реле — 220 В с отклонениями не более +22 В и −33 В, потребляемая мощность 0,25 ВА, точность хода ±90 с в сутки, рабочие температуры реле — в диапазоне +5... +50 °С, устойчивость к внешним механическим воздействиям соот-

Таблица 5.34

Технические характеристики реле времени типа ВЛ



Параметр	Марка реле					
	ВЛ63	ВЛ64	ВЛ65	ВЛ66, ВЛ67	ВЛ68	ВЛ69
1	2	3	4	5	6	7
Пределы уставок, с, мин, ч	0,1...30**	0,1...1; 0,3...3; 1...10; 3...30	0,1...1; 0,3...3; 1...10; 3...30	0,1...9,9; 1...99	0,1...99,9; 1...999*	0,1...9,9*; 1...99*
Средняя осиовная погрешиость δ, %	$3+2c$	$3+2c$	$1,5+2c$	$1+0,1c$	$0,5+0,02c$	$1,5+0,2c$
Интервал рассеяния (разброс) выдержки, %	$\pm 0,1\delta$	$\pm 0,1\delta$	$\pm 0,14\delta$	$\pm 0,3\delta$	$\pm 0,3\delta$	$\pm 0,3\delta$

Окончание табл. 5.34

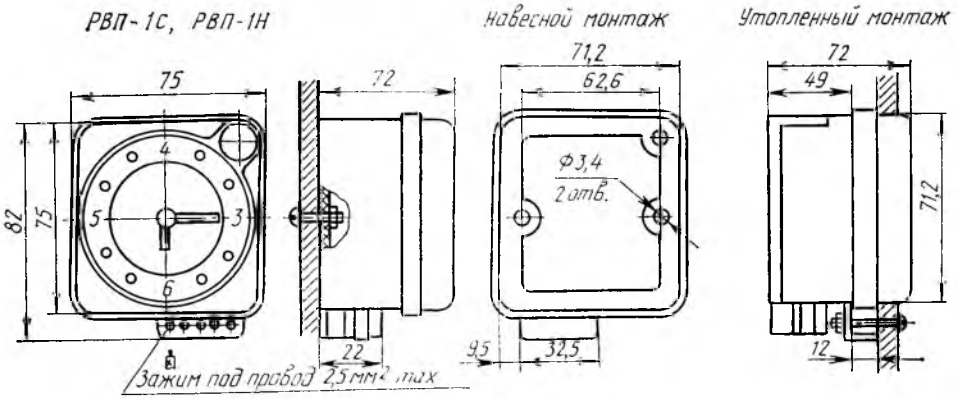
1	2	3	4	5	6	7
Приведенная погрешность, %	5,0	5,0	3,5	1,0	0,5	1,5
Дополнительная температурная погрешность, % на град	0,02	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Время возврата, не более, с	0,2	0,2	—	0,2	0,2	0,07
Время повторной готовности, не менее, с	0,3	0,3	—	0,3	0,3	0,10
Номинальное напряжение питания, В						
при постоянном токе	24	24; 27; 110; 220	—	24; 27; 110; 220	24; 27; 110; 220	24; 27; 110; 220
при переменном токе	—	110; 220; 230; 240	110; 220; 230; 240	110; 220; 230; 240	110; 220; 230; 240	110; 220; 230; 240
Предельные отклонения напряжения, %	+20 −20	+10 −15	+10 −15	+10 −15	+10 −15	+10 −20
Потребляемая мощность, Вт (ВА)	2	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Длительный ток выходной цепи, А	0,12	4	4	4	4	4

Примечания: 1. $c = T_{max}/T_{уст}$, где T_{max} — верхнее предельное время уставки, $T_{уст}$ — время уставки.
2. Отклонение температуры отсчитывается от 25 °С.
3. Дополнительная погрешность от отклонения напряжения питания — 0,45 % (для отклонений в пределах допустимых).

* Предел уставок в секундах, минутах.
** Предел уставок в минутах, часах.

Таблица 5.35

Технические характеристики реле времени программных



Параметр	Марка реле	
	РВП-1С	РВП-1Н
Минимальный интервал между командами, мин	30	180
Дискретность установки команд, мин	15	60
Погрешность выдачи команд, мин	±5	±15

ветствует группе L3, к воздействию температуры и влажности — В4 по ГОСТ 12997—84.

Коммутационная стойкость реле — не менее 20 тыс. коммутаций, ресурс 25000 ч, безотказность $P(2000)=0{,}94$.

Размеры и параметры реле даны в табл. 5.35.

Пример обозначения

РВП-С1М ТУ 25-1865.0003—86 — реле программное (РВП), с суточной программой (С1), для утопленного монтажа (М).

5.4. ВЫКЛЮЧАТЕЛИ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

5.4.1. Выключатели и переключатели силовые

Классификация и основные параметры выключателей (переключателей) силовых кнопочных установлены ГОСТ 2492—84 Е. ОСТ 16.0.801.266—85 устанавливает, кроме того, перспективные показатели до 2010 г. Установочные и габаритные размеры выключателей регламентированы ГОСТ 25247—82.

Кнопки типа К (АГО.360.405 ТУ 11—84) выпускаются в 16 исполнениях: двухполюсные с замыкающим — 1 и размыкающим — 2 контактами, четырехполюсные с одним замыкающим и одним размыкающим — 3 и с двумя размыкающими — 4 контактами, черного — 1 и красного — 2 цвета, без протектора и с протектором — П.

Кнопки малогабаритные типа КМ (АГО.360.203 ТУ 11—85) выпускаются однополюсные — марки КМ1-I без арретирования и с арретированием — КМА1-IV (фиксация в двух положениях) и двухполюсные — КМ2-I с различными типами микропереключателей (I, IV), предусмотрено декоративное исполнение — Д.

Переключатели кнопочные со световой сигнализацией П4П2Т5 (ОЮЗ.602.324 ТУ 11—84) выпускаются четырехполюсные (П4) двухламповые (П2) со световым табло (двухцветное: красный и зеленый светофильтры — Т5). В переключателях использованы лампы накаливания СМ28.005-1 (ТУ 16.535.641—78) на 24 В, 50 мА.

Переключатели кнопочные со световой индикацией типа П1КС (Ю60.360.002 ТУ 11—84) выпускаются в двух вариантах, отличающихся схемами коммутации: П1КС-1 и П1КС-3, пяти цветовых исполнений: белый — 1, голубой — 2, желтый — 3, зеленый — 1, красный — 5.

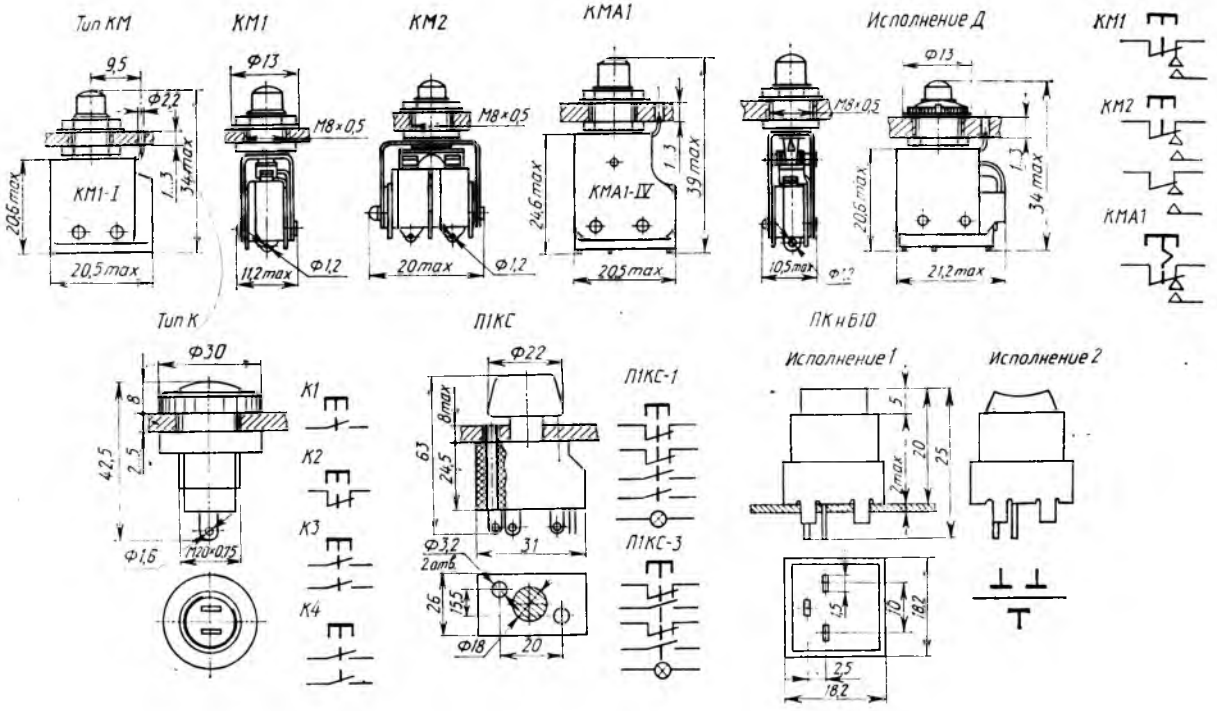
Для световой индикации предусмотрены лампы СМ28-005-1 (ТУ 16.535.641—78) или СГ27-1,5 (ТУ 16.535.479—75).

Переключатели кнопочные бесконтактные типа ПКнБС 10 (АГ0.360.071 ТУ 11—84) для коммутации в приборах вычислительной техники выпускаются на импульсное напряжение 6 В при нагрузке $R_н=2$ МОм, $C_н=20$ пФ в двух исполнениях: —1 и —2.

Электрические схемы, параметры и размеры кнопок и переключателей кнопочных даны в табл. 5.36, 5.37.

Таблица 5.36

Технические характеристики кнопок и переключателей кнопочных



Марка кнопки (переключателя)	Рабочее напряжение, В, при токе		Сила тока, А	Мощность коммутации, Вт	Сопротивление контакта, Ом	Усилие включения, Н	Ход, мм	Стойкость, тыс. включений
	постоянном	переменном						
К1, К2, К3, К4	250	250	5	250	0,10	10...50	5	10...50
КМ1-I	30	250	2*; 3; 4	70; 300	0,05	2,4...6,9	4	10; 5*
КМ2-I	30	250	2*; 3; 4	70; 300	0,05	6...13	4	10; 5*
КМА1-IV	30	250	2*; 3; 4	70; 300	0,05	13...27	4	10; 5*
П1КС-1	50	70	0,5	70; 300	0,05	5...30	5	20
П1КС-3	50	70	0,7	70; 300	0,05	5...30	5	20
П4П2Т5	36	127	1,0	36; 127	0,05	5...30	1,6	10

* Для индуктивной нагрузки.

Таблица 5.37

Технические характеристики кнопок и переключателей кнопочных

Условия эксплуатации, параметр	Марка переключателя			
	тип К	тип КМ	П1КС	П4П2Т5
Рабочий температурный интервал, °С	—60...+85	—60...+100	—60...+70	—45...+60
Вибрации, частота, не более, Гц	600	2000	500	80
Ускорения, не более	10*g*	10*g*	10*g*	5*g*
Многократные удары, не более	40*g*	150*g*	40*g*	15*g*

Примеры обозначения

Кнопка К2-1П АГ0.360.405 ТУ 11—84 — кнопка типа К с одним размыкающим контактом (2) черного цвета (1), с протектором (П).

Переключатель П1КС-3-4 Ю60.360.002 ТУ 11—84 — переключатель на одно положение кнопочный со световой индикацией с двумя замыкающими и двумя размыкающими контактами (схема 3) с кнопкой зеленого цвета (4).

Пускатели ручные (ТУ 16-536.017—78), кнопочные для пуска непосредственным подключением к сети трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором — ПНВЗ и однофазных асинхронных двигателей с пусковой обмоткой — ПНВС1 выпускаются со степенью защиты IP20 по ГОСТ 14255—69, обозначение — 0, IP00, обозначение — 2 и IP40, обозначение — 4, климатических исполнений У2 и Т2 (пригодны для условий эксплуатации, соответствующих исполнению УХЛ4) по ГОСТ 15150—69.

Рабочие температуры пускателей — в пределах −40....+50 °С, воздействие внешних механических факторов соответствует группам М8 (ПНВ) и М12 (ПНВС) по ГОСТ 17516—72. Коммутационная износостойкость пускателей не менее 400 тыс. циклов.

Размеры и параметры пускателей даны в табл. 5.38.

Пример обозначения

Пускатель ПНВС10У2 ТУ 16-536.017—78 — пускатель ручной для асинхронных электродвигателей (ПНВС), однофазных (1), степень защиты — IP20 (0), климатического исполнения У2.

Переключатели модульные кнопочные типа ПКн-61 (АГ0.360.306 ТУ 11—82) выпускаются с модулями на 2, 4, 6, 8 контактов с золотым — 1 или серебряным — 2 покрытием с выводами в одну — 0 или в обе стороны, с количеством модулей от 2 до 10 и шагом между модулями 7,5, 15 и 22,5 мм.

Модули (кнопки) выпускаются с фиксацией во включенном состоянии независимой — Н (выключением кнопки вызывается повторным нажатием на нее), зависимой — В (выключение кнопки вызывается включением любого другого модуля) и без фиксации — Б, кнопки трех вариантов формы (исполнения 1, 2 и 3) и двух цветов — белого или красного.

Электрические схемы, параметры и размеры переключателей даны в табл. 5.39.

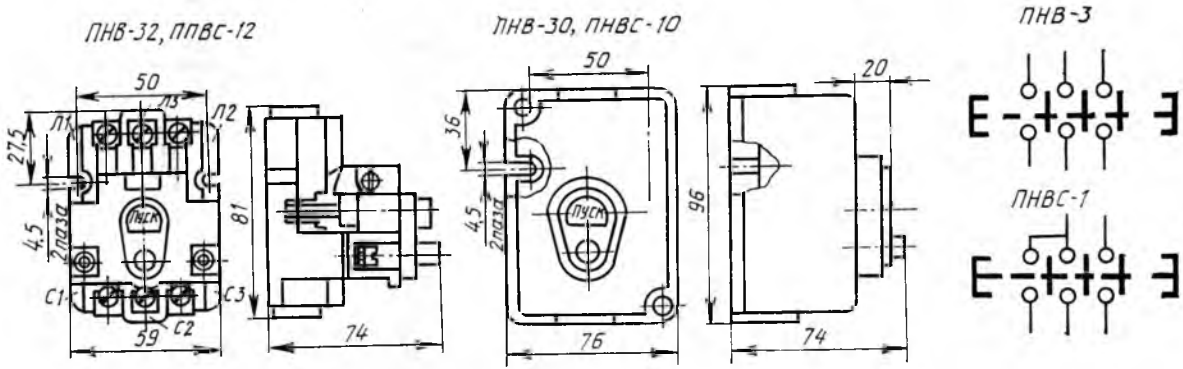
Пример обозначения

Переключатель ПКн-61Н2-5-15-80 АГ0.360.306 ТУ11—82, кнопки 2, Б4, К1 — переключатель кнопочный модульный типа ПКн-61 с независимой фиксацией модулей (Н), с серебряным покрытием контактов (2), из пяти модулей (5), с шагом 15 мм, с модулями на 8 контактов, с выводом контактов на одну сторону (0), кнопки исполнения 2, четыре белые, одна красная.

Выпускается также целый ряд конструкций кнопочных переключателей специального назначения: для ручного инструмента

Таблица 5.38

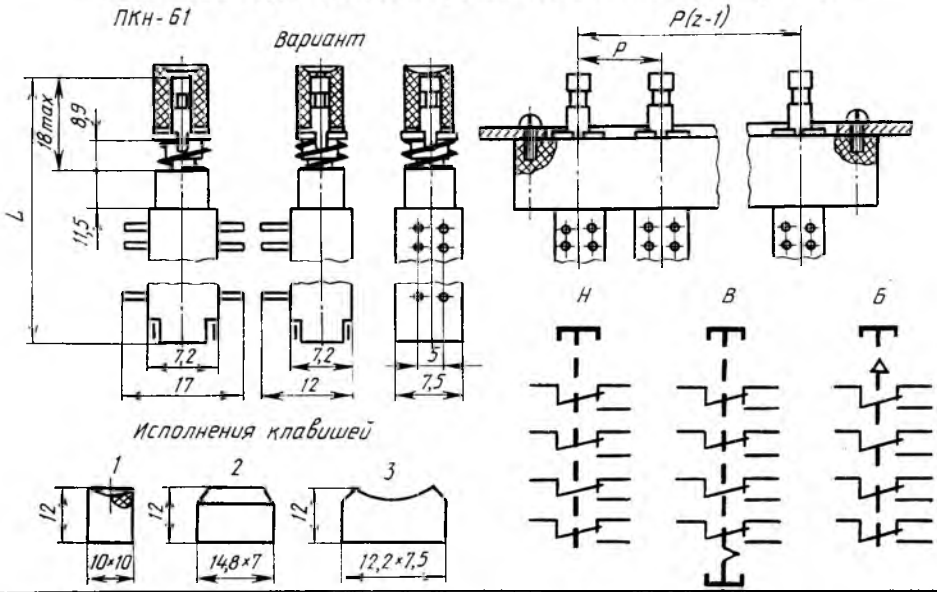
Технические характеристики пускателей ручных



Марка пускателя	Номинальный ток, А	Предельная мощность, Вт, при напряжении, В				Усилие переключения, Н
		127	220	380	500	
ПНВ-3	10	1,7	3,0	4,5	1,7	50
ПНВС-1	6,3	0,27	0,6	0,6	—	50

Таблица 5.39

Технические характеристики переключателей кнопочных модульных



Марка переключателя	Рабочее напряжение, В, при токе		Сила тока, А	Мощность коммутации, Вт	Сопротивление контакта, Ом	Усилие включения, Н	Ход, мм	Стойкость, тыс. включений
	постоянном	переменном						
ПКн61Х1	36	36	0,1	3	0,025	3,5	3,75	25
ПКн61Х2	250	250	0,1	20	0,025	3,5	3,75	25

Примечание. Температурный интервал эксплуатации: —40 °С...+70 °С, частота вибрации 80 Гц, ускорение 5g, не более, ускорение при ударах — 15g, не более.

ВК31-17 (ТУ 16.526.505—82), ВК36-19 (ТУ 16.642.035—85), для ввода информации в вычислительные приборы ПКн121 (АГ0.360.048 ТУ 11—83), ПКн111 (АГ0.340. 029 ТУ 11—84), модульные ПКн63 (АГ0.360.308 ТУ 11—82), ПКн53, ПКн55 (АГ0.360.302 ТУ 11—86) и др.

Тумблеры типа Т (АГ0.360.407 ТУ 11—84) выпускаются 14 исполнений (типономиналов) двухконтактные — 1, четырехконтактные — 2 и шестиконтактные — 3, конструктивного варианта А или С (со светящейся ручкой) с фиксацией в двух положениях.

