УВАЖАЕМЫЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ!

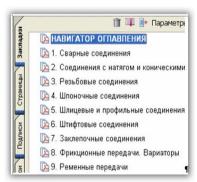
Перед Вами электронная версия книги «Атлас конструкций узлов и деталей машин».

Атлас предназначен для студентов, выполняющих курсовой проект по дисциплине «Детали машин». Для удобства работы электронная книга снабжена разви-

Закладки

той системой навигации. В левой части окна программы для чтения книги Вы найдете вкладку Закладки (Bookmarks).

Щелчком по ней левой кнопкой мыши Вы откроете <u>**НАВИГАТОР ОГЛАВЛЕНИЯ**</u>, с помо-





щью которого можно перейти непосредственно к нужному разделу **ОГЛАВ- ЛЕНИЯ** атласа.

Навигация по разделам, и подразделам выполняется из ОГЛАВЛЕНИЯ атласа шелчком левой кнопки мыши по нужному пункту. Если Вы работаете с атласом, и Вам нужно быстро вернуться к его ОГ-ЛАВЛЕНИЮ. щелкните левой кнопкой мыши разделу нави-НУЖНОМУ ГАТОРА ОГЛАВЛЕНИЯ, и Вы снова перейдете

ОГЛАВЛЕНИЮ атласа.

АТЛАСКОНСТРУКЦИЙ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Под редакцией О.А. Ряховского

Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов «Машиностроительные технологии и оборудование» и «Технологические машины и оборудование»

Предисловие

Атлас написан для студентов технических университетов машиностроительных специальностей, выполняющих курсовой проект по дисциплине "Детали машин" (основы конструирования узлов и деталей машин).

По сравнению с предыдущим аналогичным изданием "Детали машин: Атлас конструкций" (М.: Машиностроение, 1992), написанным сотрудниками кафедры "Детали машин" МГТУ им. Н.Э. Баумана, настоящий атлас претерпел существенные изменения: устранены устаревшие конструкции и справочные данные, не имеющие прямого отношения к выполнению курсовых проектов; существенно обновлены конструкции передач зацеплением; впервые приведены конструкции планетарных роликовых винтовых механизмов, обладающих преимуществами по сравнению с аналогичными шариковыми механизмами; приведены последние данные по классификации и методам расчета подшипников качения; включен раздел по триботехнике.

Авторы разделов атласа: В.В. Гудков — разд. 1; Б.А. Байков — разделы 2, 4—7; Л.П. Соболева, В.Е. Богачев — разд. 3; П.А. Соколов — разделы 8, 9; А.В. Клыпин, В.А. Верещака — разд. 10; Е.А. Язева — разд. 11; В.И. Зворыкин — разделы 12, 16, 24, листы 17.2, 17.3; Л.А. Андриенко, П.К. Попов — разделы 13, 14; В.А. Финогенов — разд. 15; Д.С. Блинов — листы 17.1; В.П. Тибанов — разд. 18; В.М. Зябликов — разд. 19; М.В. Фомин — разд. 20; В.Н. Богачев, В.П. Варламов — разд. 21; И.К. Ганулич и Л.И. Смелянская — разд. 22; Л.П. Варламова — разд. 23.

Авторы выражают благодарность рецензентам: д-ру техн. наук, проф. Ю.Н. Дроздову и коллективу кафедры "Машиноведение и детали машин" Московского авиационного института за ценные замечания, сделанные при рецензировании рукописи, а также канд. техн. наук, проф. О.П. Леликову за ее просмотр при подготовке к изданию. Авторы будут признательны всем читателям, приславшим свои замечания и предложения по улучшению содержания атласа по адресу: 105005, Москва, 2-я Бауманская, 5, Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.

1. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Сварные соединения используют для изготовления широкой номенклатуры изделий общего машиностроения. В единичном и мелкосерийном производствах сварные соединения выполняют в основном ручной дуговой сваркой, в средне- и крупносерийном производствах (если это возможно) широко используют автоматическую и полуавтоматическую дуговую и контактную сварку.

- 1.1. Конструктивные элементы сварных соединений и условные обозначения швов. Чертежи сварных изделий оформляют как чертежи сборочных единиц. Видимые сварные швы изображают сплошной основной линией или знаком "+" при контактной точечной сварке. Невидимые сварные швы изображают штриховыми линиями. Обозначают сварные швы в соответствии с ГОСТ 2.312–72. При наличии на чертеже швов, выполняемых по одному и тому же стандарту, обозначение стандарта указывают в технических требованиях чертежа записью: Сварные швы ... по ГОСТ
- 1.2. Стальной прокат, используемый для изготовления сварных изделий. Заготовки из стального листового и сортового проката, а также труб наиболее широко используют для изготовления сварных изделий в единичном и мелкосерийном производствах. В средне- и крупносерийном производствах также применяют литые, кованые и штампованные заготовки. В таблицах приняты следующие условные обозначения: J, i момент и радиус инерции сечения соответственно; W момент сопротивления; z_0 расстояние от центра тяжести до наружной грани полки (см. табл. 1.2.3) и расстояние от оси до наружной грани стенки (см. табл. 1.2.5); x_0, y_0 расстояния от центра тяжести сечения до наружной грани полок; S статический элемент полусечения.

- **1.3.** Сварные барабаны и шкивы. На листе представлены осесимметричные сварные изделия, наиболее часто разрабатываемые в ходе курсового проектирования.
- 1.4. Сварной корпус червячного редуктора. Сварные корпусные детали предпочтительно выполнять простой геометрической формы. Для обеспечения правильного пространственного положения отдельных элементов корпусных деталей их боковые стенки предварительно механически обрабатывают по периметру, а на прилегающих поверхностях верхней и нижней стенок обрабатывают уступы. Швы угловых соединений имеют обозначение У4.
- 1.5. Конструктивные элементы сварных рам. Основные несущие элементы сварных рам изготавливают из швеллеров. Для крепления устанавливаемого на раму оборудования и самой рамы к основанию в полках швеллеров выполняют отверстия, максимально допустимые диаметры которых определяются шириной полки швеллера (см. табл. 1.5.1). В случае использования швеллеров с наклонными внутренними гранями полок для обеспечения перпендикулярности опорной поверхности под резьбовые крепежные детали применяют косые шайбы (см. сечение Б-Б на рис. 1.6.1, табл. 1.5.2). Для уменьшения деформаций рам при их закреплении на основании полки швеллеров связывают между собой ребрами жесткости (см. табл. 1.7.3).
- **1.6.** Сварные рамы. Для установки на раме необходимого оборудования используют платики, которые после окончания сварки и рихтовки рамы механически обрабатывают. При разности высот опорных поверхностей платиков Δ $h \le 30$ мм все платики приваривают непосредственно к верхним полкам швеллеров, а при Δ h > 30 мм часть платиков размещают на дополнительных несущих элементах рамы, в качестве которых используют уголки или швеллеры.

1.1. Конструктивные элементы сварных соединений и условные обозначения швов

Таблица 1.1.1. Условные обозначения швов и характеристика сварных соединений

					Тип сое	динения			
Характеристика		Сты	ковое	Тав	ровое	Нахле	сточное	Контактное точечное	Контактное шовное
Форма поперечного соединения	0								
Толщина свариваемых дета	алей, мм	1–3	3–60	2–40	2–40	2–60	2–60	0,3–6,0	0,4–4,0
Буквенно-цифровое обознач	ение шва	C2	C8	T1	Т3	H1	H2	Кт	Кш

Таблица 1.1.2. Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов (ГОСТ 2.312-72)

Вспомогательный знак	0		/	Z		0	<u></u>
Значение вспомогательного знака	Шов по замкнутой линии	Шов по незамкнутой линии	Шов прерывистый или точечный с цепочным расположением	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением	Шов, выполняемый при монтаже изделия	Усиление шва снять	Обработать неровности шва с плавным переходом к основному металлу

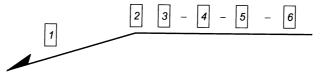


Рис. 1.1.1. Структура условного обозначения сварного шва:

- 1 количество и порядковый номер швов одного типа и параметров; 2 вспомогательный знак О или 🗆; 3 стандарт на тип и конструктивные элементы шва;
- 4 буквенно-цифровое обозначение шва; 5 знак углового шва (🔼) и размер его катета либо диаметр точек или ширина шва при контактной сварке;
- 6 вспомогательный знак 🔲, 🖊 или 🔀 с указанием длины и шага провариваемых участков, либо 🗘 или ചച്ച с указанием шероховатости обработанного шва

1.2. Стальной прокат, используемый для изготовления сварных изделий

Таблица 1.2.1. Стальные горячекатаные листы (ГОСТ 19903-74), мм

		Длина ли	иста при его шир	ине, равной	
Толщина	1000	1500	1800	2000	2500
3-7	2000–6000	2000-6000	2000–6000	_	-
8-12	2000–6000	2000–6000	3000–9000	3000–9000	
13-15	3000–6500	3000–6500	4000–9000	4000–9000	4000–9000
26-40	3500–12 000	3500–12 000	3500–12 000	4000–11 000	4000–11 000

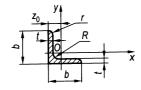


Таблица 1.2.3. Угловой равнополочный стальной профиль (ГОСТ 8509-93)

Номер	b	t	R	r	Площадь	$J_{x,}$	i _x	z ₀	
уголка		М	М		сечения, см ²	cm ⁴	СМ		
5	50	5	5,5	1,8	4,80	11,20	1,53	1,42	
5,6	56	5	6,0	2,0	5,41	16,00	1,72	1,57	
6,3	63	5	7,0	2,3	6,13	23,10	1,94	1,74	
7	70	6	8	2,7	8,15	37,6	2,15	1,94	
7,5	75	7	9	3,0	10,10	53,3	2,29	2,10	
8	80	8	9	3,0	12,3	73,4	2,44	2,27	
9	90	9	10	3,3	15,6	118	2,75	2,55	
10	100	10	12	4,0	19,20	179	3,05	2,83	
11	110	8	12	4,0	17,20	198	3,39	3,00	
12,5	125	12	14	4,6	28,9	422	3,92	3,53	

Таблица 1.2.2. Стальные горячекатаные полосы (ГОСТ 103–76), мм

Ширина								T	олщин	ia							
12	4	5	6	7	8	-	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	-
14	4	5	6	7	8	-	_	-	-	-	-	-	-	-	_	-	-
16	4	5	6	7	8	9	10	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-
18	4	5	6	7	8	9	10	-	12	-	-	-	-	_	-	-	-
20	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	-	-	-	-	-	-
22	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	-	-	-	-	-
25	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	-	_	-	_
28	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	-	-	-
30	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	-	-	-
32	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	-	-
36	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	-	-
40	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	30
45	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	30
50	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	30

Примеры условного обозначения

1. Горячекатаный лист толщиной 10 мм, шириной 1500 мм и длиной 3000 мм из стали Ст3:

Лист 1<u>0×1500×3000 ГОСТ 19903-7</u>4 Ст3 ГОСТ 535-88

2. Полоса общего назначения толщиной 10 мм и шириной 22 мм из стали Ст3:

Полоса <u>10×22 ГОСТ 103-7</u>6 Ст3 ГОСТ 535-88

3. Угловой равнополочный профиль с толщиной полки t = 5 мм из стали Ст3:

Уголок 5<u>0×50×5 ГОСТ 8509</u>-<u>9</u>3 Ст3 ГОСТ 535-88

1.2. Стальной прокат, используемый для изготовления сварных изделий (продолжение)

Таблица 1.2.4. Угловой неравнополочный стальной профиль по ГОСТ 8510-93

ν 4	Номер уголка	В	ь	t	R	r	Площадь сечения,	J _x ,	i _x ,	J _y ,	i _y	x ₀	у ₀
x ₀	yrorika			ММ			CM ²	CM	СМ	CM		СМ	
	4/2,5	40	25	3	4,0	1,3	1,89	3,06	1,27	0,93	0,70	0,59	1,32
$R = \frac{R}{1}$	4,5/2,8	45	28	4	5,0	1,7	2,80	5,68	1,42	1,69	0,78	0,68	1,51
S X	5/3,2	50	32	4	5,5	1,8	3,17	7,98	1,59	2,56	0,90	0,76	1,85
1 -1	5,6/3,6	56	36	5	6,0	2,0	4,41	13,80	1,77	4,48	1,01	0,88	1,86
b -	6,3/4,0	63	40	5	7,0	2,3	4,98	19,90	2,00	6,26	1,12	0,95	2,08
	7/4,5	70	45	5	7,5	2,5	5,59	27,80	2,23	9,05	1,27	1,05	2,28
Пример условного обозначения	7,5/5	75	50	6	8,0	2,7	7,25	40,90	2,38	14,60	1,42	1,21	2,44
Угловой неравнополочный профиль 8/5	8/5	80	50	6	8,0	2,7	7,55	49,00	2,55	14,80	1,40	1,17	2,65
с толщиной полки $t=6$ мм из стали Ст3:	9/5,6	90	56	6	9,0	3,0	8,54	70,6	2,88	21,2	1,58	1,28	2,95
уголок <u>80×50×6 ГОСТ 8510-93</u>	10/6,3	100	63	7	10	3,3	11,1	113,0	3,19	35,0	1,78	1,46	3,28
Cm3 FOCT 535-88	11/7	110	70	8	10	3,3	13,9	172,0	3,51	54,6	1,98	1,64	3,61
	12,5/8	125	80	8	11	3,7	16,0	256,0	4,00	83,0	2,28	1,84	4,05

Таблица 1.2.5. Швеллеры стальные горячекатаные (ГОСТ 8240-89)

y y y	Номер	h	b	s	t	R	r	Площадь сечения,	J_x	W _x ,	i _x ,	S _x ,	J_{ν} ,	W _v ,	i _v ,	z ₀ ,
<u>z</u> ₀	швеллера			N	1M			CM ²	CM ⁴	см ³	СМ	CM ³	CM ⁴	CM ²	СМ	ММ
s R R	8	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	89,4	22,4	3,16	13,30	12,80	4,75	1,190	13,1
$\frac{b-s}{s}$ $\frac{x}{s}$	10	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0	10,9	174,0	34,8	3,99	20,40	20,40	6,46	1,370	14,4
	12	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0	13,3	304,0	50,6	4,78	29,60	31,20	8,52	1,530	14,4
<u>b</u>	14	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0	15,6	491,0	70,2	5,60	40,80	45,40	11,00	1,700	16,7
С уклоном внутренних С параллельными	16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,1	747,0	93,4	6,42	54,10	63,30	13,80	1,870	18,0
граней полок до 10% гранями полок	18	180	70	5,1	8,7	9,0	3,5	20,7	1090	121,0	7,24	69,80	86,00	17,00	2,040	19,4
Примеры условного обозначения	20	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0	23,4	1520	152,0	8,07	87,80	113,0	20,50	2,20	20,7
1. Швеллер профиля 20 с уклоном внутренних	22	220	82	5,4	9,5	10,0	4,0	26,7	2110	192,0	8,89	110,0	151,0	25,10	2,37	22,1
граней полок из стали Ст3:	24	240	90	5,6	10,0	10,5	4,0	30,6	2900	242,0	9,73	139,0	208,0	31,60	2,60	24,2
Швеллер <u>20 ГОСТ 8240–89</u> Ст3 ГОСТ 535–88	27	270	95	6,0	10,5	11,0	4,5	35,2	4160	308,0	10,90	178,0	262,0	37,30	2,73	24,7
	30	300	100	6,5	11,0	12,0	5,0	40,5	5810	387,0	12,00	224,0	327,0	43,00	2,84	25,2
2.То же с параллельными гранями полок:	33	330	105	7,0	11,7	13,0	5,0	46,5	7980	484,0	13,10	281,0	410,0	51,80	2,97	25,9
Швеллер <u>2011 ОСТ 8240—89</u> Ст3 ГОСТ 535—88	36	360	110	7,5	12,6	14,0	6,0	53,5	10820	601,0	14,20	350,0	513,0	61,70	3,10	26,8
	40	400	115	8,0	13,5	15,0	6,0	61,5	15220	761,0	15,70	444,0	642,0	73,40	3,23	27,5

1.2. Стальной прокат, используемый для изготовления сварных изделий (окончание)

Таблица 1.2.6. Трубы стальные бесшовные (ГОСТ 8732–78), мм

	Наружный	Толщина	стенки	Наружный	Толщина	а стенки
۱	диаметр	ОТ	до	диаметр	ОТ	до
İ	32	2,5	4	140	4,5	36
١	38	2,5	4	146	4,5	36
	42	2,5	4	152	4,5	36
	45	2,5	7	159	4,5	36
	50	2,5	8	168	5	45
	54	3	11	180	5	45
i	57	3	13	194	5	45
	60	3	14	203	6	50
	63,5	3	14	219	6	50
	68	3	14	245	6	50
	70	3	14	273	6,5	50
	73	3	19	299	7,5	75
	76	3	19	325	7,5	75
	83	3,5	19	351	8	75
	89	3,5	24	377	9	75
	95	3,5	24	402	9	75
	102	3,5	24	426	9	75
	108	4	28	450	16	75
	114	4	28	480	25	75
	121	4	28	500	25	75
	127	4	30	530	25	75
	133	4	32			

Пример условного обозначения

Труба с наружным диаметром 70 мм, толщиной стенки 4 мм и длиной 6000 мм из стали Ст3:

Таблица 1.2.7. Трубы стальные прямоугольные (ГОСТ 8645-68)

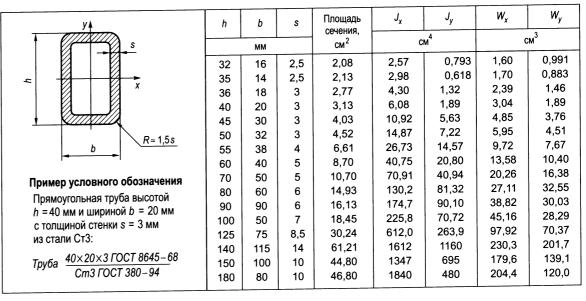
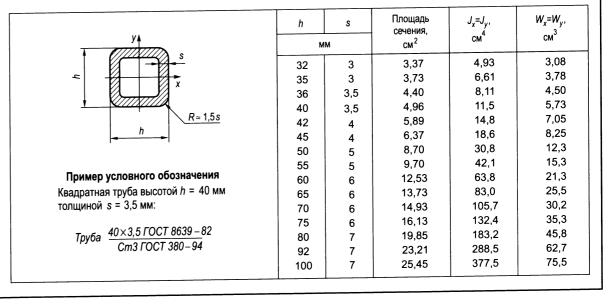


Таблица 1.2.8. Трубы стальные квадратные (ГОСТ 8639-82)



1.3. Сварные барабаны и шкивы

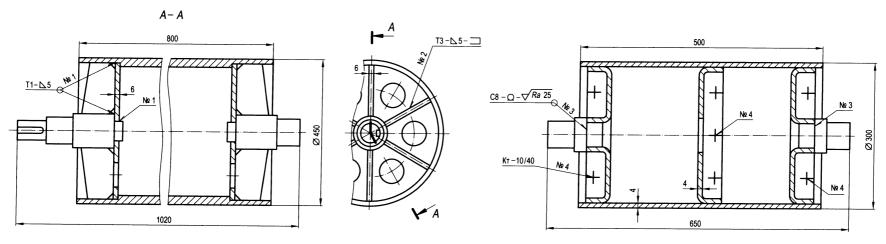
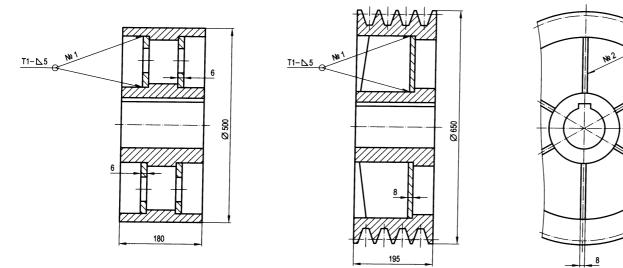


Рис. 1.3.1. Приводной барабан ленточного конвейера

Рис. 1.3.2. Штампо-сварной отклоняющий барабан ленточного конвейера

<u>T3-</u><u>L5-</u> <u></u>

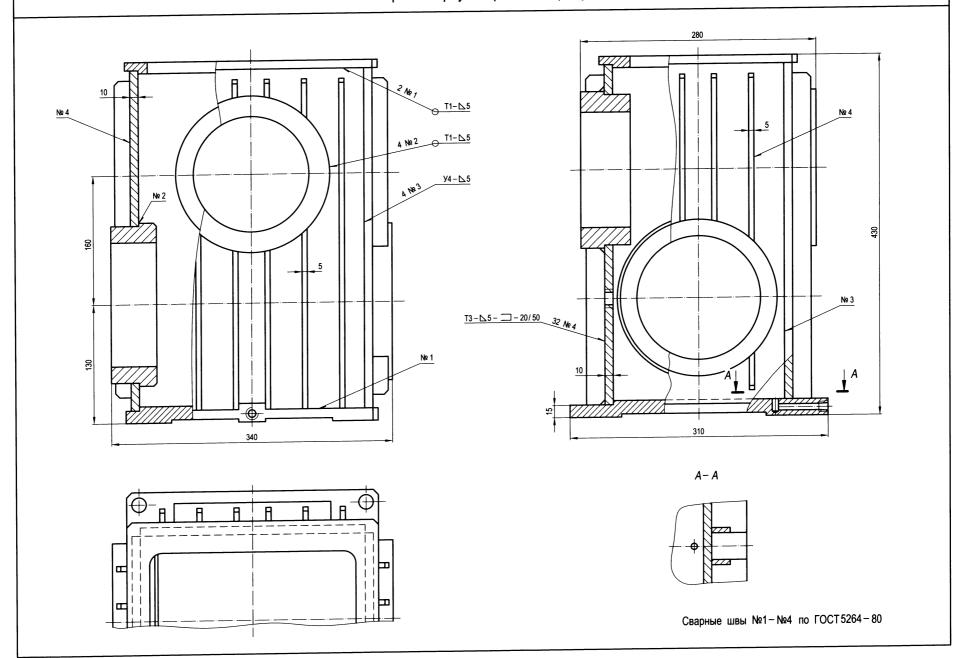


Сварные швы: №1-№3 по ГОСТ 5264-80; №4 по ГОСТ 15878-79

Рис. 1.3.3. Шкив плоскоременной передачи

Рис. 1.3.4. Шкив клиноременной передачи

1.4. Сварной корпус червячного редуктора



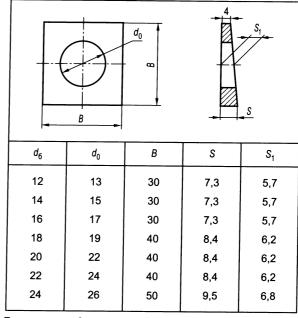
1.5. Конструктивные элементы сварных рам

Таблица 1.5.1. Размещение отверстий в полках швеллеров, мм

7/4 100	Номер швеллера	а	b	d _{0 max}
a	10	30	46	11
 "-	12	30	52	17
	14	35	58	17
	16	35	64	20
	18	40	70	20
b	20	45	76	24
	22	50	82	26
	24	50	90	26

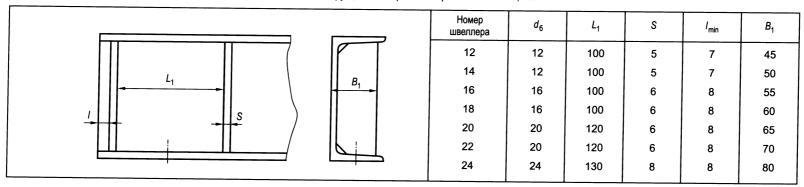
Примечание. В таблице приведены максимальные значения d₀.

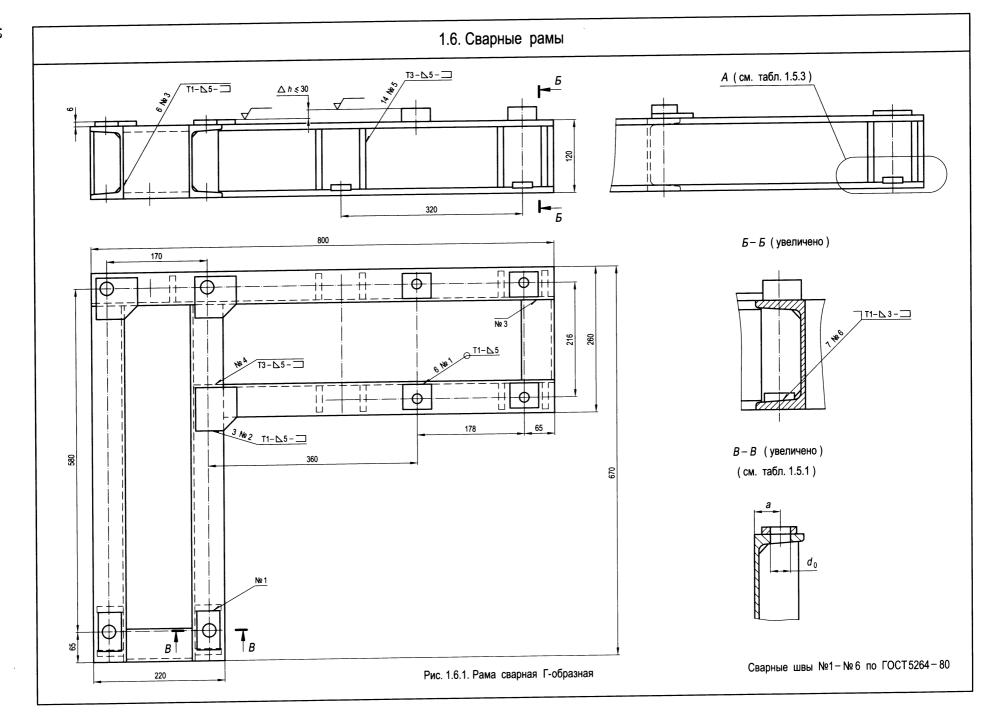
Таблица 1.5.2. Косые шайбы (ГОСТ 10906-78), мм

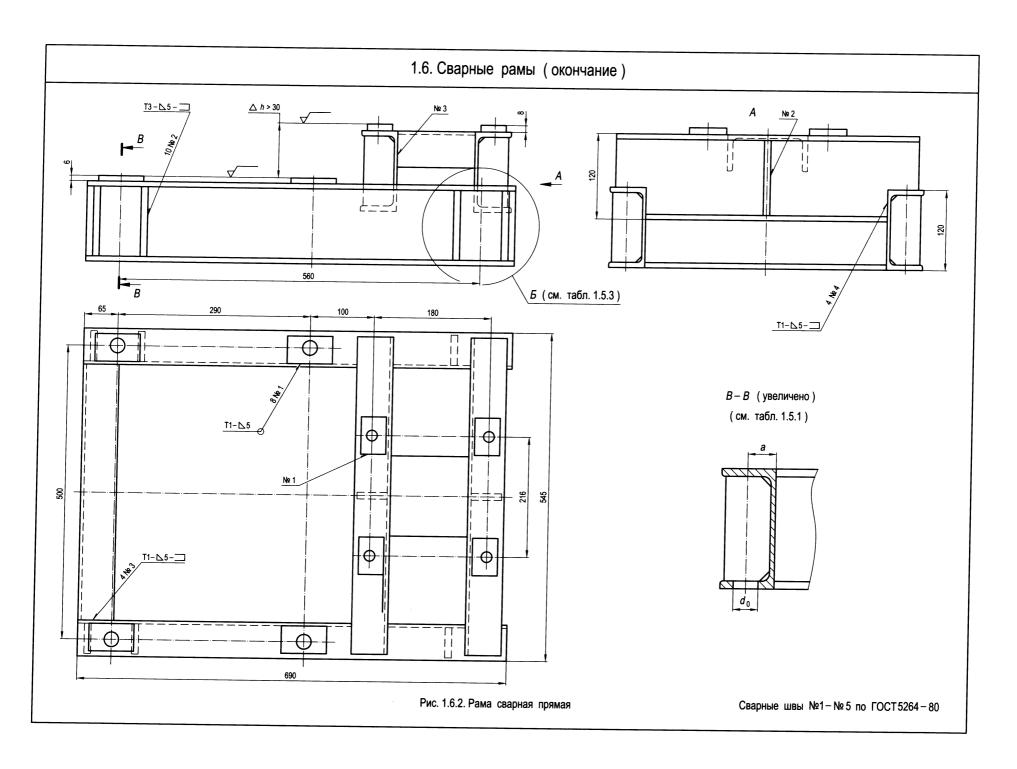


Примечание. Здесь и в табл. 1.5.3 $d_{\rm 5}$ – диаметр болта.

Таблица 1.5.3. Конструкция мест крепления рам к основанию, мм







2. СОЕДИНЕНИЯ С НАТЯГОМ И КОНИЧЕСКИМИ КОЛЬЦАМИ

Соединения характеризуются большой несущей способностью, хорошим восприятием ударных нагрузок, простотой изготовления [1, 4, 7].

- **2.1.** Основные отклонения и допуски. Приведены значения основных отклонений валов и отверстий по ГОСТ 25346—89 (см. табл. 2.1.1) и допусков размеров (см. табл. 2.1.2), используемых в соединениях с натягом. Дан пример расположения полей допусков для посадки Ø36H7/s6 (см. рис. 2.1.1). В этом случае минимальный натяг N_{\min} , определяющий нагрузочную способность соединения, находят как разность еі и ES, т. е. $N_{\min} = 43 25 = 18$ мкм, а максимальный натяг N_{\max} , ограниченный прочностью соединения деталей, как разность еѕ и EI, т. е. $N_{\max} = 59 0 = 59$ мкм.
- 2.2. Примеры соединений с натягом. Даны рекомендуемые размеры фасок, обеспечивающие удобство сборки соединений с натягом, а также примеры таких соединений. Если в соединении предусмотрена шпонка (см. рис. 2.2.1, б), то необходим участок с размером a_1 , обеспечивающий центрирование и угловое положение охватывающей детали относительно охватываемой по поверхности посадки и по шпоночному пазу. Иногда для удобства сборки предусматривают на валу участок с отклонением, например f 8 (см. рис. 2.2.3), по которому колесо легко направляется перед запрессовкой. Поверхность сопряжения, выполненная с небольшим конусом, обеспечивает надежные соединения деталей и простоту сборки.
- 2.3. Соединения упругими коническими кольцами. Соединения, выполненные с использованием этих колец, допускают монтаж ступиц на вал в любом угловом и осевом положениях, обеспечивают легкую сборку и разборку, хорошее центрирование и герметичность соединения, не ослабляя при этом вал шпоночными пазами.

Кольца выполняют в виде комплектов (см. рис. 2.3.1), устанавливаемых между ступицей и валом (см. рис. 2.3.2). Чтобы исключить снижение нагрузочной способности соединения из-за обмятия микронеровностей на поверхности контакта колец с сопрягаемыми поверхностями, последние шлифуют. После затяжки болтов (оче-

редность затяжки показана на рис. 2.3.3) между фланцем и ступицей должен оставаться зазор Δ .

При использовании нескольких комплектов колец нагрузочная способность соединения растет, но не пропорционально числу комплектов колец, а значительно медленнее. Осевая сила затяжки $F_{\rm 3aT}$ передается на каждую пару колец за вычетом силы трения между кольцом и сопрягаемыми поверхностями (см. рис. 2.3.4).

Сила затяжки $F_{\rm зат}$ складывается из двух составляющих: силы $F'_{\rm зат}$, необходимой для выборки посадочного зазора, и силы $F''_{\rm зат}$, обеспечивающей создание посадочного давления 100 МПа. Значения этих сил даны в табл. 2.3.1. Приведенные значения получены при условии, что поля допусков сопряженных с кольцами поверхностей согласуются с приведенными на листе 2.3.2, а на сопрягаемых поверхностях коэффициент трения f=0,12.

На рис. 2.3.5 показаны два варианта крепления ступиц на концевых участках валов одной и двумя парами упругих колец. Нагрузочная способность варианта, приведенного на рис. 2.3.5, δ , более высокая. Вариант использования упругих колец для жесткого соединения двух валов изображен на рис. 2.3.6.

2.4. Соединения разрезными коническими кольцами. Комплекты разрезных колец (см. рис. 2.4.1) имеют большие габаритные размеры, однако передают значительно большие нагрузки по сравнению с кольцами, приведенными на рис. 2.3.1. В каждом комплекте (см. рис. 2.4.2) внутреннее I и наружное I кольца выполнены с разрезом, что облегчает их деформирование. Кольцо I имеет I резьбовых отверстий диаметром I используемых для демонтажа, а кольцо I выполнено с таким же количеством отверстий, но диаметром I под винты I.

Соединения с использованием одного и двух комплектов колец изображены на рис. 2.4.3.

Для передачи крутящего момента T и осевой силы F_a каждый из винтов должен быть затянут с моментом $T_{\rm 3аT}$. Затяжку винтов следует проводить равномерно в два приема: предварительно — от руки с умеренным усилием на рукоятке ключа в последовательности, указанной на рис. 2.4.4, и окончательно — с моментом затяжки, приведенным в табл. 2.4.1.