Тумблеры типа П2Т (АГ0.360.406 ТУ 11—84) выпускаются 24 исполнений с обычной (нечетные исполнения) и светящейся (четные исполнения) ручкой, с электрическими схемами четырех вариантов. Фиксация положения ручки по трем вариантам:

в двух крайних и среднем положениях: исполнения 1 и 2, 7 и 8, 13 и 14, 19 и 20;

в двух крайних положениях: исполнения 3 и 4, 9 и 10, 15 и 16, 21 и 22;

в одном крайнем положении: исполнения 5 и 6, 11 и 12, 17 и 18, 23 и 24.

Тумблеры типа ПТ33 (ОЮ0.360.109 ТУ 11—85) выпускаются 30 исполнений: однополюсные и двухполюсные, без обоймы (для печатного монтажа, исполнения 1...15) и с обоймой (для объемного монтажа, исполнения 16...30) с ручками серого (исполнения 1...5 и 16...20), черного (исполнения 6...10 и 21...25) и красного (исполнения 11...15 и 16...30) цвета с различными схемами фиксации:

в двух крайних положениях (исполнения 1, 6, 11, 16, 21, 26);

в одном крайнем положении (исполнения 2, 7, 12, 17, 22, 27);

в двух крайних и среднем положениях (исполнения 3, 8, 13, 18, 23, 28);

только в среднем положении (исполнения 4, 9, 14, 19, 24, 29);

в одном крайнем и среднем положении (исполнения 5, 10, 15, 20, 25, 30).

Тумблеры типа ПТ65 (АГ0.360.055 ТУ 11—84) выпускаются четырех исполнений в двух вариантах электрической схемы без колпачка — исполнения 1 и 3 и с колпачком — исполнения 2 и 4; фиксация ручки — в двух крайних положениях.

Электрические схемы, параметры и размеры тумблеров даны в табл. 5.40.

Примеры обозначения

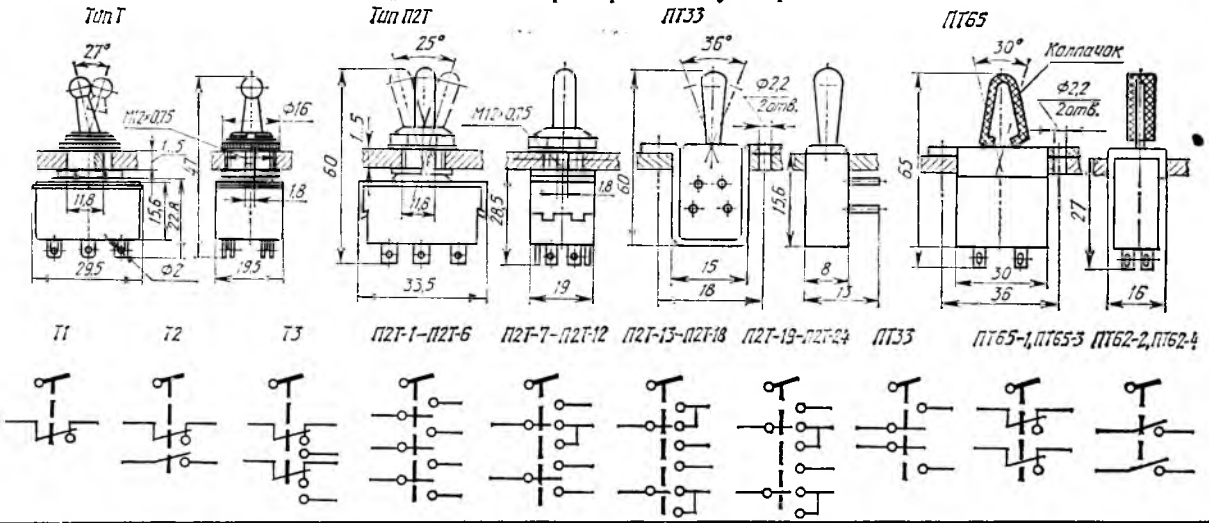
Тумблер Т3-А АГ0.360.407 ТУ 11—84 — тумблер типа Т, шестиконтактный (3), конструктивного исполнения (А).

Тумблер П2Т-14 АГ0.360.406 ТУ 11—84 — тумблер типа П2Т, исполнения 14: со светящейся ручкой, с фиксацией в среднем и двух крайних положениях, в первом крайнем положении соединены полюса 1 и 3, 2 и 4, в среднем — полюса 1 и 3, 2 и 6, во втором крайнем — полюса 1 и 5, 2 и 6.

Переключатели галетные поворотные ПГ (АГ0.360.204 ТУ 11—82) выпускаются 168 исполнений (типономиналов) с гетинаксовыми — ПГТ и керамическими — ПГК платами на 2, 3, 5 и 11 рабочих

Таблица 5.40

Технические характеристики тумблеров



Марка тумблера	Рабочее напряжение, В, при токе		Сила тока, А	Мощность коммутаций, Вт	Усилие включения, Н	Стойкость, тыс. включений
	постоянном	переменном				
Т1, Т2, Т3	27	—	4	100	5...16	2...10
	—	250	6	660		
П2ТА-1—П2ТА-24	300	—	6	660	2,5...30	5
	—	250	6	660		
ПТ33-1—ПТ33-30	36	—	0,25	660	0,4...3	10...30
	—	250	0,04	660		
ПТ65-1—ПТ65-4	—	250	6...10	600...1000	4,9	10...30

Примечание. Условия эксплуатации: ПТ33 — —60 °С...+85 °С, ПТ65 — —45...+70 °С, частота вибрации до 80 Гц, ускорение 5g, ускорение при ударах — до 15g.

положений (одно положение — нейтральное) и на 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 15, 16 и 20 направлений, с расстоянием между платами 4, 6, 8 и 15 мм, в двух вариантах электрической схемы каждой платы и с двумя вариантами конструкции выходного конца вала.

Электрические схемы, параметры и размеры переключателей даны в табл. 5.41.

Пример обозначения

Переключатель ПГК2П8Н-6Б АГ0.360.204 ТУ 11—82 — переключатель галетный с керамическими платами (ПГК) на 2 рабочих положениях (2П) и 8 направлений (8Н), с расстоянием между платами 6 мм и концом вала со скосом под крепление ручки винтом в осевом направлении (исполнение Б).

Выпускаются также галетные переключатели для приборов широкого применения ПГ39Ш (АГ0.360.067 ТУ 11—83), для печатного монтажа ПГ47 (АГ0.360.064 ТУ 11—84), миниатюрные ПГ45 (АГ0.360.054 ТУ 11—83), субминиатюрные ПГ35 (АГ0.370.003 ТУ 11—85) и др.

Переключатели пакетные (кулачковые универсальные) типа ПКУ2 (ТУ 16.526.301—78) выпускаются под напряжение до 380 В переменного тока и силу тока 10 А на 1...12 пакетов (плат) и 2... 5 коммутационных положений.

Переключатель может быть снабжен замком (в обозначении указывается — А). Исполнение переключателей: открытое, степень защиты IP00—1, защищенное IP20 — 3, IP54—4, с креплением передней скобой — 1, передней скобой и фланцем — 4, задней скобой — 6.

Переключатели в зависимости от числа пакетов и коммутационных положений выпускаются с 225 вариантами электрической схемы, номер схемы указывается в обозначении после разделительной черты. Климатическое исполнение выключателей — У3 и Т3 по ГОСТ 15150—69.

Размеры и параметры переключателей см. в табл. 5.41.

Пример обозначения

Переключатель ПКУ2-34-25У3 ТУ 16.526.301—78 — переключатель кулачковый универсальный (ПКУ), порядковый номер разработки — 2, на 10 А, исполнение защищенное IP20 (3), крепление — передней скобой и фланцем (4) на 2 пакета и три коммутационных положения, вариант электрической схемы 25, климатического исполнения У3.

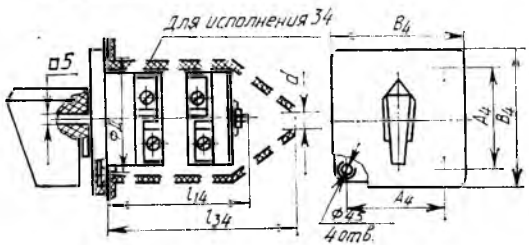
Переключатели движковые выпускаются типов: ПД9 (АГ0.367.056 ТУ 11—83) — для коммутации одной электрической цепи на два направления; ПД6 (АГ0.367.202 ТУ 11—85) — для коммутации двух независимых цепей; ПД13 (АГ0.360.031 ТУ 11—85) — на три рабочих положения и 4 направления, под объемный — 1 или печатный — 2 монтаж; ПД14 (АГ0.360.213 ТУ 11—83) — для коммутации четырех (2П4Н) и шести (2П6Н) независимых цепей.

Таблица 5.41

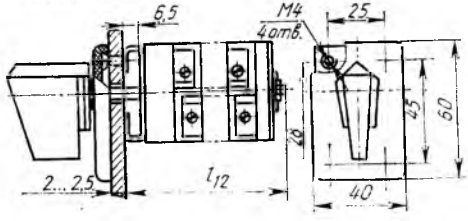
Технические характеристики переключателей галетных и кулачковых

ПКУ2 ТУ16. 526.301-78

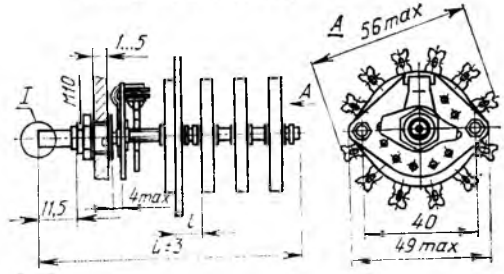
Исполнения 14 и 34

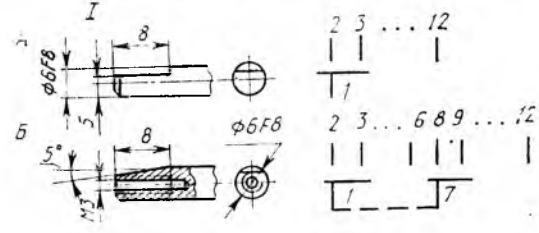


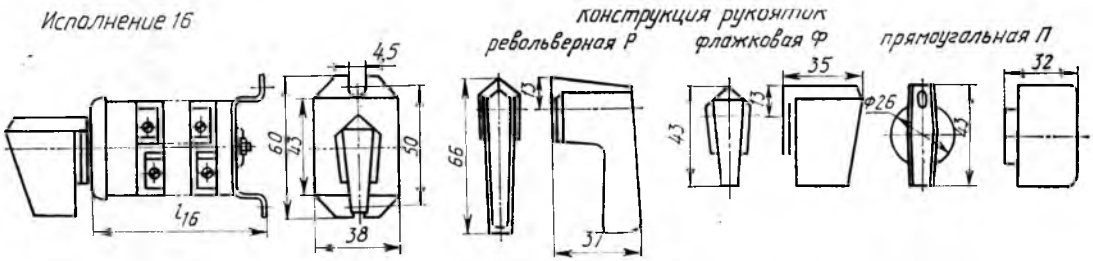
Исполнение 12



ПГАГО.360.204 ТУ11-82





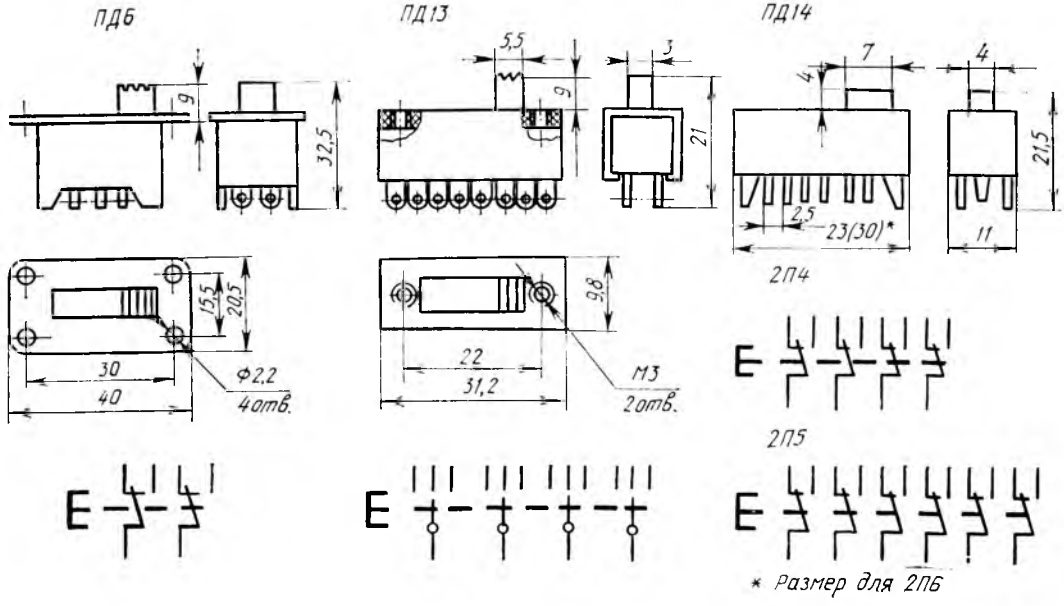


Марка переключателя	Рабочее напряжение, В	Сила тока, А	Сопротивление контакта, Ом	Усилие переключения, Н·м	Ход, град
ПГГ, ПГК	360	3	0,02	0,4...1,2	30...360
ПКУ2	380	10	—	0,4...1,2	40, 60, 80

Примечание. Условия эксплуатации: ПГГ — —60...+70 °С, ПГК — —60...+80 °С, частота вибрации до 200 Гц, ускорение — 10g, ускорение при ударах многократных 40g, не более; ПКУ2 — —40...+40 °С, действие механических факторов при числе пакетов до 5 — по М7, свыше 5 — по М3 ГОСТ 17516—72. Стойкость переключений (1...2)10^6 переключений.

Таблица 5.42

Технические характеристики переключателей движковых



Марка переключателя	Рабочее напряжение, В, при токе		Сила тока, А	Мощность коммутации, Вт	Сопротивление контакта, Ом	Усилие переключения, Н	Ход, мм	Стойкость, тыс. переключений
	постоянном	переменном						
ПД6	36	250	4, 3*	—	0,1	1...10	—	10...25
ПД13, ПД14, ПД9-6	36	127	0,3	13, 9	0,075	0,1...5	26, 3	10

* Для переключателей, работающих в цепях переменного тока.

Таблица 5.43

Условия эксплуатации переключателей движковых

Параметр	Марка переключателя			
	ПД6	ПД13	ПД14	ПД9-*f*
Температурный интервал, °С	—60...+60	—60...+60	—40...+70	—50...+50
Вибрации, частота, не более, Гц	600	500	500	50
Ускорения, не более	10*g*	5*g*	5*g*	5*g*
Многократные удары, не более	40*g*	40*g*	40*g*	15*g*

Электрические схемы, параметры и размеры движковых переключателей даны в табл. 5.42, 5.43.

Пример обозначения

Переключатель ПД13-1 УХЛ1.4 АГ0.360.031 ТУ 11—85 — переключатель движковый, (ПД) порядковый номер разработки — 13, под объемный монтаж (1), климатического исполнения УХЛ1.4.

Выпускаются также переключатели движковые модульные ВДМ1 (АГ0.368.039 ТУ 11—85) на 2...10 полюсов, ПД29 (АГ0.360.060 ТУ 11—83) на 8...32 полюса и др.

5.4.2. Выключатели и переключатели путевые

Классификация и основные параметры выключателей и переключателей путевых силовых установлены ГОСТ 9601—84 Е (ОСТ 16.0.801.267—85). Категории применения выключателей установлены ГОСТ 12434—83 Е.

Выключатели путевые ВП61 (ТУ 16.642.021—84) выпускаются на рабочее напряжение до 660 В переменного тока, до 440 В постоянного тока, на силу тока 10 А, условное обозначение — 21, групп износостойкости повышенной — А и нормальной — Б, прямого порядка замыкания — 1, с количеством замыкающих контактов — 0 или 1, размыкающих контактов — 0 или 1.

Выпускаются с различными видами привода: толкатель — 11, удлиненный толкатель — 12, толкатель с шариком — 14, рычаг — 15, рычаг с роликом — 17; крепление корпуса выключателя базовое — 1 или фронтальное — 2; исполнение выключателей по защите открытое, степень защиты IP00—00 или закрытое, степень защиты IP54 (по ГОСТ 14254—80) — 54, климатическое исполнение выключателей — УХЛ3 (по ГОСТ 15150—69), подсоединение контактов на выходе под пайку — 2 или посредством разъемов, под фастон — 3 (в обозначении указывается после точки).

Выключатели выпускаются 210 исполнений.

Выключатели путевые бесконтактные ВПБ 1801 (ТУ16.648.025—85) выпускаются с диаметром корпуса 8 и 12 мм климатических исполнений УХЛ4 и О4.

Размеры и параметры выключателей даны в табл. 5.44, 5.45.

Пример обозначения

Выключатель ВП61-21А101172-00УХЛ3.2 ТУ 16.642.021—84 — выключатель путевой (ВП), порядковый номер разработки — 61, на силу тока 10 А (21), повышенной износостойкости (А), с прямым порядком замыкания (1), без замыкающих контактов (0), с одним размыкающим контактом (1), конструктивного исполнения 17 — приводной элемент — рычаг с роликом, с креплением корпуса фронтальным (2), с открытыми выводами (00), климатического исполнения УХЛ3.2, для эксплуатации в условиях умеренного или холодного климата, в закрытых помещениях.

Микропереключатели однополюсные типа П1М9 (АГ0.367.301 ТУ 11—85) выпускаются в двух конструктивных исполнениях: на 127 В — 1, и 250 В — 2; общепромышленного применения — А; их разновидность — микропереключатели типа П1М9-Р1 и П1М9-Р2 (УС0.360.061 ТУ 11—83) снабжены рычажным приводом переключения.

Микропереключатель ПМ22 (АГ0.360.218 ТУ 11—83) отличается повышенной скоростью срабатывания, ПМ29 (АГ0.367.001 ТУ 11—83) — повышенной коммутируемой мощностью.

Электрические схемы, параметры и размеры микропереключателей даны в табл. 5.46.

Пример обозначения

Микропереключатель П1М9-2А АГ0.367.301 ТУ 11—85 — микропереключатель однополюсный П1М, порядковый номер разработки — 9, под напряжением 250 В (2), общепромышленного применения (А).

Выпускаются также переключатели П1М12 (ОЮ3.602.158 ТУ 11—81), П1М10 (АГ0.367.302 ТУ 11—85), переключатель широкого применения ПМ7-Ш (УС3. 606. 145 ТУ 11—85) и др. Микропереключатели применяются также как элемент движковых переключателей типа ПДМ (АГ0.360.265 ТУ 11—83), кулачковых типа ПКМ (АГ0.360.206 ТУ 11—83) и ряда других.

Классификация и основные параметры выключателей (переключателей) путевых бесконтактных установлены ГОСТ 26430—85 Е.

Выключатели путевые бесконтактные ВПБ13 (ТУ 16.526.405—81 Е) выпускаются 36 исполнений с тремя вариантами диаметра корпуса: 16, 22 и 30 мм. Выключатели реагируют на приближение управляющего элемента — металлической пластины толщиной 1 мм и размерами 18×18, 24×24 и 32×32 соответственно, время переключения — 6 мс, не более.