2.1. Основные отклонения и допуски

Таблица 2.1.1. Значения основных отклонений размеров валов и отверстий (ГОСТ 25346-89)

	Инт разме	герва еров.					Нижнее о	тклонени	е еі валов	3, МКМ				Верхнее отклонение ES отверстий, мкм			
	•			р	r	s	t	u	х	z	za	zb	R	s	Т	U	
	До	• 3	3	+6	+10	+14	-	+18	+20	+26	+32	+40	-10	-14	_	-18	
C	3. 3	до	6	+12	+15	+19	-	+23	+28	+35	+42	+50	-15	-19	_	-23	
»	6	»	10	+15	+19	+23	_	+28	+34	+42	+52	+67	-19	-23	_	-28	
×	10	»	14	+18	+23	+28	-	+33	+40	+50	+64	+90	-23	-28	-	-33	
»	14	»	18	+18	+23	+28	-	+33	+45	+60	+77	+108	-23	-28	-	-33	
»	18	»	24	+22	+28	+35	+41	+41	+54	+73	+98	+136	-28	-35	-41	-41	
×	24	»	30	+22	+28	+35	+41	+48	+64	+88	+118	+160	-28	-35	-41	-48	
×	30	»	40	+26	+34	+43	+48	+60	+80	+112	+148	+200	-34	-43	-48	-60	
»	40	»	50	+26	+34	+43	+54	+70	+97	+136	+180	+242	-34	-43	-51	-70	
»	50	»	65	+32	+41	+53	+66	+87	+122	+172	+226	+300	-41	-53	-66	-87	
»	65	»	80	+32	+43	+59	+75	+102	+146	+210	+274	+360	-43	-59	-75	-102	
»	80	»	100	+37	+51	+71	+91	+122	+178	+258	+335	+445	-51	-71	-91	-124	
»	100	»	120	+37	+54	+79	+104	+144	+210	+310	+400	+525	-54	-79	-104	-144	
»	120	»	140	+43	+63	+92	+124	+170	+248	+365	+470	+620	-63	-92	-122	-170	
»	140	»	160	+43	+65	+100	+134	+190	+280	+415	+535	+700	-65	-100	-134	-190	
»	160	»	180	+43	+68	+108	+146	+210	+310	+465	+600	+780	-68	-108	-146	-210	
»	180	»	200	+50	+77	+122	+166	+236	+350	+520	+670	+800	-77	-122	-166	-236	
»	200	»	225	+50	+80	+130	+180	+258	+358	+575	+740	+960	-80	-130	-180	-258	
»	225	»	250	+50	+84	+140	+198	+284	+425	+640	+820	+1050	-84	-140	-196	-284	

Таблица 2.1.2. Значения допусков размеров (ГОСТ 25346-89)

			рвал		1	Јопуск IT, мк л	і, для квалит	ета
		размер	OOB, M	IM	5	6	7	8
		До	3		4	6	10	14
	Св.	3	до	6	5	8	12	18
	»	6	»	10	6	9	15	22
	»	10	»	18	8	11	18	27
	»	18	»	30	9	13	21	33
	»	30	»	50	11	16	25	39
	»	50	»	80	13	19	30	46
	»	80	»	120	15	22	35	54
	»	120	»	180	18	25	40	63
	»	180	»	250	20	29	46	72
	»	250	»	315	23	32	52	81
	»	315	»	400	25	36	57	89
L	»	400	»	500	27	40	63	97

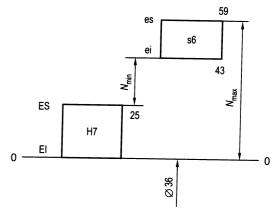
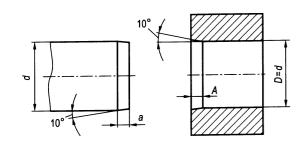


Рис. 2.1.1. Расположение полей допусков для посадки $\varnothing 36$ H7/s6

Примечание. ГОСТ 25346-89 предусматривает размеры до 500 мм.

2.2. Примеры соединений с натягом



D(d)	Фаска		азмер фас поля допу		
<i>D</i> (0)	Фаска	p6, r6, u7	u8	х8	z8
B - 50	а	0,5	1	1,5	2
До 50	Α	1	1,5	2	2,5
0 50 400	а	1	2	2,5	3
Св. 50 до 100	Α	1,5	2,5	3	3,5

10°

Рис. 2.2.2. Соединение зубчатого венца с маховиком

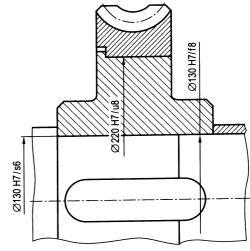


Рис. 2.2.3. Соединение центра червячного колеса с бандажом и валом

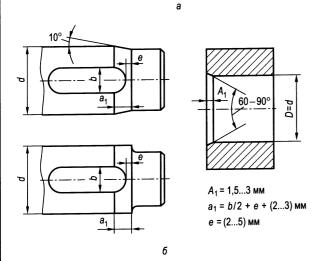


Рис. 2.2.1. Заходные участки деталей в соединениях с натягом без шпонок (a) и со шпонками (δ)

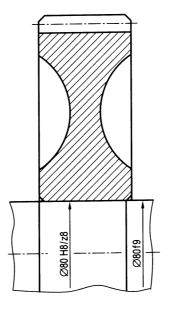


Рис. 2.2.4. Соединение зубчатого колеса с валом

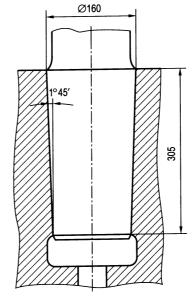


Рис. 2.2.5. Соединение штока с бабой ковочного молота

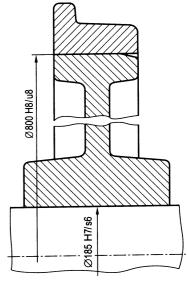


Рис. 2.2.6. Крепление бандажа на центре колеса и центра колеса на валу



2.3. Соединения упругими коническими кольцами

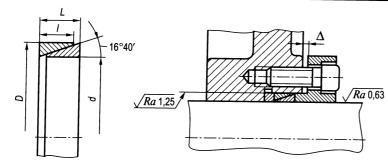


Рис. 2.3.1. Комплект колец

Рис. 2.3.2. Соединение с помощью упругих конических колец

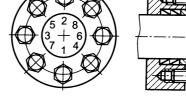


Рис. 2.3.3. Последовательность затяжки болтов при сборке

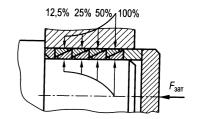
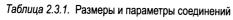
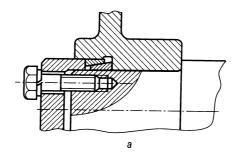


Рис. 2.3.4. Распределение осевой силы по парам колец



()													
3d	D L I		F' _{зат}	F _{3aT}	<i>T</i> , H⋅M	F _a ,		при комг	, мм чис ілек	ле тов	Масса кольца,		
0	MM				¢Η] ''·M	кН	1					1
1007	13f7	4,5	3,7	6,95		7	1 40	1					4
726	15f7	4.5	3,7	6,95	6,3 7,5	10	1,40					1 .,	1
14E7	18f7	6,3	5,3	11,20	12,6	1	1 '	3					
15E7	19f7	6,3	5,3	10,75		19,6		3			_	.,	
16E7	20f7	6,3	5,3	10,73	13,5	22,5		3	-	4	5	-,	
18E7	22f7	6,3	5,3	9,10	16,2	25,5 32,4		3	3	4	5	5,45	
20E7	25f7	6,3	5,3	12,05	18,0	40	4.00	3	3	4	5	6,12	
22E7	26f7	6,3	5,3	9,05	19,8	48	4,40	3	3	4	5	8,17	
24E7	28f7	6,3	5,3	8,35	21,6	58	4,80	3	3	4	5	9,24	1
25E7	30f7	6,3	5,3	9,90	22.5	62	5.00	3	3	4	5	9,92	1
28E7	32f7	6,3	5,3	7,40	25,2	78	5,60	3	3	4	5	10,1	
30E7	35f7	6,3	5,3	8,50	27,0	90	6,00	3	3	4	5	11,0	
32E7	36f7	6,3	5,3	7,85	28,8	102	6.40	3	3	4	5	12,0	
35E7	40f7	7	6	10,10	35,6	138	7,90	3	3	4	5	14,0	
36E7	42f7	7	6	11,60	36,6	147	8,20	3	3	4	5	17,0 20,0	
38E7	44f7	7	6	11,00	38,7	163	8.60	3	3	4	5	20,0	
40E8	45e8	8	6,6	13,80	45.0	199	9,95	3	4	5	6	23,0	l
42E8	48e8	8	6,6	15,60	47,0	219	10,40	3	4	5	6	28,0	1
45E8	52e8	10	8,6	28,20	66,0	328	14.60	3	4	5	6	42,0	
48E8	55e8	10	8,6	24,60	70,0	373	15,60	3	4	5	6	45,0	ļ
50E8	57e8	10	8,6	23,50	73,0	405	16,20	3	4	5	6	47,0	
55E8	62e8	10	8,6	21,80	80.0	490	17.80	3	4	5	6	50,0	1
56E8	64e8	12	10,4	29,40	99,0		22,00	3	4	5	7	67,0	
60E8	68e8	12	10,4	27,40	106,0		23,50	3	4	5	7	72,0	l
63E8	71e8	12	10,4	26,30	111.0		24,80	3	4	5	7	72,0 77,0	
65E8	73e8	12	10,4	25,40	115,0		25,60	3	4	5	7	79,0	ĺ
70E8	79e8	14	12,2	31,00	145,0		32,00	3	5	6	7	111.0	



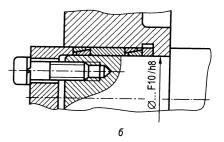


Рис. 2.3.5. Крепление ступиц на концевых участках валов одной (a) и двумя (б) парами упругих колец

Таблица 2.3.2. Рекомендуемое поле допуска для деталей, сопрягаемых с кольцами

d, мм	Вал	Отверстие
10–38	h6	H7
40–70	h8	Н8

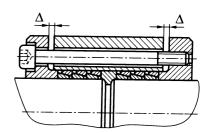


Рис. 2.3.6. Соединение валов с помощью упругих колец

2.4. Соединения разрезными коническими кольцами

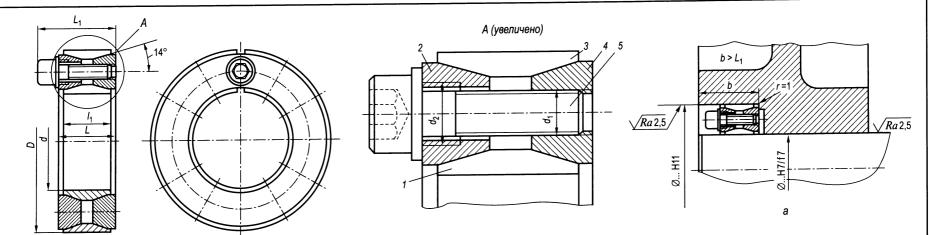


Рис. 2.4.1. Комплект соединения

Рис. 2.4.2. Элементы соединения

Таблица 2.4.1. Основные размеры и параметры соединений

d	D	L	11	L ₁	Т,	F _a ,	<i>p</i> ₁	P ₂	Число винтов	d ₁ ,	<i>Т</i> _{зат} ,	d ₂ ,	Масса комплекта,
		мм			Н∙м	кН	МГ	la	Z	ММ	Н∙м	MM	КГ
50	80	24	20	33,5	1770	71,1	1,90	1,15	12	M8×22	35	M10	0,6
55	85	24	20	33,5	2270	83,0	2,00	1,30	14	M8×22	35	M10	0,63
60	90	24	20	33,5	2470	83,0	1,80	1,20	14	M8×22	35	M10	0,69
65	95	24	20	33,5	3040	93,0	1,90	1,30	16	M8×22	35	M10	0,73
70	110	95	24	39,5	4600	132,0	2,10	1,30	14	M10×25	70	M12	1,26
75	115	95	24	39,5	4900	131,0	1,95	1,25	14	M10×25	70	M12	1,33
80	120	95	24	39,5	5200	131,0	1,80	1,20	14	M10×25	70	M12	1,4
85	125	95	24	39,5	6300	148,0	1,95	1,30	16	M10×25	70	M12	1,49
90	130	95	24	39,5	6600	147,0	1,80	1,25	16	M10×25	70	M12	1,53
95	135	95	24	39.5	7900	167,0	1,95	1,35	18	M10×25	70	M12	1,62
100	145	30	26	44	9600	192,0	1,95	1,35	14	M12×30	125	M16	2,01
110	155	30	26	44	10 500	191,0	1,80	1,25	14	M12×30	125	M16	2,15
120	165	30	26	44	13 100	218,0	1,85	1,35	16	M12×30	125	M16	2,35
130	180	38	34	52	17 600	272,0	1,65	1,15	20	M12×35	125	M16	3,51
140	190	38	34	52	20 900	298,0	1,65	1,25	22	M12×35	125	M16	3,85
150	200	38	34	52	24 200	324,0	1,70	1,25	24	M12×35	125	M16	4,07
160	210	38	34	52	28 000	350,0	1,70	1,30	26	M12×35	125	M16	4,3
170	225	44	38	60	32 800	386,0	1,60	1,20	22	M14×40	190	M18	5,78
180	235	44	38	60	37 800	420,0	1,65	1,25	24	M14×40	190	M18	6,05
190	250	52	46	68	46 500	490,0	1,50	1,15	28	M14×45	190	M18	8,25
200	260	52	46	68	52 500	525,0	1,50	1,15	30	M14×45	190	M18	8,65
220	285	56	50	74	68 000	620,0	1,50	1,15	26	M16×50	295	M20	11,22
240	305	56	50	74	85 500	715,0	1,60	1,25	30	M16×50	295	M20	12,2
260	325	56	50	74	104 000	800,0	1,65	1,30	34	M16×50	295	M20	13,2

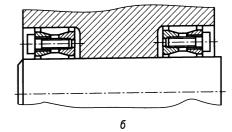


Рис. 2.4.3. Соединение с одним (*a*) и двумя (б) комплектами колец

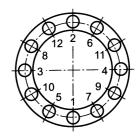


Рис. 2.4.4. Последовательность затяжки болтов соединения

Примечание. Предусмотрены диаметры вала до 400 мм.

3. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Резьбовые соединения являются разъемными. Размеры резьб стандартизованы, что обеспечивает их взаимозаменяемость [1, 4]. На листах приведены наиболее употребительные резьбы, резьбовые детали и соединения. Наружная резьба характеризуется диаметрами: наружным d_3 . Внутренняя резьба — наружным D_3 и внутренним D_3 . Кроме того, резьбы отличаются формой и размерами профиля (углом и высотой D_3), шагом D_3 , ходом D_3 , и углом подъема D_3 .

- 3.1. Резьбы цилиндрические. Метрическая резьба (см. рис. 3.1.1) имеет симметричный треугольный профиль с углом профиля 60°, обладает большим трением по сравнению с дюймовой резьбой. Трубная резьба (см. рис. 3.1.2) имеет симметричный треугольный профиль с углом профиля 55°. Закругленные вершины и впадины и отсутствие зазоров по ним обеспечивают герметичность соединения. Обозначение резьбы задают в дюймах (1 дюйм = 25,4 мм) по внутреннему диаметру трубы. Трапецеидальная резьба (см. рис. 3.1.3) является ходовой и имеет профиль симметричной трапеции с углом профиля 30°; обладает меньшим трением, чем метрическая резьба. Упорная резьба (см. рис. 3.1.4) является ходовой и имеет несимметричный трапецеидальный профиль; предназначена для восприятия осевых нагрузок только в одном направлении стороной профиля с малым углом наклона. Малый угол наклона профиля позволяет шлифовать предварительно закаленную резьбу, снижает силу трения и износ резьбы.
- **3.2. Резьбы конические.** Профили и размеры конических резьб представлены на рис. 3.2.1 3.2.3. За наружный диаметр (или *D*) конической резьбы принимают диаметр в основной плоскости (см. рис. 3.2.4 и 3.2.5), равный наружному диаметру цилиндрической трубной резьбы (ГОСТ 6357—81) того же размера. Шаг резьбы измеряют вдоль оси резьбы; биссектриса угла профиля перпендикулярна оси резьбы. Отсутствие радиальных зазоров в резьбе обеспечивает герметичность соединения.
- 3.3. Резьба метрическая. Приведены основные размеры наиболее употребительных метрических резьб по ГОСТ 8724—81. В ГОСТ предусмотрены резьбы с диаметром 0,25—600 мм с крупным и мелкими шагами. За основную принята резьба с крупным шагом. Несущая способность ее выше, чем резьб с мелкими шагами, а влияние на прочность погрешностей изготовления и износа меньше. Резьбы с мелкими шагами применяют в основном для регулировочных деталей, так как в этом случае повышается точность установки деталей.
- **3.4. Сбеги, недорезы, проточки и фаски для метрической резьбы крепежных изделий.** Для обеспечения возможности нарезания полноценной резьбы нужной длины конструктор предусматривает сбеги, недорезы, проточки и фаски, оговариваемые ГОСТ 27148–86 (см. рис. 3.4.1). В табл. 3.4.1 представлены данные для наиболее распространенных диаметров метрической резьбы.
- **3.5. Резьба упорная.** Приведены основные размеры наиболее употребительных упорных резьб по ГОСТ 10177–82.

Упорную резьбу используют для винтов с большой односторонней осевой нагрузкой (прессы, нажимные устройства прокатных станов). Угол наклона рабочей стороны профиля для повышения КПД выбран равным 3°.

- **3.6. Резьба трапецеидальная однозаходная.** Трапецеидальная резьба является основной для передачи винт—гайка, так как имеет меньшие потери на трение, чем метрическая; она удобна в изготовлении и более прочна, чем прямоугольная резьба.
- 3.7. Классы прочности и материалы болтов, винтов, шпилек и гаек. Указаны рекомендуемые технологические процессы и марки материалов из углеродистой нелегированной или легированной сталей для изготовления болтов, винтов и шпилек диаметром от 1 до 48 мм с метрической резьбой по ГОСТ 24705–81 различных классов прочности. Обозначение класса прочности состоит из двух чисел: первое равно $0.01\sigma_{\rm B}$ в мегапаскалях, второе $-0.1\sigma_{\rm T}/\sigma_{\rm B}$ в процентах. Произведение двух чисел, входящих в обозначение, составляет $0.1\sigma_{\rm T}$ в мегапаскалях.

Приведены рекомендуемые технологические процессы и марки материалов из нелегированных или легированных сталей для изготовления гаек с резьбой диаметром от 1 до 48 мм и номинальной высотой ≥ 0,8*d* различных классов прочности. Класс прочности гайки обозначается цифрой, указывающей наибольший класс прочности болта, с которым она может сопрягаться в соединении. Болт, свинченный с гайкой соответствующего класса прочности, должен обеспечивать соединение, которое может быть затянуто до допустимой нагрузки болта без разрушения резьбы.

3.8. Крепежные изделия. Для болтов, винтов, шпилек и гаек общемашиностроительного применения по ГОСТ 1759.1–82 установлены три класса точности: А, В и С, отличающиеся полем допуска на резьбу, допуском на размеры (под ключ, высоту и диаметр головки, длину стержня и т. д.), отклонением формы и расположения поверхностей, параметром шероховатости. Например, для наружной и внутренней крепежной резьбы установлены поля допусков соответственно: 6g и 6H для классов точности A, B; 8g и 7H для класса точности С.

Крепежные изделия поставляют без покрытий или с покрытиями по ГОСТ 9.303–84. В условных обозначениях болтов, винтов, шпилек и гаек вид покрытия указывают числами: 01 — цинковое, хроматированное; 02 — кадмиевое, хроматированное; 03 — многослойное медь — никель; 04 — то же медь — никель — хром; 05 — оксидное с пропиткой маслом; 06 — фосфатное с пропиткой маслом; 07 — оловянное; 08 — медное; 09 — цинковое; 10 — окисное, наполненное хроматами; 11 — оксидное из кислых растворов; 12 — серебряное; 13 — никелевое. Болты могут иметь несколько конструктивных исполнений. Винты самонарезающие для металла и пластмасс применяют для крепления малонагруженных деталей (обшивок, тонко-

стенных крышек и т. д.), как правило, к листовому материалу. При сборке винт коническим концом вставляют в гладкое отверстие меньшего диаметра. Резьба в отверстии образуется самим винтом при его завинчивании. Винты имеют заостренную по вершинам витков резьбу. Твердость винтов с крупным шагом составляет $57...63~\mathrm{HRC}_3$.

3.9. Болты с шестигранной головкой. Болты используют для соединения деталей с гладкими сквозными отверстиями (винт+гайка), а также крышки с корпусом, в котором делают резьбовые отверстия для болтов. Болты с уменьшенной головкой позволяют уменьшить размеры фланцев крышек.

Болты для отверстий из-под развертки применяют для соединений деталей с центрированием их относительно друг друга. Болт забивают в отверстия деталей с натягом и на резьбовой конец навинчивают гайку. Резьбу выполняют по ГОСТ 24705–81, поле допуска 6g или 8g по ГОСТ 16093–81, сбег и недорез резьбы короткие по ГОСТ 10549–80.

- **3.10. Винты общего назначения.** Винты с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ применяют в тех случаях, если толщина детали достаточная, для того чтобы частично или полностью утопить цилиндрическую головку винта. При i < b винты изготовляют с резьбой по всей длине стержня: резьба по ГОСТ 24705–81, сбег и недорез резьбы нормальные по ГОСТ 10549–80. Технические требования в соответствии с ГОСТ 1759.0–87 ГОСТ 1759.5–87.
- **3.11. Винты установочные.** Установочные винты различают по способу завинчивания: ключом или отверткой. Большую затяжку можно создать только ключом. Такие винты могут быть изготовлены с разной формой головок и концов. Винты с цилиндрическими и коническими концами входят в засверленные под них отверстия (см. табл. 3.11.3) и обеспечивают передачу значительных сдвигающих сил.
- 3.12. Шпильки общего назначения. Выпускают шпильки нормального В и повышенного А классов точности. Шпильку ввинчивают в деталь концом с резьбой длиной b_1 , конец шпильки с резьбовым концом b предназначен для навинчивания гайки. Длину ввинчиваемого конца выбирают из условия равнопрочности тела стальной шпильки и витков резьбы в деталях, изготовленных из различных материалов: $b_1 = d - для$ отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях с относительным удлинением ≥ 8 %, а также в деталях из титановых сплавов; $b_1 = 1,25d$, $b_1 = 1,6d$ — для отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна, допускается применять в деталях из стали и бронзы с относительным удлинением $< 8 \%; b_1 = 2d$, $b_1 = 2,5d$ — для отверстий в деталях из легких сплавов, а также в тех случаях, когда по условиям эксплуатации соединения шпильки многократно ввинчивают в деталь и вывинчивают из нее. Материал, термическую обработку и покрытие выбирают также, как для болтов и винтов.
- **3.13. Рым-болты и гнезда под них.** Рым-болты используют для подъема, опускания или удержания на весу изделий при выполнении такелажных и монтажных работ. Грузоподъемная сила рым-болтов зависит от расположения чалочных приспособлений по отношению к расположению болтов (см. табл. 3.13.2).

3.14. Гайки общего и специального назначения. Наиболее широко распространены шестигранные гайки. Прорезные и корончатые гайки используют при необходимости стопорения гаек шплинтами, круглые гайки – для крепления деталей на валах с помощью различных шайб, гайки-барашки – для часто собираемых и разбираемых соединений с небольшой силой затяжки, гайки с уменьшенным размером под ключ – при недостатке места под ключ.

Низкие гайки применяют в тех случаях, когда стержень болта (винта, шпильки) оказывается недогруженным осевой силой (болты для отверстий из-под развертки или работающие на срез, при креплении деталей на валах и т. д. Высокие и особо высокие гайки применяют в часто разбираемых соединениях, например в приспособлениях. Колпачковые гайки повышают безопасность их эксплуатации, позволяют улучшить внешний вид конструкции, в отдельных случаях способствуют предотвращению утечки жидкости, смазочных материалов и т. д.

3.15. Гайки шестигранные. Основной тип гаек — шестигранные. По высоте они бывают нормальные (m=0,8d), высокие (m=1,2d), особовысокие (m=1,6d) и низкие (m=(0,5...0,6)d), где m — высота гайки; d — наружный диаметр резьбы болта, на который ее навинчивают (см. рис. 3.15.1).

Гайки, подлежащие стопорению с помощью шплинтов, выполняют корончатыми или прорезными (см. рис. 3.15.2, рис. 3.15.3).

- 3.16. Гайки шлицевые и шайбы многолапчатые для их стопорения. Шлицевые гайки применяют для крепления деталей на валах, стопорение этих гаек осуществляется многолапчатыми шайбами. Для применения стопорных многолапчатых шайб на валу делают паз (типа шпоночного), в который вводят отогнутый внутренний выступ шайбы. Один из наружных выступов входит при его отгибе в паз круглой шлицевой гайки после завинчивания. Для более точного стопорения гаек в уголовном положении используют шайбы стопорные по ГОСТ 8530–90, у которых наружные выступы расположены по всему периметру наружного диаметра шайбы.
- 3.17. Гайки специальные. Гайки колпачковые и гайки-барашки используют при частом завинчивании и отвинчивании их вручную. Гайки с отверстиями на торце или с радиально расположенными отверстиями используют для крепления деталей на валах.
- 3.18. Шайбы. Стопорные шайбы используют для стопорения гайки и головки винта по отношению к детали. Такой способ стопорения является высоконадежным и имеет широкое распространение. Стопорные шайбы с зубьями повышают сцепление между гайкой, шайбой и деталью благодаря врезанию острых зубьев шайбы в торец гайки и плоскость детали.
- **3.19. Шплинты.** Шплинты предназначены для стопорения прорезных и корончатых гаек. Выпадению шплинта из отверстия в одну сторону препятствует петля на сгибе, в другую разведенные концы.
- **3.20. Места под ключи гаечные.** Для возможности завинчивания (отвинчивания) винтов и гаек вокруг каждой из них должно быть оставлено необходимое простран-

ство для размещения ключа и возможности его поворота. Гаечные ключи имеют согласованный с размерами головок болтов и гаек ряд номинальных размеров. На рис. 3.20.1 показаны минимальные расстояния между винтами на прямолинейных (a) и круглых (δ) фланцах деталей, а также минимальное расстояние от оси винта до стенки ниши (s) и размеры самой ниши (s, δ) .

3.21. Стопорение гаек и винтов. Для стопорения чаще всего используют дополнительные элементы, которые характеризуются высокой надежностью. Упругие шайбы способствуют сохранению затяжки и препятствуют самоотвинчиванию вследствие зацепления острых скошенных концов шайб с гайкой и корпусом (см. рис. 3.21.1). Стопорение деформируемыми шайбами более надежно и рекомендуется для закрепления деталей на вращающихся валах (см. рис. 3.21.2). В специальных устройствах и при больших диаметрах резьбы стопорение проводят различными накладками (см. рис. 3.21.3). Изделия, которые после обеспечения затяжки резьбовыми деталями не требуют последующих разборок, стопорят сваркой (см. рис. 3.21.4).

Для стопорения применяют вставки из пластмасс, в которых резьба образуется при навинчивании гайки и плотно охватывает резьбу винта (см. рис. 3.21.5). Для стопорения шплинтами в болте выполняют сквозное поперечное отверстие под шплинт и используют гайки специальной конструкции, например корончатые или прорезные (см. рис. 3.21.6).

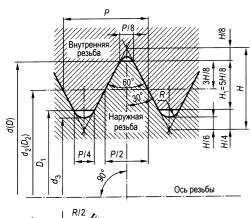
Стопорение разводным коническим штифтом или болтом ослабляет резьбовые детали и применяется в тяжелонагруженных соединениях при использовании высоких гаек (см. рис. 3.21.7). Стопорение проволокой возможно для одного или для группы винтов (см. рис. 3.21.8). Проволоку протягивают через просверленные в головках болтов (винтов) отверстия таким образом, чтобы исключить возможность самоотвинчивания винтов

(отвинчивание винтов вызывает увеличение натяжения проволоки).

3.22. Крепление машин к фундаменту. На рис. 3.22.1 представлены способы крепления оборудования. Болт с цангой (см. рис. 3.22.1, а) является самоанкирующимся. От вертикального смещения его удерживает корпусная цанга, четыре сухаря которой прижимаются к стенкам колодца при вхождении в нее конусного конца болта. Боковая поверхность сухарей имеет накатку или нарезку для лучшего сцепления с бетоном. Расстояние между болтами должно быть не менее 15d, диаметр колодца под болт $\sim D_1 + 0.05d$, допускаемое напряжение растяжения при расчете болтов не более 140 МПа. Дюбель с корпусом (см. рис. 3.22.1, δ) имеет более сложную конструкцию, но проще в монтаже. Кроме того, дюбель с зубцами из твердого материала можно использовать для пробивки отверстия. При установке дюбеля в высокопрочные железобетонные и бетонные блоки соединение по прочности не уступает болтовому. При креплении дюбелями-шпильками (см. рис. 3.22, в) отверстия под них можно сверлить по отверстиям в опорных лапах машины (плиты, рамы). Посадка дюбеля осуществляется деформацией его нижней разрезной части при перемещении вниз с одновременной посадкой на заранее установленный конус.

На рис. 3.22.2 показаны различные варианты крепления оборудования (машин) с применением выравнивающих подкладок (клиньев) и подливкой раствора между необработанными поверхностями фундамента и опоры. Скважины (колодцы) под фундаментные болты оставляют при изготовлении фундамента или высверливают корончатыми алмазными сверлами. Фундаментные болты устанавливают в скважины и заливают бетоном. Болты, работающие при переменных нагрузках, заливают бетоном марки 400.

3.1. Резьбы цилиндрические



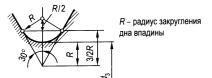


Рис. 3.1.1. Элементы метрической резьбы

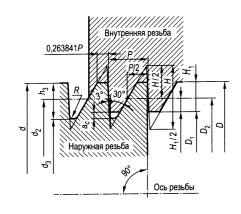


Рис. 3.1.4. Элементы упорной резьбы

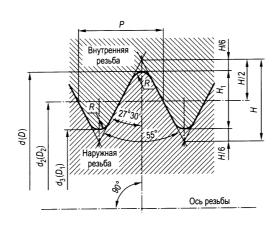


Рис. 3.1.2. Элементы трубной резьбы

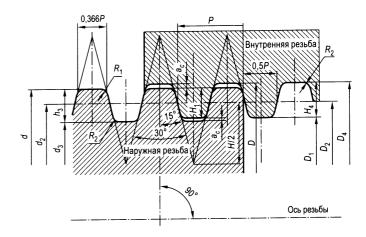


Рис. 3.1.3. Элементы трапецеидальной резьбы

Таблица 3.1.1. Типы цилиндрической резьбы

Номер рисунка	гост	d(D), мм	Р, мм	Назначение
3.1.1	9150–81	0,25–600	0,075–6	Для крепежных деталей общего назначения
3.1.1	24705–81	0,25–600	0,075–6	Для крепежных деталей общего назначения
3.1.2	6357–81	9,728–163,830	0,907–2,309	Для соеденения трубопроводов
3.1.3	9484–81 24737–81 24739–81	6–640	1,5–48	В механизмах, преобразующих вращательное движение в поступательное при двустороннем нагружении
3.1.4	10177–82	10–600	2–48	Для грузовых винтов при одностороннем нагружении

3.2. Резьбы конические

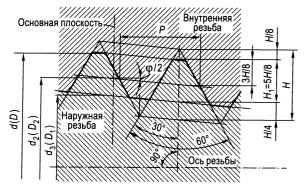


Рис. 3.2.1. Элементы метрической резьбы

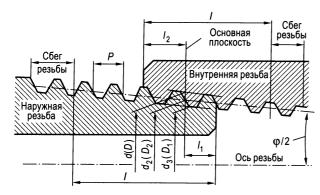


Рис. 3.2.4. Расположение основной плоскости в соединении конических резьб

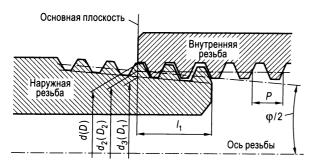


Рис. 3.2.5. Соединение наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической резьбой

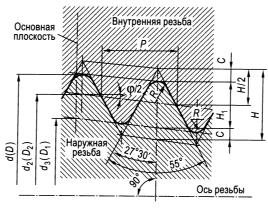


Рис. 3.2.2. Элементы трубной резьбы

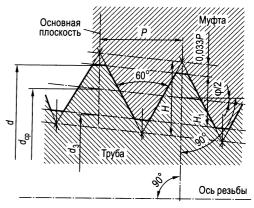


Рис. 3.2.3. Элементы дюймовой резьбы

Таблица 3.2.1. Резьба коническая

Номер рисунка	гост	d(D), мм	Р, мм	Назначение
3.2.1	25229–82	6–60	1; 1,5, 2,0	В конических резьбовых соединениях и в соединениях наружной конической
3.2.2	6211–81	7,723–163,830	0,907-2,309	резьбы с внутренней цилиндрической
3.2.3	6111–52	7,895–60,092	0,941- 2,209	В соединениях трубопроводов машин и станков

Примечание. Все типы резьб имеют конусность $2 tg(\phi/2) = 1.16$ и угол конуса $\phi = 3°34'48''$.