Цифры в обозначении марки выключателя: условное обозначение расстояния воздействия — 31, 34, 38 (4, 6 и 10 мм соответственно), после черты номинальное напряжение питания — 04 (24 В), ток нагрузки — 80 и 91 (10 и 160 мА), исполнение выходной цепи открытое — 1 или закрытое — 2.

Выключатели выпускаются климатического исполнения УХЛ4 и В4 по ГОСТ 15150—69, степень защиты IP00 и IP65 по ГОСТ 14254—80.

Выключатель путевой бесконтактный ВПБ15-32-0387 (ТУ 16.526.494—81) фотоэлектрический, реагирует на прохождение предмета через щель, ширина щели 4 мм, время переключения 5 мс, не более.

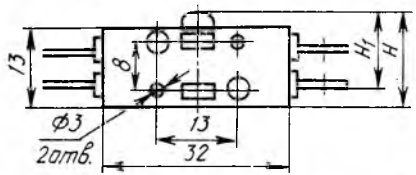
Структура обозначения аналогична приведенной выше.

Климатическое исполнение выключателя — УХЛ4 по ГОСТ 15150—69, степень защиты — IP65 по ГОСТ 14254—80.

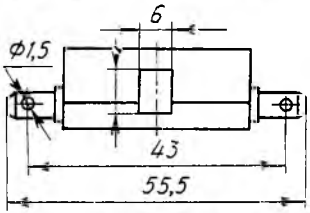
Таблица 5.44

Технические характеристики выключателей путевых

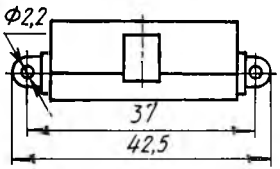
Исполнение 11



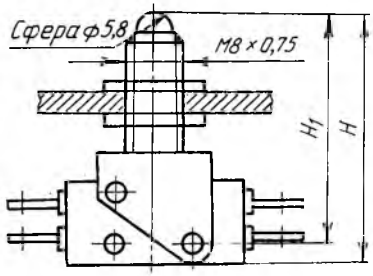
Вариант монтажа „под фастон"- исполнение 3



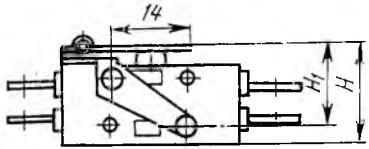
Вариант монтажа „под пайку"- исполнение 2



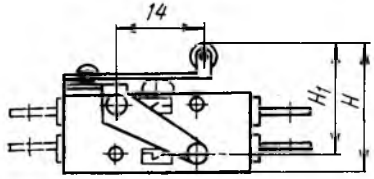
Исполнение 14



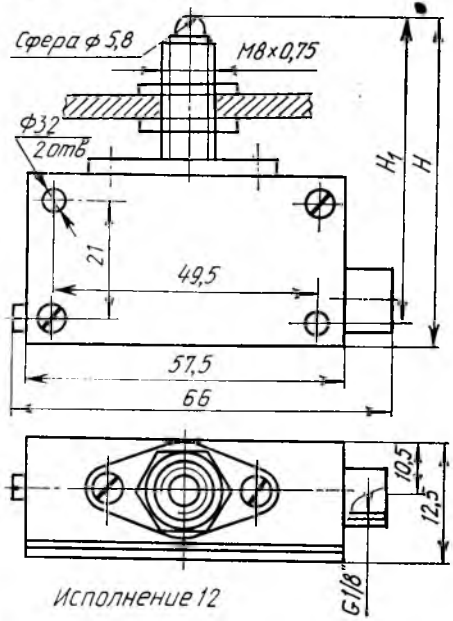
Исполнение 15



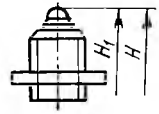
Исполнение 17



Исполнение 14 IP54



Исполнение 12



Остальное см. исполнение 14

Исполнение выключателя	Размеры, мм		Ход, мм			Усилие, Н при воздействии		Погрешность срабатывания, мм
	H	H_1	рабочий	дополнительный	дифференциальный	прямом	обратном	
21X1XX112-00X	15	13	1,0	0,5	0,6	4,5	0,5	±0,1
21X1XX121-00X, 141-00X	40,4	38	1,0	2,0	0,6	4,5	0,5	±0,1
21X1XX152-00X	16	13,5	1,7	0,85	1,02	3,0	0,5	±0,3
21X1XX172-00X	20,5	18	1,7	0,85	1,02	3,0	0,5	±0,3
21X1XX121-54X, 122-54X, 141-54X, 142-54X	52	48	2,0	2,0	1,0	10	6,0	±0,1
21X1XX152-54X,	16	13,5	2,0	2,0	1,0	10	6,0	±0,3
21X1XX172-54X	20,5	18	2,0	2,0	1,0	10	6,0	±0,3

Таблица 5.45

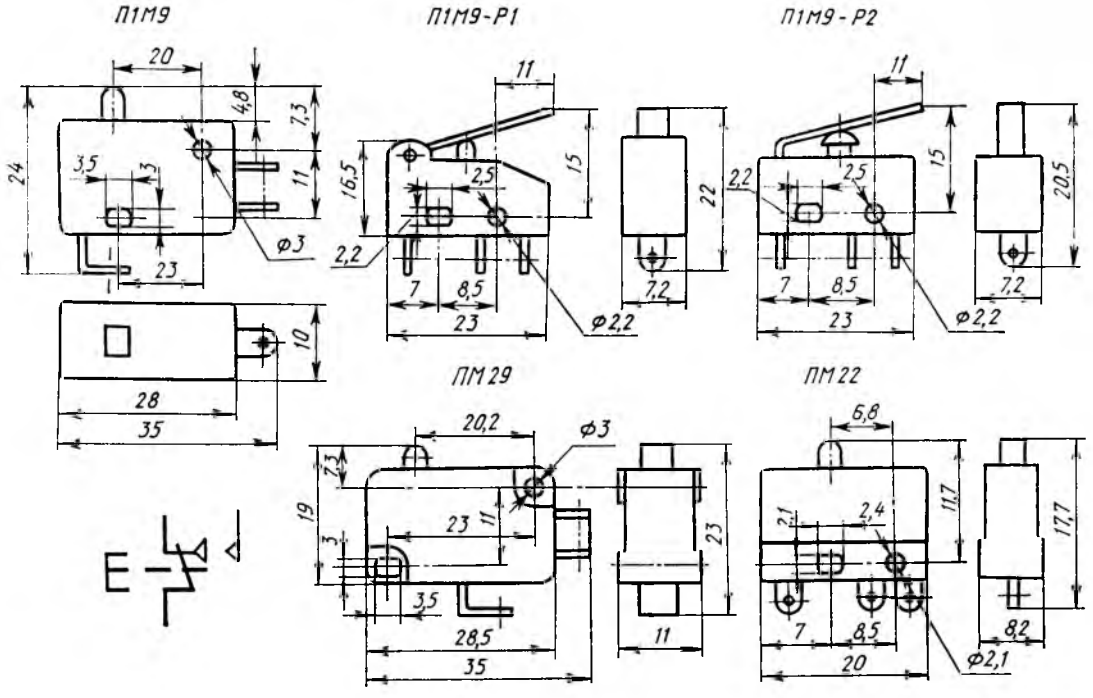
Технические характеристики выключателей путевых

Режим работы, электрические параметры	Количество коммутируемых цепей					
	1			2		
Переменный ток:						
рабочее напряжение, В	24; 40	110; 220	380	24; 40	110; 220	380
предельная сила тока, А	1,6	1,0	0,6	1,0	0,6	0,4
Постоянный ток						
рабочее напряжение, В	24; 27	110	220	24; 27	110	220
предельная сила тока, А	0,16	0,06	0,04	0,1	0,04	0,025

Примечания: 1. Время срабатывания 0,4 с.
2. Скорость движения упора 0,001...0,75 м/с.

Таблица 5.46

Технические характеристики микропереключателей



Параметр	Марка переключателя					
	П1М9-1	П1М9-2		П1М9-Р	ПМ22	ПМ29
Рабочее напряжение, В						
постоянный ток	36	36	250	30	36	36
переменный ток	127	127	250	—	250	250
Сила тока, А						
постоянный ток	2,5	5	0,23	0,5	4	2
переменный ток	1,0	1,0	0,5	—	6	4
Коммутируемая мощность, Вт						
постоянный ток	90	135	33	15	70	144
переменный ток	127	127	62	—	300	1500
Сопротивление контактов, Ом	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05
Усилие переключения, Н						
прямой ход	8,5	8,5	8,5	2,45	2,4	8,3
обратный ход	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5
Ход, мм						
рабочий	1,5...3,5	1,5...3,5	1,5...3,5	4...6	0,1...0,6	3,5
дополнительный	0,6	0,6	0,6	—	0,15	0,4
дифференциальный	1,2	1,2	1,2	—	0,15	1,2
Стойкость, тыс. переключений						
постоянный ток	100	50	500	50	100	200
переменный ток	100	1000	1000	—	25	50

Бесконтактный концевой выключатель У143.11 (ТУ 2.041.692—85) реагирует на металлический предмет, проходящий на расстоянии до 3 мм, время срабатывания 5 мс, не более.

Выключатель предназначен для коммутации цепей управления станков-автоматов, автоматических линий, роботов, может быть применен в приборах активного контроля, в контрольных автоматах. Условия эксплуатации: вибрации с ускорением до 30 м/с^2, удары частотой до 120 мин$^{-1}$, климатическое исполнение УХЛ4 по ГОСТ 15150—69, степень защиты IP65 по ГОСТ 14254—80.

Выключатели путевые бесконтактные типа ВПБ16 (ТУ 16.648.020—84) фотоэлектрические, реагируют на тень проходящего не прозрачного для инфракрасного излучения предмета, пересекающего луч света от источника, помещенного в корпус выключателя. Выключатели выпускаются 6 исполнений с двумя вариантами электрической схемы: с релейным выходом и независимым подключением исполнительного устройства — Р, с электронным выходом и подсоединением выключателя в систему питания исполнительного устройства — Э.

Цифры в обозначении указывают на максимальное расстояние воздействия: 4 м — 91 или 8 м — 98, после разделительного знака: условное обозначение тока нагрузки 1000 мА — 01 и исходного состояния выходной цепи: переключающий контакт релейного выхода — 0, логическая единица «1» относительно плюса питания — 1, логический нуль «Ø» относительно минуса питания — 2.

Выключатели предназначены для установки в линиях счета, упаковки, автоматического контроля и т. п. с исполнительным реле типа РЭ010. Климатическое исполнение выключателей — УХЛ4 по ГОСТ 15150—69, степень защиты — IP65 по ГОСТ 14254—80.

Параметры и размеры выключателей даны в табл. 5.47, 5.48.

Примеры обозначения

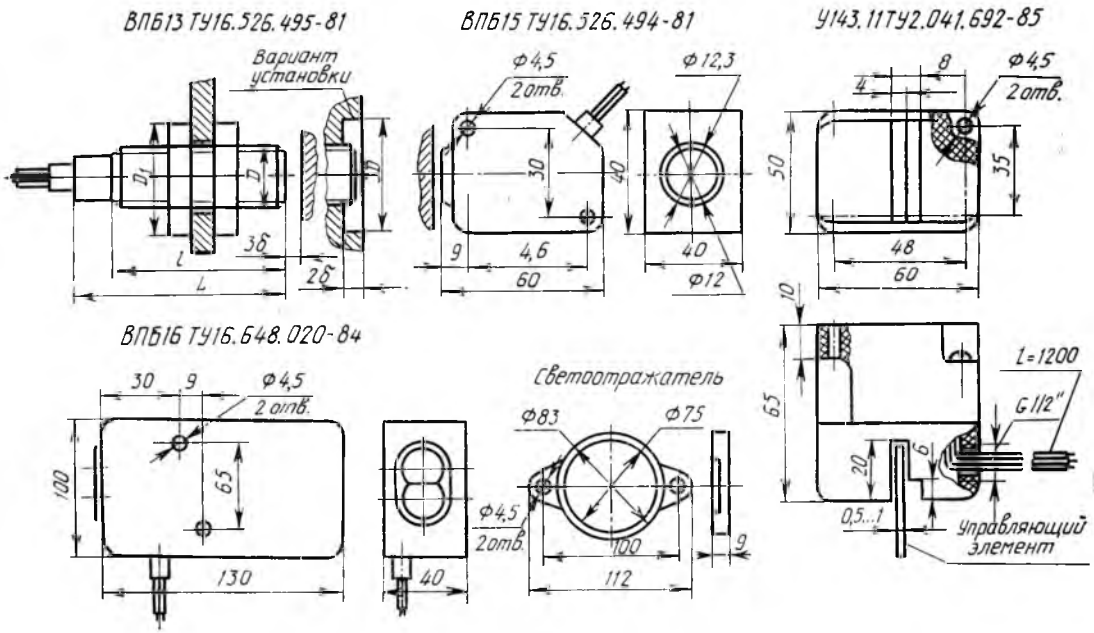
Выключатель ВПБ13-34-04802-УХЛ4 ТУ 16.526.495—81 — выключатель путевой бесконтактный (ВПБ), порядковый номер разработки 13, расстояние воздействия 6 мм (34), напряжение питания — 24 В (04), ток нагрузки — 10 мА (80), выходные цепи закрытого исполнения (2).

Выключатель концевой У143.11 ТУ 2.041.692—85 — выключатель бесконтактный концевой модели У143.11.

Выключатель ВПБ16Э91-04012-УХЛ4 ТУ 16.648.020—84 — выключатель путевой бесконтактный (ВПБ), порядковый номер разработки 16, с электронным выходом (Э), с расстоянием воздействия 4 м (91), с напряжением питания 24 В (04) и максимальным током нагрузки 1000 мА (01), с логическим нулем относительно минуса нагрузки (2).

Выпускаются также путевые выключатели бесконтактные многоэлементные ВПБ51 (ТУ 16.526.512—83) на 2...10 элементов, последовательно расположенных, ВБП17 (ТУ 16.648.004—84), фотоэлектрический и ряд других.

Размеры выключателей путевых бесконтактных



Марка выключателя	D, мм	D_1, мм	L, мм	Марка выключателя	D, мм	D_1, мм	L, мм
ВПБ13-31-0480Х	М16×1	26,5	80	ВПБ13-34-0491Х	М22×1	35	100
ВПБ13-31-0491Х	М16×1	26,5	100	ВПБ13-38-0480Х	М30×1,5	50,9	80
ВПБ13-34-0480Х	М22×1	35	80	ВПБ13-38-0491Х	М30×1,5	50,9	100

Таблица 5.48

Технические характеристики выключателей путевых бесконтактных

Параметр и размерность	Марка выключателя							
	ВПБ13-31	ВПБ13-34	ВПБ13-38	ВПБ15-32	У143.11	ВПБ16	ВПБ1801-112	ВПБ1801-108
Расстояние воздействия, мм	4	6	10	4*	3	8000	2	1
Основная погрешность, мм	0,025	0,050	0,100	0,005	0,100			
Дополнительная погрешность								
мм/°С		0,018			0,015			
мм/В		0,063						
суммарная, не более, мм		0,700		0,020			0,100	0,050
Дифференциал хода, мм		0,2			0,15	1...20	0,3	0,15
Время срабатывания, мс		6		5		10, 5*		
Частота переключений, Гц				500	1000	5, 100*	8000	10 000
Напряжение питания, В		24		15	12...27	24	24	
Ток нагрузки, максимальный, мА		10, 160**		50	180	100	100	

* Для варианта Э.
** Для исполнений 0491.

5.5. ПРОВОДА, ШНУРЫ И КАБЕЛИ

5.5.1. Общие нормы

Основные параметры жил токопроводящих кабелей, проводов и шнуров регламентированы ГОСТ 22483—77.

Стандарт устанавливает номинальные сечения жил, мм²: 0,03; 0,05; 0,08; 0,12; 0,20; 0,35; 0,50; 0,75; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5 ... и далее до 2000.

Жилы, предназначенные для стационарной прокладки, медные и алюминиевые делятся на классы 1 и 2, отличающиеся числом проволок в жиле (1 и не менее 7 соответственно). Жилы проводов, предназначенных для прокладки повышенной гибкости, медные — на классы 3...6, отличающиеся наибольшим допустимым диаметром проволоки в жиле (0,06...0,87 мм в зависимости от сечения жилы). С повышением класса гибкость жилы увеличивается.

Стандартом нормировано электрическое сопротивление постоянному току 1 км жилы при 20 °С. Например, для жил классов 1—2: 617,3 Ом/км — для медных жил сечением 0,03 мм² луженых; 9,01 Ом/км — для тех же жил сечением 2,0 мм²; 34,5 Ом/км — для алюминиевых жил сечением 1,0 мм² (для жил классов 3...6 сопротивление на 10...15 % выше).

Материалы электроизоляционные, их виды, компоненты, связующие нормированы ГОСТ 8865—87. По температуростойкости предусмотрены группы: А — до +105 °С, Е — до +120 °С, В — до +130 °С, F — до +155 °С, Н — до +180 °С и С — свыше +180 °С.

Нормы параметров изоляции и оболочек кабелей, проводов и шнуров регламентированы ГОСТ 23286—78.

В зависимости от номинального напряжения для резиновой (р) и пластмассовой (п) изоляции установлены категории: Ир-1, Ип-1 — до 200 В, Ир-3, Ип-3 — до 400 В, Ир-5, Ип-5 — до 1800 В для изделий в оболочке, Ир-2, Ип-2 — до 200 В, Ир-4, Ип-4 — до 400 В, Ир-6, Ип-6 — до 1800 В для изделий без оболочки (700 В, 1000 В и 6000 В постоянного тока соответственно).

В зависимости от условий эксплуатации предусмотрены категории Обр-1, Обп-1, Обр-2, Обп-2, Обр-3, Обп-3 (в порядке облегчения условий).

Толщина изоляции в зависимости от категории и номинального сечения жилы определены по ряду, мм: 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6... и далее до 6,0. Соответствующие им значения испытательного напряжения 6...50 кВ.

5.5.2. Провода и кабели монтажные

Провода монтажные с волокнистой изоляцией (ГОСТ 10349—75 Е) из проволоки медной — М, медной эмалированной — МЭ, однопроволочные (не обозначается) и многопроволочные гибкие — Г, в оплетке из капроновой нити (не обозначается) и из стекловолокна — С с одинарной (не обозначается) и двойной — Д обмотка-

Таблица 5.49

Наружный диаметр (мм) проводов монтажных с волокнистой изоляцией (ГОСТ 10349—75 Е)

МГШ

МГШД, МГШДЛ

МШДЛ, МЭШДЛ

МГШДО, МГШДОЛ

МГСЛ

МГСЛЭ

Сечение жилы, мм²	Марка провода							Сечение жилы, мм²	Марка провода					
	МГШ	МГШД	МГШДЛ	МШДЛ, МЭШДЛ	МГШДО, МГШДОЛ	МГСЛ	МГСЛЭ		МГШД	МГШДЛ	МШДЛ, МЭШДЛ	МГШДО, МГШДОЛ	МГСЛ	МГСЛЭ
0,03	0,5	—	—	—	—	—	—	0,50	1,3	—	1,4	1,6	1,9	2,5
0,05	0,6	0,7	0,8	—	1,0	—	—	0,75	—	—	1,6	1,8	2,1	2,7
0,08	0,7	0,8	0,9	—	1,1	—	—	1,0	—	2,0	—	1,9	2,3	2,9
0,12	0,8	0,9	1,0	1,0	1,2	—	—	1,5	—	—	—	2,3	2,6	3,2
0,20	—	1,0	1,3	1,1	1,3	1,6	2,2	2,5	—	—	—	2,7	—	—
0,35	—	1,2	1,5	1,3	1,5	1,8	2,4							

Примечание. Прочерк означает, что данный типоразмер стандартом не предусмотрен.