3.3. Резьба метрическая

Таблица 3.3.1. Размеры элементов метрической резьбы (ГОСТ 8724-81)

					·					<u> </u>																	
ſ	a	(D), N	им	_	$d_2(D_2)$	$d_1(D_1)$	d ₃	2	216		d(D), N	1М	Р. мм	$d_2(D_2)$	$d_1(D_1)$	d ₃	1 m ²	Ψ	0	(D), M	м	<i>Р</i> . мм	$d_2(D_2)$	$d_1(D_1)$	d ₃	$A_{\rm p}$, ${\rm mm}^2$	w
F	Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3	<i>P</i> , мм		ММ	L	А _р , мм ²	Ψ	Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3	Р, ММ		ММ		. А _р , мм²	Ψ	Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3	7 , 181111		ММ		- ъ	, T
T	5		_	0.8	4,48	4,134	4,018	12.9	3°15′		_	_	0.75	11.513	11.188	11,080	96.4	1°17′	_	_	22	2	20,701	19,835	19,546	300	1°46′
	5	_	_	0,5	4,675	4,459	4,387	15,11	1°67′	_	_	_	0.5		ł	11,387	101,8	0°47′	-	_	22	1,5	21,026	20,376	20,160	319	1°18′
-	_	_	5,5	0,5	5.175	4,959	4,886	18,74	1°56′	_	14	_	2	12,701	11,835	11,546	105	2°52′	_	_	22	1	21,350	20,918	20,773	339	0°51′
	6	_	-	1	5.35	4,918	4,773	17,9	3°24′	_	14	_	1,5	13,026	12,376	12,160	116	2°6′	_	_	22	0,75	21,513	21,188	21,080	349	0°38′
	6	_	_	0.75	5,513	5,188	5,08	20,26	2°29′	_	14	_	1,25		l	12,466		1°44′	_	_	22	0,5	21,675	21,459	21,387	359	0°25′
	6	_	_	0.5	5,675	5.459	5,387	22,78	1°36′	_	14	_	1	13,35	12,918	12,773	128	1°22′	24	_	_	3	22,051	20,752	20,319	324	2°29′
	_	_	7	1	6.35	5,918	5,773	26,162	2°52′	_	14	_	0,75	13,513	13,188	13,08	134,3	1°1′	24	_	-	2	22,701	21,835	21,546	365	1°36′
	_	_	7	0.75	6,513	6.188	l '	29,019	2°6′	_	14	_	0,5	13,675	13,459	13,387	140,7	0°40′	24	_	_	1,5	23,026	22,376	22,160	386	1°11′
	_	_	7	0.5	6,675	6,459	6,387	32,023		_	_	15	1,5	14,026	13,376	13,16	136	1°57′	24	_	-	1	23,350	22,918	23,773	407	0°47′
	8	_	_	1,25	7,188	6,647	6,466	32,08	3°10′	_	_	15	(1)	14,35	13,918	13,773	149	1°16′	24	_	-	0,75	23,513	23,188	23,080	418	0°35′
	8	_	_	1	7,35	6,918	6,773	36	2°29′	16	_	_	2	14,701	13,835	13,546	144	2°29′	24	_	-	2	23,701	22,835	22,546	399	1°33′
	8	_	_	0,75	7,513	7,188	7,08	39,35	1°49′	16	_	_	1,5	15,026	14,376	14,16	157	1°49′	_	_	25	1,5	24,026	23,376	23,160	421	1°8′
	8	_	_	0,5	7,675	7,459	7,387	42,836	1°11′	16	_	_	1	15,350	14,918	14,773	171	1°11′	_	_	25	1	24,350	23,918	23,773	443,6	0°45′
	_	_	9	(1,25)	8,188	7,647	7,466	43,757	2°47′	16	_	_	0,75	15,513	15,153	15,08	178,5	0°53′	-	_	(26)	1,5	25,026	24,376	24,160	458	1°6′
	_	_	9	1	8,35	7,918	7,773	47,429	2°11′	16	_	_	0,5	15,675	15,459	15,387	185,9	0°35′		27	-	3	25,051	23,752	23,319	427	2°11′
	_	_	9	0,75	8,513	8,188	8,08	51,249	1°36′	_	_	17	1,5	16,026	15,376	15,16	180,4	1°42′		27	-	2	25,701	24,835	24,546	473	1°25′
	_	_	9	0,5	8,675	8,459	8,387	55,218	1°3′	_	_	17	(1)	16,35	15,918	15,773	195,3	1°7′		27	-	1,5	26,026	25,376	25,160	487	1°3′
	10	_	_	1,5	9,026	8,376	8,16	52,3	3°2′	_	18	_	2,5	16,376	15,294	14,933	175	2°47′		27	-	1	26,350	25,918	25,773	522	0°42′
İ	10		_	1,25	9,188	8,647	8,466	56,3	2°29′	_	18	_	2	16,701	15,835	15,546	190	2°11′		27	-	0,75	26,513	26,188	26,080	534	0°31′
	10	_	_	1	9,35	8,918	8,773	60,4	1°57′	_	18	_	1,5	17,026	16,376	16,16	205	1°36′	-	_	(28)	2	26,701	25,835	24,247	461,5	1°22′
	10	_	_	0,75	9,513	9,188	9,08	64,72	1°26′	-	18	_	1	17,35	18,918	16,773	221	1°3′	-	-	(28)	1,5	l '	26,376	'	498	1°1′
	10	_	_	0,5	9,675	9,459	9,387	69,17	0°57′	-	18	-	0,75	17,513	17,188	17,08	229	0°47′	-	_	(28)	1	27,350	26,918	26,123	535,7	0°40′
1	_	_	11	(1,5)	10,026	9,376	9,16	65,866	2°44′	_	18	-	0,5	17,675	17,459	17,387	237,3	0°31′	30	_	-	3,5	27,727	26,211	25,706	519	2°18′
	_	_	11	1	10,35	9,918	9,773	74,976	1°46′	20	-	-	2,5	18,376	17,294	16,933	225	2°29′	30	_	-	(3)	28,051	26,752	26,319	544	1°57′
	_	_	11	0,75	10,513	10,188	10,08	79,76	1°18′	20	_	-	2	19,701	17,835	17,546	142	1°57′	30	_	-	2		27,835		596	1°16′
1	_	_	11	0,5	10,675	10,459	10,387	84,69	0°51′	20	_	-	1,5	19,026	18,376	18,16	259	1°26′	30	_	-	1,5	29,026	28,376	28,160	628	0°57′
	12	_	_	1,75	10,863	10,106	9,853	76,8	2°56′	20	_	-	1	19,35	18,918	18,773	279	0°57′	30	_	-	1	29,350	28,918	28,773	650	0°37′
	12	_	-	1,5	11,026	10,376	10,160	81	2°29′	20	-	-	0,75	19,513	19,188	19,08	286	0°42′	30			0,75		29,188		664	0°28′
	12	-	-	1,25	11,18	10,647	10,467	86	2°2′	20	-	-	0,5	19,675	19,459	19,387	295	0°28′	Примечания: 1. При выборе диаметра резьбы следует предпочитать первый ряд второму, а второй – третьему.								

Условное обозначение метрической резьбы состоит из буквы M, наружного диаметра *d*(*D*) и шага (для резьбы с мелким шагом). Например, метрическая резьба диаметром 24 мм с крупным шагом имеет следующее обозначение: M24; то же с мелким шагом: M24×2.

| 11,35 |10,918 |10,773 | 91,1 | 1°36′ |

22

Примечания: 1. При выборе диаметра резьбы следует предпочитать первый ряд второму, а второй – третьему. 2. Площадь расчетного сечения болта вычислена по формуле $A_p = \pi d_3^2/4$. 3. Угол подъема резьбы ψ определен для среднего диаметра 2,5 |20,376 |19,294 |18,933 | 281 | 2°18′

 $d_2(D_2)$ резьбы.

3.4. Сбеги, недорезы, проточки и фаски для метрической резьбы крепежных изделий

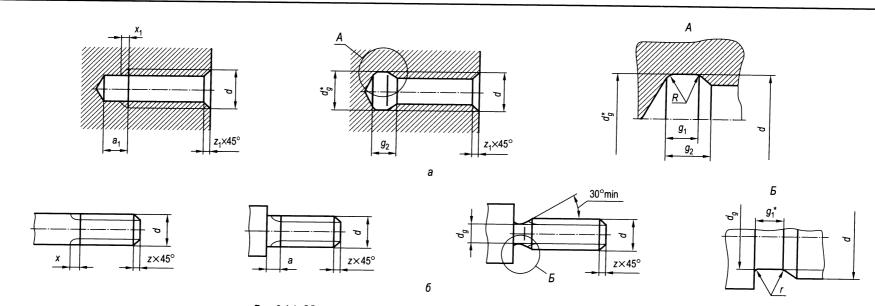


Рис. 3.4.1. Сбеги, проточки, недорезы и фаски для внутренней (а) и наружной (б) резьбы

Таблица 3.4.1. Размеры сбегов, недорезов, проточек и фасок (ГОСТ 27148-86), мм

		Сбег,	не более	Нед	орез				Проточка				Фа	аска
d	Р	x ₁	х	a ₁ ,	a,	g_1	g ₁ *	g_2 ,	d_q	d _q *	D 050			
				не менее	не более	не м	иенее	не более	(h13)	(H13)	<i>R</i> ≈0,5 <i>P</i>	<i>r</i> ≈0,5P	Z	z ₁
M5	8,0	1,6	2,0	4,0	2,4	3,2	1,3	4,2	<i>d</i> −1,3	d+0.3	0,4	0,4	1.0	10
M6; M7	1	2,0	2,5	6,0	3,0	4,0	1,6	5,2	d-1,6	d+0,5	0,4	0,4	1,0 1,0	1,0
M8	1,25	2,5	3,2	8,0	3,75	5,0	2,0	6,7	d-2,0	d+0,5	0,6	0,6	1,6	1,6
M10	1,5	3,0	3,8	9,0	4,5	6,0	2,5	7,8	d-2,3	d+0,5	0,75	0,8	1,6	1,6
M12	1,75	3,5	4,3	11,0	5,25	7,0	3,0	9,1	<i>d</i> −2,6	d+0,5	0,9	1,0	1,6	1,6
M14; M16	2	4,0	5,0	11,0	6,0	8,0	3,4	10,3	d-3,0	d+0,5	1.0	1,0	2,0	2,0
M18; M20; M22	2,5	5,0	6,3	12,0	7,5	10,0	4,4	13,0	d-3,6	d+0,5	1,25	1,2	2,5	2,5
M24; M27	3	6,0	7,5	15,0	9,0	12,0	5,2	15,2	d-4,4	d+0,5	1,5	1,6	2,5	2,5
M30; M33	3,5	7,0	9,0	17,0	10,5	14,0	6,2	17,0	<i>d</i> —5,0	d+0.5	1,75	1,8	3,0	2,5
M36; M39	4	8,0	10,0	19,0	12,0	16,0	7,0	20,0	d-5,7	d+0.5	2,0	2,0	3,0	3,0
M42; M45	4,5	9,0	11,0	23,0	13,5	18,0	8,0	23,0	d-6,4	d+0,5	2,25	2,0	3,0	3,0
M48; M52	5	10,0	12,5	26,0	15,0	20,0	9,0	26,0	d−7,0	d+0.5	2,5	2,5	4.0	4,0
M56; M60	5,5	11,0	14,0	28,0	16,0	22,0	11	28,0	d-7,7	d+0,5	2,75	3,2	4,0	4.0
M64; M68	6	12,0	15,0	28,0	18,0	24,0	11	30,0	d-8,3	d+0,5	3.0	3,2	4,0	4,0

Примечание. В таблице указаны размеры нормального сбега и недореза.

3.5. Резьба упорная

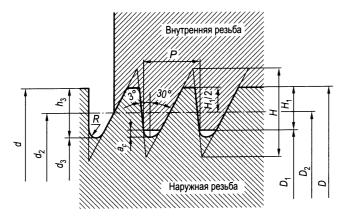


Рис. 3.5.1. Элементы профиля упорной резьбы

Условное обозначение упорной резьбы состоит из буквы S, наружного диаметра d, шага P для однозаходной или хода и в скобках шага для многозаходной резьбы, поля допуска среднего и наружного диаметров выступа. Например, двухзаходная упорная резьба с шагом 10 мм, ходом 20 мм и полем допуска 8h имеет обозначение:

$$$80 \times 20 (P10) - 8h$$

Таблица 3.5.1. Параметры упорной резьбы (ГОСТ 10177-82), мм

Р	Н	H/2	H ₁	a _c	h ₃	R
2	3,176	1,588	1,50	0,236	1,736	0,249
3	4,764	2,382	2,25	0,353	2,603	0,373
4	6,352	3,176	3,00	0,471	3,471	0,497
5	7,940	3,970	3,75	0,589	4,339	0,621
6	9,527	4,764	4,50	0,707	5,207	0,746
7	11,115	5,558	5,25	0,824	6,074	0,870
8	12,703	6,352	6,00	0,942	6,942	0,994
9	14,291	7,146	6,75	1,060	7,810	1,118
10	15,879	7,940	7,50	1,178	8,678	1,243
12	19,055	9,527	9,00	1,413	10,413	1,491

Примечание. Здесь H=1,587911P; H_1 =0,75P; a_c =0,117767P; h_3 = H_1 + a_c =0,867767P; R=0,124271P.

Таблица 3.5.2. Размеры элементов упорной резьбы, мм

Примечания: 1. Диаметры d(D) соответствуют ряду Ra10. 2. Значения вычислены по формулам: d_2 = D_2 =d-0,75P; d_3 =d-1,735534P; D_1 =d-2 H_1 =d-1,5P.

3.6. Резьба трапецеидальная однозаходная

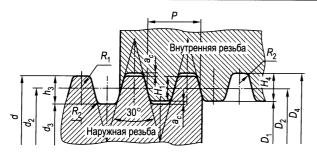


Рис. 3.6.1. Элементы трапецеидальной однозаходной резьбы ($D_1 = d - 2H_1 = d - P$; $d_2 = D_2 = d - H_1 = d - 0.5P$; $d_3 = d - 2h_3$; $D_4 = d + 2a_c$; H = 1.866P; $H_1 = 0.5P$)

Условное обозначение трапецеидальной резьбы состоит из букв Tr, наружного диаметра резьбы, шага и букв LH (для левой резьбы). Например, трапецеидальная левая однозаходная резьба диаметром 40 мм с шагом 7 мм имеет обозначение:

Tr40×7LH

Таблица 3.6.1. Параметры трапецеидальной резьбы (ГОСТ 24737-81), мм

	Р	a _c	h ₃	R _{1max}	R _{2max}	Р	a _c	h ₃	R _{1max}	R _{2max}
	1,5	0,15	0,9	0,075	0,15	14	1	8	0,5	1
	2	0,25	0,25	0,125	0,25	16	1	9	0,5	1
	3	0,25	1,75	0,125	0,25	18	1	10	0,5	1
	4	0,25	2,25	0,125	0,25	20	1	11	0,5	1
	5	0,25	2,75	0,125	0,25	22	1	12	0,5	1
	6	0,5	3,5	0,25	0,5	24	1	13	0,5	1
	7	0,5	4	0,25	0,5	28	1	15	0,5	1
	8	0,5	4,5	0,25	0,5	32	1	17	0,5	1
	9	0,5	5	0,25	0,5	36	1	19	0,5	1
	10	0,5	5,5	0,25	0,5	40	1	21	0,5	1
	12	0,5	6,5	0,25	0,5					
- 1						1				

Примечание. Здесь h_3 = H_4 =0,5P+ a_c ; $R_{1\max}$ =0,5 a_c ; $R_{2\max}$ = a_c .

Таблица 3.6.2. Наружный диаметр и шаг резьбы (ГОСТ 24738-81), мм

	d	<u> </u>	11	d	
для	и гряда	P	III.	<i>а</i> ряда	P
1	2		1	2	┪
8	_	1,5; 2	120	_	6; 14; 16; 22; 24
_	9	1,5; 2	_	130	6; 14; 16; 22; 24
10	_	1,5; 2	140	-	6; 14; 16; 24
_	11	2; 3	-	150	6; 16; 24
12	-	2; 3	160	_	6; 8; 16; 24; 28
-	14	2; 3	-	170	6; 8; 16; 24; 28
16	-	2; 4	180	_	8; 18; 20; 28; 32
-	18	2; 4	-	190	8; 18; 20; 32
20	-	2; 4	200	_	8; 10; 18, 20; 32
_	22	2; 3; 5; 8	-	210	8; 10; 20; 32; 36
24	-	2; 3; 5; 8	220	_	8; 10; 20; 32; 36
-	26	2; 3; 5; 8	-	230	8; 20; 36
28	_	2; 3; 5; 8	240	_	8; 12; 22; 24; 36; 40
_	30	3; 6; 10	_	250	12; 22; 24; 40
32	-	3; 6; 10	260	<u> </u>	12; 22; 24; 40
-	34	3; 6; 10	_	270	12; 24; 40
36	-	3; 6; 10	280	_	12; 24; 40
_	38	3; 6; 7; 10	_	290	12; 24; 44
40	-	3; 6; 7; 10	300	-	12; 24; 40; 44
_	42	3; 6; 7; 10	320	_	12; 48
44	-	3; 7; 8; 12	-	340	12; 48
-	46	3; 8; 12	360	_	12; 48
48	-	3; 8; 12	_	380	12; 48
_	50	3; 8; 12	400	-	12; 48
52	_	3; 8; 12	-	420	16
_	55	3; 8; 9; 12; 14	440	_	16
60	_	3; 8; 9; 12; 14	-	460	16
-	65	4; 10; 16	-	480	16
70	-	4; 10; 16	500	-	16
_	75	4; 10; 16	_	520	20
80	-	4; 10; 16	-	540	20
-	85	4; 5; 12; 18; 20	560	-	20
90	-	4; 5; 12; 18; 20	-	580	20
-	95	4; 5; 12; 18; 20	-	600	24
100	-	4; 5; 12; 20	620	-	24
-	110	4; 5; 12; 20	-	640	24

3.7. Классы прочности и материалы болтов, винтов, шпилек и гаек

Таблица 3.7.1. Болты, винты диаметром 1...48 мм (ГОСТ 1759.4–87)

Класс прочности	Материал	Технологический процесс	Марка стали
3.6	Низкоуглеродистая сталь	Горячая штамповка или холодная штамповка и смягчающая термообработка	10, 10кп
4.6	Низко- или среднеуглеродистая сталь	Горячая штамповка или холодная штамповка и смягчающая термообработка	20
4.8	Низко- или среднеуглеродистая сталь	Холодная штамповка	10, 10кп
5.6	Низко- или среднеуглеродистая сталь	Горячая штамповка или холодная штамповка и смягчающая термообработка	30, 35
5.8	Низкоуглеродистая сталь	Холодная штамповка	10, 10кп 20, 20кп
0.0	Среднеуглеродистая сталь	Горячая штамповка или холодная штамповка, закалка и отпуск	35
6.6	Среднеуглеродистая сталь	Горячая штамповка	45, 40Г
6.8	Низко- или среднеуглеродистая сталь	Холодная штамповка	20, 20кп
8.8	Среднеуглеродистая сталь с присадками (например, бор, марганец или хром)	Горячая штамповка, закалка и отпуск	35, 35X, 38XA, 45Г
9.8	Среднеуглеродистая легированная сталь	Холодная штамповка, закалка и отпуск	40Г2, 40Х, 30ХГСА, 35ХГ
10.9	Низкоуглеродистая сталь с присадками (например, бор, марганец или хром)	Резание, закалка и отпуск	16XCH
12.9	Низкоуглеродистая легированная сталь	Холодная штамповка из термоупрочненного металла	20Г2Р

Таблица 3.7.2. Гайки диаметром 1...48 мм (ГОСТ 1759.5–87)

Класс прочности*	Технологический процесс	Марка стали
4	Горячая штамповка	20, Ст3кп3, Ст3сп3
Холодная штамповка		10, 10кп
5	Горячая штамповка	20
04; 6	Холодная штамповка	10, 10кп, 15, 15кп
	Горячая штамповка	35
8; 9	Холодная штамповка	20, 20кп
	Горячая штамповка	35X, 38XA
05; 10; 12	Холодная штамповка	20Г2Р
	Резание, закалка и отпуск	16XCH

^{*} Для низких гаек установлены классы прочности 04 и 05.

3.8. Крепежные изделия

Таблица 3.8.1. Болты с шестигранной головкой (d = 1,6...48 мм для класса точности A и 6...48 мм для класса точности B)

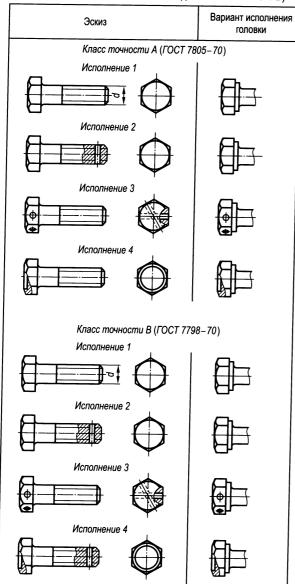


Таблица 3.8.2. Болты с шестигранной уменьшенной головкой (*d* = 8...48 мм)

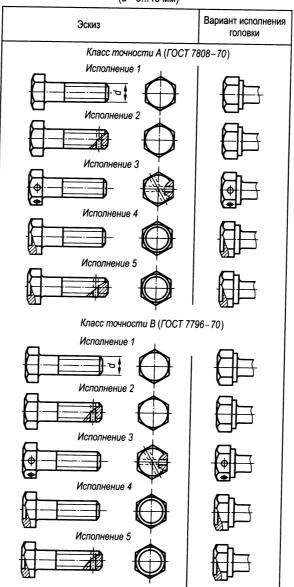
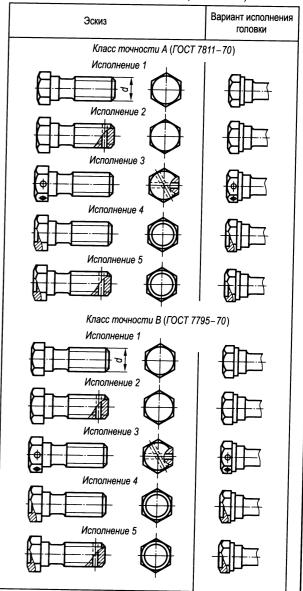


Таблица 3.8.3. Болты с шестигранной уменьшенной головкой и направляющим подголовком (*d* = 6...48 мм)



3.8. Крепежные изделия (продолжение)

Таблица 3.8.4. Винты классов точности А и В

		таолица з.о.4. Бинты к	UIACCOB TOTHOCI		
ГОСТ	Тип	Эскиз	гост	Тип головки	Эскиз
1491–80	головки Цилиндрическая	d = 120 mm	17474–80	Полупотайная	о В d = 120 мм
11644–75	Цилиндрическая скругленная	d = 210 mm			Исполнение 2
17473–80	Полукруглая	Исполнение 1 d = 120 мм	17475–80	Потайная	Исполнение 1 d = 120 мм
		Исполнение 2			Исполнение 2

Примечание. Винты изготавливают длиной от 2 до 120 мм.

3.8. Крепежные изделия (окончание)

Таблица 3.8.5. Винты самонарезающие для металла и пластмассы (d = 2,5...8 мм)

ГОСТ	Наименование	Эскиз	гост	Наименование	Эскиз
10619-80	С потайной головкой	Исполнение 1 Исполнение 2	11651–80	С потайной головкой и заостренным концом	Исполнение 2 Исполнение 2
11652–80	С потайной головкой и заостренным концом	Исполнение 1 40°+5° В Исполнение 2	10621-80	С полукруглой головкой	Исполнение 1 Исполнение 2
10620–80	С полупотайной головкой	Исполнение 1 Исполнение 2		С полукруглой головкой и заостренным концом	Исполнение 1 Исполнение 2

Примечание. Винты изготавливают длиной от 6 до 50 мм.

3.9. Болты с шестигранной головкой

Таблица 3.9.1. Размеры болтов с шестигранной головкой класса точности В (ГОСТ 7798 -70), мм

			Р	d	s	k	e	d _w ,	h _w
15 _{~30°} Исполнение 1	d	крупный	мелкий	<i>d</i> ₁	3	^	6	не менее	· w
	M6	1	-	6	10	4,0	10,9	8,7	0,15-0,60
	М8	1,25	1	8	13	5,5	14,2	11,5	0,15-0,60
	M10	1,5	1,25	10	16	7,0	17,6	15,5	0,15-0,60
k / S	M12	1,75	1,25	12	18	8,0	19,9	17,2	0,15-0,60
	M(14)	2	1,5	14	22	8,8	24,0	20,1	0,20-0,80
Вариант исполнения головки	M16	2	1,5	16	24	10,0	26,2	22,0	0,20-0,80
	M(18)	2,5	1,5	18	27	12,0	29,6	24,8	0,20-0,80
	M20	2,5	1,5	20	30	13,0	33,0	27,7	0,20-0,80
	M(22)	2,5	1,5	22	32	14,0	35,0	29,5	0,20-0,80
h _w	M24	3	2	24	36	15,0	39,6	33,2	0,20-0,80
K	M(27)	3	2	27	41	17,0	45,2	38,0	0,20-0,80
Пример условного обозначения	M30	3,5	2	30	46	19	50,9	42,7	0,20-0,80
Болт исполнения 1 с диаметром резьбы $d=12$ мм, с крупным шагом и полем допуска 6g, длиной $I=60$ мм,	M36	4	3	36	55	23	60,8	51,1	0,20-0,80
класса прочности 5.8, без покрытия:	M42	4,5	3	42	65	25	71,3	59,9	0,25-0,80
Болт M12-6g×60. 5.8 ГОСТ 7798-70	M48	5	3	48	75	30,0	82,6	69,4	0,25-0,80

Примечания: 1. Болты, диаметры которых даны в скобках, применять не рекомендуется. 2. Длину / следует брать из ряда 5, 6, 8, 10, 12, 14,16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240 мм. 3. Длину резьбы b выбирают из таблиц, приведенных в ГОСТ 7798 –70.

3.9. Болты с шестигранной головкой (продолжение)

Таблица 3.9.2. Размеры болтов с шестигранной уменьшенной головкой класса точности В (ГОСТ 7796-70), мм

		T	P	T	Т	T	<u> </u>		·	
15-30° Исполнение 1	d	крупный	мелкий	d ₁	s	k	k ₁	е, не менее	d _w , не менее	h _w
	M8	1,25	1	8	12	5	5,3	13,1	10,5	0,15-0,60
	M10	1,5	1,25	10	14	6	6,4	15,3	12,5	0,15-0,60
	M12	1,75	1,25	12	17	7	7,5	18,7	15,5	0,15-0,60
	M(14)	2	1,5	14	18	8	8,8	19,9	17,2	0,15-0,60
Вариант	M16	2	1,5	16	22	9	10,0	23,9	20,1	0,20-0,80
исполнения головки	M(18)	2,5	1,5	18	24	10	12,0	26,2	22,0	0,20-0,80
	M20	2,5	1,5	20	27	11	12,5	29,6	24,8	0,20-0,80
	M(22)	2,5	1,5	22	30	12	14,0	33,0	27,7	0,20-0,80
h _w	M24	3	2	24	32	13	15,0	35,0	29,5	0,20-0,80
K ₁	M(27)	3	2	27	36	15	17,0	39,6	33,2	0,20-0,80
Пример условного обозначения	M30	3,5	2	30	41	17	18,7	45,2	38,0	0,20-0,80
Болт исполнения 1 с диаметром резьбы <i>d</i> = 12 мм, с крупным шагом и полем допуска 6g, длиной / = 60 мм, класса прочности 5.8, без покрытия:	M36	4	3	36	50	20	22,5	55,4	46,6	0,20-0,80
Болт M12 – 6g × 60. 5.8 ГОСТ 7796–70	M42	4,5	3	42	60	23	26,0	66,4	55,9	0,25-0,80
_ 3 1.12	M48	5	3	48	70	26	30,0	76,9	64,7	0,25-0,80

Примечания: 1. Болты, диаметры которых даны в скобках, применять не рекомендуется. 2. Длину / следует выбирать из ряда 5, 6, 8, 10, 12, 14,16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240 мм. 3. Длину резьбы в выбирают из таблиц, приведенных в ГОСТ 7796 – 70.

3.9. Болты с шестигранной головкой (окончание)

/ для болтов $I - I_2$ для болтов R S d_2 13 d d₁ е Исполнение 1 коротких длинных длинных коротких мелкий крупный 12 15 38-75 7 4 11.0 4 1,5 0,25 18-35 10 М6 1 18 38-80 15 5,5 1,5 0,40 28-35 5.5 | 13.2 | 1.25 1 9 12 M8 25 7 2,0 0,40 30-35 110-120 18 7 15,5 11 14 M10 1,5 1,25 32-105 110-180 22 28 2,0 0,60 13 17 8 18.9 8,5 M12 1,75 1.75 40-105 110-200 25 30 3,5 0,60 9 21,1 10 15 19 $l_2 + 0.5$ M(14) 2 1.5 28 32 12 3,0 | 0,60 45-105 110-200 10 24,5 1.5 17 22 2 M16 35 110-200 30 13 4,5 | 0,60 55-105 1.5 19 24 12 | 26,8 | 2,5 M(18) 55-105 110-200 32 38 Примеры условного обозначения 4,0 0,80 27 13 30,1 15 M20 2.5 1,5 21 1. Болт исполнения 1 с диаметром резьбы d = 12 мм, 40 17 5,5 0,80 55-105 110-200 35 14 33,5 23 30 с крупным шагом и полем допуска 6g, длиной / = 60 мм, M(22) 2,5 1.5 класса прочности 5.8, без покрытия: 38 48 60-105 110-200 15 35,8 18 4.0 0,80 3 25 32 M24 Болт M12 – 6g × 60. 5.8 ГОСТ 7817 – 80 48 70-105 110-200 42 2. То же с мелким шагом резьбы и полем допуска 6g, 21 6,7 | 1,00 | 40,3 3 2 28 36 17 M(27) длиной / = 60 мм, класса прочности 10.9, из стали 40Х с покрытием 01 толщиной 9 мкм: 75-210 220-240 50 60 45.9 23 5.0 | 1,00 | 19 3.5 2 32 41 M30 Болт 1M12×1,25 – 6g×60.10.9.40X.019 ГОСТ 7817-80 220-300 55 65 90-210 50 23 56,1 28 6.0 | 1.00 | 38 M36 4 3. То же с предельным отклонением размера d_1 по k7: 7,0 | 1,20 | 110–210 | 220–300 65 75 Болт k7M12×1,25-6g×60.10.9.40X.019 ГОСТ 7817-80 4.5 60 26 67.4 33 M42 3 44 8,0 | 1,60 | 120–210 | 220–300

Таблица 3.9.3. Болты с шестигранной уменьшенной головкой класса точности А для отверстий из-под развертки (ГОСТ 7817-80), мм

Примечание. Длину болта следует выбирать из ряда (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300 мм.

3

5

M48

70

50

30

78,6

38

70

80

3.10. Винты общего назначения

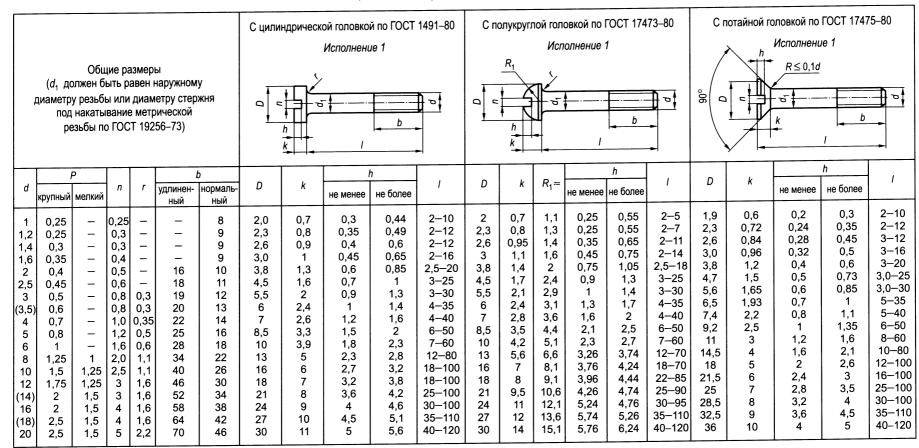
Таблица 3.10.1. Размеры винтов с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ класса точности A (ГОСТ 11738–84), мм

, t .w.	$d=d_1=k$	D	D ₁	s	е	w	t	R	f	d _a	$\frac{1}{c}$	b		I
Примеры условного обозначения 1. Винт с диаметром резьбы $d=12$ мм с крупным шагом		<u> </u>	ļ			не	менее	не бол		более	1 -		ОТ	,
	3	5,5	3,2	2,5	2,9	1,15	1,3	0,1	0,51	3,6	0,5	18	5	;
	4	7,0	3,8	3,0	3,5	1,4	2,0	0,2	0,60	4,7	0,5	20	6	
\ \	5	8,5	4,9	4,0	4,6	1,9	2,5	0,2	0,60	5,7	1,0	22	8	
K 1	6	10,0	6,1	5,0	5,8	2,3	3,0	0,25	0,68	6,8	1,0	24	10	
Δ	8	13,0	7,2	6,0	6,9	3,0	4,0	0,4	1,02	9,2	1,6	28	12	
R	10	16,0	9,7	8,0	9,2	4,0	5,0	0,4	1,02	11,2	1,6	32	14	1
	12	18,0	12,0	10,0	11,5	4,8	6,0	0,6	1,87	14,2	1,6	36	20	1
	(14)	21,0	14,3	12,0	13,74	5,8	7,0	0,6	1,87	16,2	2,0	40	25	1
	16	24,0	16,7	14,0	16,2	6,8	8,0	0,6	1,87	18,2	2,0	44	25	1
$\begin{vmatrix} a & a \\ a & d \end{vmatrix}$	(18)	27,0	16,7	14,0	16,02	7,8	9,0	0,6	1,87	20,2	2,5	48	30	1
	20	30,0	20,4	17,0	19,6	8,6	10,0	0,8	2,04	22,4	2,5	52	30	2
	(22)	33,0	20,4	17,0	19,44	9,4	11,0	0,8	2,04	24,4	2,5	56	35	20
и полем допуска 6g, длиной /=40 мм, класса прочности 6.8.	24	36,0	22,7	19,0	21,9	10,4	12,0	0,8	2,04	26,4	2,5	60	35	24
оез покрытия: Винт M12-6g×40.6.8 ГОСТ 11738-84	(27)	40,0	22,7	19,0	21,73	11,9	13,5	1,0	2,89	30,4	2,5	66	40	20
2. То же класса прочности 10.9 из стали марки 30ХГСА	30	45,0	26,2	22,0	25,4	12,9	15,5	1,0	2,89	33,4	2,5	72	45	24
с покрытием 05:	(33)	50,0	28,5	24,0	27,43	13,8	17,5	1,0	2,89	36,4	2,5	78	50	20
Винт M12-6g×40.10.9.30XГСА.05 ГОСТ 11738-84	36	54,0	32,0	27,0	31,2	15,3	19,0	1,0	2,89	39,4	3,0	84	55	24

Примечание. Длину / следует выбирать из ряда 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240 мм.

3.10. Винты общего назначения (окончание)

Таблица 3.10.2. Размеры винтов классов точности А и В, мм



Примечания: 1. Данные, приведенные в скобках, применять не рекомендуется. 2. Удлиненная длина резьбы предпочтительна. 3. Винты со стержнем длиной I < b с учетом недореза изготавливают с резьбой по всей длине стержня. 4. Длину винта следует выбирать из ряда 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, 110, 120 мм.

Примеры условного обозначения

- 2. То же класса точности В с мелким шагом и удлиненной длиной резьбы b=34 мм, с покрытием 01:

Винт $M8 \times 1 - 6g \times 50 - 34.48.01$ ГОСТ 1491-80

3. Винт с полукруглой головкой, класса точности A, исполнения 1 с диаметром резьбы d=8 мм, с крупным шагом, полем допуска 6g, длиной l=50 мм, класса прочности 4.8, без покрытия: Винт A.M8 – $6q \times 50.48$ ГОСТ 17473 – 80

3.11. Винты установочные

Таблица 3.11.1. Винты установочные классов точности А и В

Наименование, ГОСТ	Эскиз	d, мм	Наименование, ГОСТ	Эскиз	<i>d</i> , мм
С коническим концом и прямым шлицем (ГОСТ 1476–93)	Для d≤5 Для d≥6	1–12	С квадратной головкой и засверленным концом (ГОСТ 1485–84)		6-20
С плоским концом и прямым шлицем (ГОСТ 1477–93)		1–12	С квадратной головкой и ступенчатым концом со сферой (ГОСТ 1486–84)		8-20
С цилиндрическим концом и прямым шлицем (ГОСТ 1478–93)		2–12	С квадратной головкой и буртиком		5-20
С засверленным концом и прямым шлицем (ГОСТ 1479–93)		3–12	(ГОСТ 1488–84) С коническим концом		
С шестигранной головкой и цилиндрическим концом ГОСТ 1481–84)		6–36	и шестигранным углублением под ключ (ГОСТ 8878–93)	Для d ≤ 5 Для d ≥ 6	4-24
С квадратной головкой і цилиндрическим концом ГОСТ 1482–84)		6–20	С плоским концом и шестигранным углублением под ключ (ГОСТ 11074–93)		4-24
с шестигранной головкой ступенчатым концом ГОСТ 1483–84)		6–20	С цилиндрическим концом и шестигранным углублением под ключ (ГОСТ 11075–93)		4-24

3.11. Винты установочные (продолжение)

Таблица 3.11.2. Винты установочные с прямым шлицем классов точности А и В, мм

	Общие ра	ізмеры		и прямым	ским концом шлицем классов А и В по ГОСТ 1476–93 45±1° Для d≥6	С плоским концом и прямым шлицем классов точности А и В по ГОСТ 1477-93	и пр: точн	ямым шлиц ости А и В и 45±15 90120°			С засверленным и прямым шлице точности А и В п 45±15° 90120°	ем классов
d	P	b	h	I ₁	1	1	$d_f = d_1$	1/1	<i>r</i> ₁ , не более	1	$d_f = d_1$	I
1,0 1,2 1,6 2,0 2,5 3,0 4,0 5,0 6,0 8,0 10,0	0,25 0,25 0,35 0,40 0,45 0,50 0,70 0,80 1,00 1,25 1,50 1,75	0,2 0,25 0,25 0,25 0,40 0,40 0,60 0,80 1,00 1,20 1,60 2,00	0,6 0,6 0,8 0,9 1,1 1,2 1,4 1,8 2,0 2,5 3,0 3,5	- - - - - - 2,0 3,5 3,0 3,5	2-4 3-4 2-8 2-10 3-(14) 4-16 4-20 5-25 6-30 8-40 10-50 12-60	2-4 3-4 2-8 2-10 3-12 3-16 4-20 5-25 6-30 8-40 10-50 12-50	- 1,0 1,5 2,0 2,5 3,5 4,0 5,5 7,0 8,5	- 1,00 1,25 1,50 2,00 2,50 3,00 4,00 4,50 6,00	- - - - - 0,3 0,4 0,4 0,5 0,6	- 2-10 4-12 5-16 5-20 8-25 8-35 10-40 12-50 12-60	- - - 1,4 2,0 2,5 3,0 5,0 6,0 8,0	- - - 3-16 4-20 5-25 6-30 8-40 10-50 12-50

Примечания: 1. Длину винта / следует выбирать из ряда 2, 2,5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, (14), 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 мм. 2. Данные, приведенные в скобках, применять не рекомендуется.

Таблица 3.11.3. Размеры отверстий под концы установочных винтов (ГОСТ 12415-80), мм

Тип 1 Тип 2	d	d ₁	h ₁	h ₂	h ₃
- d	1,0	0,5	-	_	0,2
	1,2	0,6	_	-	0,3
I Ш 🛱 I	1,6	0,8	0,8	. -	0,4
	2,0	1,0	0,6	-	0,5
	2,5	1,5	1,0	-	0,7
	3,0	2,0	1,2	_	1,0
118°±3° Тип 3 90°±2°	4,0	2,5	1,6	-	1,2
118°±3° \ 11113 \ 90°±2° \	5,0	3,5	1,6	-	1,7
$\bigvee_{a_1} \bigvee_{d_1}$	6,0	4,0	2,0	1,0	2,0
	8,0	5,5	2,5	1,0	2,7
117	10,0	7,0	3,0	1,2	3,5
90°±2°>	12,0	8,5	4,0	1,6	4,2

Примеры условного обозначения

1. Винт класса точности A с диаметром резьбы d=10 мм и полем допуска 6g, длиной I=25 мм, класса прочности 4.8, без покрытия:

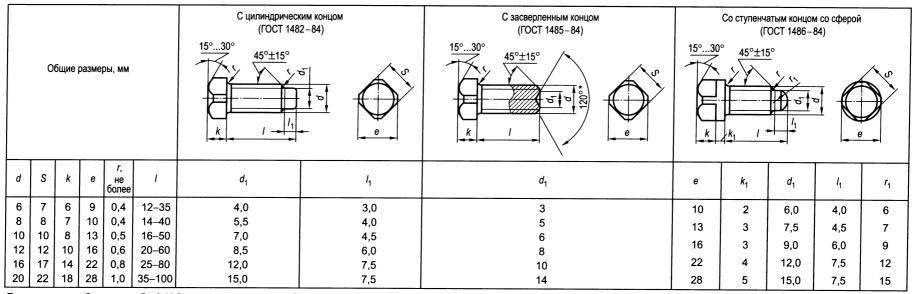
Винт A M10 – 6g×25.48 ГОСТ 1476 – 93

2. То же класса точности В с мелким шагом резьбы, из стали 35X с покрытием 05:

Винт В M10×1,25 – 6g ×25.35X.0,5 ГОСТ 1476 – 93

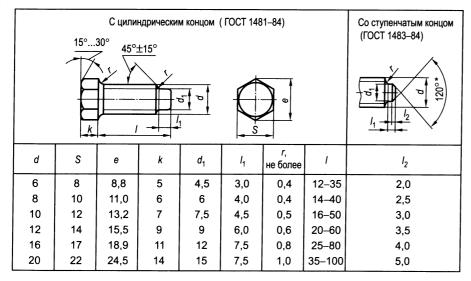
3.11. Винты установочные (окончание)

Таблица 3.11.4. Винты установочные с квадратной головкой классов точности А и В, мм



Примечание. Здесь и в табл. 3.11.5 длину винта следует выбирать из ряда: 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100 мм.

Таблица 3.11.5. Винты установочные с шестигранной головкой классов точности А и В, мм



Примеры условного обозначения

1. Винт класса точности В с диаметром резьбы d=10 мм, крупным шагом и полем допуска 6g, длиной I=25 мм, класса прочности 4.8, без покрытия:

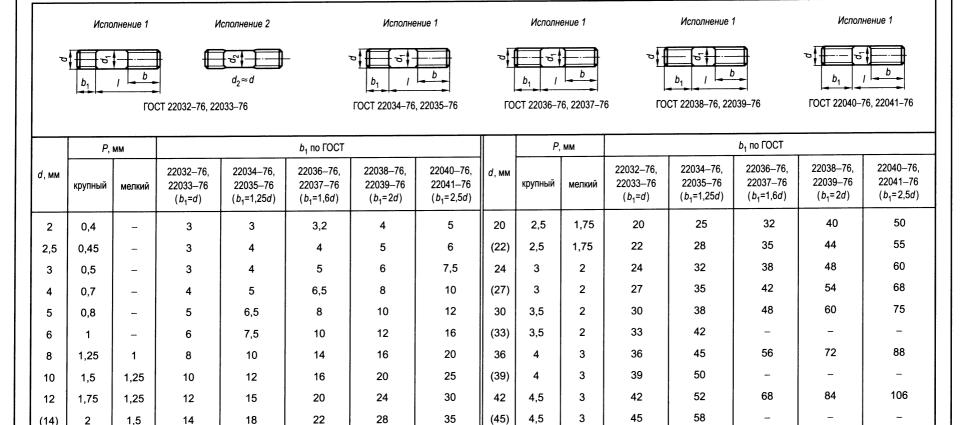
Винт В. M10×25 – 6g. 48 ГОСТ 1482 – 84

2. То же класса точности A с мелким шагом резьбы и полем допуска 6g из стали 35X с покрытием 05:

Винт А. M10×1,25 – 6g × 25.35X.05 ГОСТ 1482 – 84

3.12. Шпильки общего назначения

Таблица 3.12.1. Шпильки с ввинчиваемыми концами b_1 (d = 2...48 мм)



Примечание. Четные номера ГОСТ соответствуют классу точности В, нечетные – классу точности А.

1.75

1,75

(18)

2,5

Примеры условного обозначения

1. Шпилька исполнения 1 с диаметром резьбы d = 16 мм, с крупным шагом P = 2 мм и полем допуска 6g, длиной I = 120 мм, класса прочности 5.8, без покрытия: Шпилька $M16 - 6g \times 120.58$ ГОСТ 22032 - 76

2. То же с мелким шагом *P* =1,5 мм, класса прочности 10.9, из стали 40X с покрытием 02 толщиной 6 мкм: *Шпилька М16*×1,5–6*g*×120.109.40X.026 ГОСТ 22032–76

3.12. Шпильки общего назначения (окончание)

Таблица 3.12.2. Длина гаечного конца b в шпильке (ГОСТ 22032 –76, ..., ГОСТ 22041 – 76), мм

Длина								Нар	ужны	й диа	метр	резь(5ы <i>d</i>															ŀ	Іаруж	ный	диам	етр р	езьбі	ы d	-						
шпильки	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	2 (14	1) 16	(18) 20	(22	2) 24	(27	30	36	42	48	Длина шпильки	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	(14) 16	(18) 20	(22) 24	(27) 30	36	3 42	2 48
10	×	×	×	-	-	-	- -	_	- -	- -	-	-	-	T-	-	-	-	-	-	-	75	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	l _×	×	†_	1_1
12	10	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	_	80	10	11	12	14	16	1	ı	1		34	1		ı		1	60		l _×	l _×	$ _{x} $
14	10	11	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	11	12	1	ı	Į.	l		l	1	i	1	1	50	54	60	66	$\ _{\times}$	l _×	×
16	10	11	12	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	_	90	-	11	12	ļ	ı	ł		26	1	1	1	1	ı	50	1	1	1	1		
(18)	10	11	12	14	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	_	-	-	_	_	(95)	_	11	12	14	16	18	22	26		i	ı	1	1	50	1	1	1	1	1	
20	10	11	12	14	16	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	_	_	_	100	_	11	12	14	l	l	ĺ			ł		i	ĺ		1		i	78		
(22)	10	11	12	14	16	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	_	_	_	(105)	_	11	12	14	ı	1						1	1	50	1		66			
25	10	11	12	14	16	18	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	_	-	-	_	110	_	1	ı	14				26			l	ı		50	i	l		1	90	
(28)	10	11	12	14	16	18	22	×	×	×	-	-	-	-	-	-	_	-	_	_	(115)	_	11	12	14						1 1			1	50		i	1	ı	90	
30	10	11	12	14	16	18	22	×	×	×	-	-	-	-	-	-	_	_	_	_	120	_													50		1	1	i		1 1
(32)	10	11	12	14	16	18	22	×	×	×	-	_	_	_	_	_	_	_	_	_	130	_			20		- 1	ı			40			1	56					1	1 1
35	10	11	12	14	16	18	22	26	×	×	×	×	-	_	_	_	_	_	_	_	140	_			20		- 1		i i		40			ĺ	56			1 1		96	1 1
(38)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	×	×	×	_	_	_	_	_	_	_	_	150	_			20		- 1	- 1	- 1						56			1			1 1
40	10	11	12	14	16	18	22	26	30	×	×	×	×	_	_	_	_	_	_	_	160	_	- 1			- 1		- 1	- 1	- 1			l i		56					96	1 1
(42)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	×	×	×	×	_	_	_	_	_	_	_	180	_	_	_		_	- 1	- 1		- 1	- 1		- 1		56	- 1		ľ		96	
45	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	×	×	×	×	×	_	_	_	_	_	190	_	_	_	_	_	- 1		- 1	- 1	- 1	- 1		- 1	56	- 1	1	- 1		1 1	1
48	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	×	×	×	×	_	_	_	_	_	200	_	_	_	_	_		ľ	- 1	- 1	- 1	- 1	1	- 1	56		- 1	- 1			
50	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	×	×	×	×	_	_	_	_	_	220	_	_	_	_	_	_	_	i	- 1	- 1	- 1	- 1		69	1	1	1		96	
55	10	11	12	14	- 1					١.	38	42	×	×	×	×	_	_	_		240	_	_		_	_		_		_	_	_	ĺ	- 1		- 1	- 1	- 1	- 1		
1	10	- 1	- 1			- 1	l		i i			- 1	46	\times	×	×	×	_	_	_	260	_				_		_		_	_			-	69			- 1	- 1	- 1	- 1
	10	- 1		- 1		- 1			30	- 1	- 1	- 1	46		×	×		_	_	_	280	_				_	_	_					-	_			- 1	- 1	- 1	109	- 1
70	10	11	12		- 1	- 1			30		- 1		46			×	\times	\times		_	300		_		_	_	_	_	_	_		_				-				109	
															<u></u>			\Box			300																_	_	97	109	121

Примечания: 1. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется. 2. Знаком «×» отмечены шпильки с длиной гаечного конца b = I - 0,5d - 2P.

3.13. Рым-болты и гнезда под них

Таблица 3.13.1. Размеры рым-болтов и гнезд под них (ГОСТ 4751-73), мм

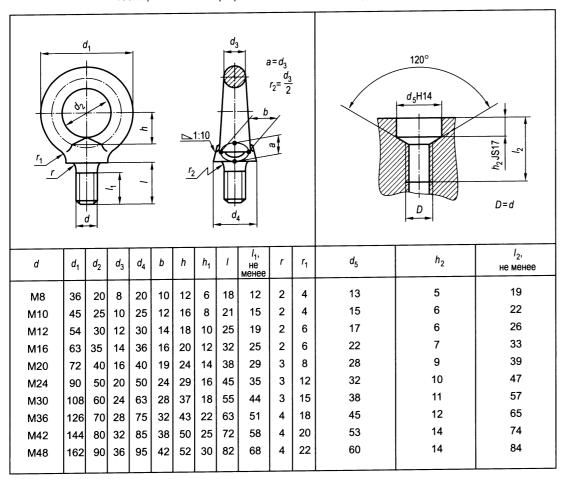


Таблица 3.13.2. Значение грузоподъемной силы для различных схем нагружения, Н

d		S ^S	90°
M8	1200	800	400
M10	2000	1250	650
M12	3000	1750	900
M16	5500	2500	1250
M20	8500	3250	1500
M24	12500	5000	2500
M30	20000	7000	3500
М36	30000	10000	5000
M42	40000	13000	6500
M48	50000	16500	8000

Примеры условного обозначения

1. Рым-болт с диаметром резьбы d = 8 мм, без покрытия:

Рым-болт M8 ГОСТ 4751 – 73

2. То же с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Рым-болт M8.019 ГОСТ 4751 – 73

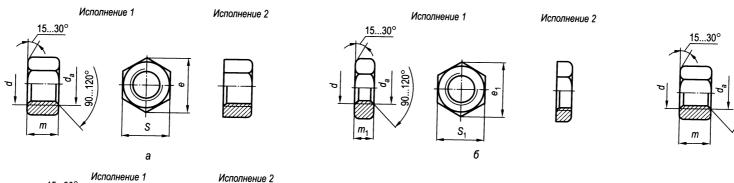
3.14. Гайки общего и специального назначения

Наименование	Эскиз		d, мм	Наименование	Эскиз	<i>d</i> , мм
Гайки шестигранные класса точности В (ГОСТ 5915–70)	Исполнение 1	Исполнение 2	1,6–48	Гайки шестигранные класса точности С (ГОСТ 15526-70)	Исполнение 1 Исполнение	5–48
Гайки шестигранные низкие класса точности В (ГОСТ 5916–70)	Исполнение 1	Исполнение 2	1–48	Гайки шестигранные класса точности А (ГОСТ 5927-70)		1–48
Гайки шестигранные с уменьшенным размером под ключ класса точности В			8–48	Гайки шестигранные низкие класса точности А (ГОСТ 5929–70)		1–48
(ГОСТ 15521–70)	Исполнение 1	Исполнение 2		Гайки шестигранные с уменьшенным размером под ключ класса точности А (ГОСТ 2524–70)		8–48
с уменьшенным размером под ключ класса точности В (ГОСТ 15522-70)			8–48	Гайки шестигранные низкие с уменьшенным размером под ключ класса точности А (ГОСТ 2526–70)		8-48
Гайки шестигранные высокие класса точности В (ГОСТ 15523–70)			3–48	Гайки шестигранные высокие класса точности А (ГОСТ 15524-70)		3–48
Гайки шестигранные особо высокие класса точности В (ГОСТ 15525–70)			8–48	Гайки шестигранные особо высокие класса точности А (ГОСТ 5931–70)		8-48

3.14. Гайки общего и специального назначения (окончание)

Наименование	Эскиз	d, мм	Наименование	Эскиз	d, мм
Гайки шестигранные прорезные с уменьшенным размером под ключ класса точности А (ГОСТ 2528–73)		8–48	Гайки для закрепительных втулок с метрической резьбой (ГОСТ 8530–90)		10–200
Гайки шестигранные прорезные низкие с уменьшенным размером под ключ класса точности А (ГОСТ 5935–73)		8–48	Гайки круглые с отверстиями на торце под ключ (ГОСТ 6393–73)		8–100
Гайки шестигранные прорезные и корончатые класса точности А (ГОСТ 5932–73)	Исполнение 1 Исполнение 2	4–48	Гайки круглые с радиально расположенными отверстиями (ГОСТ 8381-73)		2–20
Гайки шестигранные прорезные и корончатые низкие класса точности А	Исполнение 1 Исполнение 2	6–48	Гайки круглые со шлицем на торце (ГОСТ 10657–80)		1–12
(ГОСТ 5933–73) Гайки шестигранные прорезные и корончатые	Исполнение 2	4–48	Гайки колпачковые класса точности А (ГОСТ 11860–92)	Исполнение 2	3–24
класса точности В (ГОСТ 5918–73) Гайки шестигранные прорезные и корончатые	Исполнение 1 Исполнение 2		Гайки-барашки (ГОСТ 3032–76)	Исполнение 1 Исполнение 2	3–24
низкие класса точности В (ГОСТ 5919–73)		6–48	,		

3.15. Гайки шестигранные



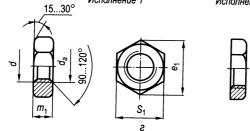


Рис. 3.15.1. Виды шестигранных гаек: a – по ГОСТ 5915 – 70; δ – по ГОСТ 5916 – 70; ε – по ГОСТ 15521 – 70; ε – по ГОСТ 1522 – 70

Примеры условного обозначения

1. Гайка исполнения 1 с диаметром резьбы d = 12 мм, с крупным шагом и полем допуска 6H, класса прочности 5, без покрытия:

Гайка М12-6Н.5 ГОСТ 5915-70

2. То же исполнения 2, с мелким шагом резьбы и полем допуска 6H, класса прочности 12:

Гайка 2M12×1,25-6H12 ГОСТ 5915-70

3. Гайка исполнения 1 с диаметром резьбы d = 12 мм, с крупным шагом и полем допуска 6H, класса прочности 04, без покрытия:

Гайка М12-6H.04 ГОСТ 15522-70

4. То же исполнения 2, с мелким шагом резьбы и полем допуска 6H, класса прочности 06:

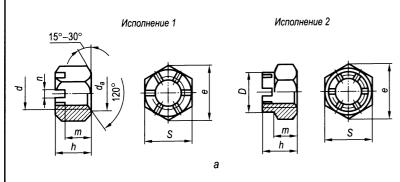
Гайка 2M12×1,25-6H.06 ГОСТ 15522-70

Таблица 3.15.1. Размеры шестигранных гаек класса точности В, мм

		P	T	1	1 -	т -				
d	крупный	, Г мелкий	s	S ₁	e ₁	е		d _a	m	m ₁
	фунный	WICHRAIN	 		не	менее Т	не более	не менее		
3	0,50	-	5,5	-	_	5,9	3,45	3	2,4	_
(3,5)	0,60	-	6	-	_	6,4	4,00	3,5	2,8	_
4	0,70	-	7	-	-	7,5	4,60	4	3,2	_
5	0,80	-	8	-	-	8,6	5,75	5	4,0	_
6	1	_	10	-	-	10,9	6,75	6	5	_
8	1,25	1	13	12	13,1	14,2	8,75	8	6,5	4
10	1,5	1,25	17	14	15,3	18,7	10,8	10	8	5
12	1,75	1,25	19	17	18,7	20,9	13,0	12	10	6
(14)	2	1,5	22	19	20,9	23,9	15,1	14	11	7
16	2	1,5	24	22	23,9	26,2	17,3	16	13	8
(18)	2,5	1,5	27	24	26,2	29,6	19,4	18	15	9
20	2,5	1,5	30	27	29,6	33,0	21,6	20	16	10
(22)	2,5	1,5	32	30	33,0	35,0	23,8	22	18	11
24	3	2	36	32	35,0	39,6	25,9	24	19	12
(27)	3	2	41	36	39,6	45,2	29,2	27	22	13,5
30	3,5	2	46	41	45,2	50,9	32,4	30	24	15
36	4	3	55	50	55,4	60,8	38,9	36	29	18
42	4,5	3	65	60	66,4	71,3	45,4	42	31	21
48	5	3	75	70	76,9	82,6	51,8	48	38	24

Примечание. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

3.15. Гайки шестигранные (продолжение)



Исполнение 1

Исполнение 2

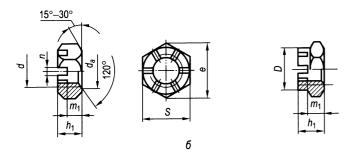


Рис. 3.15.2. Гайки прорезные и корончатые класса точности В: a – нормальные по ГОСТ 5918–73; b – низкие по ГОСТ 5919–73

Примеры условного обозначения

1. Гайка прорезная исполнения 1, с диаметром резьбы d=12 мм, с крупным шагом и полем допуска 6H, класса прочности 4, без покрытия:

Гайка М12-6Н.4 ГОСТ 5919-73

2. Гайка корончатая исполнения 2, с диаметром резьбы d=12 мм с мелким шагом 6H, класса прочности 4, без покрытия:

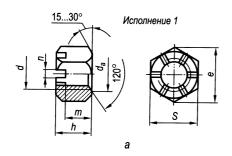
Гайка 2M12×1,25 – 6H.4 ГОСТ 5919 – 73

Таблица 3.15.2. Размеры прорезных и корончатых гаек, мм

		Р		-							C	l _a	Размер и (рекомен по ГОСТ	дуемый
d	круп- ный	мелкий	S	h	h ₁	е, не менее	n	m	m ₁	D	не менее	не более	Испол- нение 1	Испол- нение 2
4	0,7	_	7	5	_	7,7	1,2	3,2	_	_	4	4,6	1×12	-
5	0,8	_	8	6	_	8,8	1,4	4	-	-	5	5,75	1,2×12	-
6	1	_	10	7,5	6	10,9	2	5	3,5	_	6	6,75	1,6×16	-
8	1,25	1	13	9,5	7	14,2	2,5	6,5	4	-	8	8,75	2×20	-
10	1,5	1,25	17	12	8	18,7	2,8	8	5	-	10	10,8	2,5×25	-
12	1,75	1,25	19	15	10	20,9	3,5	10	6	17	12	13,0	3,2×32	3,2×25
(14)	2	1,5	22	16	11	24,5	3,5	11	7	19	14	15,1	3,2×32	3,2×25
16	2	1,5	24	19	12	26,5	4,5	13	7	22	16	17,3	4×36	4×32
(18)	2,5	1,5	27	21	13	29,9	4,5	15	8	25	18	18,5	4×40	4×36
20	2,5	1,5	30	22	13	33,3	4,5	16	8	28	20	21,6	4×40	4×36
(22)	2,5	1,5	32	26	15	35,0	5,5	18	9	30	22	22,7	5×45	5×40
24	3	2	36	27	15	39,6	5,5	19	9	34	24	25,9	5×45	5×40
(27)	3	2	41	30	17	45,2	5,5	22	11	38	27	29,1	5×50	5×45
30	3,5	2	46	33	18	50,9	7	24	11	42	30	32,4	6,3×63	6,3×50
(33)	3,5	2	50	35	20	55,4	7	26	13	46	33	35,6	6,3×63	6,3×50
36	4	3	55	38	20	60,8	7	29	13	50	36	38,9	6,3×71	6,3×63
(39)	4	3	60	40	22	66,4	7	31	13	55	39	42,2	6,3×71	6,3×63
42	4,5	3	65	46	23	72,1	9	34	14	58	42	45,4	8×80	8×71
48	5	3	75	50	25	83,4	9	38	16	65	48	52	8×90	8×80

Примечания: 1. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется. 2. Число прорезей равно 6 при *d*≤(39) и 8 при *d*>(39).

3.15. Гайки шестигранные (окончание)



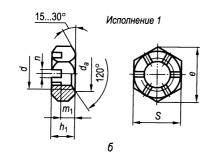


Рис. 3.15.3. Гайки прорезные с уменьшенным размером под ключ класса точности А: a – по ГОСТ 2528 – 73; δ – низкие по ГОСТ 5935 – 73

Примеры условного обозначения

1. Гайка прорезная с диаметром резьбы d = 12 мм, с крупным шагом и полем допуска 6H, класса прочности 4, без покрытия:

Гайка M12 – 6H.4 ГОСТ 5935 – 73

2. То же с мелким шагом резьбы и полем допуска 6Н:

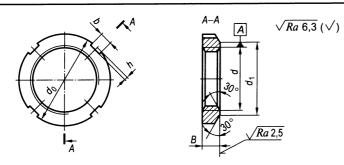
Гайка M12×1,25 – 6H.4 ГОСТ 5935 – 73

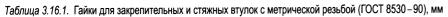
Таблица 3.15.3. Размеры прорезных гаек, мм

d		Р	s	h	h ₁	е	n				d _a	Размер
	крупный	мелкий			/"1			m	m ₁	не более	не менее	шппинта
8	1,25	1	12	9,5	7	13,2	2,5	6,5	4	8,75	8	2×20
10	1,5	1,25	14	12	8	15,5	2,8	8	5	10,8	10	2,5×25
12	1,75	1,25	17	15	10	18,9	3,5	10	6	13,0	12	3,2×25
(14)	2	1,5	19	16	11	21,1	3,5	11	7	15,1	14	3,2×25
16	2	1,5	22	19	12	24,5	4,5	13	7	17,3	16	4×32
(18)	2,5	1,5	24	21	13	26,8	4,5	15	8	18,5	18	4×36
20	2,5	1,5	27	22	13	30,2	4,5	16	8	21,6	20	4×36
(22)	2,5	1,5	30	26	15	33,6	5,5	18	9	22,7	22	5×40
24	3	2	32	27	15	35,8	5,5	19	9	25,9	24	5×40
(27)	3	2	36	30	17	40,3	5,5	22	11	29,1	27	5×45
30	3,5	2	41	33	18	45,9	7	.24	11	32,4	30	6,3×50
(33)	3,5	2	46	35	20	51,6	7	26	13	35,6	33	6,3×56
36	4	3	50	38	20	56,1	7	29	13	38,9	36	6,3×63
(39)	4	3	55	40	22	61,7	7	31	13	42,2	39	6,3×71
42	4,5	3	60	46	23	67,4	9	34	14	45,4	42	8×71
48	5	3	70	50	25	78,5	9	38	16	52	48	8×80

Примечания: 1. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется. 2. Число прорезей равно 6 при d ≤ (39) и 8 при d < (39).

3.16. Гайки шлицевые и шайбы многолапчатые для их стопорения





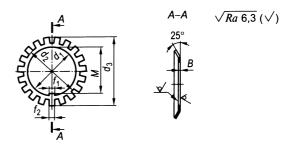


Таблица 3.16.2. Шайбы стопорные (ГОСТ 8530-90), мм

Обозначение гайки	d	d ₀ h12	d ₁	B h14	<i>b</i> H14	h H17	Обозначение шайбы	d₁ C11	d ₂ H12	d ₃ ≈	f ₁ b14	f ₂ b14	В	М	Число зубьев по наружной поверхности, не менее
KM0	M10×0,75	18	13,5	4	3	2,0									12.5
KM1	M12×1	22	17,5	4	3	2,0	MB0	10	13,5	21	3	3	1,00	8,5	9
KM2	M15×1	25	21,0	5	4	2,0	MB1	12	17,0	25	3	3	1,00	10,5	9
KM3	M17×1	28	24,0	5	4	2,0	MB2	15	21,0	28	4	4	1,00	13,5	11
KM4	M20×1	32	26,0	6	4 5	2,0	MB3	17	24,0	32	4	4	1,00	15,5	11
KM5	M25×1,5	38	32,0	7	5	2,0 2,0	MB4	20	26,0	36	4	4	1.00	18,5	11
KM6	M30×1,5	45 50	38,0	8	5	2,0	MB5	25	32,0	42	5	5	1,25	23,0	13
KM7	M35×1,5 M40×1,5	52 58	44,0 50,0	9	6	2,5	MB6	30	38,0	49	5	5	1,25	27,5	13
KM8 KM9	M45×1,5	65	56,0	10	6	2,5	MB7	35	44,0	57	6	5	1,25	32,5	13
KM10	M50×1,5	70	61.0	11	6	2,5	MB8	40	50.0	62	6	6	1,25	37,5	13
KM10 KM11	M55×2	75	67.0	11	7	3,0	MB9	45	56,0	69	6	6	1,25	42,5	13
KM12	M60×2	80	73.0	11	7	3,0	MB10	50	61.0	74	6	6	1,25	47,5	13
KM12 KM13	M65×2	85	79.0	12	7	3,5	MB10 MB11	55	67,0	81	8	7	1,50	52,5	17
KM14	M70×2	92	85.0	12	8	3,0				86		' 7	1,50	57,5	17
KM15	M75×2	98	90.0	13	8	3,5	MB12	60	73,0		8	'_	1,50	62,5	17
KM16	M80×2	105	95.0	15	8	3,5	MB13	65	79,0	92	ı •	′	.,	66,5	17
KM17	M85×2	110	102.0	16	8	3,5	MB14	70	85,0	98	8	8	1,50	1	17
KM18	M90×2	120	108	16	10	4,0	MB15	75	90,0	104	8	8	1,50	71,5	17
(KM19)	M95×2	125	113	17	10	4,0	MB16	80	95,0	112	10	8	1,80	76,5	1 1
KM20	M100×2	130	120	18	10	4,0	MB17	85	102,0	119	10	10	1,80	81,5	17
(KM21)	M105×2	140	126	18	12	5,0	MB18	90	108,0	126	10	10	1,80	86,5	17
KM22	M110×2	145	133	19	12	5,0	MB19	95	113	133	10	10	1,80	91,5	17
KML24	M120×2	145	135	20	12	5,0	MB20	100	120	142	12	12	1,80	96,5	17
KM24	M120×2	155	138	20	12	5,0	MB21	105	126	145	12	12	1,80	100,5	17
KM25	M125×2	160	148	21	12	5,0	MB22	110	133	154	12	12	1,80	105,5	17

Примеры условного обозначения

3.17. Гайки специальные

Таблица 3.17.1. Гайки колпачковые класса точности А (ГОСТ 11860 – 85 в ред. 1992 г.), мм

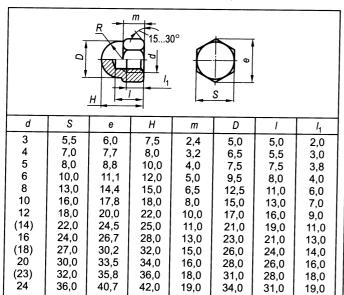


Таблица 3.17.2. Гайки-барашки (ГОСТ 3032 – 76), мм

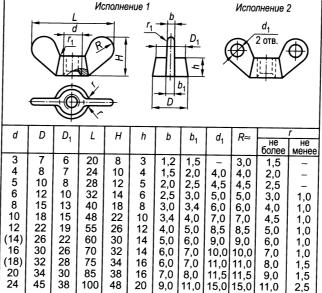
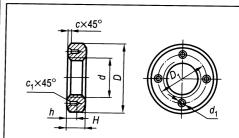


Таблица 3.17.3. Гайки круглые с отверстиями на торце под ключ класса точности А (ГОСТ 6393 –73), мм



d P D D H a1 N He coner 8 1,0 18 13 6 3,0 5,0 0,6 0,0 10 1,25 22 15 8 3,0 5,0 0,6 0,4 12 1,25 26 18 8 3,0 5,0 0,6 0,4 14 1,5 28 20 8 3,5 5,0 0,6 0,4 16 1,5 30 22 8 3,5 5,0 0,6 0,4 18 1,5 32 24 8 3,5 5,0 1,0 0,4 20 1,5 34 27 8 3,5 5,0 1,0 0,4 22 1,5 38 30 8 3,5 5,0 1,0 0,4 30 1,5 48 38 10 4,5 7,0 1,0 0,6 33			_						
8 1,0 18 13 6 3,0 5,0 0,6 0,6 0,7 10 1,25 22 15 8 3,0 5,0 0,6 0,6 0,1 0,6 0,6 0,6 0,1 0,6 0,2 1,5 3,0 5,0 0,6 0,6 0,6 0,2 1,5 3,0 1,0 0,6 0,2 1,5 1,5 3,0 2,2 1,5 3,0 3,5 5,0 1,0 0,6 0,2 1,0 0,6 1,0 0,0 1,0 0,6 1,0 1,0 0,6 1,0 1,0 0,6 1,0 1,0 0,6 <	Pe		م ا	٦	4	1 4	h	С	C ₁
10	d_	P		D1		L 0 ₁		не	более
1,0	10 12 14 16 18 20 22 24 27 30 33 36 39 42 45 48 52 56 60 64 87 27 68 88 58	1,25 1,5 1,5 1,5 1,5 1,5 1,5 1,5 1,5 1,5 1,	22 26 28 30 32 34 38 42 45 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 115 110 115 120	15 18 20 22 24 27 30 34 38 42 48 48 56 64 72 72 80 80 90 100 100	8 8 8 8 8 8 10 10 10 10 10 10 12 12 12 15 15 15 15 15	3,0,0,3,5,5,3,5,5,4,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	5,0 5,0 5,0 5,0 5,0 5,0 5,0 5,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 11,0 11,0	0,66 0,66 0,66 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00	0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 1,0 1,0 1,0

Пример условного обозначения

Гайка с диаметром резьбы d = 12 мм, с крупным шагом и полем допуска 7H, класса прочности 5, без покрытия:

Гайка M12 – 7H.5 ГОСТ 11860 – 85

Пример условного обозначения

Гайка-барашек исполнения 1 с диаметром резьбы d=10 мм, с крупным шагом и полем допуска 6 H, класса прочности 6, без покрытия:

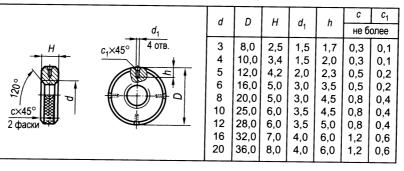
Гайка М10-6Н.6 ГОСТ 3032-76

Таблица 3.17.4. Гайки круглые с радиально расположенными отверстиями класса точности A (ГОСТ 8381-73), мм

Пример условного обозначения

Гайка с диаметром резьбы *d* = 12 мм, с мелким шагом и полем допуска 6H, класса прочности 12, из стали 40X, без покрытия:

Гайка M12×1,25-6H.12.40X ГОСТ 8381-73



Пример условного обозначения

Гайка с диаметром резьбы d=16 мм, с мелким шагом и полем допуска 7H, класса прочности 6, без покрытия: Гайка $M16 \times 1,5 - 7H.6$ ГОСТ 6393-73

3.18. Шайбы

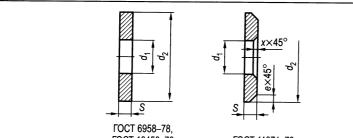
Таблица 3.18.1. Шайбы специальные

Наименование	Эскиз	d*, мм	Наименование	Эскиз	<i>d</i> *, мм
Шайбы стопорные с внутренними зубьями (ГОСТ 10462–81)		2–24	Шайбы быстросъемные (ГОСТ 4087–69)	Исполнение 2	5–48́
Шайбы стопорные с наружными зубьями (ГОСТ 10463–81)		2–24	Шайбы сферические (ГОСТ 13438–68)		6–48
Шайбы стопорные с наружными зубьями под винты с потайной и полупотайной головкой с углом 90° (ГОСТ 10464–81)	**************************************	3–12	Шайбы конические (ГОСТ 13439–68)	120°±2°	6–48
Шайбы стопорные многолапчатые (ГОСТ 8530-90)	25° 25° 25° A B B B B S S S S S S S S S S S S S S S S	10–280	Шайбы подвесные (ГОСТ 4090–69)	120°±2°	6–36

^{*} Диаметр резьбы винта или шпильки.