ми, с дополнительной оплеткой — О и подклеенной — ПО, лакированные — Л и экранированные — Э.

Выпускаются марки: МГШ на напряжение 24 В; МГШД — 60 В; МГШДО, МГШДОП, МГСЛ, МГСЛЭ — 127 В; МШДЛ, МЭШДЛ, МГШДЛ — 220 В. Сечения проводов 0,03...2,5 мм². Конструкции жил — провода МГШДЛ — класс 1, МГШ — класс 3, остальные — класс 4 по ГОСТ 22483—77. Температуростойкость — группа А по ГОСТ 8865—87 (рабочий диапазон от −60 °С до +105 °С).

Провода выпускаются следующих цветов: сплошной белый — Б, желтый или оранжевый — Ж, красный или розовый — К, синий или голубой — С, зеленый — З, коричневый — Кч, черный или фиолетовый — Ч; комбинированный на белом фоне, двухцветный — БЖ, БК, БС, БЗ, БКч, БЧ и трехцветный — БКЖ, БКС, БКЗ, БСЖ, БСЗ, БЗЖ, БЗКч, БЧС, БЧЗ.

Предназначены для стационарного и подвижного монтажа.

Конструкции и диаметры выпускаемых проводов даны в табл. 5.49.

Провода монтажные с пластмассовой изоляцией (ГОСТ 17515—72 Е) изготовляются из медных — М и медных луженых (не обозначается) проволок с изоляцией из поливинилхлоридного пластиката — В или из полиэтилена — П, без оболочки (не обозначается) или с оболочкой из капроновых нитей — К и (или) экранированные — Э.

Выпускаются провода марок НВМ, НВМЭ, НВ, НВК, НВЭ, НВКЭ, НП, НПК, НПЭ, НПКЭ (предусмотрено тропическое исполнение — Т), одно-, двух- и трехжильные, с номинальным сечением жил 0,08...2,5 мм² на номинальные напряжения 500 и 1000 В (700 и 1400 В постоянного тока соответственно) следующих классов по ГОСТ 22483—77:

класс 1 — НВ, НВК сечениями 0,08...1,0 мм², НП, НПК сечениями 0,75...1,5 мм², НВМ сечениями 0,08...2,5 мм²;

класс 3 — НВ, НВК сечениями 0,75...1,0 мм², НП, НПК, НПЭ, НПКЭ сечениями 0,75...1,5 мм², НВМ сечениями 0,75...2,5 мм²;

класс 4 — НВ, НВК сечениями 0,08...0,5 мм², НП, НПК сечениями 0,08...2,5 мм², НВЭ, НВКЭ, НВМЭ сечениями 0,12...0,5 мм², НПЭ, НПКЭ сечениями 0,12...2,5 мм²;

класс 5 — НВ, НВК, НП, НПК сечениями 0,35...0,75 мм².

Провода выпускаются белого или натурального цвета — Б и цветные желтые или оранжевые — Ж, красные или розовые — К, синие или голубые — С, зеленые — З, коричневые — Кч, черные или фиолетовые — Ч.

Предназначены для неподвижного и подвижного монтажа.

Диаметры выпускаемых проводов и классы жил даны в табл. 5.50, 5.51.

Провода с поливинилхлоридной изоляцией для электрических установок (ГОСТ 6323—79 Е) изготовляются с медными (не обозначается) или алюминиевыми — А жилами одно-, двух- и трех-

Таблица 5.50

Наружный диаметр (мм) проводов монтажных с пластмассовой изоляцией

Сечение жилы, мм²	Марка провода											
	НВ	НП*, НВМ	НВЭ	НВМЭ	НПЭ*	НПЭ*, НВЭ, НВМЭ		НВК	НПК*	НВКЭ	НПКЭ*	НВКЭ, НПКЭ*	
	Число жил												
	1					2	3	1				2	3
На напряжение 300 В													
0,08	1,2	1,2	—	—	—	—	—	1,5	1,5	—	—	—	—
0,12	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	3,2	3,4	1,6	1,6	2,1	2,1	3,8	4,1
0,20	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	3,6	3,8	1,8	1,8	2,3	2,3	4,2	4,5
0,35	1,6	1,6	2,2	2,2	2,2	3,8	4,1	1,9	1,9	2,5	2,5	4,4	4,7
0,50	1,8	1,8	2,3	2,3	2,3	4,2	4,5	2,1	2,1	2,7	2,7	4,8	5,1
0,75	2,1	2,1	2,7	2,7	2,7	4,8	5,1	2,3	2,3	2,9	2,9	5,2	5,6
1,0	2,2	2,2	2,8	2,8	2,8	5,0	5,3	2,4	2,4	3,0	3,0	5,4	5,8
1,5	—	2,5	—	—	3,1	—	—	—	2,8	—	3,4	—	—
2,5	—	3,2	—	—	3,8	—	—	—	3,4	—	4,0	—	—
На напряжение 1000 В													
0,08	1,4	1,4	—	—	—	—	—	1,7	—	—	—	—	—
0,12	1,5	1,5	2,0	2,0	—	3,6	3,8	1,8	—	2,3	—	4,2	4,5
0,20	1,7	1,7	2,2	2,2	—	4,0	4,3	1,9	—	2,4	—	4,4	4,7
0,35	1,8	1,8	2,4	2,4	—	4,2	4,5	2,1	—	2,7	—	4,8	5,1
0,50	2,0	2,0	2,5	2,5	—	4,6	4,9	2,2	—	2,8	—	5,0	5,3
0,75	2,3	2,3	2,9	2,9	—	5,2	5,6	2,5	—	3,1	—	5,6	6,0
1,0	2,4	2,4	3,0	3,0	—	5,4	5,8	2,6	—	3,2	—	5,8	6,2
1,5	—	2,7	—	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	—	3,3	—	3,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. Прочерк означает, что данный типоразмер стандартом не предусмотрен.

* Только на напряжение 500 В.

Таблица 5.51

Классы жил по ГОСТ 22483—77

Класс жилы	Марка провода	Сечение жилы, мм²	Марка провода	Сечение жилы, мм²	Марка провода	Сечение жилы, мм²
1	НВ, НВК	0,08...1,0	НВМ	0,08...2,5	НП, НПК	0,08...1,5
3		0,75...1,0		0,75...2,5		0,75...1,5
4		0,08...0,5		0,08...0,5		0,08...2,5
5		0,35; 0,75	НВМЭ	—		0,35; 0,75
3	НВЭ, НВКЭ	0,75...1,0		0,75...2,5	НПЭ, НПКЭ	0,75...1,5
4		0,12...0,5		0,12...0,5		0,12...2,5

жильные с разделительным основанием (мостиком между двумя жилами) — П.

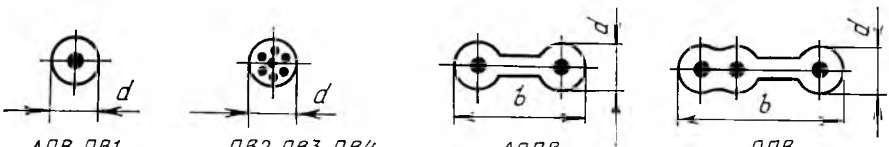
Выпускаются провода марок ПВ1, АПВ — однопроволочные, ПВ2 — гибкий, ПВ3 — повышенной гибкости, ПВ4 — особо гибкий, АППВ — двухжильный и ППВ — трехжильный. Номинальное сечение жилы 0,5...120 мм² на рабочие напряжения 380/660 В и 660/1100 В при частоте тока до 400 Гц (напряжения постоянного тока 500 и 1100 В соответственно).

Предназначены для монтажа вторичных электрических цепей, прокладки в трубах (ПВ, АПВ) и гибкого монтажа (ПВ2...ПВ4) при скрытой и открытой прокладке.

Конструкции и диаметры проводов некоторых типоразмеров даны в табл. 5.52.

Таблица 5.52

Наружный диаметр и ширина (мм) проводов с поливинилхлоридной изоляцией (ГОСТ 6323—79 Е)



АПВ, ПВ1 *ПВ2, ПВ3, ПВ4* *АППВ* *ППВ*

Сечение жилы, мм²	Марка провода				
	АПВ, ПВ1	ПВ3	ПВ4	АППВ	ППВ
0,50	2,4 (2,6)	2,6 (3,0)	2,6 (3,0)	—	—
0,75	2,6 (2,8)	2,8 (3,2)	2,8 (3,2)	2,6 × 6,4	2,6 × 10,2
1,0	2,8 (3,0)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	3,0 × 7,2	3,0 × 11,4
1,2	2,9 (3,1)	3,3 (3,5)	—	3,1 × 7,4	3,1 × 11,7
1,5	3,1 (3,3)	3,5 (3,7)	3,5 (3,7)	3,3 × 7,8	3,3 × 12,3
2,0	3,3 (3,7)	3,7 (4,3)	—	3,5 × 8,2	3,7 × 13,5
2,5	3,5 (3,9)	4,0 (4,6)	4,0 (4,6)	3,7 × 8,6	3,7 × 13,5

Примечание. Размеры даны для проводов под рабочее напряжение 380 В; в скобках — 660 В.

Провода с резиновой изоляцией для радиоустановок (ГОСТ 5783—79 Е) шнуры, с изоляцией из обычной (не обозначается) и морозостойкой — М резины, не экранированные (не обозначается) и экранированные — Э, предусмотрено тропическое исполнение — Т.

Выпускаются провода марок РПШ, РПШМ, РПШЭ, РПШМЭ с числом жил 1...14. Номинальные сечения жил 0,35...10 мм². Рабочее напряжение 380, 660, 3000 В при частоте до 400 Гц (напряжение постоянного тока 700, 1000, 6000 В соответственно). Жилы сечений 0,35 мм² и 0,5 мм² — 5 класса, остальные — 4 класса по ГОСТ 22483—77. Температурный режим эксплуатации от —40 °С до +60 °С (с морозостойкой резиной от —50 °С).

Конструкции и диаметры проводов некоторых типоразмеров даны в табл. 5.53.

Провода силовые с резиновой изоляцией (ГОСТ 26445—86) изготовляются с медными (не обозначается), с алюминиевыми — А жилами или с гибкой медной жилой — Г, с обычной резиновой изоляцией — Р, с изоляцией, обладающей защитными свойствами,— РИ, в негорючей резиновой оболочке — Н, с одинарной оплеткой из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом — ТО.

Выпускаются провода марок: ПРТО, АПРТО, ПРН, АПРН, ПРИ, АПРИ, ПРГН, АПРГН. Число жил в проводе 1...14, сечение жил 0,75...102 мм², диаметр проводов 3,7...46,4 мм.

Предназначены для неподвижной прокладки и монтажа электрооборудования.

Провода с резиновой изоляцией в металлической оплетке или оболочке (ГОСТ 1843—78 Е) изготовляются с медными (не обозначается) или алюминиевыми — А жилами, в резиновой оболочке — Р с оплеткой из стальной оцинкованной проволоки — П, в фальцованной алюминиевой — Ф или латунной — Фл оболочке, имеется тропическое исполнение — Т.

Выпускаются провода марок: ПРП, ПРРП, ПРФ, ПРФл, АПРФ. Число жил в проводе 1...14, номинальное сечение жилы 1...95 мм². Рабочий температурный диапазон эксплуатации от —40 °С до +50 °С.

Предназначены для стационарного монтажа.

Диаметры некоторых типоразмеров проводов даны в табл. 5.54.

Кабели монтажные многожильные с пластмассовой изоляцией (ГОСТ 10348—80 Е) изготовляются с медными жилами с изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика, не экранированные (не обозначается) или экранированные — Э.

Выпускаются кабели марок: МКШ, МКШЭ. Число жил в кабеле 2...14, сечение жилы 0,35...0,75 мм² на рабочее напряжение до 500 В при частоте тока до 400 Гц (750 В при постоянном токе).

Предназначены для фиксированного межприборного монтажа.

Диаметры некоторых типоразмеров кабеля даны в табл. 5.55.

Диаметры наружные (мм) проводов с резиновой изоляцией для радиоустановок (ГОСТ 5783—79 Е)

РПШ, РПШМ

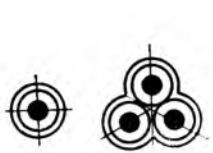
РПШЭ, РПШМЭ

Число жил и сечение, мм²	Марка провода		Число жил и сечение, мм²	Марка провода	
	РПШМ, РПШ	РПШМЭ, РПШЭ		РПШ, РПШМ	РПШЭ, РПШМЭ
1 × 0,35	—	6,4	1 × 0,75	—	5,6 (7,0)
2 × 0,35	7,1	8,3	2 × 0,75	8,2 (9,0)	9,4 (10,2)
3 × 0,35	7,4	8,6	3 × 0,75	8,6 (9,5)	9,8 (10,9)
4 × 0,35	7,9	9,1	4 × 0,75	9,4 (10,3)	10,6 (11,5)
5 × 0,35	8,5	9,7	5 × 0,75	10,2 (11,2)	11,4 (12,4)
6 × 0,35	9,1	10,3	6 × 0,75	11,0 (12,2)	12,2 (13,4)
7 × 0,35	9,1	10,3	7 × 0,75	11,0 (12,2)	12,2 (13,4)
8 × 0,35	9,6	10,8	8 × 0,75	11,9 (14,2)	13,1 (15,4)
10 × 0,35	11,0	12,2	10 × 0,75	14,8 (16,4)	16,0 (17,6)
12 × 0,35	11,3	12,5	12 × 0,75	15,3 (16,9)	16,5 (18,1)
14 × 0,35	11,8	13,0	14 × 0,75	16,0 (17,8)	17,2 (19,1)
1 × 0,50	—	6,5	1 × 1,0	—	6,7 (7,1)
2 × 0,50	7,5	8,7	2 × 1,0	8,5 (9,4)	9,7 (10,6)
3 × 0,50	7,8	9,0	3 × 1,0	8,9 (9,8)	10,1 (11,0)
4 × 0,50	8,4	9,6	4 × 1,0	9,7 (10,7)	10,9 (11,9)
5 × 0,50	9,0	10,2	5 × 1,0	10,5 (11,6)	11,7 (12,8)
6 × 0,50	9,6	10,8	6 × 1,0	11,4 (13,6)	12,6 (14,8)
7 × 0,50	9,6	10,8	7 × 1,0	11,4 (13,6)	12,6 (14,8)
8 × 0,50	10,3	11,5	8 × 1,0	12,3 (14,7)	13,5 (15,9)
10 × 0,50	11,8	13,0	10 × 1,0	15,4 (17,0)	16,6 (18,2)
12 × 0,50	12,1	13,3	12 × 1,0	16,8 (17,5)	17,8 (18,7)
14 × 0,50	12,6	13,8	14 × 1,0	16,6 (18,4)	17,8 (19,6)

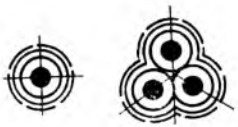
Примечание. Диаметры даны для проводов под рабочее напряжение 380 В, в скобках — 660 В.

Таблица 5.54

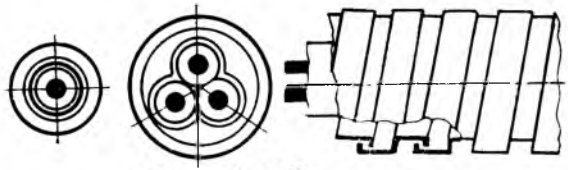
Наружные диаметры (мм) проводов с резиновой изоляцией в металлической оплетке или оболочке (ГОСТ 1843—78 Е)



ПРП



ПРРП

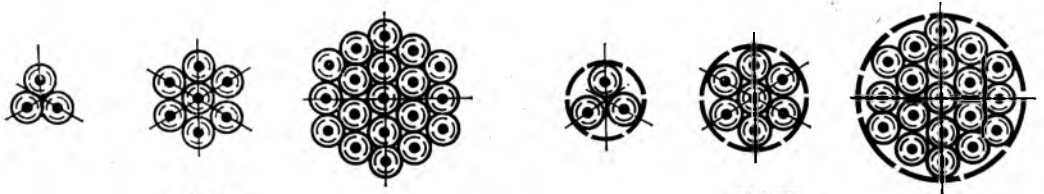


ПРФ, АПРФ, СРФ

Число жил и сечение, мм²	Марка провода				Число жил и сечение, мм²	Марка провода	
	ПРФ	ПРФл	ПРП	ПРРП		ПРП	ПРРП
1 × 1,0	4,3	4,2	5,8	7,6	4 × 1,0	10,5	12,8
2 × 1,0	7,5	7,4	9,1	11,5	5 × 1,0	11,4	13,8
2 × 1,0 + 1 × 1,0	7,9	7,8	—	—	6 × 1,0	12,4	14,8
3 × 1,0	7,9	7,8	9,6	12,0	7 × 1,0	12,4	14,8
3 × 1,0 + 1 × 1,0	8,7	8,6	—	—	8 × 1,0	13,4	16,4
1 × 1,5	4,6	4,5	6,1	7,9	10 × 1,0	15,7	18,7
2 × 1,5	7,9	7,8	9,7	12,1	14 × 1,0	17,0	20,0
2 × 1,5 + 1 × 1,0	8,5	8,3	10,2	12,6	19 × 1,0	19,0	22,4
3 × 1,5	8,5	8,4	10,2	12,6	24 × 1,0	23,3	25,7
3 × 1,5 + 1 × 1,0	9,3	9,2	11,2	13,6	30 × 1,0	23,6	27,6

Таблица 5.55

Наружные диаметры (мм) кабелей монтажных многожильных с пластмассовой изоляцией (ГОСТ 10348—80 Е)



МКШ МКШЭ

Число жил и сечение, мм²	Марка кабеля		Число жил и сечение, мм²	Марка кабеля	
	МКШ	МКШЭ		МКШ	МКШЭ
2 × 0,35	6,7	7,5	2 × 0,5	7,0	7,8
3 × 0,35	6,9	7,7	3 × 0,5	7,2	8,0
5 × 0,35	8,2	9,0	5 × 0,5	8,5	9,5
7 × 0,35	8,8	9,6	7 × 0,5	9,2	10,0
10 × 0,35	11,6	12,4	10 × 0,5	12,2	13,0
14 × 0,35	12,4	13,2	14 × 0,5	13,1	13,9
2 × 0,75	7,5	8,3	7 × 0,75	10,0	10,8
3 × 0,75	7,7	8,5	10 × 0,75	13,2	14,0
5 × 0,75	9,2	10,0	14 × 0,75	14,2	15,0

Примеры обозначения

Провод МГШДЛ 0,20 Кч ГОСТ 10349—75 Е — провод монтажный с волокнистой изоляцией, медный (М) многопроволочный гибкий шнур (ГШ) в двойной оплетке из капроновой нити (Д), лакированный (Л), номинальное сечение жилы 0,20 мм², коричневый (Кч).

Провод НВКЭ-Т 2×0,12-4-500 ГОСТ 17515—72 Е — провод монтажный наружного монтажа (Н), с пластмассовой изоляцией из поливинилхлоридного пластиката (В), с оболочкой из капроновых нитей (К), экранированный (Э), в тропическом исполнении (Т), двухжильный (2) с сечением жилы 0,12 мм², класс жилы 4, на рабочее напряжение 500 В.

Провод АППВ 2×1,2 380 ГОСТ 6323—79 Е — провод алюминиевый (А) с разделительным основанием (П), с поливинилхлоридной изоляцией для электрических установок (ПВ), двухжильный (2) с сечением жилы 1,2 мм², на рабочее напряжение 380/660 В.

Провод АПРТО 4×1,0 ГОСТ 26445—86 — провод силовой алюминиевый с резиновой изоляцией (Р), в оплетке из хлопчатобумажной ткани одинарной (ТО), четырехжильный (4) с сечением жилы 1,0 мм².

Провод ПРРП-Т 2×1,5+1×1,0 ГОСТ 1843—78 Е — провод с резиновой изоляцией (ПР), в резиновой оболочке (Р), в оплетке из стальной оцинкованной проволоки (П), в тропическом исполнении (Т), трехжильный: 2 жилы сечением 1,5 мм² и одна жила (заземляющая) сечением 1,0 мм².

Кабель МКШЭ 7×0,35 ГОСТ 10348—80 Е — кабель монтажный (М) с поливинилхлоридной изоляцией и оболочкой из капроновой нити шелковой (КШ), экранированный (Э), семижильный (7) с сечением жилы 0,35 мм².

5.5.3. Провода обмоточные

Провода обмоточные с эмалево-волокнистой, волокнистой, пластмассовой и пленочной изоляцией по общим техническим условиям ГОСТ 26606—85 классифицируются следующим образом.

По материалу проволоки: медная (без обозначения), медная никелированная — Мн, алюминиевая — А, манганиновая мягкая и твердая — ММ, МТ, константановая мягкая и твердая — КМ, КТ, нихромовая — НХ и др., наличие эмалевого покрытия проволоки — Э.

По конструктивному исполнению жилы: круглая, прямоугольная, полая.

По диаметру проволоки или меньшей стороне прямоугольника, мм: 0,050; 0,060; 0,063; 0,070; 0,071; 0,080; 0,090; 0,100; 0,112; 0,120; 0,125; 0,130...0,220 (через 0,010); 0,224; 0,236; 0,250; 0,265; 0,280; 0,300; 0,315; 0,320; 0,335; 0,350; 0,355; 0,360; 0,380; 0,400; 0,425; 0,450; 0,475; 0,500; 0,530; 0,550; 0,560; 0,600; 0,630; 0,650; 0,670; 0,700; 0,710; 0,750; 0,800; 0,850; 0,900; 0,950; 1,00... и далее до 8,00.

По виду изоляции: волокнистая хлопчатобумажная — Б, из натурального шелка — Ш, капроновая — К, полиэфирная (лавсановая) — Л, из трилобала — Ко, оксалона — ОД, аримида — Ар; стекловолокнистая — С, стеклополиэфирная — СЛ; бумажная — Б, пленочная фторопластовая — Ф, полиамидно-фторопластовая — И, фторопластовая и полиамидно-фторопластовая двойная — ФИ.

По числу обмоток: однослойная — О и двухслойная — Д.

По типу изоляции: нормальная (не обозначается), утоненная — Т, усиленная — У.

По виду пропитки: глифталевая, полиэфирная и т. п. — 130 °С, кремнийорганическая — 150 °С, 180 °С, из органосиликатных композиций — выше 180 °С.

По температуре эксплуатации (классы нагревостойкости): У — 90 °С, А — 105, Е — 120, В — 130, Г — 155, Н — 180, С — свыше 180 °С.

По отличительным особенностям: дополнительная поверхностная лакировка — Л, число элементарных проводников — 2, 3, 4... (в числителе дроби), толщина общей бумажной изоляции, мм — 0,10, 0,16, 0,20... (в знаменателе).

По номинальной толщине изоляции: 0,07...3,00 мм в зависимости от диаметра проволоки и вида изоляции.

По нормируемому пробивному напряжению: 150...12 000 В в зависимости от диаметра жилы и вида изоляции.

Провода медные, изолированные лаком ВЛ-931 (ГОСТ 7262—78), марок ПЭВ-2 с нормальной и ПЭВ-1 с уменьшенной толщиной изоляции изготовляются из проволоки диаметром 0,020...2,5 мм, диаметр провода 0,025...2,63 мм, пробивное напряжение 100...2400 В.

Провода обмоточные высокочастотные (ГОСТ 16186—74) изготовляются из медных изолированных лаками проволок. Выпускаются марок: ЛЭЛ, ЛЭШО, ЛЭШД, ЛЭЛО, ЛЭЛД — нагревостойкость класса А, ЛЭП, ЛЭПКО — лак на полиуретановой основе, класс Е, ЛЭТЛО — лак на полиэфирной основе, лавсановая обмотка, класс В, ЛЭНП — жила прямоугольной формы, лак на полиэфимиридной основе, класс Г.

Диаметр проволоки 0,063...0,200 мм, число проволок в жиле 3...300 (до 1075 — ЛЭТЛО), сечение жилы 0,0093...4,25 мм^2 (ЛЭТЛО — до 56 мм^2), диаметр провода соответственно 0,17... 4,0 мм (ЛЭТЛО — до 8,5 мм). Сечения жилы провода марки ЛЭНП 11...56 мм^2, размеры от 4,1×4,7 до 7,2×12,9 мм.

Стандарт нормирует электросопротивление провода 2,07... 0,00464 Ом/м, предельные частоты тока установлены 4, 10 и 22 кГц.

Провода алюминиевые круглого сечения, изолированные высокопрочной эмалью (ГОСТ 14966—78), марок ПЭВА и ПЭВАт изготовляются из алюминиевой проволоки диаметром 0,08...0,80 мм неотожженной твердой — т и диаметром 0,50...2,5 мм отожженной, диаметр провода 0,105...2,610 мм, пробивное напряжение 500... 3200 В.

Провода медные обмоточные со стекловолокнистой изоляцией (ГОСТ 7019—80 Е) марок ПСД, ПСД-Л, ПСДК, ПСДК-Л изготовляются из проволоки диаметром 0,5...2,5 мм; марок ПСДТ, ПСДТ-Л, ПСДТК, ПСДТК-Л диаметром 0,48....5,2 мм, диаметры провода 0,74...5,52 мм. Провода прямоугольного сечения изготовляются из ленты размерами от 0,9×2,12 до 5,6×12,5 мм, получаемые размеры провода от 1,18×2,39 до 5,9×12,81 мм. Стандартизованы также другие конструкции проводов (всего около 50 марок).

Технические требования к проводам — по ГОСТ 26606—85.

Провода обмоточные константановые и манганиновые (ГОСТ 26615—85) изготовляются из проволоки константановой по ГОСТ

Таблица 5.56

Наружный диаметр (мм) проводов из сплавов сопротивления (ГОСТ 26615—85)

Диаметр проволоки	Группа толщин изоляции		Пробивное напряжение, В	Диаметр проволоки	Группа толщин изоляции		Пробивное напряжение, В	Диаметр проволоки	Группа толщин изоляции		Пробивное напряжение, В
	2	1			2	1			2	1	
0,020**	0,045	0,040	200	0,15	0,20	0,18	350, 400*	0,45****	0,51	0,49	400, 450*
0,025**	0,050	0,045	200	0,16	0,21	0,19	350, 400*	0,50	0,56	0,55	400, 450*
0,030	0,060	0,050	200	0,18	0,23	0,21	350, 400*	0,55	0,61	0,60	450, 500*
0,040	0,070	0,065	200	0,20	0,25	0,23	350, 400*	0,56**	0,62	0,61	450, 500*
0,050	0,085	0,075	200, 250*	0,22	0,27	0,25	350, 400*	0,60	0,66	0,65	450, 500*
0,060	0,095	0,085	200, 250*	0,25	0,31	0,29	400, 450*	0,63**	0,70	0,68	450, 500*
0,070	0,105	0,095	300, 350*	0,30	0,36	0,34	400, 450*	0,65	0,72	0,70	450, 500*
0,080	0,115	0,105	300, 350*	0,34***	0,40	0,38	400, 450*	0,70	0,77	0,75	450, 500*
0,090	0,130	0,115	300, 350*	0,35****	0,41	0,39	400, 450*	0,75	0,83	0,81	450, 500*
0,100	0,140	0,125	350, 400*	0,36**	0,45	0,40	400, 450*	0,80	0,87	0,86	450, 500*
0,120	0,160	0,145	350, 400*	0,40	0,46	0,44	400, 450*	...			

* Пробивное напряжение для 2 группы толщин изоляции.
** Кроме константановых.
*** Только для нихромовых.
**** Диаметр 0,35 мм, диаметры 0,45 мм и выше — кроме нихромовых.

5307—77 и манганиновой марки МНМц3-12 по ГОСТ 10155—75, покрытой эмаль-лаком на масляной или поливинилацетатной, полиэфирной основах. Выпускаются марок: ПЭКМ, ПЭКТ, ПЭШОКМ, ПЭШОКТ, ПЭММ, ПЭМТ, ПЭШОММ, ПЭШОМТ, ПЭШДКМ, ПЭШДКТ (обозначения марок — по ГОСТ 26606—85).

Диаметры проволоки 0,03...1,00 мм.

Стандарт нормирует пробивное напряжение — от 110 В (для проволок диаметром до 0,04 мм) до 400 В (диаметром свыше 0,65 мм). Нагревостойкость — класс А (до 105 °С).

Провода из сплавов сопротивления, круглые, изолированные высокопрочной эмалью (ГОСТ 26615—85) изготовляются из проволоки константановой по ГОСТ 5307—77, манганиновой марок МНМц3-12 и МНМцАЖ3-12-0,3-0,3 по ГОСТ 10155—75, нихромовой марки Х20Н80-ВИ по ГОСТ 8803—77, покрытой лаком ВЛ-931 и ВЛ-941 по ГОСТ 10462—81 и ГОСТ 10760—76 нормальный — 2 и уменьшенной — 1 толщины.

Выпускаются марок: ПЭВКТ-1, ПЭВКТ-2, ПЭВКМ-1 ПЭВКМ-2, ПЭВМТ-1, ПЭВМТ-2, ПЭВММ-1, ПЭВММ-2, ПЭВНХ-1 ПЭВНХ-2 (обозначения — по ГОСТ 26606—85).

Диаметры проволоки 0,020...0,80 мм. Стандарт нормирует пробивное напряжение — от 200 В (при диаметрах до 0,040 мм, с уменьшенной толщиной изоляции) до 500 В (при диаметрах свыше 0,55 мм, с нормальной толщиной изоляции). Нагревостойкость — класс А.

Диаметры проводов некоторых типоразмеров даны в табл. 5.56.

Примеры обозначения

Провод ПЭВ-1-0,32 ГОСТ 7262—78 — провод обмоточный медный, изолированный лаком ВЛ-931, с уменьшенной толщиной изоляции, диаметр жилы 0,32 мм.

Провод ЛЭЛД 10×0,71 ГОСТ 16186—74 — провод обмоточный высокочастотный, изолированный лакоэмалью (ЛЭ), с лавсановой (Л) двухслойной (Д) обмоткой, жила из 10 проволок диаметром 0,071 мм.

Провод ПЭВАт 0,200 ГОСТ 14966—78 — провод обмоточный изолированный высокопрочной эмалью (ЭВ), из алюминиевой твердой неотожженной проволоки (Ат) диаметром 0,200 мм.

Провод ПСДТК-Л 1,80×3,15 ГОСТ 7019—80 Е провод обмоточный медный, изолированный стекловолокном (С), двумя слоями (Д), с утоненной изоляцией (Т), с кремнийорганической пропиткой (К) и дополнительным покрытием лаком (Л), жилы прямоугольного сечения размером 1,80×3,15 мм.

Провод ПЭВКМ-1-0,25 ГОСТ 26615—85 — провод обмоточный, покрытый высокопрочной эмалью (ЭВ), константановый мягкий (КМ) с утоненной изоляцией (1), диаметр жилы 0,25 мм.

5.5.4. Шнуры

Шнуры силовые по техническим условиям ГОСТ 26413.0—85 Е предназначены для присоединения бытовых, нагревательных, осветительных приборов, радио- и телеаппаратуры, изделий медтехники и т. п. к сетям напряжением до 380 В переменного или 1000 В постоянного тока.

Шнуры — Ш — подразделяются на:

шнуры нормальной (класса 5), повышенной (класса 6) и высокой (выше класса 6) гибкости;

шнуры с изоляцией поливинилхлоридной — В, полиуретановой — У, резиновой — Р, не распространяющей горение — Н, теплостойкой — Т, маслобензостойкой — М;

круглые (не обозначается), плоские — П, спиральные — С, плоскоспиральные — ПС;

шнуры в защитной оболочке (не обозначается), в оплетке нитями — О, в усиленной защитной оболочке — У, с декоративной поверхностью — Д;

армированные опрессованной штепсельной вилкой — ВП, штепсельной вилкой и удлиненной розеткой — УП и др.

Номинальные сечения жил установлены по ряду, мм^2: 0,08; 0,12, 0,20; 0,25; 0,35; 0,56; 0,75; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 4,0. Номинальные токи, пропускаемые шнуром, установлены по ряду, А: 0,2; 1,0; 2,5; 6; 10; 16; 25.

Цвет жил шнура: трехжильного — желто-зеленый, голубой, коричневый; четырехжильного — то же и черный; без жилы заземления — голубой, черный, коричневый.

Климатические исполнения — У, УХЛ, Т, ТС по ГОСТ 15150—69.

Стойкость к изгибам армированных шнуров 10 000 и 20 000 изгибов, срок службы 1...15 лет.

Структура условного обозначения:

000	0×0=	0=	0=	0=	0	000
1	2	3	4	5	6	7

где 1 — марка шнура; 2 — число жил и сечение, мм^2; 3 — номинальное напряжение, В; 4 — модификация арматуры; 5 — номинальный ток, А; 6 — длина отрезка, мм; 7 — обозначение НТД на изделие.

Провода и шнуры соединительные (ГОСТ 7399—80 Е) с медными жилами, с пластмассовой или резиновой изоляцией выпускаются марок: ШВП — шнур с двумя параллельными жилами, с поливинилхлоридной изоляцией, слаботочный, на напряжение до 380 В, повышенной гибкости; ШВП-2 — то же гибкий; ШВВП — то же, с оболочкой, двух- и трехжильный, гибкий; ШВЛ — то же, со скрученными жилами; ПВС — то же, подвесной, грузонесущий; ШРО — шнур со скрученными жилами с резиновой изоляцией, в оплетке из текстильных нитей; ПРС — то же, без оплетки.

Число жил шнуров 2...4, сечение жилы 0,35...4,0 мм^2.

Класс защиты шнуров двухжильных — II; с тремя и более жилами, с жилой заземления — I по ГОСТ 12.2.007.0—75.

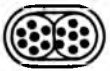
Цвет шнуров: ШВП, ШВП-2, ШВЛ, ШВВП, ПВС — белый, голубой, желтый, зеленый, коричневый, красный серый, синий, черный (ШВП, ШВП-2 также «слоновая кость»); ПРС — красный, серый, черный; ШРО — двухцветная оплетка: бело-черный, бело-коричневый, бело-синий и коричневый.

Конструкции и размеры шнуров даны в табл. 5.57.

Таблица 5.57

Наибольший диаметр и ширина (мм) шнуров соединительных

ШВП, ШВП-2



ШВВП

ШВЛ, ПВС, ПРП

ШРО

Число жил и сечение, мм²	Марка шнура					Число жил и сечение, мм²	Марка шнура		
	ШВП, ШВП-2	ШВЛ	ПВС	ПРС	ШРО		ПВС	ПРС	ШРО
2 × 0,35*	2,5 × 5,0	—	—	—	—	2 × 1,5	9,0	10,5	8,1
2 × 0,50	3,0 × 6,0	6,0	—	—	6,3	3 × 1,5	9,8	11,2	8,7
3 × 0,50	—	6,2	—	—	6,6	4 × 1,5	9,4	10,0	—
2 × 0,75	—	6,4	7,7	8,5	6,9	5 × 1,5	12,0	—	—
3 × 0,75	—	6,8	8,0	8,8	7,3	2 × 2,5	11,0	12,5	—
4 × 0,75	—	—	8,6	9,6	—	3 × 2,5	12,0	13,0	—
5 × 0,75	—	—	9,6	—	—	4 × 2,5	13,0	14,0	—
2 × 1,0	—	—	8,0	8,8	7,1	5 × 2,5	14,0	—	—
3 × 1,0	—	—	8,4	9,2	7,5	2 × 4,0	—	14,0	—
4 × 1,0	—	—	9,4	10,0	—	3 × 4,0	—	14,5	—
5 × 1,0	—	—	10,0	—	—	4 × 4,0	—	16,5	—

* Только марки ШВП-2.

Шнуры особогибкие (ГОСТ 13635—78) выпускаются марки ШОГ двухжильные с жилами из медных проволок с изоляцией из поливинилхлоридного пластиката, на напряжение сети 220 В, марки ШОГ-С — спиральный. Сечения жил, мм²: 0,10; 0,20; 0,35; размеры шнура, мм: 3,0×6,0; 2,4×4,8; 3,2×6,4 мм; предельные токовые нагрузки, А: 0,26, 0,50, 0,75.

Предусмотрено тропическое исполнение — Т.

Провод и шнур высокочастотные (ГОСТ 17255—71) изготовляются из медных проволок, двухжильные, с изоляцией из полиэтилена в полиэтиленовой трубке с медным проволочным экраном.

Выпускаются марок: ПВЧС — провод сечением 0,12 мм², с оболочкой из полиэтилена наружный диаметр 5,5 мм; ШВЧИ — шнур измерительный сечением 0,14 мм², с оболочкой из поливинилхлоридного пластиката, наружный диаметр 6,5 мм.

Предназначены для монтажа и подсоединения в аппаратуре связи.

5.5.5. Провода и шнуры армированные

Провода и шнуры соединительные армированные (ОСТ 16.0.505.006—77) армированы двухполюсными штепсельными вилками. Выпускаются двух- и трехжильные с сечением жилы 0,35... 1,5 мм, для подсоединения приборов классов защиты 0,01 и II (по ГОСТ 12.2.007.0—75) к сети напряжением 220 В на номинальные токи 1...16 А.

Типы шнуров и проводов— ШВП, ШВВП, ШТР, ШРО, ПВС, ПРС. Длительно допустимая температура для шнуров с резиновой изоляцией +65 °С, с поливинилхлоридной +70, с кремнийорганический теплостойкой до +120 °С. Стойкость шнуров к деформациям до 10 тыс. изгибов, срок службы 4...15 лет.

Выпускаются длиной: 1,7; 2,2; 3,7; 4,2; 6,2 и 10 м.

Марки шнуров и модификации применяемых вилок даны в табл. 5.58.