3.18. Шайбы (окончание)

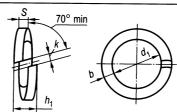
Таблица 3.18.2. Шайбы увеличенные (ГОСТ 6958 – 78), нормальные (ГОСТ 11371 – 78) и уменьшенные (ГОСТ 10450 – 78), мм



			ГОСТ 1	0450-78		ГОСТ	11371–78			
d*	d ₁	1	айбы Іченные		айбы Іальные			айбы ышенные		
		d ₂	s	d ₂	S	е	х	d ₂	s	7
1,0	1,1	4	0,3	3,5	0,3	0,08	0,15	3,0	0,3	
1,2	1,3	4	0,3	4,0	0,3	0,08	0,15	3,5	0,3	1
1,4	1,5	-	-	4,0	0,3	0,08	0,15	3,5	0,3	١
1,6	1,7	5	0,5	4,0	0,3	0,08	0,15	4,0	0,3	1
2,0	2,2	6	0,5	5,0	0,3	0,08	0,15	4,5	0,3	
2,5	2,7	8	0,8	6,5	0,5	0,13	0,25	5,0	0,5	1
3,0	3,2	9	0,8	7,0	0,5	0,13	0,25	6,0	0,5	1
4,0	4,3	12	1,0	9,0	0,8	0,20	0,40	8,0	0,5	
5,0	5,3	15	1,6	10,0	1,0	0,25	0,50	9,0	1,0	1
6,0	6,4	18	1,6	12,0	1,6	0,40	0,80	11,0	1,0	
8,0	8,4	24	2,0	16,0	1,6	0,40	0,80	15,0	1,6	
10,0	10,5	30	2,5	20,0	2,0	0,50	1,00	18,0	1,6	1
12,0	13,0	37	3,0	24,0	2,5	0,60	1,25	20,0	2,0	l
14,0	15,0	44	3,0	28,0	2,5	0,60	1,25	24,0	2,0	
16,0	17,0	50	4,0	30,0	3,0	0,75	1,50	28,0	2,0	
18,0	19,0	56	4,0	34,0	3,0	0,75	1,50	30,0	2,5	l
20,0	21,0	60	5,0	37,0	3,0	0,75	1,50	34,0	2,5	l
22,0	23,0	66	5,0	39,0	3,0	0,75	1,50	37,0	2,5	l
24,0	25,0	72	6,0	44,0	4,0	1,0	2,00	39,0	2,5	l
27,0	28,0	85	6,0	50,0	4,0	1,0	2,00	44,0	2,5	l
30,0	31,0	92	6,0	58,0	4,0	1,0	2,00	50,0	3,0	
36,0	37,0	110	8,0	66,0	5,0	1,25	1,50	60,0	3,0	
42,0	45,0	125	8,0	78,0	7,0	1,75	2,10	72,0	4,0	
48,0	52,0	145	8,0	92,0	8,0	2,00	2,40	84,0	6,0	

* Диаметр резьбы болта, винта или шпильки.

Таблица 3.18.3. Шайбы пружинные (ГОСТ 6402-70), мм



											
			(D)	Типы шайб		Γ	<i>k</i> (для	Pad	четная упр	угая сила і іи 65Г. Н	шайб
d*	d ₁	b	ие (Л) S	Нормаль- ные (H) <i>b</i> =S	Тяжелые (T) <i>b</i> =S	Особо тяжелые (ОТ) b=S	шайб типа Л и Н), не более	Легкие (Л)	Нормальные (Н)	T	Особо тяжелые (ОТ)
2 2,5 3 3,5 4 5 6 7 8 10 12 14 16 18 20 22 24 27 30 33 36 39 42 45 48	2,1 2,6 3,1 3,6 4,1 5,1 6,1 7,2 8,2 10,2 12,2 14,5 16,3 18,3 20,5 22,5 24,5 27,5 30,5 33,5 36,5 39,5 42,5 45,5 48,5	0,8 0,8 1,0 1,2 1,2 1,6 2,0 2,5 3,5 4,5 5,0 5,5 6,0 6,5 7,0 8,0 10,0 10,0 12,0 12,0	0,5 0,6 0,8 0,8 0,8 1,0 1,2 1,6 2,0 3,2 3,5 4,0 4,5 4,8 5,5 6,0 6,0 6,0 7,0 7,0	0,5 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 2,0 2,5 3,0 4,5 5,5 6,0 5,5 6,5 7,0 8,5 9,5 10,0	0,6 0,8 1,0 - 1,4 1,6 2,0 - 2,5 3,0 4,5 5,0 5,5 6,0 7,0 8,0 9,0 - 10,0 - 12,0 -		- - 0,15 0,15 0,15 0,2 0,2 0,3 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,5 0,8 0,8 0,8	7,8 14,7 35,3 26,1 14,7 28,4 36,3 92,1 71,5 114 187 295 283 305 434 597 642 928 102 692 566 469 756 643 554	11,8 16,7 38,2 71,5 52,9 71,5 88,2 289 214 339 499 463 495 673 866 1107 1382 1539 1695 1882 2773 2999 3244 3489 3753	26,5 57,8 101 230 252 418 583 770 1000 1235 1509 1803 2107 2479 3989 5459 7115 7428 11535 	(01) 1490 1774 2058 2372 2734 3077 4841 7085 9055 11192 - 16317

^{*} Диаметр резьбы болта, винта или шпильки.

Пример условного обозначения

Пружинная шайба исполнения 1 для болта, винта, шпильки диаметром 8 мм, нормального типа из стали марки 65Г, без покрытия:

Шайба 8.65Г ГОСТ 6402 – 70

3.19. Шплинты

Таблица 3.19.1. Размеры шплинтов (ГОСТ 397-79), мм

	Условный	(d		2			כ		Рекомендуе	мый диаметр
	диаметр шплинта <i>d</i> ₀	max	min	max	min	<i>I</i> ₁ *	max	min		болта	штифта, оси
	0,6	0,5	0,4	1,6	0,8	2,0	1,0	0,9	4–12	До 2,5	До 2,0
1 1 12	0,8	0,7	0,6	1,6	0,8	2,4	1,4	1,2	5–16	2,5–3,5	2,0-3,0
0	1,0	0,9	0,8	1,6	0,8	3,0	1,8	1,6	6–20	3,5–4,5	3,0–4,0
A	1,2	1,0	0,9	2,5	1,3	3,0	2,0	1,7	8–25	4,5-5,5	4,0–5,0
^	1,6	1,4	1,3	2,5	1,3	3,2	2,8	2,4	8–32	5,5–7,0	5,0-6,0
	2,0	1,8	1,7	2,5	1,3	4,0	3,6	3,2	10-40	7,0-9,0	6,0–8,0
12	2,5	2,3	2,1	2,5	1,3	5,0	4,6	4,0	12–50	9,0–11,0	8,0–9,0
12 12	3,2	2,9	2,7	3,2	1,6	6,4	5,8	5,1	14–63	11,0–14,0	9,0–12,0
	4,0	3,7	3,5	4,0	2,0	8,0	7,4	6,5	18–80	14,0–20,0	12,0–17,0
	5,0	4,6	4,4	4,0	2,0	10,0	9,2	8,0	20–100	20,0–27,0	17,0–23,0
	6,3	5,9	5,7	4,0	2,0	2,6	11,8	10,3	20–125	27,0–39,0	23,0–29,0
A	8,0	7,5	7,3	4,0	2,0	16,0	15,0	13,1	40–160	39,0-56,0	29,0–44,0
	10,0	9,5	9,3	6,3	3,2	20,0	19,0	16,6	45–200	56,0–80,0	44,0–69,0
	13,0	12,4	12,1	6,3	3,2	26,0	24,8	21,7	71–250	80,0–120,0	69,0–110,0
	16,0	15,4	15,1	6,3	3,2	32,0	30,8	27,0	112–280	120,0–170,0	110,0–160,0
	20,0	19,3	19,0	6,3	3,2	40,0	38,6	33,8	160–280	Свыше 170,0	Свыше 160,0

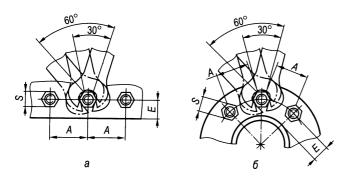
Примечания: 1. Условный диаметр шплинта d_0 равен диаметру отверстия под шплинт. 2. Длину шплинта I выбирают из ряда 4, 5, 6, 8, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280 мм.

Пример условного обозначения

Шплинт с условным диаметром d_0 =5 мм, длиной 28 мм из низкоуглеродистой стали, без покрытия: Шплинт 5×28 ГОСТ 397–79

^{*} Размер приближенный.

3.20. Места под ключи гаечные



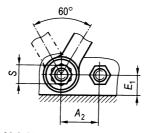
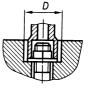


Рис. 3.20.2. Место под кольцевой двусторонний коленчатый ключ



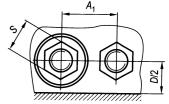
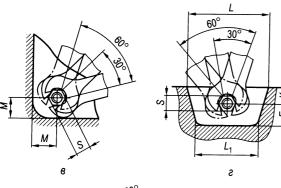


Рис. 3.20.3. Место под гаечный торцовый ключ со сменными головками



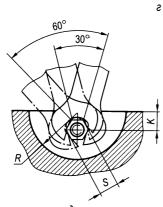
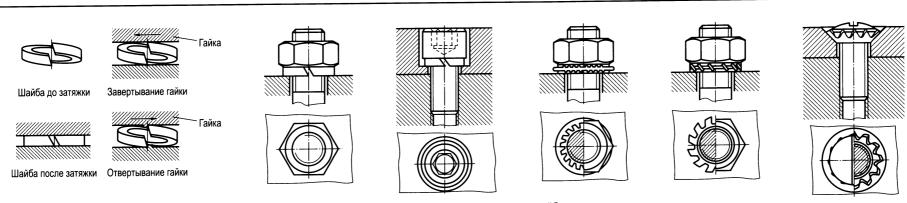


Рис. 3.20.1. Места под гаечный ключ с открытым зевом

		Ta	аблица	a 3.20.	.1. Mv	інима.	пьные	конст	рукти	вные р	азмері	ы мес	т под і	гаечнь	іе клю	чи (ГС	OCT 13	3682–8	30), мм	1
Зев ключа Ѕ	Α	A ₁	A ₂	Ε	E ₁	М	L	L ₁	R	D	Зев ключа Ѕ	А	A ₁	A ₂	Ε	E ₁	М	L	L ₁	ı
3,2	8	-	-	4	_	5	14	10	9	_	60	110	-	-	38	-	55	170	130	8
4,0	9	-	_	4	-	5	16	12	9	-	65	120	_	-	42	-	60	185	145	9

клк	ча A	A ₁	A ₂	E	E ₁	М	L	L ₁	R	D	Зев ключа S	A	A ₁	A ₂	E	E ₁	М	L	L ₁	R	D	
3	,2 8	-	-	4	-	5	14	10	9	-	60	110	_	-	38	1 -	55	170	130	85	95	1
4	0 9	-	-	4	-	5	16	12	9	-	65	120	-	-	42	-	60	185	145	92	98	
5	0 11	-	-	5	-	7	18	14	10	-	70	130	_	-	45	-	65	200	160	98	105	,
5,	5 12	! -	10	5	7	7	20	16	10	-	75	140	_	-	48	_	70	210	170	105	110	
7,	0 14	-	12	6	8	8	26	20	13	-	80	150	_	_	48	-	75	230	190	115	_	
8,	0 17	16	14	7	8	9	30	24	15	20	85	160	-	-	52	-	82	250	195	125	_	1
1	0 20	18	16	8	10	11	36	28	18	22	90	170	_	-	58	_	88	260	200	130	_	
1:	2 24	20	18	10	11	13	45	34	22	26	95	175	_	_	58	_	92	280	210	135	_	l
1:	3 26	-	20	10	13	14	45	34	23	26	100	190	_	_	65	_	98	300	230	145	_	
14	1 28	22	22	11	15	15	48	36	24	26	105	200	_	_	68	_	102	310	240	150	_	
17	7 34	26	28	13	16	17	52	38	26	30	110	205	_	_	70	-	105	320	250	155	_	
19	36	30	30	14	17	19	60	45	30	32	115	215	-	-	72	_	110	340	270	160	_	
22	2 42	32	34	15	19	24	72	55	36	36	130	245	-	_	80	_	120	380	290	190	_	ı
24	48	36	36	16	21	25	78	60	38	40	145	275	-	_	95	_	140	430	320	210	_	
27	52	40	40	19	24	28	85	65	42	45	155	295	-	_	100	_	150	450	350	225	_	l
30	58	45	45	20	26	30	98	75	48	48	175	330	-	- 1	110	_	165	510	390	255	_	l
32	62	48	48	22	28	32	100	80	50	52	180	335	-	-	115	_	170	530	410	265	_	
36	68	52	52	24	31	36	110	85	55	60	185	345	-	-	115		175	540	420	270		
41	80	60	60	26	36	40	120	90	60	63	200	370	-	_	120	_	180	580	450	290	_	
46	90	65	68	30	40	45	140	105	68	70	210	395	-	_	130	_	205	610	470	305	_	
50	95	70	75	32	44	48	150	110	72	75	225	420	_	_	140	_	220	650	500	325	_	
55	105	78	80	36	45	52	160	120	80	85									300	320		

3.21. Стопорение гаек и винтов



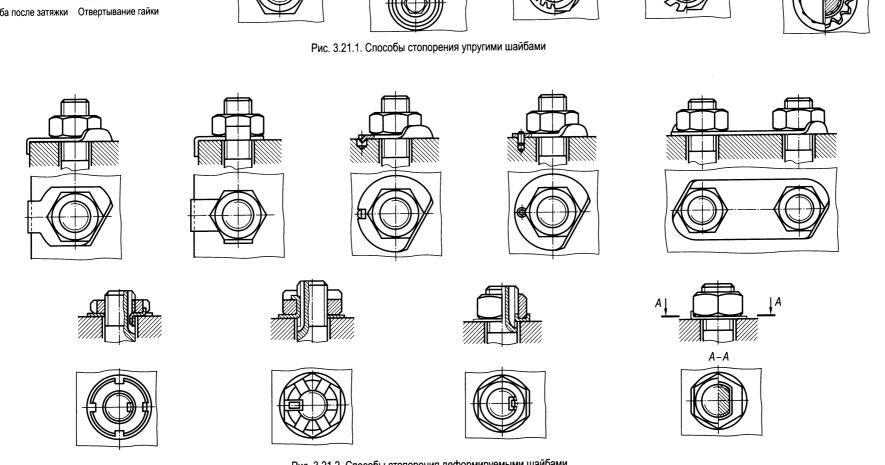
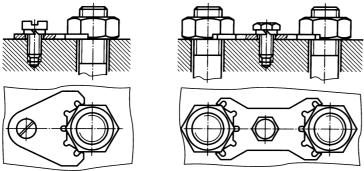


Рис. 3.21.2. Способы стопорения деформируемыми шайбами

3.21. Стопорение гаек и винтов (окончание)





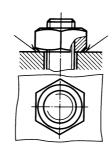


Рис. 3.21.4. Стопорение сваркой

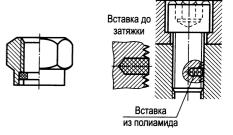
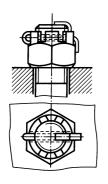
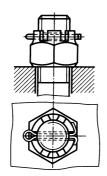
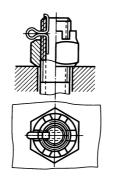
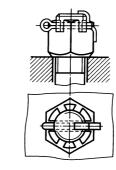


Рис. 3.21.5. Стопорение пластмассовыми вставками









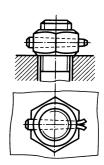
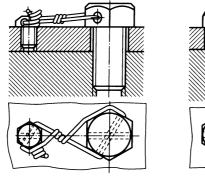
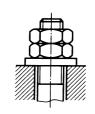


Рис. 3.21.6. Способы стопорения шплинтами

Рис. 3.21.7. Стопорение штифтом







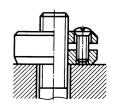


Рис. 3.21.9. Способы стопорения дополнительной резьбовой деталью

3.22. Крепление машин к фундаменту $D \approx (1,35...1,45)d$ $d_1 \approx (1...1,1)d$ $L \approx (3,8...4)d$ $I \approx (2,7...3)d$ $I_1 \approx (1,6...1,7)d$ **⊳** 1:12...1:15 Рис. 3.22.1. Крепление анкерными болтами и дюбелями Подкладка Таблица 3.22.1. Конструктивные размеры болтов, мм Подливка D_2 D D_1 d_1 d_2

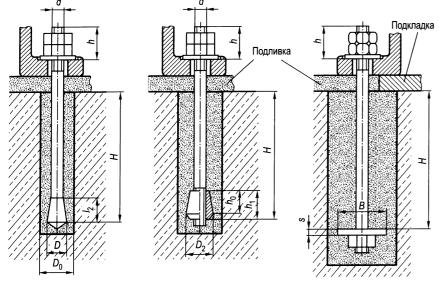


Рис. 3.22.2. Крепление фундаментными болтами

| 22 | 17 |150–200 | 150 | 40 | 32 | 28 | 45 | 28 65 | 14 M16 26 24 29 30-40 36 | 28 | 21 | 200–250 | 200 | 50 | 40 | 34 | 60 | 34 | 48 80 16 M20 32 30 35 40-50 34 | 25 | 250-300 | 250 | 60 | 48 | 41 | 75 | 41 | 60 | 100 | 18 M24 39 34 42 50-60 42 | 31 |400-500 | 300 | 70 | 56 | 49 | 90 | 48 | 72 | 120 | 20 M30 48 45 51 60-70 50 | 37 | 500-600 | 350 | 80 | 64 | 57 | 105 | 55 | 84 | 150 | 22 M36 58 54 61 70-80 400 90 72 65 120 62 106 170 25 M46 74 70 74 80-90 | 64 | 47 >600

4. ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Шпоночные соединения предназначены для передачи крутящего момента от вала к ступице или в обратном направлении. Различают напряженные и ненапряженные шпоночные соединения. В зависимости от формы шпонки бывают призматические, сегментные, клиновые и др. [1].

4.1. Соединения призматическими шпонками. На рисунке в табл. 4.1.1 показаны исполнения шпонок, устанавливаемых в шпоночные пазы без дополнительного крепления. Размер шпонки $b \times h$ зависит от диаметра вала. Допускается использование шпонок с сечениями, меньшими рекомендуемых, за исключением случаев, когда шпонки устанавливают на концах вала.

Конструктивное исполнение и размеры направляющих шпонок с отверстиями для крепления их на валу, а также размеры отверстий, винтов крепления и длин приведены в табл. 4.1.2. В середине шпонки выполняют резьбовое отверстие для отжима шпонки при демонтаже.

- 4.2. Соединения призматическими высокими и сегментными шпонками. Призматические высокие шпонки применяют тогда, когда ступица выполнена из материала с пониженной прочностью, например силумина. На рисунке в табл. 4.2.2 показаны два варианта исполнения сегментных шпонок. ГОСТ 24071—97 предусматривает два вида соединений с помощью сегментной шпонки нормальное и плотное.
- **4.3. Примеры соединений шпонками.** На рис. 4.3.1 4.3.3 показано крепление деталей на валах с помощью призматических шпонок, а на рис. 4.3.4 крепление зубчатых ко-

лес с использованием сегментных шпонок, которые более технологичны, так как не требуют ручной пригонки при сборке. Использование двух призматических направляющих шпонок позволяет уменьшить давление на поверхностях контакта ступиц со шпонками и уменьшить их износ (см. рис. 4.3.5).

4.4. Направляющие качения. Представлены два варианта исполнения направляющих: втулочное (см. рис. 4.4.1, а), в котором вращающий момент на корпус передается через шпонку, и фланцевое (см. рис. 4.4.1, δ). В обоих случаях вал выполняют с тремя продольными выступами, а втулку - с тремя пазами, обеспечивающими перемещение шариков по замкнутому контуру. При передаче вращающего момента в одном направлении поверхности выступов вала с одной стороны находятся в контакте с шариками, а с другой стороны между ними образуется зазор, позволяющий шарикам свободно перемещаться в обратном направлении (см. рис. 4.4.2, а). При изменении направления вращающего момента зазор между шариками, втулкой и валом оказывается с противоположной стороны (см. рис. 4.4.2, б). Канавки в концевых участках втулки имеют дополнительные углубления (на рис. 4.4.2 показаны штриховой линией), обеспечивающие свободный переход шариков и рабочего в возвратный канал. В табл. 4.4.1 кроме основных размеров приведены значения предельных динамических и статических моментов $T_{\rm d}$ и $T_{\rm c}$ и радиальных нагрузок $F_{\rm д}$ и $F_{\rm c}$.

4.1. Соединения призматическими шпонками

Таблица 4.1.1. Размеры шпонок и пазов (ГОСТ 23360 – 78), мм

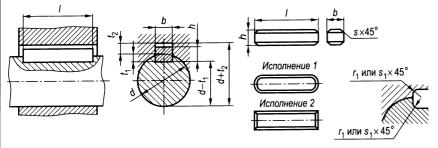
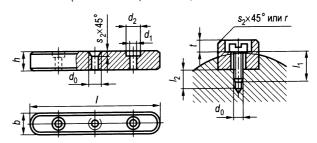


Таблица 4.1.2. Размеры направляющих шпонок (ГОСТ 8790 – 79) и винтов крепления, мм



d	ь	h	t ₁	t ₂	<i>r</i> ₁ или s₁		<u>'</u>
<u> </u>			•1	•2	71 13 51	ОТ	до
От 6 до 8	2	2	1,2	1,0	0,08–0,16	6	20
Св. 8 » 10	3	3	1,8	1,4	0,08–0,16	6	36
» 10 » 12	4	4	2,5	1,8	0,08–0,16	8	45
» 12 » 17	5	5	3,0	2,3	0,16–0,25	10	56
» 17 » 22	6	6	3,5	2,8	0,16–0,25	14	70
» 22 » 30	8	7	4,0	3,3	0,16–0,25	18	90
» 30 » 38	10	8	5,0	3,3	0,25–0,4	22	110
» 38 » 44	12	8	5,0	3,3	0,25-0,4	28	140
» 44 » 50	14	9	5,5	3,8	0,25–0,4	36	160
» 50 » 58	16	10	6,0	4,3	0,25–0,4	45	180
» 58 » 65	18	11	7,0	4,4	0,25–0,4	50	200
» 65 » 75	20	12	7,5	4,9	0,4–0,6	56	220
» 75 » 85	22	14	9,0	5,4	0,4–0,6	63	250
» 85 » 95	25	14	9,0	5,4	0,4–0,6	70	280
» 95 » 110	28	16	10,0	6,4	0,4–0,6	80	320
» 110 » 130	32	18	11,0	7,4	0,4–0,6	90	360
» 130 » 150	36	20	12	8,4	0,7–1,0	100	400
» 150 » 170	40	22	13	9,4	0,7–1,0	100	400
» 170 » 200	45	25	15	10,4	0,7–1,0	110	450
» 200 » 230	50	28	17	11,4	0,7–1,0	125	500
	1	1					

							,	Винт		1	0.454 #	
d	b	h	t	d ₁	d ₂	d_0	12	$d_0 \times I_1$	ОТ	до	зили <i>r</i>	s ₂
Св. 22 до 30	8	7	2,5	3,4	6,0	М3	7	M3×8	25	90	0,25-0,4	0,3
» 30 » 38	10	8	2,5	3,4	6,0	МЗ	8	M3×10	25	110	0,25-0,4	0,3
» 38 » 44	12	8	3,2	4,5	7,5	M4	10	M4×10	28	140	0,4-0,6	0,5
» 44 » 50	14	19	4,0	5,5	9,5	M5	10	M5×12	36	160	0,4-0,6	0,5
» 50 » 58	16	10	4,5	6,6	11	М6	11	M6×14	45	180	0,4-0,6	0,5
» 58 » 65	18	11	4,5	6,6	11	М6	11	M6×14	50	200	0,4–0,6	0,5
» 65 » 75	20	12	4,5	6,6	11	М6	11	M6×14	56	220	0,6–0,8	0,5
» 75 » 85	22	14	5,5	9,0	14	М8	16	M8×20	63	250	0,6–0,8	0,5
» 85 » 95	25	14	5,5	9,0	14	М8	16	M8×20	70	280	0,6–0,8	0,5
» 95 » 110	28	16	5,5	9,0	14	М8	16	M8×20	80	320	0,6–0,8	0,5
» 110 » 130	32	18	7,0	11	17	M10	18	M10×25	90	360	0,6–0,8	0,5
» 130 » 150	36	20	7,0	11	17	M10	18	M10×25	100	400	1,0–1,2	0,5
» 150 » 170	40	22	7,0	11	17	M10	18	M10×25	100	400	1,0–1,2	0,5
» 170 » 200	45	25	8,0	13	19	M12	22	M12×30	100	400	1,0–1,2	0,5
» 200 » 230	50	28	8,0	13	19	M12	22	M12×30	125	450	1,0–1,2	1,0
	I		l '							l		

Примечание. Длину шпонки следует выбирать из ряда: 22, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 100, 1160, 180, 200, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500 мм.

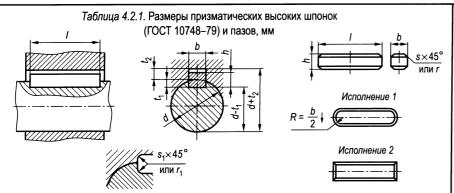
Примеры условного обозначения

- 1. Шпонка исполнения 1 с размерами b = 18 мм, h = 11 мм, l = 70 мм:
 - Шпонка 18×11×70 ГОСТ 23360-78
- 2. То же исполнение 2:

Шпонка 2 – 18 × 11 × 70 ГОСТ 23360 – 78

3. Шпонка направляющая с размерами *b* = 18 мм, *h* = 11 мм, *l* = 70 мм: *Шпонка 18* × 11 × 70 ГОСТ 8790 – 79

4.2. Соединения призматическими высокими и сегментными шпонками



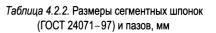
	,	,					I		
	d	b	h	t ₁	t ₂	ОТ	до	s ₁ или r ₁	s или <i>r</i>
	От 30 до 38	10	9	5,5	3,8	22	110	0,25–0,4	0,4–0,6
I	Св. 38 » 44	12	11	7	4,4	28	140	0,25–0,4	0,4-0,6
	» 44 » 50	14	12	7,5	4,9	38	160	0,25–0,4	0,4–0,6
ļ	» 50 » 58	16	14	9	5,4	45	180	0,25–0,4	0,4–0,6
١	» 58 » 65	18	16	10	6,5	50	200	0,25–0,4	0,4–0,6
l	» 65 » 75	20	18	11	7,4	56	220	0,4–0,6	0,6–0,8
l	» 75 » 85	22	20	12	8,4	63	250	0,4–0,6	0,6–0,8
l	» 85 » 95	25	22	13	9,4	70	280	0,4–0,6	0,6–0,8
l	» 95 » 110	28	25	15	10,4	80	320	0,4–0,6	0,6–0,8
l	» 110 » 130	32	28	17	11,4	90	360	0,4-0,6	0,6–0,8
l	» 130 » 150	36	32	20	12,4	100	400	0,7–0,1	1,0–1,2
l	» 150 » 170	40	36	22	14,4	100	400	0,7–0,1	1,0–1,2
	» 170 » 200	45	40	25	15,4	110	450	0,7–0,1	1,0-1,2
	» 200 » 230	50	45	28	17,4	125	450	0,7–0,1	1,0-1,2
ı					l i				

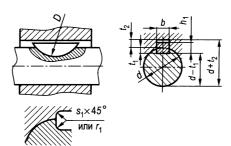
Примечания: 1. ГОСТ 10748–79 предусматривает d до 500 мм. 2. Поле допуска ширины b и высоты h шпонки принимают соответственно h9 и h11. 3. По ГОСТ 10748–79 материал шпонок – сталь с σ_{τ} > 590 МПа. 4. Длину шпонки следует выбирать из ряда: 22, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100. 110. 120. 140. 160. 180. 200. 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500 мм.

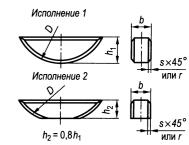
Примеры условного обозначения

1. Шпонка исполения 1 с размерами *b* = 20 мм, *h* = 18, *l* = 100 мм: — *Шпонка* 20×18×100 ГОСТ 10748–79

2. То же исполнения 2: Шпонка 2–20×18×100 ГОСТ 10748–79







d	b×h ₁ ×D	t ₁	t ₂	s ₁ или <i>r</i> ₁	s или <i>r</i>
От 3 до 4	1 × 1,4 × 4	1,0	0,6	0,08-0,16	0,16–0,25
Св. 4 » 5	$1,5 \times 2,6 \times 7$	2,0	0,8	0,08–0,16	0,16–0,25
» 5 » 6	2 × 2,6 × 7	1,8	1,0	0,08–0,16	0,16–0,25
» 6 » 7	2 × 3,7 ×10	2,9	1,0	0,08–0,16	0,16–0,25
» 7 » 8	$2,5 \times 3,7 \times 10$	2,7	1,2	0,08–0,16	0,16–0,25
» 8 » 10	3 × 5 × 13	3,8	1,4	0,08–0,16	0,16–0,25
» 10 » 12	3 × 6,5 × 16	5,3	1,4	0,08–0,16	0,16–0,25
» 12 » 14	4 × 6,5 × 16	5,0	1,8	0,16–0,25	0,25–0,4
» 14 » 16	4 × 7,5 × 19	6,0	1,8	0,16–0,25	0,25–0,4
» 16 » 18	5 × 6,5 × 16	4,5	2,3	0,16–0,25	0,25–0,4
» 18 » 20	5 × 7,5 × 19	5,5	2,3	0,16–0,25	0,25–0,4
» 20 » 22	5 × 9 × 22	7,0	2,3	0,16–0,25	0,25-0,4
» 22 » 25	6×9×22	6,5	2,8	0,16–0,25	0,25–0,4
» 25 » 28	6×10×25	7,5	2,8	0,16–0,25	0,25-0,4
» 28 » 32	8 × 11 × 28	8,0	3,3	0,25–0,4	0,4–0,6
» 32 » 38	10 × 13 × 32	10,0	3,3	0,25–0,4	0,4–0,6

Примечание. По ГОСТ 24071–97 материал шпонок – сталь чистотянутая для сегментных шпонок (ГОСТ 8786-68).

Примеры условного обозначения

1. Шпонка исполнения 1 сечением $b \times h = 5 \times 6,5$ мм: Шпонка $5 \times 6,5$ ГОСТ 24071–97

2. То же исполнения 2 сечением $b \times h_1 = 5 \times 5,52$ мм: Шпонка 2 – $5 \times 5,52$ ГОСТ 24071–97

4.3. Примеры соединений шпонками

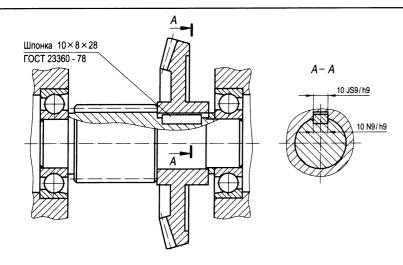


Рис. 4.3.1. Шпоночное соединение колеса с валом

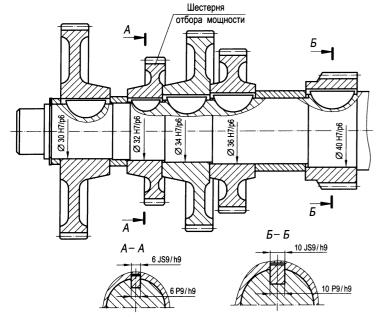


Рис. 4.3.4. Соединение зубчатых колес с валом коробки передач сегментными шпонками

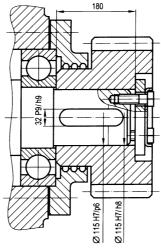


Рис. 4.3.2. Установка шестерни на цилиндрическом конце вала

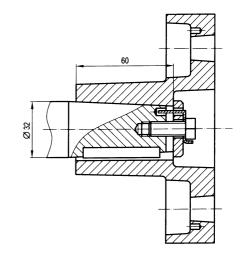


Рис. 4.3.3. Крепление полумуфты на коническом конце вала

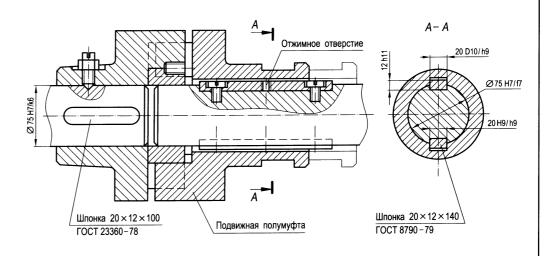


Рис. 4.3.5. Использование направляющих шпонок в кулачковой муфте сцепления

4.4. Направляющие качения

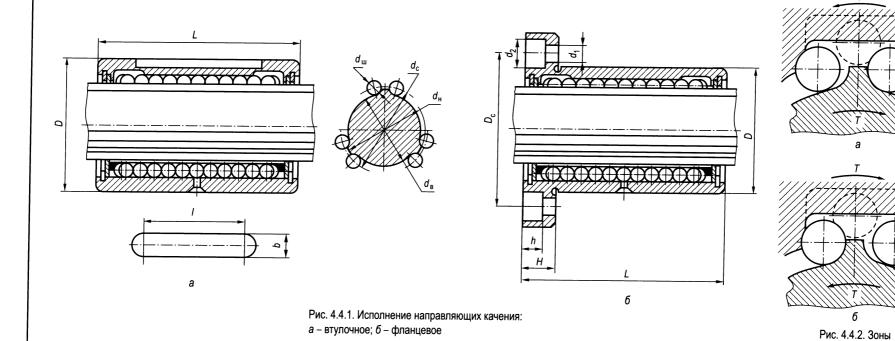


Таблица 4.4.1. Основные параметры направляющих качения

контакта шариков

Тип	d _B	d _H	d _c	d _ш	D	L	b	1	Н	D _c	$d_1/d_2 \times h$	$T_{\rm A}$	T _c	F _A	F _c	Macca,
		,	T			ММ						ŀ	l·м		·	кг
H-2	11,7	14,5	15	2,381	23	40	3,5	16,5	7	32	4,5/8×4,4	27	45	3,9	5,1	0,06
H-3	15,3	19,6	20	3,175	30	50	4	22	7	38	4,5/8×4,4	66	96	7,0	9,0	0,14
H-4	19,5	24,2	25	3,969	37	60	5	28	9	47	5,5/9,5×5,4	137	188	11,6	14,4	0,25
H-5	22,5	29,2	30	4,762	45	70	7	34	10	54	6,6/11×6,5	243	324	17.2	20,4	0,44
H-6	31,0	39,4	40	6,350	60	90	10	45	14	70	3/14×8,6	534	684	28,4	32,2	1,0
H-7	39,0	48,8	50	7,938	75	100	15	45	16	86	11 / 17,5 × 10,8	976	1170	41,5	44.0	1,7
H-8	54,5	67,2	70	11,112	100	110	18	50	20	177	14/20×13	1944	2295	59.1	61.6	3,1
H-9	67,0	82,0	85	11,906	120	140	20	60	22	138	16/23×15,2	3223	3834	80,68	85.0	5,5
H-10	81,0	97,0	100	14,288	140	160	28	65	25	162	18/25×17,5	5268	7600	112,0	143,0	9,5

5. ШЛИЦЕВЫЕ И ПРОФИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Шлицевые соединения с прямобочным и эвольвентным профилями стандартизованы, а шлицевые соединения с треугольным профилем и профильные соединения выполняют по отраслевым нормалям [1].