Пример обозначения

Провод ПВС-ВП 2×1,0-26-10-2,2 ОСТ 16.0.505.006—77 — провод с поливинилхлоридной сополимерной изоляцией (ПВС), армированный вилкой (ВП), двухжильный, сечение жилы 1,0 мм² (2×1,0), модификация вилки — 26, на 10 А, длина провода 2,2 м.

Шнуры армированные (ТУ 16-705.322—84) армированы с обоих концов неразборными двухполюсными вилками и приборными розетками (6 модификаций). Предназначены для подсоединения электротехнических изделий бытового применения и приборов классов защиты 0...II по ГОСТ 12.2.007.0—75 к сети напряжением до 250 В.

Климатическое исполнение — У4 по ГОСТ 15150—69, температурный режим работы от −15 °С до +40 °С, предельные темпера-

Шнуры и провода соединительные армированные

Марка шнура (провода)	Количество и сечение жил	Класс защиты	Номинальный ток, А	Модификация вилки
ШВП-1	2×0,35	0,01	1,0	01; 02
ШВП-2	1×0,5	0,01	2,5	01; 02; 03
ШВП-2	2×0,75	0,01	6,0	01; 02; 03
ШВП-2	2×0,35	II	1,0	10; 12; 25
ШВП-2	2×0,5	II	2,5	10; 12; 25
ШВП-2	2×0,75	II	6,0	26
ШВП-3, ШВП-4	2×0,75	0,01; II	6,0	01; 02; 16; 26
ШВВП	2×0,5	0,01	2,5	01; 02; 05
ШВВП	2×0,75	0,01	6,0	01; 02; 05
ШВВП	2×1,0	0,01	10	01; 05
ШВВП	2×0,5	II	2,5	10; 12; 13; 25
ШВВП	2×0,75	II	6,0	16; 18; 24; 26
ШВВП	2×1,0	II	10	16; 18; 24; 26
ПВС	2×0,75	0,01	6	03; 04; 05
ПВС	2×1,0	0,01	10	03; 04; 05
ПВС	2×1,5	0,01	16	03; 04; 05
ПВС	2×0,75	II	6,0	16; 18; 26
ПВС	2×1,0	II	10	16; 18; 26
ПВС	2×1,5	II	16	16; 18; 26
ПРС	2×0,75	0,01	6,0	03; 04; 05; 06
ПРС	2×1,0	0,01	10	03; 04; 05; 06
ПРС	2×1,5	0,01	16	03; 04; 05; 06
ПРС	2×0,75	II	6,0	16; 18; 24; 26
ПРС	2×1,0	II	10	16; 18; 24; 26
ПРС	2×1,5	II	16	16; 18
ШТР	2 × 0,75	0,01	6,0	03; 04; 05
ШТР	2×10	0,01	10	03; 04; 05
ШТР	2×1,5	0,01	16	03; 04; 05
ШТР	2×0,75	II	6,0	05; 18; 26
ШТР	2×1,0	II	10	05; 18; 26
ШТР	2×1,5	II	16	05; 18; 26
ШРО	2×0,75	0,01	6,0	03; 04; 05
ШРО	2×1,0	0,01	10	03; 04; 05
ШРО	2×0,75	II	6,0	16; 18; 24; 26
ШРО	2×1,0	II	10	16; 18; 24; 26
ШРО-1	2×0,75	II	6,0	03; 04; 05; 16; 24; 26
ПВС	2×0,75	0,01	6,0	03; 04; 05
ПВС	2×1,0	0,01	10	03; 04; 05
ПВС	2×1,5	0,01	16	03; 04; 05
ПВС	2×1,5	II	6,0	16; 18; 26
ПВС	2×1,0	II	10	16; 18; 26
ПВС	2×1,5	II	16	16; 18; 26
ШВВП	3×0,5	Не оговорен	2,5	72; 73
ШВВП	3×0,75	То же	6,0	73; 78
ШРО	3×0,75	»	6,0	72; 73
ШРО	3×1,0	»	10	73; 78
ПВС	3×0,75	»	6,0	72; 73
ПВС	3×1,0	»	10	73; 74; 75
ПВС	3×1,5	»	16	78; 79
ПРС	3×0,75	»	6,0	72; 73
ПРС	3×1,0	»	10	73; 74; 75
ПРС	3×1,5	»	16	72; 78; 79

Таблица 5.59

Шнуры, армированные двухполюсной вилкой и приборной розеткой

Марка шнура (провода)	Количество и сечение жил	Класс защиты	Номинальный ток, А	Модификация розетки и вилки	Марка шнура (провода)	Количество и сечение жил	Класс защиты	Номинальный ток, А	Модификация розетки и вилки
ПРС	2 × 0,75	0	6	1200, 18	ШВВП	3 × 0,5	I	2,5	1900, 78
ПРС	2 × 1,0	0	10	1200, 18	ШВВП	3 × 0,75	I	10	2000, 78
ШРО	2 × 0,75	I	10	1200, 18	ПВС	3 × 0,5	I	2,5	1900, 78
ШРО	2 × 1,0	I	10	1200, 18	ПВС	3 × 0,75	I	10	2000, 78
ШВП-2	2 × 0,5	II	2,5	1500, 18	ПВС	3 × 1,0	I	10	2000, 78
ШВП-2	2 × 0,75	II	6	1600, 18	ПРС	3 × 0,75	0	10	2200, 78
ШВВП	2 × 0,5	II	2,5	1500, 18	ПРС	3 × 1,0	0	10	2200, 78
ШВВП	2 × 0,75	II	6	1600, 18	ШРО	3 × 0,75	I	10	2200, 78
ПВС	2 × 0,75	II	6	1600, 18	ШРО	3 × 1,0	I	10	2200, 78

туры нагрева для «холодных» условий эксплуатации до 65 °С, «горячих» — до 120 °С (определяются маркой шнура).

Выпускаются длиной 1,5 и 2 м.

Марки шнуров (проводов) и модификации армирующих вилок и розеток даны в табл. 5.59.

Конструктивные формы вилок 16 и 78 по ОСТ 16.0.505.006—77, формы розеток — по ОСТ 16.0.801.297—85.

Пример обозначения

Шнур ШРО-АП 2×0,75-1218-2,0 ТУ 16.705.322—84 — шнур с резиновой изоляцией в оплетке (ШРО), армированный (АП), двухжильный, сечение жилы — 0,75 мм² (2×0,75), модификация розетки — 1200, вилки — 18 (1218), длина — 2 м.

5.5.6. Кабели соединительные

Кабели управления по общим техническим условиям ГОСТ 18404.0—78, многожильные, для передачи электрических сигналов малой мощности током переменным и импульсным напряжением до 1000 В или постоянным током напряжением до 1400 В классифицируются по следующим признакам:

по номинальному напряжению: 100, 200, 500 и 1000 В переменного тока (150, 350, 700 и 1400 В постоянного тока);

по теплостойкости: нормальной теплостойкости — до 100 °С и повышенной — свыше 100 °С;

по конструктивному исполнению: однородные, состоящие из жил одного сечения, неоднородные — из жил различных сечений, без экрана, с одинарным или двойным экраном, в панцирной оплетке;

по материалу изоляции: резиновая — Р, из кремнийорганических резин — С, повышенной теплостойкости — ФС, полиэтиленовая — П, из поливинилхлоридного пластиката — В, капроновая — К, из полиэтилена и капрона — ПК, фторопластовая — Ф, лавсановая — Л, из фенилона — ФН.

Число жил кабеля установлено по ряду: 3, 4, 7, 14, 19, 27, 30, 37, 52, 61, 91, 108 для жил сечением 0,12; 0,20; 0,35; 0,50 мм², до 61 — сечением 0,75 и 1,0 мм; до 37 — сечением 1,5 и 2,5 мм.

Стандарт нормирует электрическое сопротивление изоляции, нормы стойкости, надежности и др.

Кабели управления с фторопластовой изоляцией (ГОСТ 18404.1—73) в усиленной резиновой оболочке выпускаются марок КУДФРУ — со всеми или с частью экранированных жил, КУДФЭРУ — с общим экраном.

Число жил кабеля марки КУДФРУ для жил сечением 0,20; 0,35; 1,5 мм² экранированных — 3, 7, 19, 27, 37, 52; при сечении 0,35 мм² — 3 и 7, при сечении 1,0 мм² — 61 экранированная жила. Число жил кабеля марки КУДФЭРУ для жил сечением 0,20; 0,35 мм² экранированных — 3, 7, 19, 27, 37, 52.

Диаметр кабеля от 8,5 мм (кабель 3×0,20) до 28,8 мм (кабель 52×1,5).

Кабели управления с полиэтиленовой изоляцией (ГОСТ 18404.2—73) в резиновой оболочке выпускаются марок: с панцирной оплеткой КУПР-ПН — оплетка из нержавеющей стали, КУПР-П — из оцинкованной стали, КУПР-Пм — из луженых медных проволок, без оплетки — КУПР.

Число жил в кабеле по ряду, установленному ГОСТ 18404.0—78, при сечениях 0,35 и 0,5 мм²: неэкранированных — 4...108, экранированных — 4...32; при сечениях 0,75, 1,0 и 1,5 мм²: неэкранированных — 4...37, экранированных — 4...19.

Диаметры кабеля от 8,5 мм (кабель 4×0,35) до 25,7 мм (кабель 37×1,5).

Кабели управления с полиэтиленовой изоляцией в оболочке из поливинилхлоридного пластиката (ГОСТ 18404.3—73) выпускаются марок: с панцирной оплеткой КУПВ-ПН — оплетка из нержавеющей стали, КУПВ-П — из оцинкованной стали, КУПВ-Пм — из луженых медных проволок, без оплетки — КУПВ.

Число жил в кабеле при сечении 0,35 и 0,50 мм²: экранированных 7...108, неэкранированных — 7...52 по ряду, установленному ГОСТ 184040—78.

Диаметры кабеля от 8,7 мм (кабель 7×0,35) до 25,0 (кабель 108×0,50).

Примеры обозначения

Кабель КУДФРУ 27/11э×0,20-250 ГОСТ 18404.1—73 — кабель управления (КУ) с двойной (Д) фторопластовой изоляцией (Ф), в резиновой усиленной оболочке (РУ), с числом жил 27, из них 11 экранированных (э), сечение жилы 0,20 мм², на рабочее напряжение 250 В.

Кабель КУПВ-Пм 19э×0,35-500 ГОСТ 18404.3—73 — кабель управления (КУ) с полиэтиленовой изоляцией (П) в оболочке из поливинилхлоридного пластиката (В), в оплетке из медной луженой проволоки (Пм), с числом жил 19, все экранированные (э), сечением 0,35 мм² на рабочее напряжение 500 В.

Стандартизованы также кабели радиочастотные (ГОСТ 11326.0—78), малогабаритные с пластмассовой изоляцией и оболочкой, телефонные (ГОСТ 26639—85) и другие.

5.6. СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Наконечники кабельные изготовляются в соответствии с общими техническими условиями ГОСТ 23981—80 Е для проводов и кабельных жил медных сечением 0,35...300 мм² и алюминиевых — 1... 2000 мм². Стандарт устанавливает классификацию наконечников по конструкции, способу изготовления, материалу, покрытию и другим признакам, а также структуру обозначений наконечников.

Наконечники кабельные стандартизованы двух видов:

закрепляемые на жиле кабеля (провода) с закрытым хвостовиком глухие (ГОСТ 22002.1—82), глухие отогнутые (ГОСТ 22002.2—76), вилочные (ГОСТ 22002.3—76), крючкообразные правые — П н

левые — Л (ГОСТ 22002.4—76), штифтовые короткие — К и длинные — Д (ГОСТ 22002.5—76);

закрепляемые на изоляции кабеля провода с прямой — Н и скошенной изоляционной частью хвостовика — Х, глухие с зажимной частью скругленной формы — В, прямоугольной формы — У (ГОСТ 22002.7—76), вилочные (ГОСТ 22002.9—76), крючкообразные правые — П и левые — Л (ГОСТ 22002.11—76) и ряда других конструкций.

Наконечники изготовляются толщиной 0,5 мм и 1,0 мм из меди — М или латуни — ЛТ с покрытиями О6—1, О9—2, Н3О6—5, Н3О9—6, Ср6—17, Ср9—18 и др.

Некоторые конструкции наконечников и их размеры даны в табл. 5.60.

Пример обозначения

Наконечник П 0,5-3-ЛХ-ЛТ-2 ГОСТ 22002.11—76 — наконечник крючковый правый (П), толщина 0,5 мм (0,5), диаметр жилы 3 мм (3), присоединение пайкой без опрессовки (ЛХ), латунный (ЛТ), луженый, покрытие О9 (2), конструкция по ГОСТ 22002.11—76.

Соединители плоские втычные (ГОСТ 25671—83): вилки, розетки, гибриды — выпускаются ряда конструкций и предназначены для контактного соединения жил проводов, шнуров, кабелей сечением 0,35...10 мм² между собой и их подсоединения к электротехническим изделиям.

Зажимы контактные винтовые (ГОСТ 25034—85) стандартизованы условных размеров 0...7 для номинальных сечений проводников 0,35...25 мм² (диаметр 1,41...6,83 мм).

Стандарт устанавливает классификацию и примерные схемы зажимов: торцевых, с крепежной головкой, с прижимной планкой, для кабельных наконечников, колпачковых. Регламентирует минимальные расстояния между элементами зажимов и другие размеры.

Зажимы контактные безвинтовые (ГОСТ 25030—81) с помощью конусов, эксцентриков, клиньев и т. п. стандартизованы условных размеров 00, 0, 1...6 для номинальных сечений проводников 0,20...16 мм² (диаметр проводника 1,18...5,46 мм).

Гнезда и штепсели однополюсные (ГОСТ 24733—81) изготовляются с диаметром рабочей поверхности контакта 1,6 и 4,0 мм типов Г1,6 и Г4,0 (гнезда), Ш1,6 и Ш4,0 (штепсели) белого — Б, зеленого — З, красного — К и синего — С цвета. Рабочее напряжение при диаметре 1,6 мм до 150 В, ток до 2,5 А; при диаметре 4,0 мм до 350 В и 6,3 А; минимальные воспринимаемые напряжения и токи — 0,1 В, 0,001 А и 1,0 В, 0,1 А соответственно.

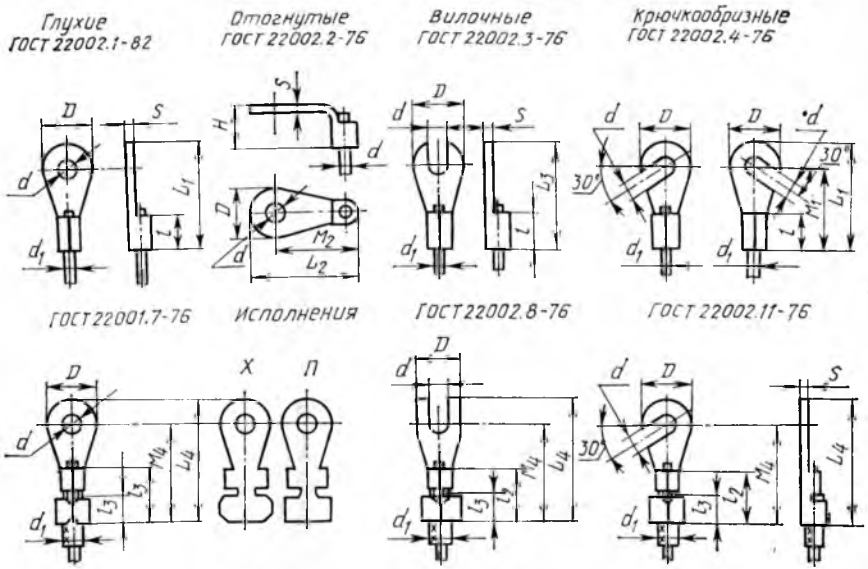
Размеры гнезд и штепселей даны в табл. 5.61.

Пример обозначения

Штепсель Ш4,0 К ГОСТ 24733—81 — штепсель (Ш), диаметр контактного штыря 4,0 мм, корпус красного цвета (К).

Таблица 5.60

Размеры наконечников кабельных, мм



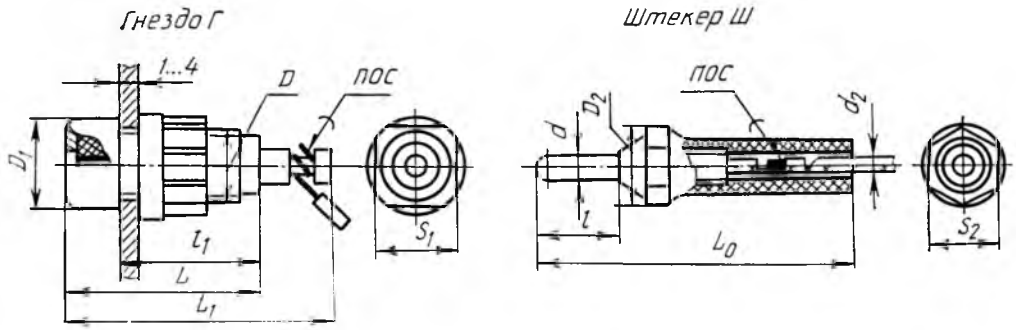
d	L_1	L_2	L_3	M_1	M_2	L_4	M_4	D	Сечение жилы, мм	
									$s=0,5$	$s=1,0$
2*	—	—	—	—	—	18	15,5	5	0,35	0,4
3	15	18	14,6	12	15	19	16	6	0,5	0,75
4	17	19	16,5	13		21	17	8	0,75	1,0
5**	20	20	19,3	15		24	19	10	—	1,0

Примечание. Для $s=0,5$ $l=5$, $l_2=8,5$, $l_3=3$, $b=3,2$, $b_1=1,6$; для $s=1,0$ $l=5$, $l_2=9,0$, $l_3=3,5$, $b=4,5$, $b_1=2,0$.

* Только для наконечников по ГОСТ 22002.7—76.
** Только для $s=1,0$.

Таблица 5.61

Размеры гнезд и штепселей однополюсных, мм



Обозначение	d	l	D	l_1	L	L_1	D_1	L_0	D_2	s_1	s_2
Г1,6; Ш1,6	1,6	12,5	М6 × 0,75	11,2	14	19,5	8,5	40	7	7,5	5
Г4,0; Ш4,0	4,0	17,5	М10	16,2	20	26	12,5	51	11	11,5	8

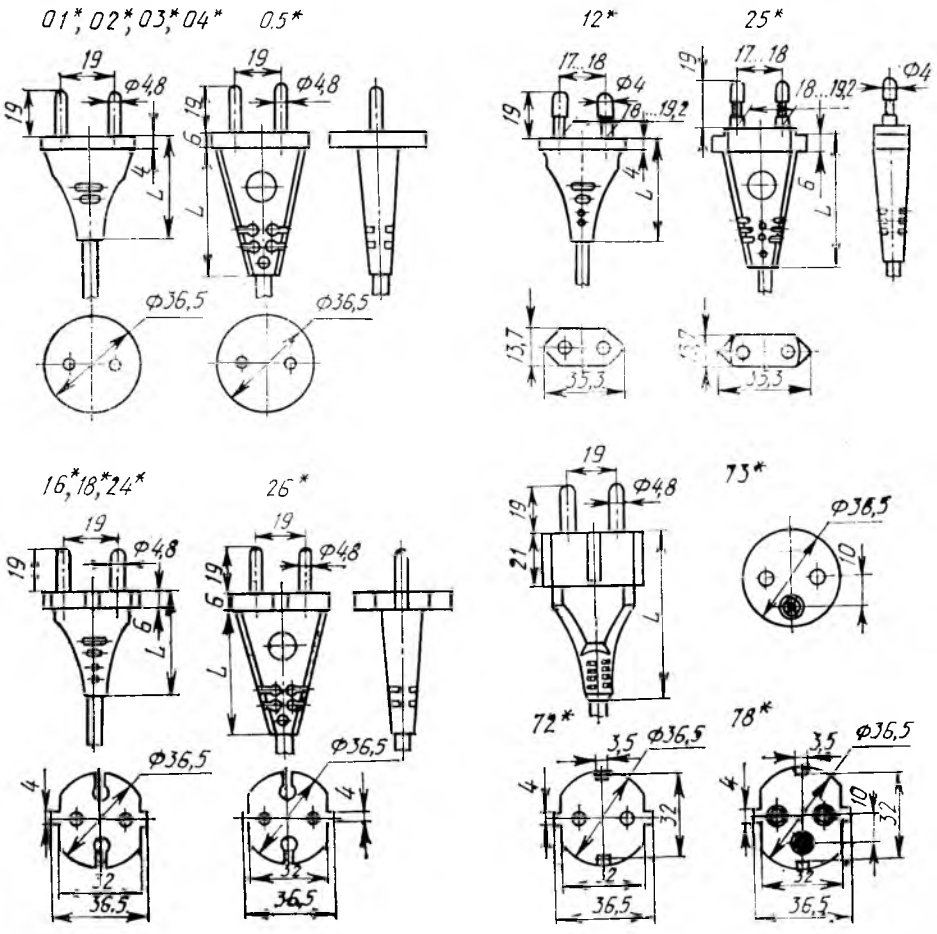
Соединители штепсельные двухполюсные изготовляются в соответствии с общими техническими условиями ГОСТ 7396—85 Е. Предназначены для присоединения приемников электрической энергии к осветительной сети напряжением 110, 220 В на силу тока 6,3, 10 и 16 А. Климатические исполнения соединителей УХЛ1, УХЛ2, УХЛ4, Т1, Т2, О4 по ГОСТ 15150—69.

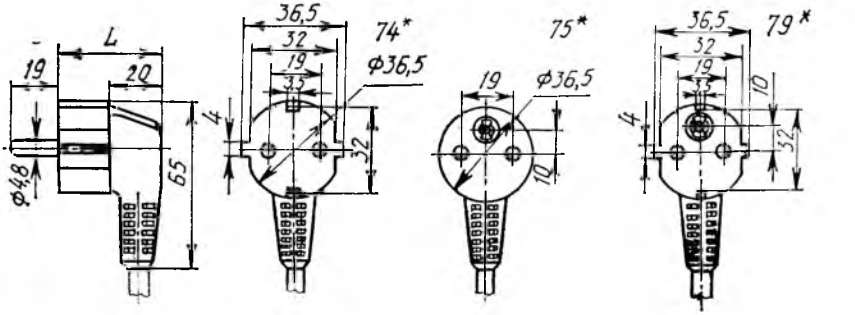
Стандарт регламентирует основные размеры вилок, розеток, соединителей, разветвителей, удлинителей. Конкретные конструкции изделий устанавливаются соответствующими ТУ.

Вилки двухполюсные штепсельные неразборные (ОСТ 16.0.505.006—77) выпускаются в сборе со шнурами армированными (ОСТ 16.0.505.006—77, ТУ 16.705.322—84 и др.) 18 модификаций:

Таблица 5.62

Размеры вилок двухполюсных штепсельных неразборных, мм





Модификация*	L	Модификация*	L	Модификация*	L
01	40	18	52	74	40
02	37	24	52	75	40
03	52	72	66	79	43
04	40	73	69		
16	40	78	69		

* Номер модификации.

без заземляющих контактов — модификаций 01...26, с заземляющими контактами — модификаций 72...79 на номинальное напряжение 220 В для подсоединения жил шнура сечением 0,35...1,5 мм².

Корпуса вилок в зависимости от модификации изготовляются из поливинилхлоридного пластиката или из резины.

Форма и размеры некоторых модификаций даны в табл. 5.62.

Вилки приборные к съемным шнурам с приборной розеткой (ОСТ 16.0.801.297—85) и **розетки приборные** (ОСТ 16.0.506.006—77) выпускаются ряда модификаций с двумя рабочими и одним заземляющим контактом или без него на напряжение до 250 В и силу тока до 10 А. Вилки устанавливаются в корпус прибора, розетки поставляются в сборе со шнуром (ТУ 16.705.322—84 и др.).

Размеры вилок и розеток даны в табл. 5.63.

Пример обозначения

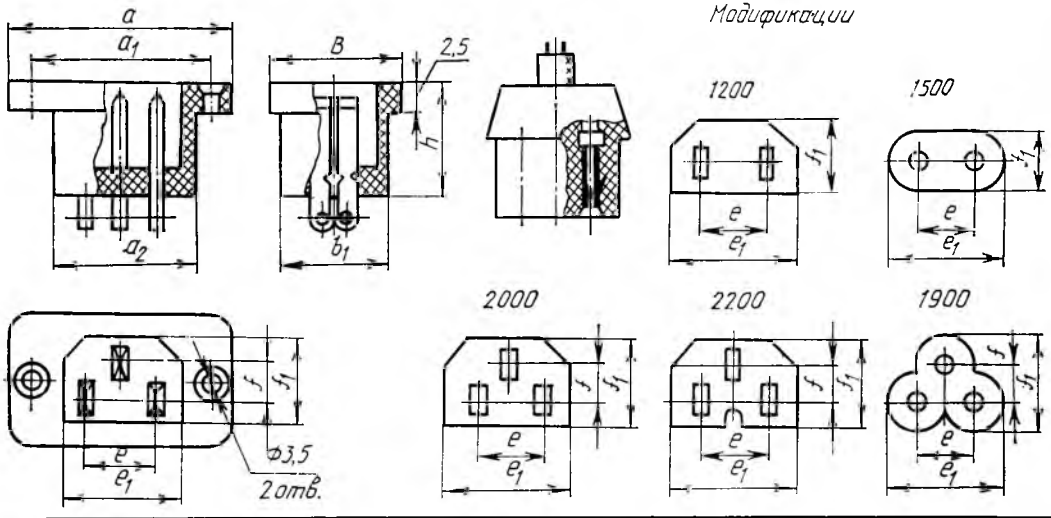
Вилка ВП1900 ОСТ 16.0.801.297—85 — вилка приборная (ВП) под розетку модификации 1900.

Соединители низкочастотные на напряжение до 1500 В ручного сочленения изготовляются по техническим условиям ГОСТ 17468—76 следующих типов: общего назначения низкочастотные цилиндрические — ОНЦ, ОНц; прямоугольные — ОНП, ОНп; комбинированные цилиндрические — ОКЦ, ОКц; комбинированные прямоугольные — ОКП, ОКп; для объемного (Ц, П) и печатного (ц, п) монтажа.

По методу крепления установлены соединители: с байонетным — Б, резьбовым — Р, врубным — В креплением, самозапира-

Таблица 5.63

Размеры вилок (ВП) и розеток (РП) приборных, мм



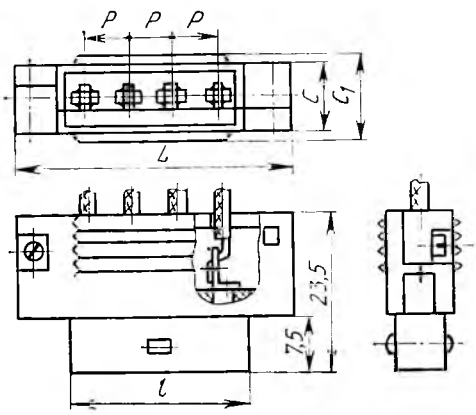
Модификация розетки	a	a_1	a_2	B	b_1	h	e	e_1	f	f_1
РП 1200	46	37	29	26,5	21,5	28,9	14	23	4,0	15,8
РП 1500	38	29	21,5	18	13	27,7	10	18	—	8,4
РП 1600	43	34	26	23	18	25,9	10	20	—	9,5
РП 1900	40	31	24	23	18	24,7	10	18	4,5	18,2
РП 2000	46	37	29	26,5	21,5	28,9	14	23	4,0	15,8
РП 2200	46	37	29	26,5	21,5	28,9	14	23	4,0	15,8

Примечание. Размеры e, e_1, f, f_1 розеток соответствуют размерам вилок.

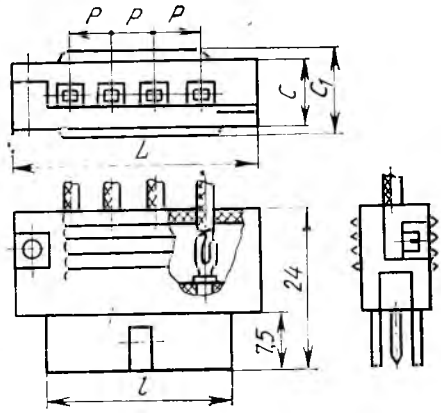
Таблица 5.64

Размеры соединителей прямоугольных врубных, мм

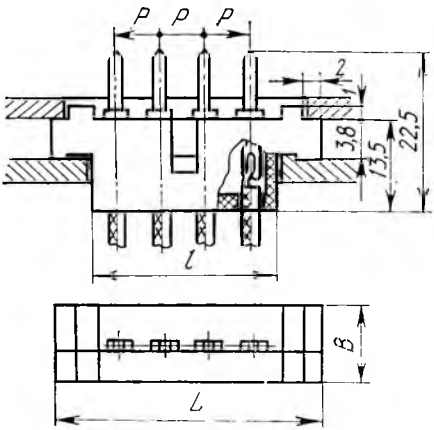
Розетка Р24



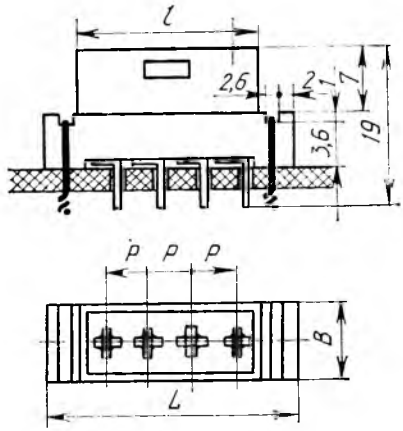
Вилка В38



Вилка В52



Розетка Р50



Обозначение исполнения	Число контактов	P	L	l	B	C_1	C
Р24, В52, Р50, В38	2	5	17	15	5,5	9,3	8,15
	4	5	27	25	5,5	9,3	8,15

ющиеся — С, с косвенным креплением при печатном монтаже — К и др.; по габаритам: нормального габарита — Н, малогабаритные — Г, минигабаритные — С и др.

В обозначении соединителя указываются тип, метод крепления, номер разработки, габарит, число контактов, условный размер, вид элемента (вилка — В, розетка — Р, переход — П и др.).

Соединители прямоугольные врубные (бР0.364.097 ТУ 11—85) ОНП-ВГ-65, ОНп-ВГ-65 (вилки — В и розетки — Р) выпускаются на напряжение до 700 В при силе тока до 3 А, количество контактов 2 и 4, условный размер 17×9,3 и 27×9,3.

Сопротивление контактов не более 0,02 Ом, температурный режим работы от −45 °С до +55 °С, условия эксплуатации по группе М4 ГОСТ 17516—72.

Крепление вилок к панели прибора накладками, лапками или проволочным замком. Размеры соединителей даны в табл. 5.64.

Пример обозначения

Вилка ОНП-ВГ-65—4/27×9,3 — В38 бР0.364.097ТУ 11—85.

Розетка ОНЦ-ВГ-65—4/27×9,3 — Р24 бР0.364.097 ТУ 11—85 — соединитель общего назначения (ОН), прямоугольный под объемный монтаж (П), винтового крепления (В), малогабаритный (Г), номер разработки — 65, на 4 контакта, условный размер 27×9,3 мм, комплект вилки В38 и розетки Р24.

Разъемы прямоугольные (соединители) типа РП-15 (БР0.364.090 ТУ 11—85) низкочастотные комбинированные врубные выпускаются на напряжение до 400 В при силе тока до 5 А с числом контактов 9, 10, 14, 15, 23, 32, 36, 50 (штыри — Ш и гнезда — Г), без защитного кожуха (не указывается) и с кожухом — К, без фиксатора (не указывается) и с фиксатором — Ф.

Климатическое исполнение разъемов — В2.1 по ГОСТ 15150—69. Температурный режим работы от −65 °С до +85 °С, сопротивление контактов не более 0,01 Ом.

В числе контактов могут быть предусмотрены один или два радиочастотных (указывается номер контакта после указания вида соединителя — Ш или Г).

Размеры разъемов даны в табл. 5.65.

Примеры обозначения

Вилка РП-15—36Ш33КФ БР0.364.090 ТУ 11—85.

Розетка РП-15—36Г33Ф БР0.364.090 ТУ 11—85 — разъем прямоугольный (РП), номер разработки 15 на 36 контактов, из них два радиочастотных с номером 3 (33), комплект вилки (Ш), в кожухе с фиксатором (КФ) и розетки (Г) без кожуха с элементом под фиксатор (Ф).

Соединители низкочастотные (ГОСТ 12368—78 Е) на напряжение до 1500 В для радиоэлектронной аппаратуры изготовляются на 3...8 контактов под объемный — ОНЦ и печатный — ОНц монтаж с креплением винтовым — В, резьбовым — Р или косвенным к печатной плате — К, нормального габарита — Н и малогабаритные — Г, условный размер 16 мм.

Изготовляются ряда конструктивных вариантов, номера разработок: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 24, 25. Стандарт регламентирует присоединительные размеры и расположение контактов, не устанавливая конкретной конструкции. Изделия выпускаются по соответствующим ТУ.

Форма и размеры некоторых конструктивных вариантов даны в табл. 5.66.

Пример обозначения

Соединитель ОНЦ-ВГ-12—6/16 — Р ГОСТ 12368—78 Е — соединитель общего назначения (ОН), цилиндрический под объемный монтаж (Ц), винтового крепления малогабаритный (ВГ), номер разработки 12, на 6 контактов, условный размер 16 мм, розетка (Р).

Соединители цилиндрические резьбовые (БР0.364.082 ТУ 11—84) выпускаются на напряжение до 500 В при частоте до 3 МГц при силе тока 4...20 А. Число контактов 2...33, диаметр контактов 1,0; 1,5; 2,0 и 3,0 мм.

Сопротивление контактов в зависимости от диаметра 0,05... 0,03 Ом, климатическое исполнение УХЛ2.1 по ГОСТ 15150—69, температурный режим работы от −60 °С до +70 °С; вибрационные нагрузки до 10*g* при 1...500 Гц, ударные нагрузки до 40*g*.

Выпускаются условного размера 14...42 мм следующих исполнений: с приборной частью без кожуха — 1, с прямым кожухом неэкранированным — 2 и экранированным — 3, с кабельной частью без кожуха — 11, с прямым кожухом неэкранированным — 12, экранированным — 13, с угловым кожухом неэкранированным — 14 и экранированным — 15.

Вилки — В и розетки — Р поставляются комплектно.

Размеры соединителей некоторых конструкций с числом контактов до 24 даны в табл. 5.67.

Пример обозначения

Вилка ОНЦ-РГ-09—4/14 — В1 БР0.364.0.82 ТУ 11—84.

Розетка ОНЦ-РГ-09—4/14—Р12 БР0.364.082 ТУ 11—84 — соединитель общего назначения (ОН) цилиндрический под объемный монтаж (Ц), резьбового крепления малогабаритный (РГ), номер разработки 09, на 4 контакта, условный размер 14 мм, комплект: вилка без кожуха (В1), розетка с прямым кожухом неэкранированным (Р12).

Зажимы заземляющие корпусов изделий (ГОСТ 21130—75) установлены конструкций: со шпилькой — ЗШ, с болтом — ЗБ, с винтом — ЗВ, с винтом, закрепленным в подпорке,— ЗВП и другие, стальные — С или латунные — Л. Крепежные детали — от М4 до М16, длина 14...70 мм.

Конструкции и размеры некоторых зажимов даны в табл. 5.68.

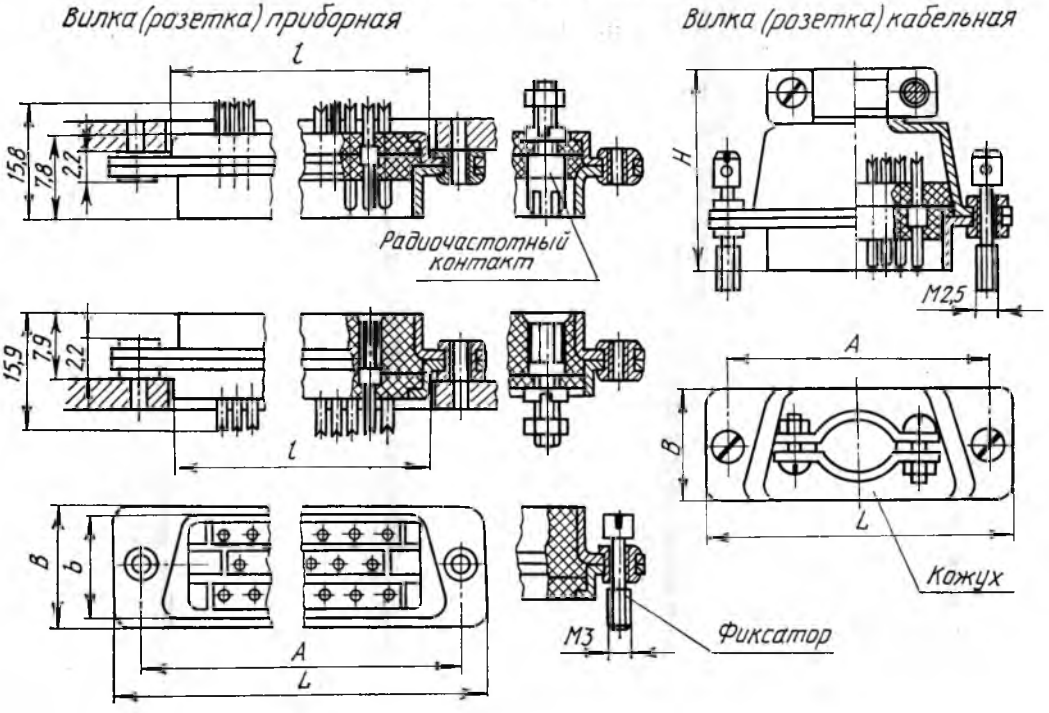
Примеры обозначения

Зажим ЗШ — Л — 5×20—1 ГОСТ 21130—75 — зажим заземляющий со шпилькой (ЗШ), латунный (Л), размеры шпильки М5×20 (5×20), исполнение со стандартными шайбами (1).