5.1. Соединения шлицевые прямобочные. Форма сечения шлицевой втулки предусмотрена в одном исполнении (см. рис. 5.1.1). Форма сечения шлицевого вала в зависимости от вида центрирования имеет три исполнения (см. рис. 5.1.2): исполнения 1 и 2 — при центрировании по внутреннему и наружному диаметрам соответственно, исполнение 3 — при центрировании по боковым сторонам зубьев. В зависимости от числа зубьев и их высоты предусмотрены три серии: легкая, средняя и тяжелая (см. табл. 5.1.1).

Показаны сопряженные поверхности зуба вала и впадины втулки при трех видах центрирования (см. рис. 5.1.3), а также рекомендуемые по ГОСТ 1139–80 поля допусков.

5.2. Соединения шлицевые эвольвентные. На рис. 5.2.1 даны обозначения основных размеров шлицевых эвольвентных соединений: наружный диаметр D, внутренний диаметр впадины во втулке D_f , делительный диаметр d, наружный диаметр шлицев d_a , фаска f = 0.1m.

5.3. Соединения шлицевые с треугольным профилем и профильные соединения. На рис. 5.3.1 показана форма шлицевого соединения с треугольным профилем. Вал может иметь цилиндрическую или коническую форму. Последняя обеспечивает безлюфтовое соединение деталей. Конструктивные размеры (см. табл. 5.3.1) приведены по нормали автотракторной промышленности.

Форма шлицевого соединения с треугольным равноосным профилем, стороны которого очерчены плавными криволинейными поверхностями, допускающими точную обработку, изображена на рис. 5.3.2. Профильные соединения обеспечивают хорошее центрирование соединяемых деталей, не вызывая концентрации напряжений в валах, однако пока не стандартизованы. Основные параметры соединения такого типа указаны в табл. 5.3.2.

5.4. Примеры шлицевых соединений. На рис. 5.4.1 представлен ведомый вал коробки передач автомобиля. На валу имеется подвижное шлицевое соединение, обеспечивающее свободное перемещение шестерни по валу, и неподвижное шлицевое соединение для крепления полумуфты на валу. Характер соединения обеспечивается выбором соответствующих посадок.

Подвижное шлицевое соединение вала с блоком шестерен коробки скоростей станка показано на рис. 5.4.2.

5.1. Соединения шлицевые прямобочные

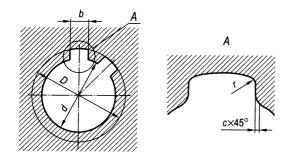
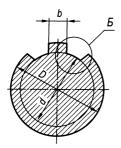
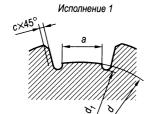
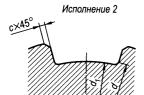


Рис. 5.1.1. Шлицевая втулка



Б





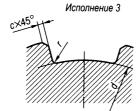


Рис. 5.1.2. Шлицевой вал

Таблица 5.1.1. Конструктивные размеры шлицевых прямобочных соединений (ГОСТ 1139–80), мм

->\d\\D		<i>d</i> ₁	а	С	r,		Ι	<i>d</i> ₁	а	С	r,
z×d×D	b		не менес)	не более	z×d×D	b		не мене	9	не более
		Легка	я серия			8×46×54	9	42,7	_	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×23×26	6	22,1	3,54	0,3 ^{+0,2}	0,2	8×52×60	10	48,7	2,44	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×26×30	6	24,6	3,85	0,3 ^{+0,2}	0,2	8×56×65	10	52,2	2,5	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×28×32	7	26,7	4,03	0,3 ^{+0,2}	0,2	8×62×72	12	57,8	2,4	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×32×36	6	30,4	2,71	0,4 ^{+0,2}	0,3	8×72×82	12	67,4	_	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×36×40	7	34,5	3,46	0,4 ^{+0,2}	0,3	8×82×92	12	77,1	3,0	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×42×46	8	40,4	5,03	0,4 ^{+0,2}	0,3	8×92×102	14	87,3	4,5	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×46×50	9	44,6	5,75	0,4 ^{+0,2}	0,3	8×102×112	16	97,7	6,3	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×52×58	10	49,7	4,89	0,5 ^{+0,3}	0,5	8×112×125	18	106,3	4,4	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×56×62	10	53,6	6,38	0,5 ^{+0,3}	0,5			Тяжелая	г серия		
8×62×68	12	59,8	7,31	0,5 ^{+0,3}	0,5	10×16×20	2,5	14,1	-	0,3 ^{+0,2}	0,2
10×72×78	12	69,6	5,45	0,5 ^{+0,3}	0,5	10×18×23	3	15,6	-	0,3 ^{+0,2}	0,2
10×82×88	12	79,3	8,62	0,5 ^{+0,3}	0,5	10×21×26	3	18,5	-	0,3 ^{+0,2}	0,2
10×92×98	14	89,4	10,08	0,5 ^{+0,3}	0,5	10×23×29	4	20,3	_	0,3 ^{+0,2}	0,2
10×102×108	16	99,9	11,49	0,5 ^{+0,3}	0,5	10×26×32	4	23,0	_	0,4 ^{+0,2}	0,3
10×112×120	18	108,8	10,72	0,5 ^{+0,3}	0,5	10×28×35	4	24,4	-	0,4 ^{+0,2}	0,3
		Средня	я серия			10×32×40	5	28,0	_	0,4 ^{+0,2}	0,3
6×11×14	3	9,9	-	0,3 ^{+0,2}	0,2	10×36×45	5	31,3	_	0,4 ^{+0,2}	0,3
6×13×16	3,5	12,0	-	0,3 ^{+0,2}	0,2	10×42×52	6	36,9	_	0,4 ^{+0,2}	0,3
6×16×20	4	14,5	_	0,3 ^{+0,2}	0,2	10×46×56	7	40,9	-	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×18×22	5	16,7	-	0,3 ^{+0,2}	0,2	16×52×60	5	47,0	-	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×21×25	5	19,5	1,95	0,3 ^{+0,2}	0,2	16×56×65	5	50,6	-	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×23×28	6	21,3	1,34	0,3 ^{+0,2}	0,2	16×62×72	6	56,1	-	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×26×32	6	23,4	1,65	0,4 ^{+0,2}	0,3	16×72×82	7	65,9	-	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×28×34	7	25,9	1,7	0,4 ^{+0,2}	0,3	20×82×92	6	75,6	-	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×32×38	6	29,4	-	0,4 ^{+0,2}	0,3	20×92×102	7	85,5	-	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×36×42	7	33,5	1,02	0,4 ^{+0,2}	0,3	20×102×115	8	98,7	-	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×42×48	8	39,5	2,57	0,4 ^{+0,2}	0,3	20×112×125	9	104,0	-	0,5 ^{+0,3}	0,5

5.1. Соединения шлицевые прямобочные (окончание)

Таблица 5.1.2. Рекомендуемые поля допусков при центрировании по внутреннему диаметру *d*

Посадочная		Соединение													
поверхность				подвижно	е				неподвижное						
Цилиндрическая поверхность втулки	Н8	H7	Н7	H7 H7 H7		H7	H7	Н7	H7	Н7	H7	H7	H7		
То же вала	e8	f7	f7	f7	g6	g6	h7	h7	js6	js6	js6	h6	h6		
Боковые поверхности зуба втулки	D9, F10	D9, F10	D9	F8	D9, F10	F8	D9, F10	Н8	F8, F10	D9	H8	F8, F10	Н9		
То же вала	e8, e9	f8, e8	h9	f8,f7,h7	f8, h9	f7, h7	f8, h9	h7, h8	h7, k6	k7	js7	h7, js7	js7		

Таблица 5.1.3. Рекомендуемые поля допусков при центрировании по наружному диаметру *D*

Посадочная							Соед	цинение	
поверхность				подвижно	е			неподв	ижное
Цилиндрическая поверхность втулки	Н8	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7	Н7
То же вала	e8	f7	f7	f7	g6	g6	h7	js6	h6
Боковые поверхности зуба втулки	F8	D9, F8	F8	D9	D9, F8	F8	D9, F8	D9, F8	D9, F8
То же вала	e8	e8, d9, h9	f7,f8, h8	f7,h8, h9	f7, h9	h8	f7	h8, js7	h8, js7

Таблица 5.1.4. Рекомендуемые поля допусков при центрировании по боковым поверхностям зубьев b

Посадочная		Соединение										
поверхность	подв	ижное	неподвижное									
Боковые поверхности зубьев втулки	D9, F8, F10	D9, F8, F10	D9, F8	D9, F10								
То же вала	e8, f8, d9, h9	d9, f8, h9, e9	js7	k7								

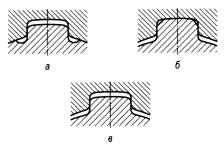


Рис. 5.1.3. Виды центрирования: a – по внутреннему диаметру; δ – по наружному диаметру; ϵ – по боковым сторонам зубьев

Обозначение шлицевых соединений, валов и втулок должно содержать:

- 1) букву, обозначающую поверхность центрирования;
- 2) число зубьев z и номинальные размеры d, D, b;
- 3) обозначение полей допусков и посадок диаметров и размера *b* (допускается не указывать в обозначении допуски нецентрирующих диаметров).

Примеры условного обозначения

1. Шлицевое соединение с z= 8; d = 36 мм; b = 40 мм; d=7 мм с центрированием по d и посадкой по центрирующему диаметру H7/f7 и по размеру b – F8/f8:

$$d-8\times36 \frac{H7}{f7}\times40\times7 \frac{H8}{f8}$$
 FOCT 1139 -80

2. То же при центрировании по D:

$$D-8\times36\times40 \frac{H7}{f7}\times7\frac{H8}{f8} \Gamma OCT 1139 -80$$

3. То же при центрировании по b:

$$b-8\times36\times40\times7\frac{H8}{f8}$$
 FOCT 1139 -80

4. Втулка или вал того же соединения при центрировании по ${\it D}$ соответственно:

$$D-8\times36\times40\,f7\times7f8$$
 FOCT 1139 -80

5.2. Соединения шлицевые эвольвентные

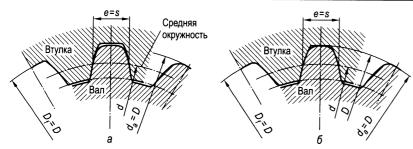


Рис. 5.2.1. Виды центрирования:

a – по боковым сторонам зубьев; δ – по наружному диаметру

Таблица 5.2.1. Диаметры и числа зубьев шлицевых эвольвентных соединений (ГОСТ 6033-80)

D,	ММ				·	Іисло з	убьев 2	при м	одуле т	7, MM					
Ряд 1	Ряд 2	0,5	(0,6)	0,8	(1,0)	1,25	(1,5)	2	(2,25)	3	(3,5)	(4)	5	(6)	8
20	-	38	(32)	23	(18)	14	(12)	8	(6)	-	-	-	-	_	_
-	22	42	(35)	26	(20)	16	(13)	9	(7)	6	-	-	_	-	-
25	-	48	(40)	30	(24)	18	(15)	11	(8)	7	-	-	-	-	-
-	28	54	(45)	34	(26)	21	(17)	12	(10)	8	-	-	-	-	-
30	-	_	(48)	36	(28)	22	(18)	13	(10)	8	-	-	-	-	-
-	32	_	(52)	38	(30)	24	(20)	14	(11)	9	-	6	-	-	-
35	-	-	(57)	42	(34)	26	(22)	16	(12)	10	-	7	-	-	-
-	38	-	(62)	46	(36)	29	(24)	18	(14)	11	-	8	-	-	-
40	-	_	(64)	48	(38)	30	(25)	18	(14)	12	-	8	6	-	-
-	42	-	(68)	51	(40)	32	(26)	20	(15)	12	-	9	7	-	-
45	-	-	(74)	55	(44)	34	(28)	21	(16)	13	12	10	7	-	-
-	48	-	(78)	58	(46)	37	(30)	22	(18)	14	12	10	8	6	-
50	-	-	-	60	(48)	38	(32)	24	(18)	15	12	11	8	7	-
-	52	-	-	64	(50)	40	(33)	24	(19)	16	12	11	9	7	-
55	-	-	-	66	(54)	42	(35)	26	(20)	17	14	12	9	8	-
-	58	-	-	70	(56)	45	(37)	28	(22)	18	14	13	10	8	-
60	-	-	-	74	(58)	46	(38)	28	(22)	18	16	13	10	8	-
-	62	-	-	-	-	48	(40)	30	(23)	19	16	14	11	9	-
65	-	-	-	-	-	50	(42)	31	(24)	20	18	15	11	9	-
-	68	-	-	-	-	53	(44)	32	(25)	21	18	15	12	10	-
70	_	-	-	-	-	54	(45)	34	(26)	22	18	16	12	10	7
	72	-	-	-		56	(45)	34	(27)	22	20	16	13	10	-

Примечания: 1. Значения *m*, записанные без скобок, соответствуют ряду 1, в скобках – ряду 2. 2. Значения *D* и *m* из первого ряда предпочтительнее. 3. Числа зубьев, заключенные в скобки,

предпочтительнее. 4. Стандарт предусматривает *D* от 4 до 500 мм.

Таблица 5.2.2. Рекомендуемые поля допусков и посадки при центрировании по боковым сторонам зубьев

Поле допуска	Поле допуска толщины s зуба											
ширины впадины е	9r	8p	7n	8k	7h	9h	9g	7f	8f	10d		
7Н	7h 9r	7 <u>h</u> 8p	7H 7n	7H 8k	7 <u>H</u> 7h	-	-	-	_	-		
9H	-	_	_	9 <u>H</u> 8k	_	9 <u>H</u> 9h	9 <u>H</u> 9g	9 <u>H</u> 7f	9 <u>H</u> 8f	-		
11H	_	1	-	-	ı	_	_	_	_	11H 10d		

Таблица 5.2.3. Рекомендуемые поля допусков и посадки при центрировании по наружному диаметру

Поле допуска		Поле допуска для d _a										
для D _f	n6	js6	h6	g6	f7							
Н7	7 <u>H</u> n6	<u>H7</u> js6	H7 h6	H7 g6	H7 f7							
H8	<u>H8</u> n6	_	H8 h6	H8 g6	H8 f7							

Примечание. Поле допуска для *е* принимают 9H, 11H, для *s* – 9h, 9g, 9d, 11c, 11a.

Примеры условного обозначения

1. Соединение с D=50 мм и m=2 мм, с центрированием и посадкой по боковым сторонам зубьев 9H/9g:

50×2×9H/9g ΓΟCT 6033-80

Втулка того же соединения:

50×2×9H ΓΟCT 6033-80

Вал того же соединения:

50×2×9g FOCT 6033−80

2. Соединение с D = 50 мм и m = 2 мм, с центрированием по D и посадкой H7/g9:

50×H7/g6×2 ΓΟCT 6033-80

Втулка того же соединения:

50×H7×2 ΓΟCT 6033-80

Вал того же соединения:

50×g6×2 ΓΟCT 6033-80

5.3. Соединения шлицевые с треугольным профилем. Профильные соединения

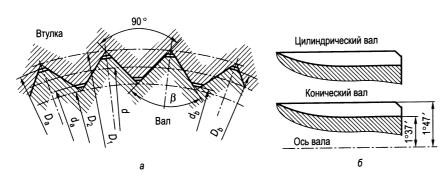


Рис. 5.3.1. Форма треугольного профиля (а) и концевого участка шлицевого вала (б)

Таблица 5.3.1. Основные размеры шлицев, мм

D _b ,	Z	β, град	d	<i>D</i> ₁	D ₂	D _{amin}	d _a	d _{bmax}
10	36	80	9,721	10,184	9,258	10,03	9,38	9,35
12	36	80	11,674	12,230	11,118	12,03	11,26	11,23
15	36	80	14,556	15,250	13,862	15,03	14,04	14,01
18	36	80	17,430	18,260	16,599	18,03	16,81	16,78
20	36	80	19,339	20,260	18,418	20,03	18,66	18,63
22	48	82,5	21,527	22,280	20,774	22,03	20,97	20,94
25	48	82,5	24,455	25,310	23,600	25,03	23,82	23,79
28	48	82,5	27,373	28,330	26,416	28,03	26,66	26,63
30	48	82,5	29,325	30,350	28,300	30,03	28,58	28,54
32	48	82,5	31,277	32,370	30,184	32,05	30,47	30,42
35	48	82,5	34,195	35,390	33,000	35,05	33,31	33,26
38	48	82,5	37,113	38,410	35,816	38,05	36,15	36,10
40	48	82,5	39,064	40,430	37,698	40,05	38,05	38,00
42	48	82,5	41,016	42,450	39,582	42,05	39,95	39,90
45	48	82,5	43,944	45,480	42,408	45,05	42,81	42,76
50	48	82,5	48,833	50,540	47,126	50,05	47,57	47,52

Примечание. Центрирование только по боковым сторонам зубьев.

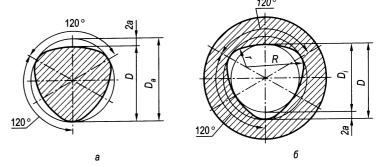
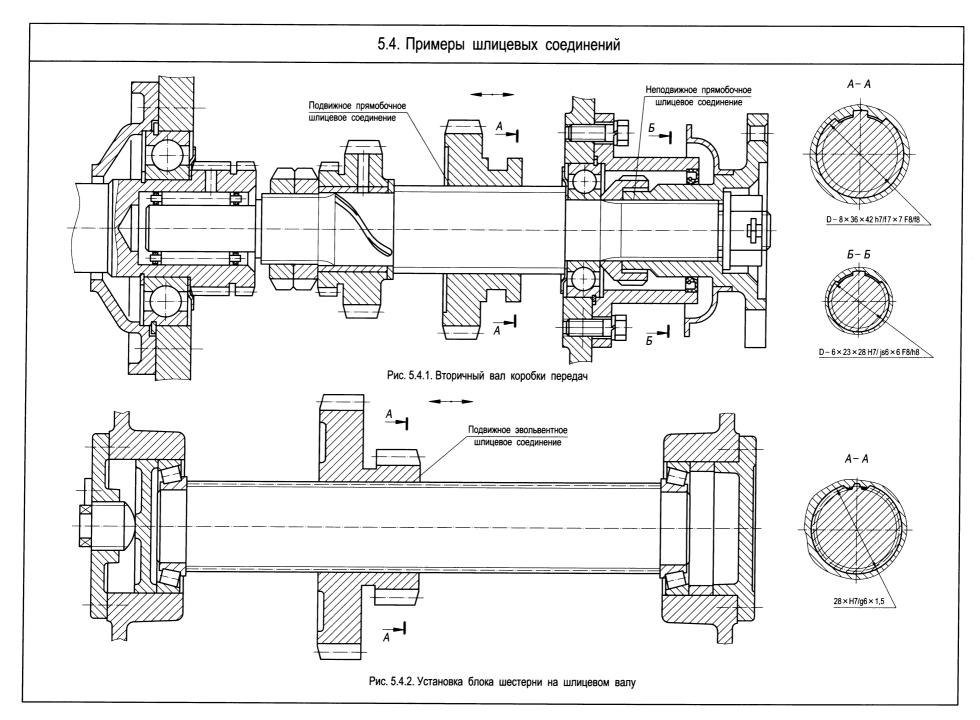


Рис. 5.3.2. Профиль сечения вала (a) и втулки (δ)

Таблица 5.3.2. Основные параметры профиля

D	а	Α,	J_{p} ,	D	а	Α,	J_p ,
М	М	MM ²	мм ⁴	М	М	MM ²	мм ⁴
13	0,405	130,2	2720	40	1,40	1132,0	244×10 ³
14	0,44	151,5	3680	45	1,60	1558,3	390×10 ³
16	0,50	197,9	6280	50	1,80	1922,8	594×10 ³
18	0,56	250,5	10 060	55	2,00	2325,5	869×10 ³
20	0,63	309,2	15 330	65	2,45	3242,9	1692×10 ³
22	0,70	374,0	22 430	72	2,80	3973,0	25 414×10 ³
25	0,80	482,8	37 390				
28	0,90	605,6	58 830	80	3,40	4881,3	3844×10 ³
32	1,12	788,4	99 880	90	90 4,00 6160,6		6131×10 ³
36	1,25	998,2	159 570	199	4,50	7599,5	9332×10 ³

Примечания: 1. $D_a \approx D + 2a$; $D_i \approx D - 2a$. 2. Площадь поперечного сечения и полярный момент инерции при J_p рассчитаны по формулам $A = 0.98 \pi D^2/4$; $J_p \approx 0.97 \pi D^4/32$. 3. Для графического построения контура соединения принимают R = D/2 + 6.5a; $r \approx D/2 - 6.5a$.



6. ШТИФТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Штифты применяются для фиксации взаимного расположения соединяемых деталей, а также для передачи сил и моментов [1].

6.1. Штифты цилиндрические. Штифты изготавливают под различные посадки. Для предотвращения выпадания штифтов с засверленными концами (см. табл. 6.1.2) после постановки в сквозное отверстие их расклепывают. С этой же целью используют насечные штифты (см. табл. 6.1.3), которые удерживаются от выпадания пластическим деформированием металла, выдавленного при насечке канавок.

Размеры цилиндрических штифтов с внутренней резьбой, предназначенных для установки в глухие отверстия даны в табл. 6.1.4. Лыска на боковой поверхности служит для выхода воздуха из глухого отверстия, а резьбовое отверстие — для демонтажа штифта.

6.2. Штифты конические. Параметры штифтов, устанавливаемых в сквозные отверстия, которые обеспечивают демонтаж этих штифтов при разборке соединения приведены в табл. 6.2.1.

Для удобства демонтажа конических штифтов из глухих отверстий применяют штифты с резьбовой цапфой (см. табл. 6.2.2) или с внутренней резьбой (см. табл. 6.2.3). В обеих конструкциях предусмотрена защита резьбы от повреждения при забивании (фаска на резьбовом отверстии или цилиндрический хвостовик на цапфе).

6.3. Примеры штифтовых соединений. На рис. 6.3.1 приведены примеры использования штифтов при соединении деталей с плоскими поверхностями контакта. Обычный вариант установки штифта показан на рис. 6.3.1, а. Если штифт устанавливают в глухое отверстие, то используют штифт с резьбой для демонтажа и

лыской для выхода сжатого воздуха при установке штифта (см. рис. 6.3.1, δ).

Вариант установки штифта, когда подход инструмента в направлении, перпендикулярном плоскости стыка, затруднен, показан на рис. 6.3.1, ϵ . В подобных случаях также используют штифты, расположенные в плоскости разъема (как правило, четыре штифта по одному на каждой стороне). Более точная фиксация деталей обеспечивается при попарном расположении штифтов в противоположных углах (см. рис. 6.3.1, ϵ).

При передаче незначительных окружных и осевых сил применяют соединения, показанные на рис. 6.3.2 $(a-\partial)$. Они более технологичны по сравнению со шпоночными и шлицевыми и исключают люфты, что особенно важно при реверсивном движении. Поэтому такие соединения широко используют в приборных устройствах.

На рис. 6.3.3 приведены примеры использования специальных штифтов. Полый разрезной штифт (см. рис. 6.3.3, а) обеспечивает удовлетворительное центрирование деталей и относительную простоту монтажа без использования специального инструмента благодаря высокой его податливости в радиальном направлении. Преимуществом соединения с помощью разводного штифта (см. рис. 6.3.3, б) является простота его конструкции и монтажа, однако возможно снижение натяга штифта в процессе эксплуатации. Последнее исключено в соединении. где плотная посадка штифта обеспечивается затяжкой гайки (рис. 6.3.3, в). При действии значительных нагрузок в плоскости стыка применяют соединения, в которых сдвигающая нагрузка передается как втулкой (штифтом), так и силами трения на стыке, обусловленными затяжкой резьбового соединения (см. рис. 6.3.3, z - e).

6.1. Штифты цилиндрические

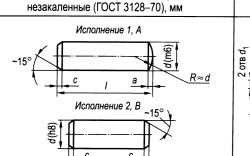


Таблица 6.1.1. Штифты цилиндрические

Таблица 6.1.2. Штифты цилиндрические заклепочные (ГОСТ 10774–80), мм

клепочные (ГОСТ 10774–80), мм (ГОСТ 12850–80), мм Исполнение 1 Исполнение 2 R≈d Исполнение 1 3.2/

d

1,0

1,2

d₁

1.1

1.3

С

0.2

0.2

 C_1

0.4

0,4

d(h11)



Таблица 6.1.3. Штифты цилиндрические насечные

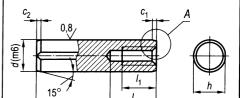
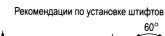
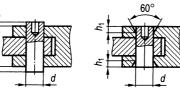


Таблица 6.1.4. Штифты цилиндрические

с внутренней резьбой (ГОСТ 12207-79), мм





Α
=150
120°
5, 2

d	С	а	1
4,0	0,63	0,5	8–80
5,0	0,8	0,63	10–100
6,0	1,2	0,8	10–110
8,0	1,6	1,0	14–140
10,0	2,0	1,2	16–140
12,0	2,5	1,6	20–140
16,0	3,0	2,0	25–280
20,0	3,5	2,5	32-280

Исполнение 3, С

d(h11)

С d_1 h h_1 1 3,0 2,0 2.0 0.5 0.5 1.0 8-30 4,0 2,0 2,5 0,6 1,0 1,0 10-40 5.0 3.0 3.0 8,0 1,0 1,6 12 - 506.0 4,0 4,0 1,0 1,6 1,6 14-60 8.0 5,0 5,0 1,2 1,6 2,0 16-80 10.0 6,0 6,0 1,6 2,0 2,5 20-100

1,6 1,8 0,3 0,6 0.8 4-20 2,0 2,2 0.3 0,6 8,0 4-30 2,5 2,7 0,5 1,0 1,2 6-30 3,0 3,25 0.5 1,0 1,2 6-40 d d_1 d_2 4,0 4,35 0,6 1,2 1,6 6-60 8,0 1,6 2,0 5,0 5,35 8-60 6,0 6,35 1.0 2.0 2.4 10-80 8 M5 5.3 2,4 8,0 8,45 1.2 3,2 12-100 10,0 10,45 1.6 3,2 3.2 14-120 12,0 3.2 12,45 1.6 4.0 16-120 16.0 16.55 2.0 4.0 5.0 25-120

4-12

4-12

70°±3°

 I_3 c_2 ОТ ДО 1,2 16 60 10 1,6 8 | 12 | 1,2 | 7,5 18 80 10 M6 6,4 1,2 2 10 16 1,2 9,5 22 100 12 M6 6,4 1,6 2,5 12 | 20 | 1,2 | 11,5 | 26 | 120 16 M8 8,4 2 3 16 25 1,5 15,5 30 160

Примечания: 1. ГОСТ 3128–70 предусматривает d=0,6...50 мм. 2. Рекомендуемые посадки для штифтов исполнения 1, A: K7/h6 и N7/m6 – с натягом, H7/h6 – переходная, F7/m6 – с зазором; для штифтов исполнения 2, B: R8/h8, H9/h8 – переходные; для штифтов исполнения 3, C: H12/h11 – с зазором.

Примеры условного обозначения

1. Штифт исполнения 1, A с диаметром d = 10 мм и длиной I = 60 мм:

Штифт 10×60 ГОСТ 3128-70

2. То же исполнения 2, В:

Штифт 2.10×60 ГОСТ 3128–70

Примечание. ГОСТ 10774–80 предусматривает *d*=1.0...16 мм.

Примеры условного обозначения

1. Штифт исполнения 1 с диаметром d = 8h9 и длиной L = 45 мм, без покрытия:

Штифт $8h9 \times 45$ ГОСТ 10774 - 802. То же исполнения 2 с диаметром d=8h11 и длиной L=45 мм, с химическим оксидным покрытием, пропитанным маслом:

Штифт 2.8h11×45 Хим. окс. прм. ГОСТ 10774-80

Примечание. Предельное отклонение диаметра d≤3 мм – по h9, с d>3 мм – по h11; диаметра d1 – по h13.

Пример условного обозначения

Штифт исполнения 1 с диаметром d = 5 мм и длиной L = 50 мм, без покрытия:

Штифт 5×50 ГОСТ 12850 – 80

Примечание. ГОСТ 12207–79 предусматривает d = 6...50 мм.

Пример условного обозначения

Штифт с диаметром d = 10 мм и длиной L = 40 мм:

Штифт 10×40 ГОСТ 12207 – 79

Длину штифта следует выбирать из ряда: 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, (25), 26, 28, 30, 32, 35, (36), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400 мм. Данные, приведенные в скобках, применять не рекомендуется.

6.2. Штифты конические

Таблица 6.2.1. Штифты конические незакаленные (FOCT 3129-70), мм

Исполнение 1, А

Исполнение 2. В

45-280

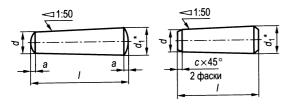


Таблица 6.2.2. Штифты конические с резьбовой цапфой (ГОСТ 9465-79), мм

Исполнение 2. В

160-280

Исполнение 1. А

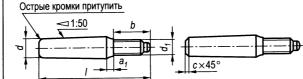
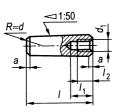
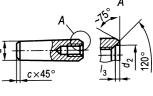


Таблица 6.2.3. Штифты конические с внутренней резьбой (ГОСТ 9464-79), мм

Исполнение 1. А







1				1	1													
d	C≈	a≈	ı	d	d ₁	b	а, не менее	С	I	d	d ₁	d ₂	a≈	С	1	/ ₁ , не менее	12	13
3	0,5	0,4	12–55	5	M5	14–15,6	2,4	0,8	40–50	6	M4	4,3	0,8	1,0	16–60	10	6	1,0
4	0,6	0,5	14–70	6	M6	18–20	3	1,0	4560	8	M5	5,3	1,0	1,2	18–80	12	8	1,2
5	0,8	0,63	16–90	8	М8	22–24,5	4	1,2	55–75	10	М6	6,4	1,2	1,6	22–100	16	10	1,2
6	1,0	0,8	20–100	10	M10	24–27	4,5	1,6	65–100	12	М8	8,4	1,6	1,6	26–120	20	12	1,2
8	1,2	1,0	22–120	12	M12	27–30,5	5,3	1,6	80–120	16	M10	10,5	2,0	2,0	32–160	25	16	1,5
10	1,6	1,2	26–180	16	M16	35–39	6	2,0	100–160	20	M12	13	2,5	2,5	40–200	28	18	1,0
12	1,6	1,6	32–220	20	M16	35–39	6	2,5	120–190	25	M16	17	3,0	3,0	50-200	35	24	2,0
16	2,0	2,0	40–280	25	M20	40–45	7,5	3,0	140–250	Примечание. ГОСТ 9464 – 79 предусматривает d = 6,0 50 мм.						50 мм.		
10	2,0	1 2,0	1							4								

Примечание. ГОСТ 3129 – 70 предусматривает d = 0,6...50 мм.

2,5

2.5

20

Примеры условного обозначения

1. Штифт исполнения 1, A с диаметром d = 10 мм и длиной I = 60 мм, без покрытия:

Штифт 10×60 ГОСТ 3129 - 70

2. То же исполнение 2, В с химическим оксидным покрытием, пропитанным маслом:

Штифт 2.10×60 Хим. окс. прм. ГОСТ 3129 - 70

Примечание. ГОСТ 9465 – 79 предусматривает d = 5,0...50 мм.

Примеры условного обозначения

1. Штифт исполнения 1, A с диаметром d = 10 мм и длиной I = 80 мм, без покрытия:

46-52

M24

Штифт 10×80 ГОСТ 9465 - 79

2. То же исполнения 2, В с химическим оксидным покрытием, пропитанным маслом:

Штифт 2.10×80 Хим. окс. прм. ГОСТ 9465 -79

Пример условного обозначения

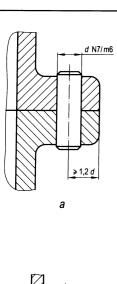
Штифт исполнения 1. А с диаметром d = 10 мм и длиной I = 60 мм, без покрытия:

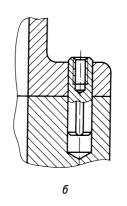
Штифт 10×60 ГОСТ 9464 –79

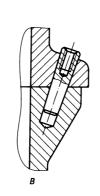
Длину штифтов следует выбирать из ряда 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; (25); 26; 28; 30; 32; 35; (36); 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 110; 120; 140; 160; 180; 200; 220; 250; 280; 320; 360; 400 мм. Длины, приведенные в скобках, применять не рекомендуется.

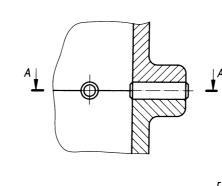
^{*} Размер для справок вычисляют по формуле $d_1 = d + 1/50$

6.3. Примеры штифтовых соединений









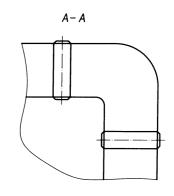
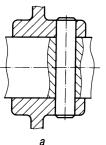
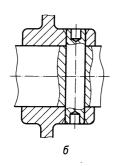
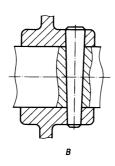
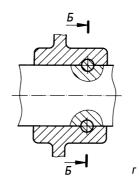


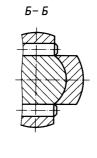
Рис. 6.3.1. Способы фиксации деталей (a-r) с плоскими поверхностями контакта











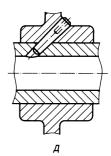
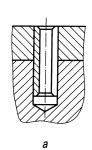
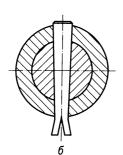
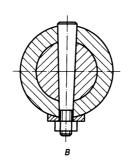
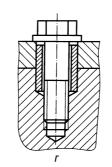


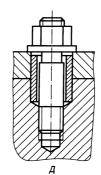
Рис. 6.3.2. Способы фиксации деталей (a-д) с цилиндрическими поверхностями контакта











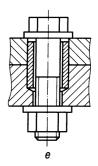


Рис. 6.3.3. Специальные штифты (a-e)

7. ЗАКЛЕПОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Заклепочные соединения подразделяют на силовые (прочные) и силовые плотные (прочноплотные) [1].