Зажим ЗВП — С — 4—2 ГОСТ 21130—75 — зажим заземляющий с винтом, закрепленным в подпорке (ЗВП), стальной (С), резьба винта М4 (4), исполнение с мотыльковой гайкой (2).

Таблица 5.65

Размеры разъемов прямоугольных, мм

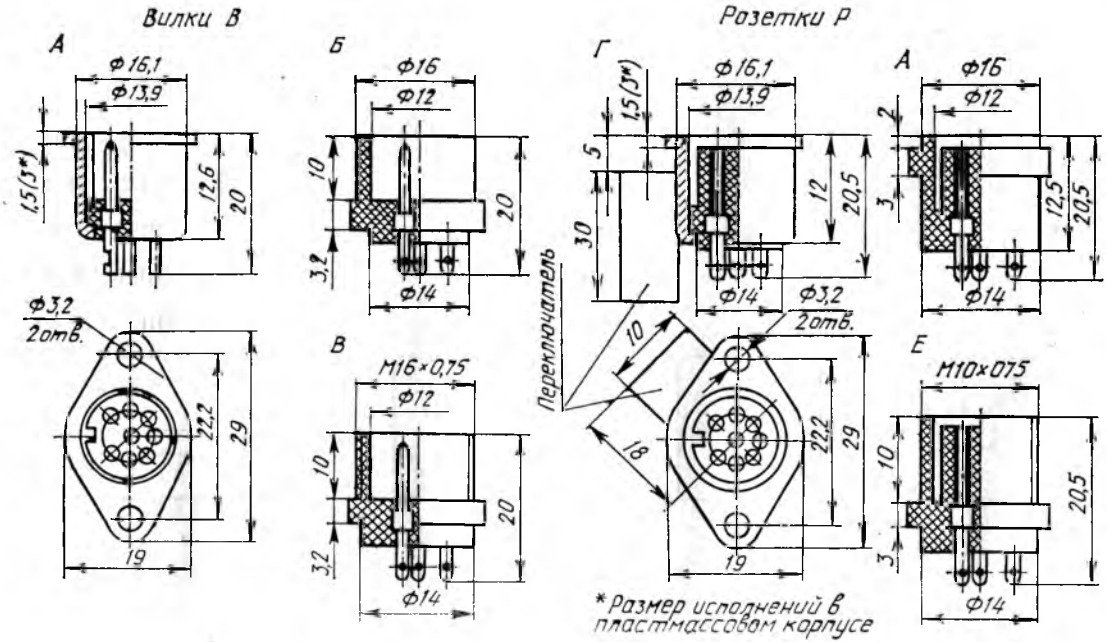


Обозначения		Число контактов	L	l	A	B*	b	H
розетки	вилки							
9Г	9Ш, 9ШК	9	33,3	22	26	12,3	12	30,4
15Г	15Ш, 15ШК	15	41,3	30	34	12,3	12	35,4
23Г	23Ш, 23ШК	23	43,8	31	35	15,2	15	37,5
32Г	32Ш, 32ШК	32	52,3	40	44	15,2	15	45,4
50Г	50Ш, 50ШК	50	72,8	60	65	15,2	15	48,4

* Для розеток $B = 8$ мм.

Таблица 5.66

Соединители низкочастотные

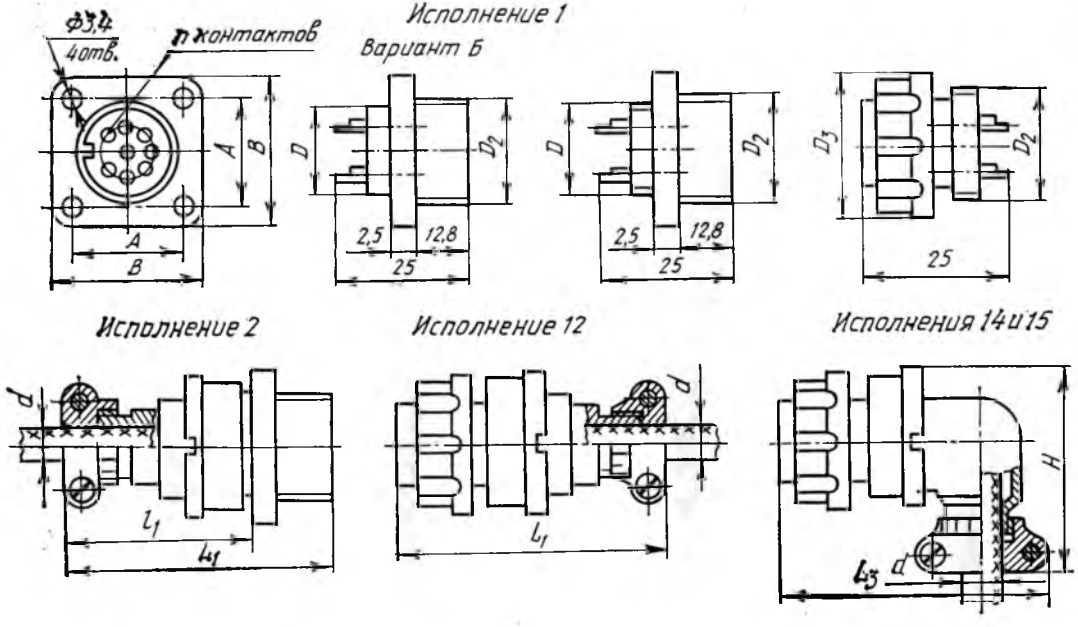


Обозначение	Вариант	Обозначение	Вариант	Обозначение	Вариант	Обозначение	Вариант
ВН-1—2/16—В	А	ВГ-2—3/16—Р	Е	ВГ-10—5/16—В	Б	ВГ-11—7/16—Р	Г
ВН-1—2/16—Р	Д	РГ-6—3/16—В	В	ВГ-1—5/16—Р	Е	ВГ-11—8/16—Р	Г
ВН-2—2/16—Р*	Д	РГ-6—3/16—Р	Е	ВГ-11—5/16—Р	Г		
ВГ-3—3/16—В	В	ВГ-4—5/16—Р	Г	ВГ-12—5/16—Р**	Г		
ВГ-1—3/16—Р	Д	РГ-6—5/16—Р	Е	ВГ-11—6/16—Р	Г		

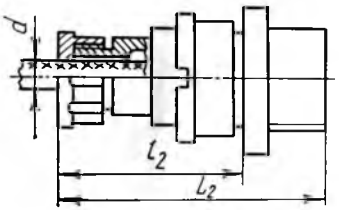
* Розетка с размыкателем.
** Розетка с переключателем.

Таблица 5.67

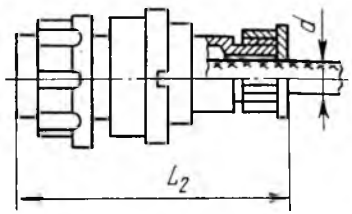
Соединители цилиндрические резьбовые

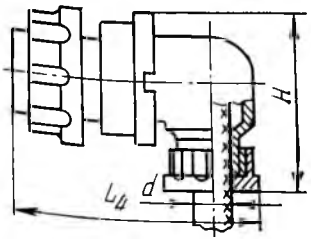


Исполнение 3



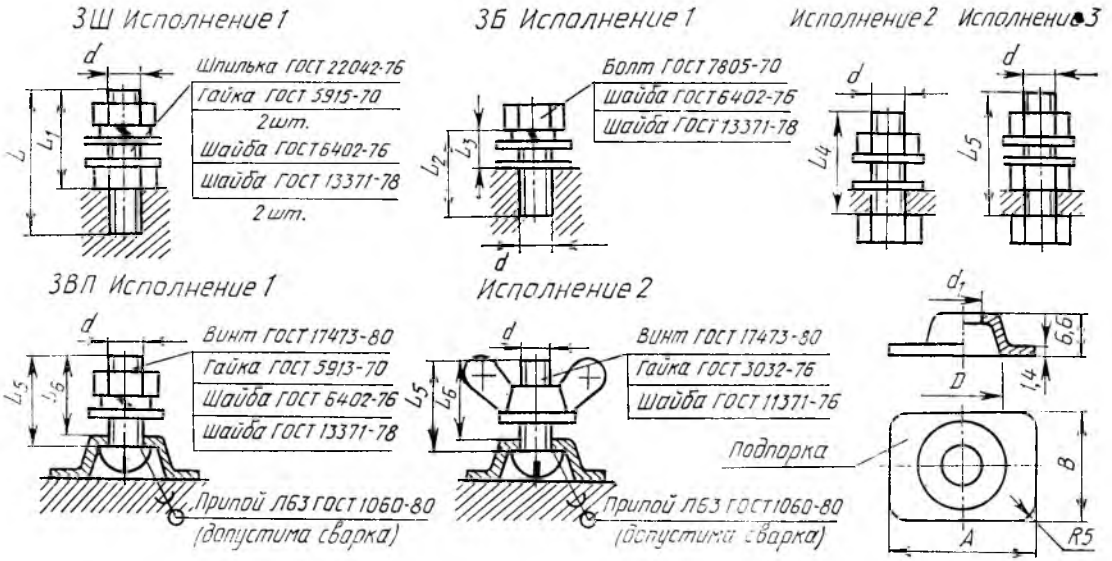
Исполнение 13





Обозначение	D	D_2	A	B	D_3	Условный размер	d	d_1	l_1	l_2	L_1	L_2	L_3	L_4
4/14—В, 4/14—Р	M14 × 1*LH*	M16 × 1	17	24	22	14	6,5	6,5	34	26,7	53,5	46	51,5	48,5
4/18—В, 4/18—Р, 7/18—В, 7/18—Р	M18 × 1*LH*	M20 × 1	20	27	25	18	10,5	10,5	34	26,7	53,5	46	58	51,0
7/22—В, 7/22—Р, 10/22—В, 10/22—Р	M22 × 1*LH*	M24 × 1	23	30	29	22	14	14,5	34	26,7	53,5	46	62	55,6
10/24—В, 10/24—Р, 19/24—В, 19/24—Р	M24 × 1*LH*	M27 × 1	26	33	32	24	16	16,6	43	34,5	62,5	54	64	57,6
19/27—В, 19/27—Р, 24/27—В, 24/27—Р	M27 × 1*LH*	M30 × 1	29	36	35	27	18	18,5	43	34,5	62,5	18,5	69,5	59,6

Размеры зажимов заземляющих, мм



d	L	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	A	B	D	d_1
M4	20 25	14	12	8	14	20	18,5	30	25	14	4,2
M5	25 30	16	16	11	18	25	22,5	40	30	18	5,2

ЛИТЕРАТУРА

Андреев В. А. Передачи трением.— М.: Машиностроение, 1978.— 176 с.

Андреева Л. Е. Упругие элементы приборов.— М.: Машиностроение, 1981.— 392 с.

Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т.— М.: Машиностроение, 1982.— Т. 2.— 584 с.

Бальмонт В. Б., Матвеев В. А. Опоры качения приборов.— М.: Машиностроение, 1984.— 240 с.

Батанов М. В., Петров Н. В. Пружины.— Л.: Машиностроение, 1968.— 216 с.

Биргер А. И. и др. Расчет на прочность деталей машин/И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич.— М.: Машиностроение, 1979.— 702 с.

Брускин Д. А. и др. Электрические машины и микромашины/Д. А. Брускин, А. Е. Зорохович, В. Ф. Хвостов.— М.: Высш. шк., 1981.— 360 с.

Вирабов Р. В. Тяговые свойства фрикционных передач.— М.: Машиностроение, 1982.— 263 с.

Волгов В. А. Детали и узлы радиоэлектронной аппаратуры. Конструирование и расчет.— М.: Энергия, 1968.— 325 с.

Воробьев И. И. Передачи гибкой связью в приводах станков.— М.: Машиностроение, 1971.— 144 с.

Воронков Б. Д. Подшипники сухого трения.— Л.: Машиностроение, 1979.— 224 с.

Ганзбург Л. Б., Федотов А. И. Проектирование электромагнитных и магнитных механизмов: Справ.— Л.: Машиностроение, 1980.— 478 с.

Гевондян Т. А. Пружинные двигатели.— М.: Оборонгиз, 1966.— 360 с.

Детали машин: Расчет и конструирование: Справ.: В 3 т./Под ред. Н. С. Ачеркана.— М.: Машиностроение, 1969.— Т. 3.— 458 с.

Дискретный электропривод с шаговым двигателем/Под общ. ред. М. Г. Чиликина.— М.: Энергия, 1971.— 624 с.

Детали и механизмы приборов: Справ./Под ред. П. П. Орнатского.— Киев: Техника, 1978.— 369 с.

Казаков Л. А. Электромагнитные устройства радиоэлектронной аппаратуры.— М.: Сов. радио, 1978.— 325 с.

Кинематика и долговечность подшипников качения/Под ред. П. Я. Ящерицына.— Мн.: Наука и техника, 1977.— 175 с.

Ковалев М. П., Сивокопенко И. М., Явленский К. Н. Опоры приборов.— М.: Машиностроение, 1967.— 188 с.

Комиссар А. Г. Уплотнительные устройства опор качения: Справ.— М.: Машиностроение, 1980.— 192 с.

Крагельский И. В., Михин Н. М. Узлы трения машин: Справ.— М.: Машиностроение. 1984.— 280 с.

Краткий справочник конструктора радиоэлектронной аппаратуры/Под ред. Р. Г. Варламова.— М.: Сов. радио, 1972.— 856 с.

Литвин Л. Ф. Проектирование механизмов и деталей приборов.— Л.: Машиностроение, 1973.— 696 с.

Опоры осей и валов приборов/Н. А. Синицын, М. М. Матнев, Е. Я. Красковский и др.— Л.: Машиностроение, 1970.— 520 с.

Орлов П. И. Основы конструирования: Справ.-метод. пособие в 3 кн. Кн. 2.— М.: Машиностроение, 1977.— 574 с.

Перель Л. Я. Подшипники качения: Расчет, проектирование и обслуживание опор: Справ.— М.: Машиностроение, 1983.— 543 с.

Пинегин С. В. и др. Прецензионные опоры качения и опоры с газовой смазкой: Справ./С. В. Пинегин, А. В. Орлов, Ю. Б. Табачников.— М.: Машиностроение, 1984.— 216 с.

Подшипники качения и свободные детали: Каталог/Союзглавподшипник.— М.: 1986.— 474 с.

Подшипники качения: Справочник-каталог/Под ред. В. Н. Нарышкина, Р. В. Коросташевского.— М.: Машиностроение. 1984.— 280 с.

Приборные шариковые подшипники/Под ред. К. Н. Явленского, В. А. Нарышкина, Е. Е. Чаадаевой.— М.: Машиностроение, 1981.— 351 с.

Соколовская Ф. М., Тамулевич Г. Д. Клиновые ремни.— М.: Химия. 1973.— 160 с.

Справочник конструктора РЭА: Компоненты, механизмы, надежность/ Н. А. Барканов, Б. Е. Бердический, П. Д. Верхопятницкий и др./Под ред. Р. Г. Варламова.— М.: Радио и связь, 1985.— 384 с.

Справочник конструктора точного приборостроения/Под ред. Л. Ф. Литвина.— М.; Л.: Машиностроение, 1964.— 944 с.

Спришевский А. И. Подшипники качения.— М.: Машиностроение, 1968.— 630 с.

Токарь И. Я. Проектирование и расчет опор трения.— М.: Машиностроение, 1971.— 168 с.

Турпаев А. И. Винтовые механизмы и передачи.— М.: Машиностроение, 1982.— 233 с.

Хандельсман Ю. М. Камневые опоры.— М.: Машиностроение, 1973.— 152 с.

Чернавский А. С. Подшипники скольжения.— М.: Машгиз, 1963.— 242 с.

Чубаро А. Д. Детали и узлы приборов. Конструирование и расчет: Справ. пособие.— М.: Машиностроение, 1975.— 559 с.

Шарико-винтовые механизмы в приборостроении.— Л.: Машиностроение, 1968.— 131 с.

Электротехнический справочник. В 5 т.— М.: Энергоиздат, 1981.— Т. 2: Электротехнические устройства.— 580 с.

Юферов Ф. М. Электрические микромашины автоматических устройств.— М.: Высш. шк., 1976.— 236 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

1. СОЕДИНЕНИЯ

1.1. Сварные соединения 5
1.2. Соединения заформовкой и заливкой 20
1.3. Паяные соединения 22
1.4. Клеевые соединения 25
1.5. Резьбовые соединения 27
1.6. Резьбовые крепежные изделия 36
1.7. Штифтовые соединения 62
1.8. Заклепочные соединения 70
1.9. Шпоночные соединения 81

2. ОПОРЫ И НАПРАВЛЯЮЩИЕ

2.1. Подшипники скольжения 84
2.2. Опоры с точечным и линейчатым контактом 102
2.3. Подшипники качения 115
2.3.1. Типы и конструктивные разновидности 115
2.3.2. Основные размеры подшипников качения 116
2.3.3. Технические требования к подшипникам качения 132
2.3.4. Система условных обозначений подшипников 136
2.3.5. Подшипники качения особых конструкций 138
2.3.6. Крепление колец подшипников 142
2.3.7. Требования к сопрягаемым поверхностям и посадки подшипников 155
2.4. Шарики и ролики 159
2.5. Направляющие 163
2.6. Уплотнения и масленки 169
2.7. Упругие опоры и направляющие 174

3. УПРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

3.1. Пружины 177
3.2. Мембраны и сильфоны 189
3.3. Моментные пружины 196
3.4. Пружины заводные 200

4. ПЕРЕДАЧИ

4.1. Зубчатые передачи 205
4.1.1. Цилиндрические передачи 205
4.1.2. Передачи с часовым профилем 247

4.1.3. Конические передачи 256
4.1.4. Червячные передачи 267
4.1.5. Реечные передачи 282
4.1.6. Конструкции мелкомодульных колес 290
4.2. Передачи гибкой связью и фрикционные 297
4.2.1. Передачи плоской гибкой связью 297
4.2.2. Передачи круглой гибкой связью и клиноременные 301
4.2.3. Передачи зубчатым ремнем 307
4.2.4. Фрикционные передачи 309
4.3. Винтовые передачи 310
4.3.1. Передачи с трением скольжения 310
4.3.2. Передачи с трением качения 316

5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРИБОРОВ

5.1. Электродвигатели 320
5.1.1. Основные параметры двигателей 320
5.1.2. Виды и исполнения двигателей 321
5.1.3. Эксплуатационные характеристики двигателей 325
5.1.4. Обозначение двигателей 327
5.1.5. Двигатели асинхронные 327
5.1.6. Двигатели асинхронные единой серии 4А 336
5.1.7. Двигатели синхронные 338
5.1.8. Двигатели коллекторные 345
5.2. Электромагниты 355
5.3. Пускатели, контакторы, реле 358
5.3.1. Пускатели и контакторы 358
5.3.2. Реле 364
5.4. Выключатели и переключатели 379
5.4.1. Выключатели и переключатели силовые 379
5.4.2. Выключатели и переключатели путевые 392
5.5. Провода, шнуры и кабели 401
5.5.1. Общие нормы 401
5.5.2. Провода и кабели монтажные 401
5.5.3. Провода обмоточные 410
5.5.4. Шнуры 413
5.5.5. Провода и шнуры армированные 416
5.5.6. Кабели соединительные 419
5.6. Соединительные элементы 420
Литература 439