7.1. Типы стержневых заклепок. Заклепки с полукруглой головкой применяют для прочных и прочноплотных соединений. Если выступающие головки нежелательны, используют закрепки с потайной головкой. Установка таких заклепок дороже, так как требует дополнительной операции раззенковки отверстий. Заклепками с полупотайной головкой соединяют тонкие стальные листы (толщиной до 4 мм), когда выступающая головка полукруглой заклепки нежелательна, а небольшая толщина соединяемых листов не позволяет применять заклепки с потайной головкой. Заклепками с плоской головкой закрепляют фрикционные накладки в тормозах и механизмах сцепления, хотя в последнее время заклепочные соединения в таких узлах в значительной мере уступили место клеевым соединениям. При небольших диаметрах заклепок (до 10 мм) используют холодную клепку. Замыкающие головки в этом случае можно формировать без обжимок.

Длину заклепки назначают в зависимости от суммарной толщины соединяемых листов с учетом того, что на замыкающую головку расходуется длина, приблизительно равная диаметру заклепки.

7.2. Заклепки пустотелые и полупустотелые. Специальные заклепки. Пустотелые заклепки со скругленной, плоской или с потайной головкой применяют для соединения как металлических, так и неметаллических деталей, подвергающихся относительно небольшим нагрузкам. Эти заклепки выполняют из трубки (исполнение 1) и из листа или ленты (исполнение 2). Полупустотелые заклепки с полукруглой и с потайной головкой применяют в тех же случаях, что и пустотелые, но они обеспечивают большую плотность соединения. Расклепывают их в холодном состоянии, причем головка заклепки при этом должна быть обращена на внешнюю (видимую) сторону. Форму головки выбирают в зависимости от условий, в которых работает соединение, и его расположения. Заклепки могут быть выполнены из стали, латуни, алюминиевого сплава или меди.

На листе представлены также специальные заклепки с высоким сопротивлением срезу, применяемые в тех случаях, когда нагрев заклепок недопустим, а сдвигающие нагрузки значительны (см. рис. 7.2.1). Заклепки, устанавливаемые способом безударной клепки, изображены на рис. 7.2.2. Это заклепки, замыкание которых проводится путем протягивания сердечника, вызывающего деформирование корпуса заклепки, и заклепки, при установке которых используют резьбовые элементы. Корпус заклепки, приведенной на рис. 7.2.2, в, выполнен с потайной закладной головкой, внутренней расточкой под головку винта и коническим участком на противоположном конце. Втулка 2 имеет тонкостенный деформируемый участок, предназначенный для формирования замыкающей головки. Сборку соединения осуществляют вращением винта 3; при этом втулка 2перемещается в осевом направлении и, деформируясь, охватывает выступающую из пакета часть корпуса 1. На рис. 7.2.2, г заклепка состоит из четырех деталей: корпуса 1, винта 3, втулки 2 и гайки 4, вращением которой обеспечивается сборка соединения. Для завинчивания гайки используют тарированный ключ.

7.3. Примеры соединения деталей машин заклепками. На рис. 7.3.1 показано закрепление противовесов на щеках составного эксцентрикового вала с помощью заклепок с потайной головкой, а на рис. 7.3.2 – использование тех же заклепок для закрепления фрикционных накладок на колодке тормоза. Головки заклепок заглублены на половину толщины накладки для предотвращения задиров при ее износе. Способы закрепления заклепками концов стальных тормозных лент иллюстрирует рис. 7.3.3. На рис. 7.3.4 представлен ведомый диск сцепления автомобиля, собранный с использованием заклепок двух типов, а на рис. 7.3.5 показано соединение венца ведомого конического зубчатого колеса, выполненного из легированной стали, с литым центром. Закрепление резиновой втулки внутри проушины тяги коробки передач изображено на рис. 7.3.6. Со стороны замыкающей головки здесь подложена металлическая шайба.

7.1. Типы стержневых заклепок

									7	Габлица	<i>3 7.1.</i> Основные р	размерь	і заклеі	пок, м	М								
			Заклепка с полукруглой головкой (ГОСТ 10299–80)					Заклепка с потайной головкой (ГОСТ 10300-80)				Заг			потайно 0301–8	й голов 0)	кой		Заклепка с плоской головкой (ГОСТ 10303–80)				
	щие иеры				B Q R*					15°max													
d		D	Н	R*	r	L	D	Н	α	r	L	D	Н	h	R*	α	r	L	D	Н	r ₁	r	L
2	1,5	3,5	1,2	1,9	0,4	3–16	3,9	1,0	90°	0,1	3–16	6	1,2	0,5	9,3	120°	0,1	3–16	3,8	1	0,5	0,2	4–10
2,5	3	4,4	1,5	2,4	0,4	3–20	4,5	1,1	90°	0,1	4–20	7	1,4	0,7	9,1	120°	0,1	3–18	4,8	1,2	0,7	0,2	5–14
3	3	5,3	1,8	2,9	0,4	4–40	5,2	1,2	90°	0,1	4–40	8	1,6	0,8	10,4	120°	0,1	4–26	5,5	1,6	0,7	0,2	5–18
(3,5)	3	6,3	2,1	3,4	0,4	5–40	6,1	1,4	90°	0,2	5–40	9,5	1,5	0,9	13	120°	0,2	4–26	6,5	1,8	0,8	0,4	5–18
4	3	7,1	2,4	3,8	0,4	5–50	7,0	1,6	90°	0,2	5–50	10,5	2,0	1,0	14,3	120°	0,2	5–36	7,5	2	1,0	0,4	6–32
5	4	8,8	3	4,7	0,4	7–60	8,8	2,0	90°	0,2	8–60	11	2,5	1,3	16,9	120°	0,2	8–48	9,5	2,5	1,3	0,4	8–60
6	4	11	3,6	6	0,5	7–60	10,3	2,4	90°	0,25	8–60	13	3,0	1,5	10,8	90°	0,25	10–50	11	3	1,3	0,5	10–60
8	4	14	4,8	7,5	0,5	7–70	13,9	3,2	90°	0,25	8–70	15	4,0	2,0	15,1	90°	0,25	14–50	14	4	2,0	0,5	14–60
10	6	16	6	8,3	0,6	13–100	17	4,8	90°	0,3	15–70	17	4,8	2,5	15,7		0,3	17–70	16	5	2,0	0,6	16–85
12	6	19	7,2	9,8	0,8	18–10	20	5,6	75°	0,4	18–80	20	5,6	3,0	18,2	75°	0,4	19–100	20	6	2,6	0,8	18–90
(14)	6	22	8,4	11,4	0,8	20–140	24	6,8	75°	0,4	22–100	24	6,8	3,5	22,3	75°	0,4	22–100	25	8	3,0	1,0	24–110
16	6	25	9,5	13	1,0	20–140	24	7,2	75°	0,5	24–100	24	7,2	4,0	20	60°	0,5	26–100	32	10	4,0	1,0	32–150
(18)	8	27	11	13,8	1,0	28–140	27	8	60°	0,5	30–120	27	8		22,5	60°	0,5	28–150	40	12	5,3	1,2	60–180
20	8	30	12	15,4	1,0	34–160	30	9	60°	0,5	36–150	30	9	5,0	2,5	60°	0,5	30–50	50	15	6,6	1,2	60–180
(22)	8	35	13	18,3	1,0	38–180	53	10	60°	0,5	36–180	33	10	5,5	27,5	60°	0,5	40–210	60	18	8,0	1,6	60–180

Примечания: 1. Заклепки стандартизированы для d=1... 36 мм. 2. Длину заклепки следует выбирать из ряда: 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; (11); 12; (13); 14; (15); 16; (17); 18; (19); 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 52; 55; 58; 60; 65; 70; 75;80; 85; 90; 95; 100 мм. 3. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

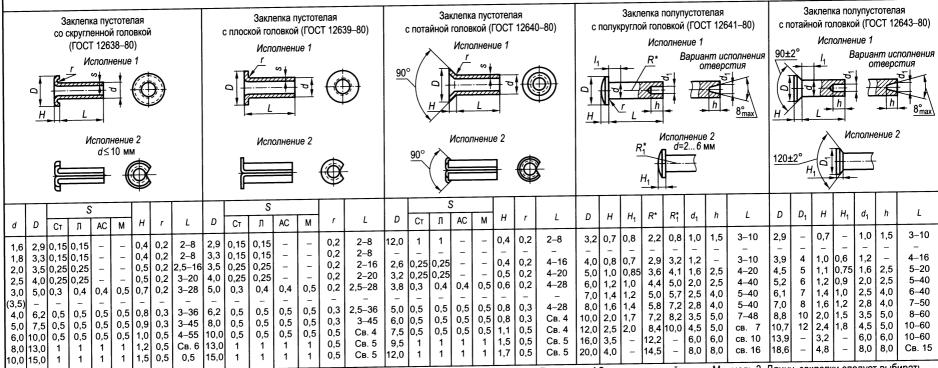
Пример условного обозначения

Заклепка диаметром d=8 мм и длиной L=20 мм из материала подгруппы 01 (сталь 10 или 10 кп) без покрытия: Заклепка 8×20. 0100 ГОСТ 10299-80

^{*} Размер для справок.

7.2. Заклепки пустотелые и полупустотелые. Специальные заклепки

Таблица 7.2.1. Конструктивные размеры заклепок, мм

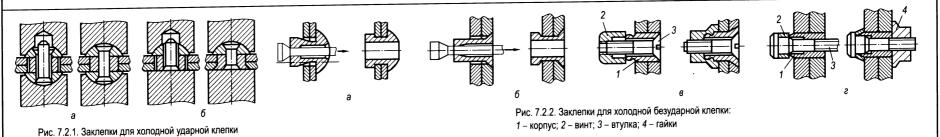


Примечания: 1. Заклепки по ГОСТ 12638−80 стандартизированы для *d*≤20 мм. 2. Материал заклепок: Ст – сталь; Л – латунь; АС – алюминиевый сплав; М – медь 3. Длину заклепки следует выбирать из ряда: 2; 3; 4; 5; 6; 8; 9; 10; (11); 12; (13); 14; (15); 16; (17); 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 40; 42; 46; 48; 50; 52; 55; 58; 60 мм. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

Примеры условного обозначения

- 1. Заклепка пустотелая с полукруглой головкой исполнения 1, диаметром *D*=3 мм и длиной *L*=20 мм из материала группы 01 (сталь 20) без покрытия: Заклепка 3×20. 010 ГОСТ 12641–80
- 2. То же исполнения 2:

Заклепка 2 – 3×20. 010 ГОСТ 12641-80



7.3. Примеры соединений деталей машин заклепками

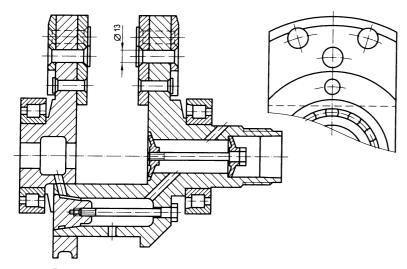
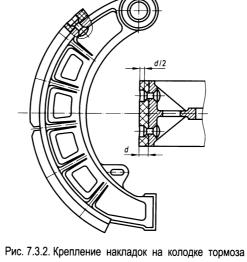


Рис. 7.3.1. Крепление противовесов на эксцентриковом валу



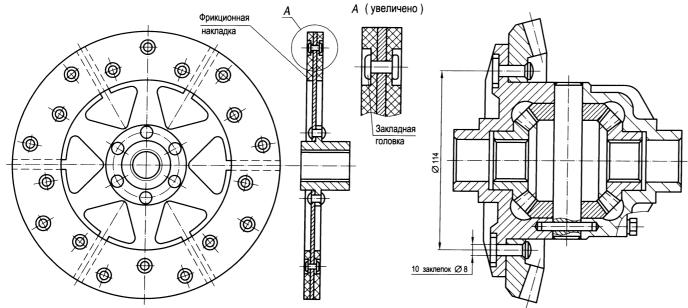


Рис. 7.3.4. Крепление фрикционных накладок на диске сцепления

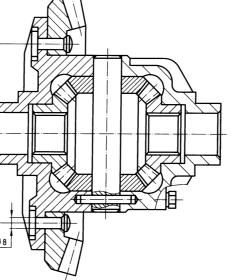
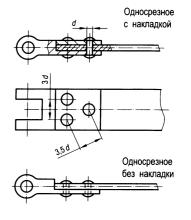


Рис. 7.3.5. Крепление венца на центре колеса



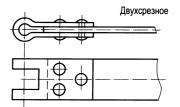


Рис. 7.3.3. Крепление тормозной ленты к проушине

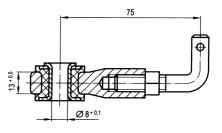


Рис. 7.3.6. Крепление резиновой втулки на тяге с помощью пустотелой заклепки

8. ФРИКЦИОННЫЕ ПЕРЕДАЧИ. ВАРИАТОРЫ

Фрикционные передачи служат для передачи механической энергии с ведущего вала на ведомый. Они отличаются плавностью и бесшумностью работы. В современных машинах фрикционные передачи нашли применение в качестве вариаторов [8, 9].

- **8.1. Торовый вариатор.** Рабочая поверхность дисков (чашек) I (см. рис. 8.1.1) вариатора выполнена в виде кругового тора, а роликов 4 в виде сферы; валы вариатора соосны. Для выравнивания нагрузки на ролики их оси закрепляют в плавающей раме 3. Валы разгружены от изгибающих моментов, так как ролики взаимно уравновешены. Фрикционные диски (чашки) прижимаются к роликам клиновым механизмом 2, расположенным на ведомом и ведущем валах. Клиновой механизм, состоящий из двух шайб с канавками переменной глубины и шариков, предназначен для уменьшения проскальзывания как при пуске (предварительное прижатие дисков к роликам осуществляется пружиной, встроенной в вал и давящей на клиновой механизм), так и при толчках, воспринимаемых вариатором от приводной машины.
- 8.2. Многодисковый вариатор. В вариаторе конструкции ВНИИредуктор (см. рис. 8.2.1) ведомые диски 15 приводятся во вращение под действием сил трения в местах контакта с расположенными между дисками ведущими дисками 14, которые набраны в пакеты на трех шлицевых валах 12, приводимых от ведущего вала 10 через центральное зубчатое колесо 9 и три пары зубчатых колес 8, 11. Для предварительного поджатия дисков 15 служит пружина 19. Сила, сжимающая диски 15, является переменной и зависит от передаваемого вращающего момента. Для этого использован кулачково-роликовый механизм 18, расположенный в шлицевом барабане 21, который соединен с ведомым валом 20. Частота вращения выходного вала регулируется изменением радиуса окружности ведущих дисков 14. Каретки поворачиваются на осях 4 тягами 17, соединяющими подвижные оси 16 кареток с поворотным фасонным диском 6. Поворот диска 6

осуществляется тягой I, винтовой парой 2 и маховичком 7. При повороте кареток зубчатые колеса II обкатываются по зубчатым колесам 8, расположенным между зубчатыми колесами II и центральным зубчатым колесом 9.

- 8.3. Цепной вариатор. Вариатор имеет конические диски 8 с радиальными канавками и цепь с выдвижными пластинами 9. Вращающий момент передается вследствие зацепления пластин цепи с радиальными канавками на конических торцах дисков 8. Конические диски посажены на вал так, что против выступа одной находится впадина другой. Диапазон регулирования D = 6, передаваемая мощность от 0 до 50 кВт. Предварительное натяжение цепи создается специальным устройством, состоящим из пластин 1, рычагов 2 и пружины 3, которая способствует уменьшению динамических нагрузок. Звездочки перемещаются вдоль оси рычагами 11, шарнирно закрепленными на гайках 13 винта 12. Поворот рычагов осуществляется от электродвигателя 4 через червячную 5 и цепную 6 передачи и винт 16, на котором расположен червяк 15 червячной передачи, соединенной со стрелкой-указателем 7 частоты вращения. Под стрелкой размещена кнопочная станция, включающая электродвигатель. В привод вариатора включен ленточный тормоз 14.
- **8.4. Вариатор с клиновым ремнем.** Вариатор с широким клиновым ремнем выполнен в отдельном корпусе с фланцевым электродвигателем 6. Оси валов расположены в вертикальной плоскости. Частота вращения валов регулируется перемещением конусных дисков 1 и 4 шкивов в осевом направлении. Диск 1 на ведущем валу поджимается пружиной, диск 4 на ведомом валу перемещается принудительно от электродвигателя управления 10 через червячную передачу 8, винтовую пару 7 и систему рычагов 9. Конусные диски 3 и 5 шкивов жестко закреплены на валах. Для ограничения хода дисков шкивов поставлены концевые выключатели. Тахометрический генератор 2 соединен с ведомым валом и служит для контроля частоты вращения вала.

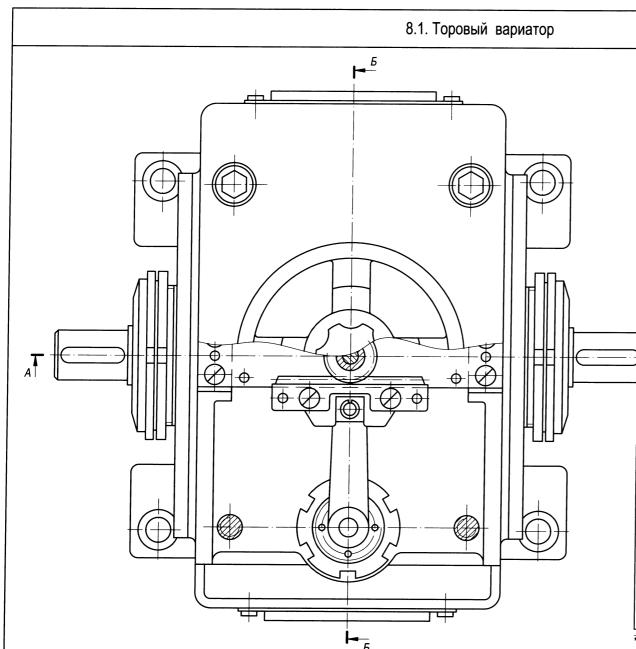


Рис. 8.1.1. Торовый вариатор конструкции ЦНИИТМАШ (начало)

Таблица 8.1.1. Размеры колес торовых вариаторов конструкции ЦНИИТМАШ, мм

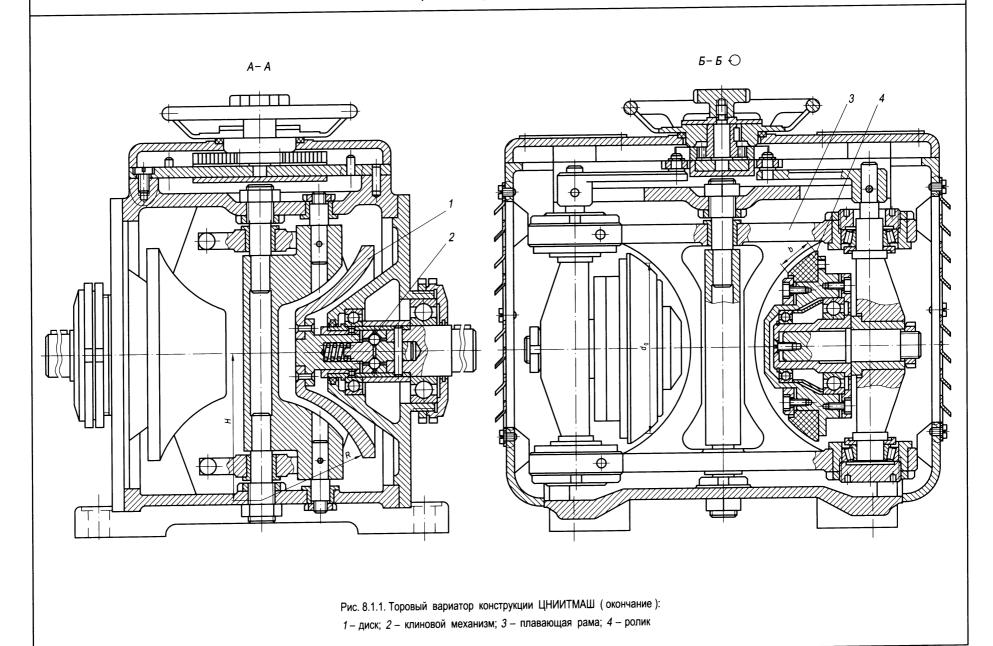
Типоразмер	Н	R	r * max	r * min	d 0	b
1,7 – T – 6	105	75	87	34,8	112,1	12
2,8 – T – 4	120	85	88	44,0	124,8	17
4,5 – T – 4	140	100	100	50,0	144,2	22
7 – T – 4	165	120	114	57,0	171,0	25
10 – T – 4	190	136	136	68,0	197,0	30
14 – T – 4	225	160	163	81,5	233,0	35
20 – T – 3	280	200	187	108	290,0	44

^{*} Радиусы окружностей контакта.

Таблица 8.1.2. Основные параметры торовых вариаторов конструкции ЦНИИТМАШ при $n_{\rm BX} = 960 \, {\rm Muh}^{-1}$

Типоразмер	D *	Р, кВт	σ _{H1} , МПа	σ _{H2} , МПа	$\sigma_{H cp}$, МПа
1,7 – T – 6	6,25	1,7	875	530	702
2,8 – T – 4	4	2,8	700	500	600
4,5 – T – 4	4	4,5	770	533	652
7 – T – 4	4	7	700	480	590
10 – T – 4	4	10	640	445	543
14 – T – 4	4	14	590	410	500
20 – T – 3	3	20	575	435	505

8.1. Торовый вариатор (окончание)



8.2. Многодисковый вариатор

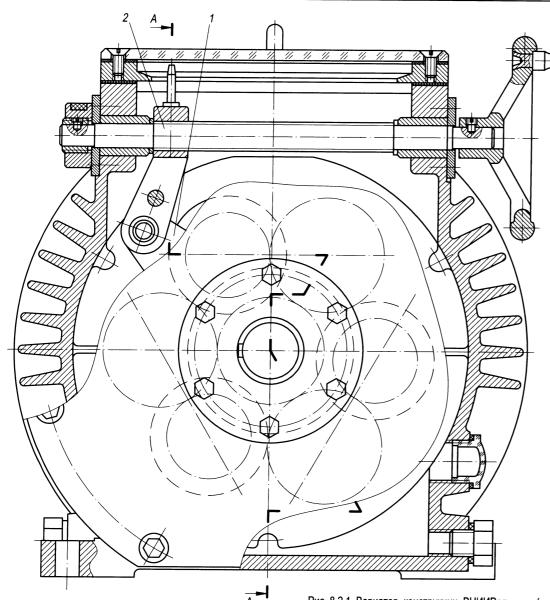


Таблица 8.2.1. Основные параметры многодисковых вариаторов конструкции ВНИИРедуктор

Типоразмер	T,*	P,	m,	n _{BX}	пвых	Габаритные
Типоразмер	Н∙м	кВт	КГ	ми	H ⁻¹	размеры , мм
ВД — 0,6	15	0,6	45	1500	305 – 1160	355 × 330 × 320
ВД-0,8	20	0,8	45	1500	305 – 1160	365 × 340 × 330
ВД- 1,1	30	1,1	60	1500	285 – 1140	460 × 365 × 355
ВД – 1,5	40	1,5	60	1500	285 – 1140	465×365×355
ВД-2,2	60	2,2	90	1500	210 - 840	550 × 370 × 400
ВД — 3,0	78	3,0	97	1500	300 – 1200	450×470×410
ВД — 4,0	100	4,0	110	1500	320 - 1280	585 × 500 × 425
ВД — 5,5	135	5,5	112	1500	325 – 1300	610×510×440
ВД – 7,5	146	7,5	140	1500	400 – 1600	650 × 550 × 530
ВД- 10	195	10	140	1500	400 – 1600	760 × 500 × 530
ВД-13	324	13	270	1000	310 – 1240	670×700×800
ВД- 17	423	17	310	1000	310 – 1240	670×700×800
ВД – 22	550	22	350	1000	310 – 1240	680 × 710 × 800

^{*}Максимальный момент на выходном валу.

1 – тяга; 2 – винтовой механизм

Рис. 8.2.1. Вариатор конструкции ВНИИРедуктор (начало):

8.2. Многодисковый вариатор (окончание)

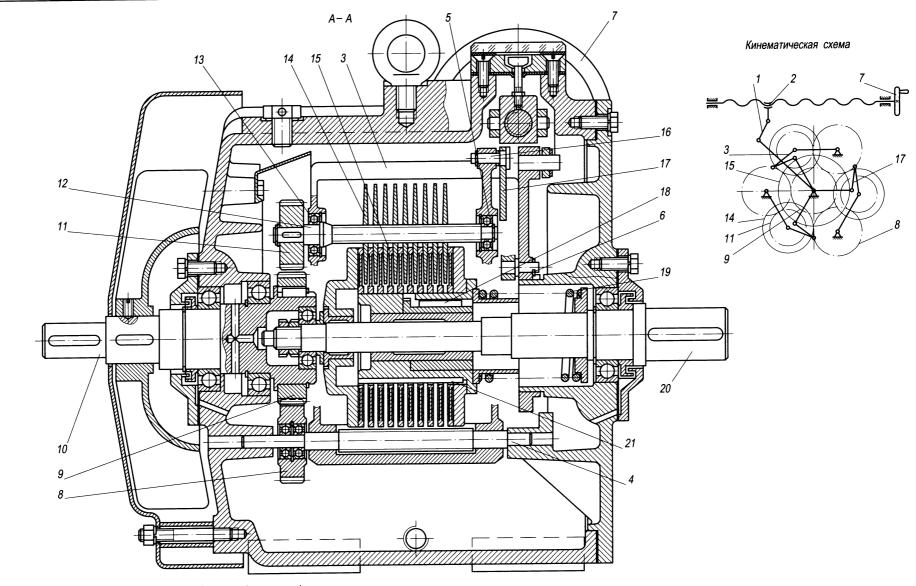
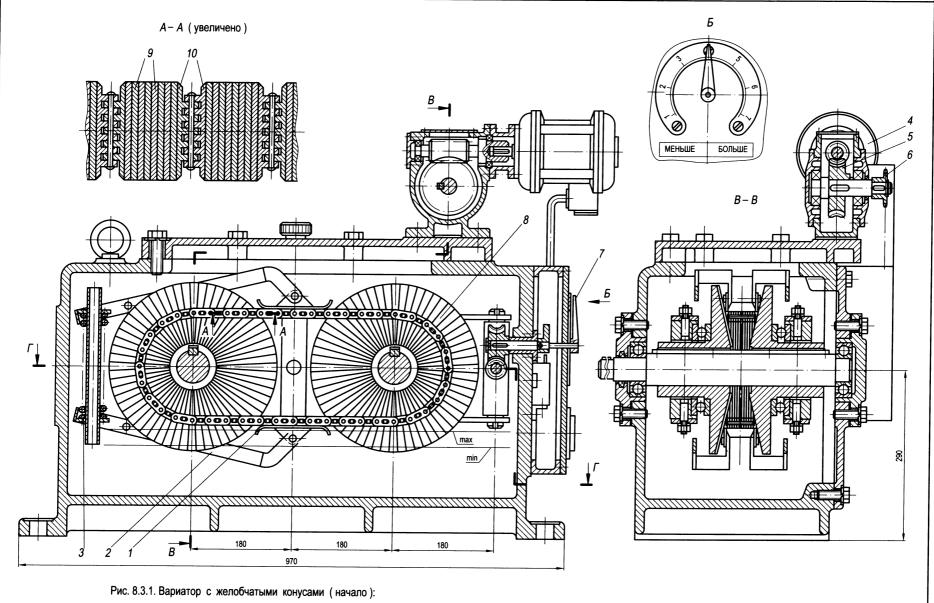


Рис. 8.2.1. Вариатор конструкции ВНИИРедуктор (окончание):

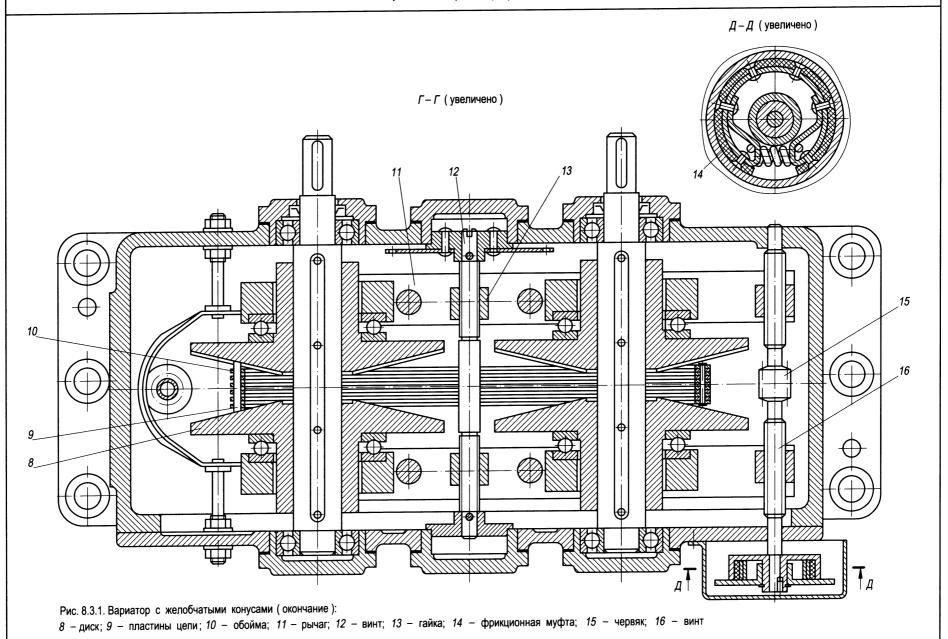
3 — каретка; 4 — ось каретки; 5, 13 — опоры; 6 — шайба; 7 — маховик; 8, 9, 11 — зубчатые колеса; 10 — входной вал; 12 — шлицевой вал; 14 — ведущий диск; 15 — ведомый диск; 16 — подвижная ось; 17 — тяга; 18 — кулачково-роликовый механизм; 19 — пружина; 20 — ведомый вал; 21 — шлицевой барабан

8.3. Цепной вариатор

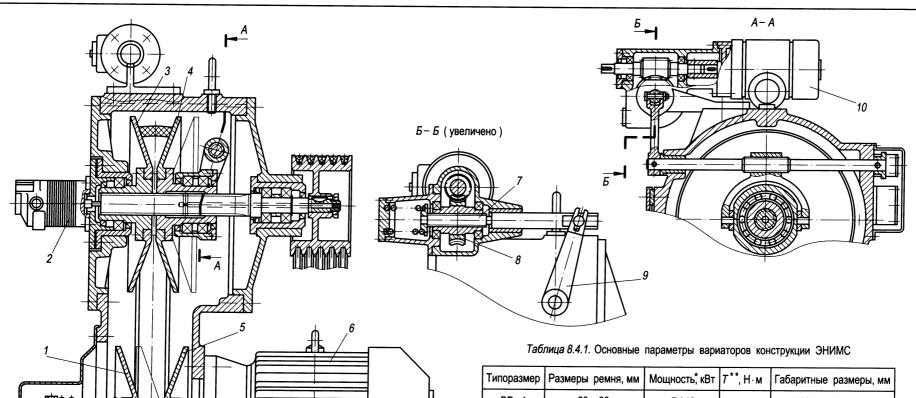


1 – пластина; 2 – рычаг; 3 – пружина; 4 – электродвигатель; 5 – червячная передача; 6 – цепная передача; 7 – указатель частоты вращения

8.3. Цепной вариатор (окончание)



8.4. Вариатор с клиновым ремнем



Типоразмер	Размеры ремня, мм	Мощность, кВт	<i>Т</i> **, Н · м	Габаритные размеры, мм
BP-1	63×20	7 / 13	-	1030 × 800 × 590
BP-2	63×20	-	30	1030×1060×590
BP-3	40×13	2,8 / 4	-	775 × 645 × 150
BP-4	40×13	-	13	780 × 830 × 160

Примечание. Диапазон регулирования для всех типоразмеров равен 4.

Рис. 8.4.1. Вариатор с клиновым ремнем конструкции ЭНИМС:

1, 3, 4, 5 — конусные диски; 2 — тахометрический генератор; 6 — фланцевый электродвигатель; 7 — винтовая пара;

8 - червячная передача; 9 - система рычагов; 10 - электродвигатель управления

^{*}В числителе – при длительной работе во всем диапазоне,

в знаменателе – при кратковременной работе и n_2 = 1500 мин $^{-1}$.

^{**} Момент на выходном валу.

9. РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Ременные передачи служат для передачи вращающего момента от ведущего вала к ведомому одним или несколькими приводными ремнями, надетыми с натяжением на закрепленные на этих валах шкивы. Ременные передачи применяют при средних и больших межосевых расстояниях [1, 7].

9.1. Схемы и способы натяжения ременных передач. Различают передачи с одним ведомым шкивом (см. рис. 9.1.1, a, δ) и передачи с несколькими ведомыми шкивами (см. рис. 9.1.1, s– δ). По способу натяжения ремней передачи подразделяются на самонатяжные и натяжные.

Самонатяжные передачи применяют при малых межосевых расстояниях. Этот вид передач с автоматическим натяжением в наибольшей степени отвечает современным требованиям. К самонатяжным относят передачи с переменным и постоянным натяжением. В первых натяжение автоматически регулируется, возрастая с ростом передаваемого момента. Это создает наилучшие условия для работы ремня и увеличивает КПД передачи. В таких передачах долговечность ремней высокая.

В передаче с автоматическим натяжением ремня под действием реактивного момента на корпусе качающегося электродвигателя (см. рис. 9.1.2, a) сила натяжения зависит от эксцентриситета e оси качения двигателя относительно оси шкива. На рис. 9.1.2, θ показан способ натяжения ремня пружиной растяжения. В натяжных передачах натяжение осуществляется периодическим перемещением одного из валов (см. рис. 9.1.2, θ , θ). Натяжение ремня в вертикальной передаче (см. рис. 9.1.2, θ) регулируется установочным винтом при отпущенных винтах крепления плиты к станине. В натяжных устройствах также используют винтовые стяжки с правой и левой резьбой (см. рис. 9.1.2, θ).

- 9.2. Конструкции и материалы плоских ремней. Плоские резинотканевые ремни (см. рис. 9.2.1) состоят из нескольких слоев хлопчатобумажной кордткани (бельтинга), связанных вулканизированной резиной. Преимущественное распространение из ремней этой группы имеют нарезные ремни типа А как наиболее гибкие и позволяющие реализовывать высокие скорости. Кордшнуровые ремни (см. рис. 9.2.2) являются наиболее совершенными из прорезиненных ремней. Их несущий слой представляет собой лавсановый кордшнур, расположенный в слое резины. Капроновые ремни с полиамидным покрытием (см. рис. 9.2.3) являются синтетическими. Такие ремни прочны и долговечны, обеспечивают высокое трение со шкивом.
- 9.3. Клиновые и поликлиновые ремни. Клиновые и поликлиновые ремни благодаря клиновому действию отличаются повышенными силами сцепления со шкивами, а следовательно, повышенной тяговой способностью. В табл. 9.3.1 приведены размеры сечений и расчетные длины клиновых ремней нормальных сечений по ГОСТ 1284.1–89 при угле профиля ремня в недеформированном состоянии 40°. Основными размерами ремня

являются высота $h_{\rm p}$ и расчетная ширина $b_{\rm p}$, отсчитываемая на уровне нейтрального слоя. В качестве несущего элемента может быть применена кордткань или кордшнуры.

Поликлиновой ремень (см. рис. 9.3.2) имеет общий несущий слой, расположенный выше рабочих поверхностей и занимающий полную ширину ремня. По сравнению с передачей с несколькими клиновыми ремнями передача с поликлиновым ремнем более компактна и обеспечивает равномерную работу всех рабочих поверхностей (выступов) ремня. В табл. 9.3.2 даны размеры сечений и расчетные длины поликлиновых ремней.

- **9.4.** Клиновые вариаторные ремни. Эти ремни применяют в ременных вариаторах. Конструктивно различают гладкие (см. рис. 9.4.2, a) и зубчатые (см. рис. 9.4.2, δ) клиновые ремни. Зубчатые ремни обладают большей изгибной податливостью. В табл. 9.4.1 даны размеры вариаторных ремней.
- 9.5. Зубчатые ремни. Зубчатый ремень имеет в качестве несущего силового элемента канатики (тросы) из стали или стекловолокна. Связующий материал (резина, пластмасса) образует зубья на рабочей стороне ремня и удерживает канатики. По сравнению с обычными ременными передачами зубчато-ременные передачи имеют меньшие габаритные размеры, обеспечивают постоянство передаточного числа, зубчатый ремень мало вытягивается и может работать при скоростях до 40 м/с. Зубчато-ременные передачи успешно заменяют цепные. Они характеризуются малым боковым зазором между зубьями и впадинами шкива. В отличие от зубчато-ременной передачи с трапецеидальным профилем зубьев в зубчато-ременной передаче с полукруглым профилем зубьев более равномерное распределение нагрузки между зубьями и меньшая концентрация напряжений у их основания. Однако у ремней с полукруглым профилем зубьев более высокая изгибная жесткость (примерно в 1,7 раза), чем у ремней с трапецеидальным профилем зубьев, что снижает их долговечность.
- 9.6. Шкивы плоскоременных передач. Для плоских резинотканевых ремней с ростом числа силовых слоев (что приводит к росту изгибной жесткости ремня) и увеличением окружной скорости ремня минимальный допустимый диаметр шкива возрастает (см. табл. 9.6.1). Один из шкивов плоскоременной передачи делают выпуклым для самоустановки ремня на шкиве. Размер выпуклости h (см. табл. 9.6.4) зависит от диаметра и ширины шкива. При скоростях v > 40 м/с на поверхности обода шкива делают кольцевые канавки для выхода воздуха из-под ремня. Материал шкива выбирают в зависимости от скорости v. При v > 5 м/с шкивы балансируют.

Допустимый статический дисбаланс шкивов составляет, $\mathbf{r} \cdot \mathbf{cm}$: 6 при \mathbf{v} от 5 до 10 м/с; 3 при $\mathbf{v} = 10...15$ м/с;

2 при v = 15...20 м/c; 1,6 при v = 20...25 м/c; 1 при v = 25...40 м/c и 0,5 при v > 40 м/c.

9.7. Шкивы клиновых и поликлиновых ременных передач. В табл. 9.7.1 указаны минимальные расчетные диаметры шкивов для клиновых ремней разных сечений, а также размеры, необходимые для изготовления канавок шкивов. Уменьшение диаметров шкивов по сравнению с указанными в табл. 9.7.1 недопустимо, так как это приведет к быстрому выходу ремня из строя. Угол клина канавки зависит от расчетного диаметра шкива и изменяется в пределах от 34° (для шкивов малого диаметра) до 40° (для шкивов большого диаметра).

В ГОСТ 20889–88 даются также нормы точности для изготовления шкивов: допускаемое отклонение от номинального значения расчетного диаметра шкивов – по hII; предельное отклонение угла канавки шкивов, обработанных резанием, – не более $+1^{\circ}$ для шкивов ремней сечений Z, A, B и +30' для шкивов ремней сечений C, D, E.

Допуск биения конусной рабочей поверхности канавки шкива в заданном направлении на каждые 100 мм его расчетного диаметра относительно оси вращения должен быть не более, мм: 0,20 при частоте вращения

шкива $n_{\rm m} < 500$ мин $^{-1}$, 0,15 при $n_{\rm m} = 500...1000$ мин $^{-1}$ и 0,10 при $n_{\rm m} > 1000$ мин $^{-1}$.

Каждый шкив при скоростях свыше 5 м/с должен быть сбалансирован. Допустимый дисбаланс, $r \cdot cm$: 6 при v от от 5 до 10 м/с; 3 при v свыше 10 до 15 м/с; 2 при v свыше 15 до 20 м/с и 1 при v свыше 20 до 30 м/с.

Значение параметра шероховатости рабочих поверхностей канавок шкива должно быть $Ra \le 2,5$ мкм.

- **9.8. Шкивы клиноременных вариаторов.** У вариаторов с изменяемым межосевым расстоянием один шкив имеет постоянный диаметр (см. рис. 9.8.1). У вариаторов с постоянным межосевым расстоянием диаметр шкивов регулируется принудительным перемещением полушкивов (см. рис. 9.8.2) либо автоматическим поджатием полушкивов пружинами (см. рис. 9.8.3).
- **9.9.** Шкивы зубчато-ременных передач. В табл. 9.9.1 приведены размеры впадин шкивов передачи с зубчатым ремнем полукруглого профиля. Полукруглый профиль обеспечивает более равномерное распределение напряжений в ремне, более плавный вход зубыев в зацепление. В табл. 9.9.2 даны размеры шкивов передачи с зубьями трапецеидального профиля.

9.1. Схемы и способы натяжения ременных передач

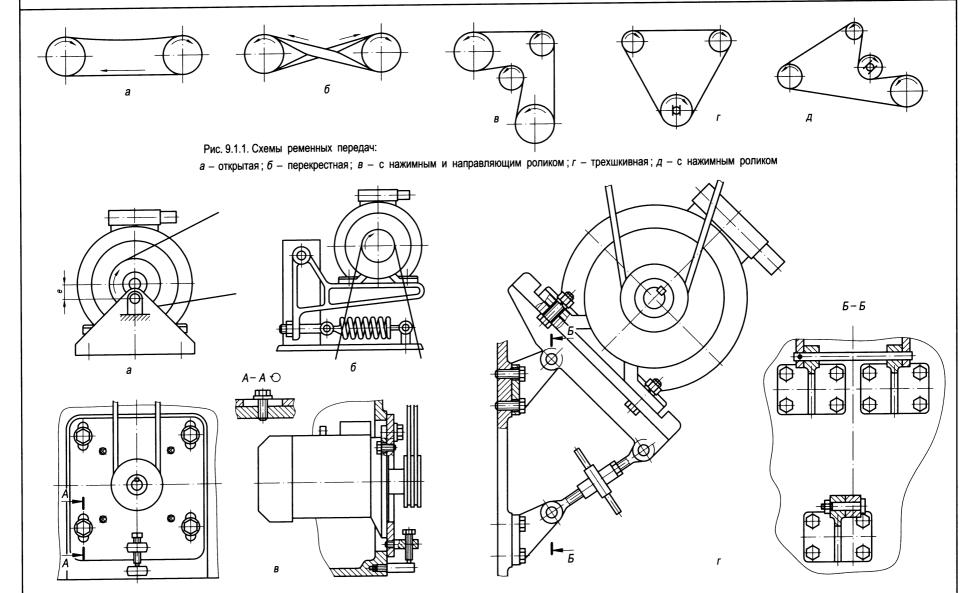


Рис. 9.1.2. Способы натяжения ремня:

a — под действием реактивного момента на корпусе электродвигателя; б — пружиной растяжения; в — прямолинейным перемещением электродвигателя;

r – стяжной с правой и левой резьбой

9.2. Конструкции и материалы плоских ремней

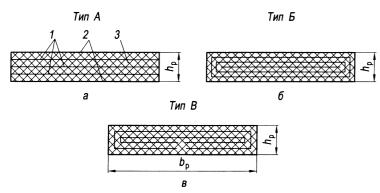


Рис. 9.2.1. Конструкции плоского резинотканевого ремня:

- a нарезная с обкладками; b послойно завернутая с обкладками;
- в спирально завернутая без обкладок; 1 слои кордткани (бельтинга);
- 2 обкладки; 3 резиновая масса

Таблица 9.2.1. Ширина b_p и число несущих слоев i резинотканевых ремней (ГОСТ 23831 – 79)

<i>b</i> _p , мм	20, 25, 30, 40, 50, 63, 71	80, 90, 100, 112	125, 160, 180, 200,
i	2 – 5	3 – 6	4 – 6

Таблица 9.2.2. Толщина $h_{\rm p}$, число несущих слоев i резинотканевых ремней и рекомендуемые минимальные диаметры малого шкива $d_{\rm 1\,min}$, мм

	h _р для белі	ътинга марок	d _{1 min} для бельтинга марок				
i	Б - 800, Б - 820	БКНЛ - 65, БКНЛ - 65 - 2	Б - 800, Б - 820	БКНЛ - 65, БКНЛ - 65 - 2			
2	3,0 / 2,5	-1-	90 / 80	-1-			
3	4,5 / 3,75	3,6 / 3,0	140 / 112	112 / 90			
4	6,0 / 5,0	4,8 / 4,0	180 / 140	140 / 112			
5	7,5 / 6,25	6,0 / 5,0	224 / 180	180 / 140			
6	9,0 / 7,5	7,2 / 6,0	280 / 224	200 / 180			

 Π р и м е ч а н и е. В числителе для ремней с обкладками, в знаменателе — без обкладок.

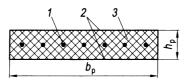


Рис. 9.2.2. Конструкция кордшнурового ремня:

- 1 кордшнуры; 2 обкладки;
- 3 резиновая масса

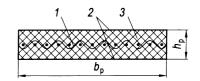


Рис. 9.2.4. Конструкция капронового ремня с полиамидным покрытием: 1 — капроновая ткань с полиамидной пропиткой; 2 — обкладки на основе полиамида с нитрильным каучуком; 3 — резиновая масса

Таблица 9.2.3. Основные размеры кордшнуровых ремней (ТУ 38105514 – 77), мм

<i>b</i> _p	h _p	∠ * _p
30	2,2	500, 550, 600, 650, 700
40	2,2	750, 800, 850, 900, 1000
50	2,2	1050, 1100, 1150, 1200, 1250
60	2,8	1700, 1800, 2000, 2500, 3000

^{*}Длина ремня.

 $\it Tаблица~9.2.4.$ Основные размеры синтетических ремней (OCT 1769 - 84), мм

b _p	h _p	L [*] _p				
10	0,5	250, 260, 280, 300, 320, 340, 350, 380, 400				
15	0,5	420, 450, 480, 500, 530, 560, 600, 630, 670				
20	0,5	710, 750, 800, 850, 900, 950				
25	0,5	1000, 1050, 1120, 1180, 1250, 1320, 1400				
30	0,7	1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000				
40	0,7	2120, 2240, 2360, 2500, 2650, 2800				
50	0,7	3000, 3150, 3350				
60, 80, 100	0,7	-				



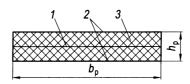


Рис. 9.2.3. Конструкция кордленточного полиамидного ремня:

- 1 кордлента; 2 адгезионный слой;
- 3 полиамидный слой

9.3. Клиновые и поликлиновые ремни

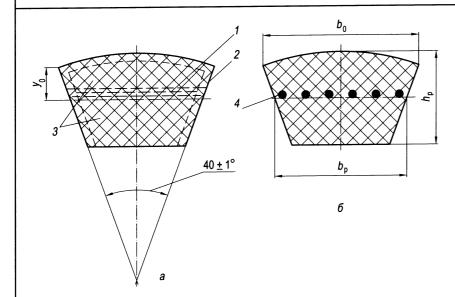


Рис. 9.3.1. Сечения клинового ремня кордтканевого (a) и кордшнурового (b): 1- слой кордткани (бельтинга); 2- обкладка; 3- резиновая масса; 4- кордшнуры

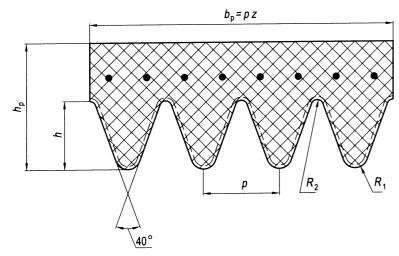


Рис. 9.3.2. Сечение поликлинового ремня

Таблица 9.3.1. Размеры клиновых ремней и параметры передачи (ГОСТ 1284.1-89)

Обозначение	b _p	<i>b</i> ₀	h _p	<i>y</i> ₀	L _p	<i>Т</i> ₁ *, Н⋅м	
сечения ремня			M	М		71,111	
		Кл	иновые по	ГОСТ 128	4.1— 89 и 1284.3— 89)	
Z	8,5	10	10 6		400 –2500	< 63	
A	11	13	8	2,8	560 -4000	11–70	
В	14	17	10,5	4,0	800 –6300	40 – 190	
С	19	22	13,5	4,8 1800-10600		110-550	
D	27	32	19	6,9	3150 –15000	450-2000	
E	32	38	23,5	8,3	4500 – 18000	1100-4500	
			Клиновые	узкие по	ТУ 38105161— 84		
SPZ	8,5	10	8	2	630-3550	< 150	
SPA	11	13	10	2,8	800-4500	90-400	
SPB	14	17	13	3,5	1250-8000	300-2000	
SPC	19	22	18	4,8	2000-8000	> 1500	

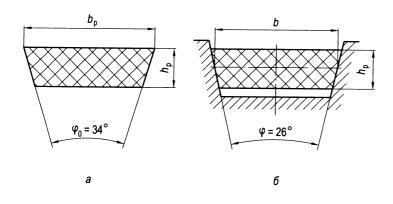
^{*}Момент на быстроходном шкиве.

Таблица 9.3.2. Размеры поликлиновых ремней и параметры передачи (ТУ 38105763 – 84)

Обозначение	р	h _p h		R_1	R ₂	L _p	Число кл	T_1 , $H \cdot M$	
сечения ремня				ММ			рекомендуемое	максимальное	71, 11 11
К	2,4	4	2,15	0,1	0,4	400 – 2000	2-36	36	< 40
л	4,8	9,5	4,88	0,2	0,7	1250 – 4000	4-20	50	18 –135
М	9,5	16,7	9,6	0,4	1,0	2000 – 4000	4-20	50	> 130

 Π р и м е ч а н и е. Поликлиновые ремни К можно заменять клиновыми ремнями Z и A; Π — ремнями B и C; M — ремнями C, D, E.

9.4. Клиновые вариаторные ремни



a

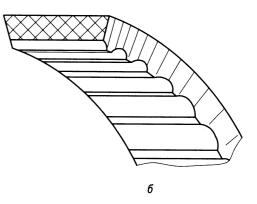


Рис. 9.4.1. Сечение клинового ремня в свободном состоянии (a) и под натяжением на измерительном ролике (δ)

Рис. 9.4.2. Гладкий (а) и зубчатый (б) клиновые ремни

Таблица 9.4.1. Размеры клиновых ремней для промышленного оборудования (ГОСТ 24848.1—81, ГОСТ 24848.3—81)

Обозначение	<i>b</i> _p	b*	h*	L	p, MM	Площадь	Масса 1 м	
сечения ремня		ММ		min	max	сечения, см ²	ремня, кг	
1-B25	25	27	8	710	1600	1,96	0,25	
1- B32	32	34	10	900	2000	3,09	0,40	
1- B40	40	43	13	1120	2500	5,07	0,66	
1- B50	50	53	16	1400	3150	7,10	1,00	
1– B63	63	67	20	1600	4000	12,18	1,58	
1– B80	80	85	25	2500	5000	19,34	2,51	

Примечание. Длину ремня выбирают из ряда: 560; 630; 710; 800; 900; 1000; 1120; 1250; 1400; 1600; 1800; 2000; 2240; 2500; 2800; 3150; 3350; 4000; 4500; 5000 мм.

Примеры условного обозначения

- 1. Ремень сечением 1-B25 с расчетной длиной 1000 мм и кордшнуром в несущем слое:
 - Ремень 1-В25-1000 Ш ГОСТ 24848.1-81-ГОСТ 24848.3-81
- 2. То же с кордтканью в несущем слое:
 - Ремень 1-В25-1000Т ГОСТ 24848.1-81-ГОСТ 24848.3-81
- 3. Ремень зубчатый сечением 1 В25 с расчетной длиной 1000 мм и кордшнуром
- в несущем слое:
 - Ремень 1-В25-1000 Ш зубчатый ГОСТ 24848.1-81-ГОСТ 24848.3-81
- 4. То же с кордтканью в несущем слое:
 - Ремень 1-В25-1000Т зубчатый ГОСТ 24848.1-81-ГОСТ 24848.3-81

^{*}Размеры для справок.

9.5. Зубчатые ремни

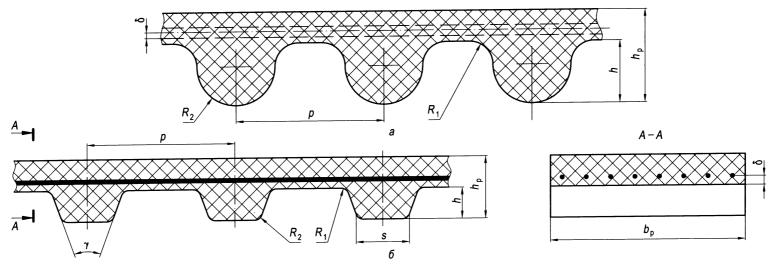


Рис. 9.5.1. Зубчатые ремни с полукруглым (a) и трапецеидальным (δ) профилем зубьев

Таблица 9.5.2. Зубчатые ремни с трапецеидальным профилем зубьев (ТУ 38-05114-76, ISO 5296)

 R_2 h_p р s m Z град 40-160 3-12,5 0,2 3,14 1,0 1,6 0,8 0,4 1,0 40-160 2,2 1,2 0,3 0,3 3-20 4,71 0,4 1,5 1,5 40-160 8-20 3,0 1,5 6,28 1,8 0,6 0,4 0,4 2,0 0,5 12,5-5048-250 3,2 0,5 9,42 4,0 2,0 0,6 3,0 48-250 12,57 4,4 5,0 2,5 0,8 1,0 1,0 20-100 4,0 48-200 25-100 6,5 3,5 15,71 5,0 0,8 1,2 1,2 5,0 1,5 1,2 40-125 56-140 21,99 8,0 7,0 11,0 6,0 0,8 2,0 50-200 56-100 10,0 | 31,42 | 12,0 15,0 9,0 0,8 1,5

Примечания: 1. Ширину ремня выбирают из ряда: 3,0; 4,0; 5,0; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0;25,0; 32,0; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0; 100,0; 125,0; 160,0; 200 мм. 2. Число зубьев ремня выбирают из ряда: 40, 42, 45, 48, 50, 53, 56, 60, 63, 67, 71, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 112, 115, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 235, 250.

Таблица 9.5.1. Зубчатые ремни с полукруглым профилем зубьев, мм

m	р	h _p	h	δ	R ₁	R_2
3	9,42	6,0	4,0	0,6	1,0	2,5
4	12,57	7,5	5,0	0,8	1,0	3,5
5	15,71	9,0	6,0	0,8	1,5	4,5

9.6. Шкивы плоскоременных передач

Таблица 9.6.1. Минимальный диаметр D_{\min} шкивы для плоских приводных прорезиненных ремней (ГОСТ 23831—79), мм

Число силовых		$D_{ m min}$ при $v_{ m p}$, м/с, не более									
СЛОВЫХ	5	10	15	20	25	30					
3	80	100	112	125	140	160					
4	112	125	160	180	200	225					
5	160	180	200	225	250	280					
6	250	280	320	360	400	450					
7	360	400	450	500	560	600					
8	400	450	560	630	710	800					
9	500	560	630	710	800	900					
10	630	710	800	900	1000	1120					

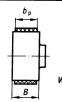


Таблица 9.6.2. Ширина B шкивов и рекомендуемая ширина b_p плоских ремней (ГОСТ 17383—73), мм

		В	<i>b</i> _p	<i>b</i> _p <i>B</i>		<i>b</i> _p
	16		10	160		140
	20	l	16	180		160
	25	l	20	200	±2	180
	32	±1	25	224		200
	40		32	250		224
	50		40	280		250
	63		50	315		280
	71		63	355		315
	80		71	400		355
-	90		80	450	±3	400
-	100	± 1,5	90	500		450
	112		100	560		500
1	125		112	630		560
ı	140		125			



Таблица 9.6.3. Диаметр *D* и ширина *B* шкивов для плоских ремней (ГОСТ 17383-73), мм

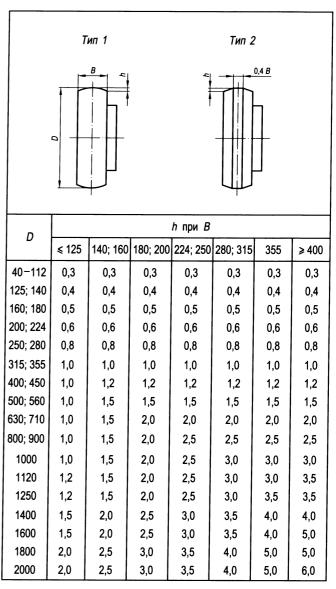
D	В	D	В
40	16-40	315	40-315
45	16-50	355	40-355
50	16-63	400	50-400
56	16-63	450	50-450
63	16-71	500	63-500
71	16-80	560	63-560
80 ·	16-80	630	71-630
90	16-90	710	80-630
100	16-100	800	90-630
112	16-112	900	100-630
125	16-125	1000	112-630
140	16-140	1120	125-630
160	20-160	1250	140-630
180	20-180	1400	160-630
200	25-200	1600	180-630
224	25-224	1800	200-630
250	32-250	2000	224-630
280	32-280		

Таблица 9.6.5. Диаметр *d* посадочного отверстия шкивов для плоских ремней и длина *l* ступицы по приложению к ГОСТ 17383—73, мм

Исполнение 1	d	/ для ис	/ для исполнения		
D		1	2		
1 1	10	23	16		
	12; 14	30	20		
	18	40	30		
Исполнение 2	22	50	40		
≥1:10	25; 28	60	45		
	32; 35; 38	80	60		
	40; 42; 45; 48; 50	110	85		
- 1 -	55; 60	140	110		

Примечания: 1. Допускается изготовлять шкивы с конусностью посадочного отверстия 1:5. 2. Допускается применять укороченную ступицу по ГОСТ 12080–66 и ГОСТ 12081–72 (СТ СЭВ 537–77).

Таблица 9.6.4. Выпуклость h в зависимости от диаметра D и ширины B шкивов для плоских ремней (ГОСТ 17383-73), мм



9.7. Шкивы клиновых и поликлиновых ременных передач

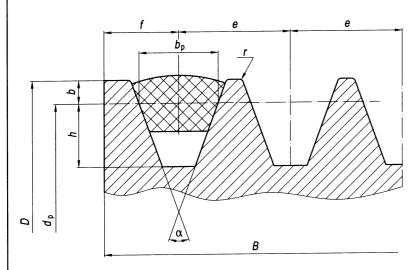


Рис. 9.7.1. Сечение шкива для клиновых передач

Обозначение	b _p	b	h	е	$e = f = r = d_p$ для угла α канавки				1	d _{p min}	
сечения ремня	Эр		енее				34°	36°	38°	40°	O p min
Z	8,5	2,5	7,0	12,0	8,0	0,5	50-71	80 – 100	112-160	≥ 180	63 (50)
A	11	3,3	8,7	15,0	10,0	1,0	75–112	125-160	180 – 400	≥ 450	90 (75)
В	14	4,2	10,3	19,0	12,5	1,0	125–160	180-224	250-500	≥ 560	125
С	19	5,7	14,3	25,5	17,0	1,5	_	200-315	355-630	≥ 710	200
D	27	8,1	19,9	37,0	24,0	2,0	_	315-450	500-900	≥ 1000	315
Ε	32	9,6	23,4	44,5	29,0	2,0	_	500-560	630 – 1120	≥ 1250	500

Таблица 9.7.1. Основные размеры шкивов для клиновых ременных передач, мм

 Π р и м е ч а н и я: 1. Номинальный расчетный диаметр $d_{\rm p}$ шкива выбирают из ряда: 50; (53); 56; (60); 63; (67); 71; (75); 80; (85); 90; (95); 100; (106); 112; (118); 125; (132); 140; (150); 160; (170); 180; (190); 200; (212); 224; (236); 250; (265); 280; (300); 315; (335); 355; (375); 400; (425); 450; (475); 500; (530); 560; (600); (620); 630; (670); 710; (750); 800; (850); 900; (950); 1000; (1060); 1120; (1180); 1250; (1320); 1400; (1500); 1600; (1700); 1800; (1900); 2000; (2120); 2240; (2360); 2500; (2650); (2800); (3000); (3150); (3550); (3750); (4000) мм. Размеры, указанные в скобках, применяют в технически обоснованных случаях. 2. B = (z - 1)e + 2f, где z – число ремней в передаче; $D = d_{\rm p} + 2b$.

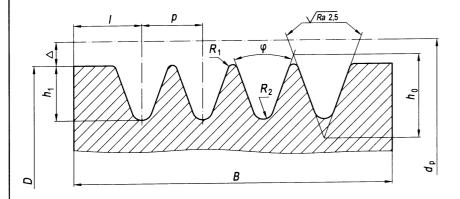


Рис. 9.7.2. Сечение шкива для поликлиновых передач

Таблица 9.7.2. Основные размеры шкивов для поликлиновых передач, мм

Обозначение сечения ремня	р	h ₁	h _o	R ₁	R ₂	Δ	/, не менее	$\delta ho_{_{\Sigma}}$	d _{pmin}
К	2,4	2,15	3,3	0,2	0,2	0,95	3,5	0,3	40
л	4,8	4,68	6,6	0,4	0,4	2,4	5,5	0,4	80
М	9,5	9,6	13,05	0,8	0,6	3,55	10	0,5	180

Примечания: 1. Накопленная ошибка шага δp_{Σ} дана для числа рабочих поверхностей свыше 10, при меньшем числе рабочих поверхностей ошибка пропорционально уменьшается. 2. B = (z-1)p+2I; $d_p = D+2\triangle$; $\varphi = 40^{\circ}\pm30^{\circ}$.

9.8. Шкивы клиноременных вариаторов

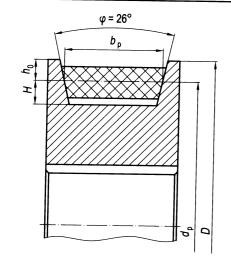


Рис. 9.8.1. Шкив постоянного диаметра

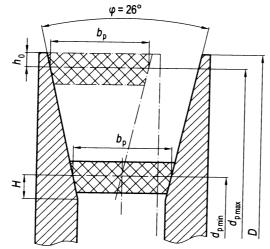


Рис. 9.8.2. Шкив с принудительным перемещением полушкивов

Таблица 9.8.1. Размеры шкивов, мм

Обозначение	b _p	h ₀	Н	D				d _p	1	Ι,
сечения ремня	~р	не	менее		d ₁	d ₂	max	min	7 ′1	12
1-B25	25	5,0	11	155	16	M 5	150	52	96	40
1-B25	25	5,0	11	155	18	M 6	150	52	96	40
1-B25	25	5,0	11	155	19	M 6	150	52	96	40
1-B30	32	5,0	13	180	18	M 6	175	60	111	40
1-B30	32	5,0	13	180	19	M 6	175	60	111	40
1-B30	32	5,0	13	180	22	M 8	175	60	111	50
1-B40	40	6,5	16	220	22	M 8	213	72	138	50
1-B40	40	6,5	16	220	24	M 8	213	72	138	50
1-B40	40	6,5	16	220	28	M 10	213	72	138	60
1-B50	50	6,5	19	270	28	M 10	263	89	146	60
1-B50	50	6,5	19	270	32	M 12	263	89	146	80
1-B50	50	6,5	19	300	28	M 10	292	100	166	60
1-B50	50	6,5	19	300	32	M 12	292	100	166	80
1-B63	63	8,0	22	370	32	M 12	361	125	200	80
1-B63	63	8,0	22	370	38	M 12	361	125	200	80
1-B63	63	8,0	22	370	42	M 16	361	125	200	110
1-B63	63	8,0	22	370	48	M 16	361	125	200	110
1-B80	80	10,0	28	370	38	M 12	360	160	200	80
1-B80	80	10,0	28	370	42	M 16	360	160	200	110
1-B80	80	10,0	28	370	48	M 16	360	160	200	110
							550	, , , ,	. 200	1 110

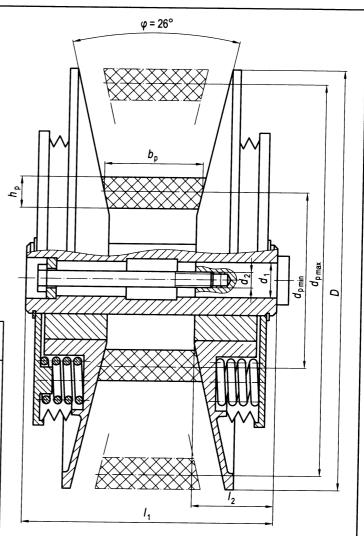
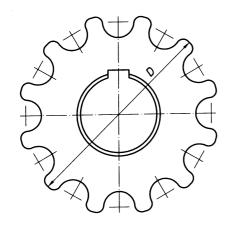
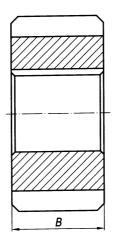


Рис. 9.8.3. Шкив с автоматическим поджатием полушкивов пружинами

9.9. Шкивы зубчато-ременных передач





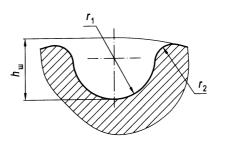
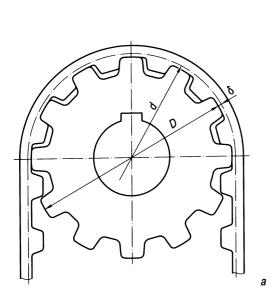
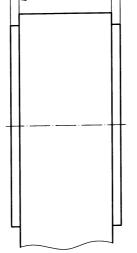


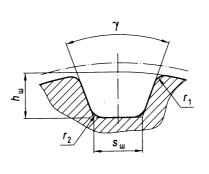
Таблица 9.9.1. Размеры впадин шкива зубчато-ременной передачи с зубьями полукруглого профиля, мм

т	<i>r</i> ₁	h _ш	r ₂
3	2,7	4,05	1,2
4	3,7	5,05	1,4
5	4,75	6,05	1,75

Рис. 9.9.1. Шкив зубчато-ременной передачи с зубьями полукруглого профиля (a) и его сечение (b)







б

Рис. 9.9.2. Шкив зубчато-ременной передачи с зубьями трапецеидального профиля (a) и его сечение (б): $d=m\,z_{\,\square}$; $D=d-2\,\delta\,\pm\,K$, где K- поправка, учитывающая податливость ремня; $B=b_{\,{}_{\rm P}}+m$

Таблица 9.9.2. Размеры впадин шкива зубчато-ременной передачи с зубьями трапецеидального профиля (ОСТ 38.05114-76)

	т	s _w	h _w	<i>r</i> ₁	r ₂	γ,	Число зубьев
			ММ	град	шкива <i>Z</i> ш		
Ī	1,0	1,0	1,3	0,3	0,3	50	12–100
	1,5	1,5	1,8	0,4	0,4	50	10–100
۱	2,0	1,8	2,2	0,5	0,5	50	10–115
	3,0	3,2	3,0	0,7	1,0	40	10-120
ļ	4,0	4,0	4,0	1,0	1,3	40	14-120
	5,0	4,8	5,0	1,5	2,0	40	14-120
	7,0	7,5	8,5	2,5	3,0	40	17–120
	10,0	11,5	12,5	3,0	3,5	40	17–85

10. РЕДУКТОРЫ ЗУБЧАТЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ И КОНИЧЕСКО-ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ

Редукторы служат для понижения частоты вращения (тихоходного вала по отношению к быстроходному) и повышения вращающего момента на тихоходном валу [1,4,7].

- 10.1. Редуктор одноступенчатый цилиндрический. Совместно с фланцевым электродвигателем редуктор составляет мотор-редуктор. Тихоходный вал с напрессованным на него колесом с внутренними зубьями установлен в корпус через окно на боковой стенке. Шестерня расположена на конце вала электродвигателя, что уменьшает размеры мотор-редуктора. Система смазывания зацепления картерная, подшипники смазываются маслом, разбрызгиваемым зубчатым колесом.
- 10.2. Редуктор двухступенчатый цилиндрический, выполненный по развернутой схеме. У этого редуктора горизонтальная плоскость разъема корпуса. Для установки валов использованы роликовые конические подшипники, которые регулируют нажимными шайбами и винтами, размещенными в закладных крышках. Соединение зубчатых колес с валами выполнено призматическими шпонками. В редукторе применены торцовые уплотнительные устройства.
- 10.3. Редуктор двухступенчатый цилиндрический, выполненный по развернутой схеме с корпусом без разъема. Такая конструкция корпуса обеспечивает уменьшение массы редуктора и повышает жесткость корпуса, но несколько усложняет технологию изготовления деталей и сборку. Зубчатые колеса и тихоходная шестерня установлены через окно в верхней стенке корпуса и соединены с валами при помощи шлицев. Сборка деталей на промежуточном и тихоходном валах завершается установкой подшипника внутри корпуса. В качестве опор использованы шариковые радиальные подшипники и привертные крышки.
- 10.4. Редуктор двухступенчатый цилиндрический с шевронными колесами. Быстроходная ступень выполнена раздвоенной. Тихоходный вал зафиксирован в осевом направлении роликовыми коническими подшипниками, которые регулируют винтом с нажимной шайбой. Быстроходный и промежуточный валы плавающие, установлены в опорах на роликовых цилиндрических подшипниках. Для передачи моментов с зубчатых колес на валы использованы соединения с натягом. Корпус редуктора имеет горизонтальную плоскость разъема, крышки подшипников закладные, в качестве уплотнительных устройств использованы манжеты.
- 10.5. Редуктор двухступенчатый цилиндрический с шевронными колесами и корпусом без разъема. В данной конструкции промежуточный вал зафиксирован роликовыми коническими подшипниками, которые регулируют при помощи металлических прокладок под фланцами привертных крышек. Быстроходный и тихоходный валы плавающие. Шлицевые соединения колес и шестерен с промежуточным и тихоходным валом обеспечивают

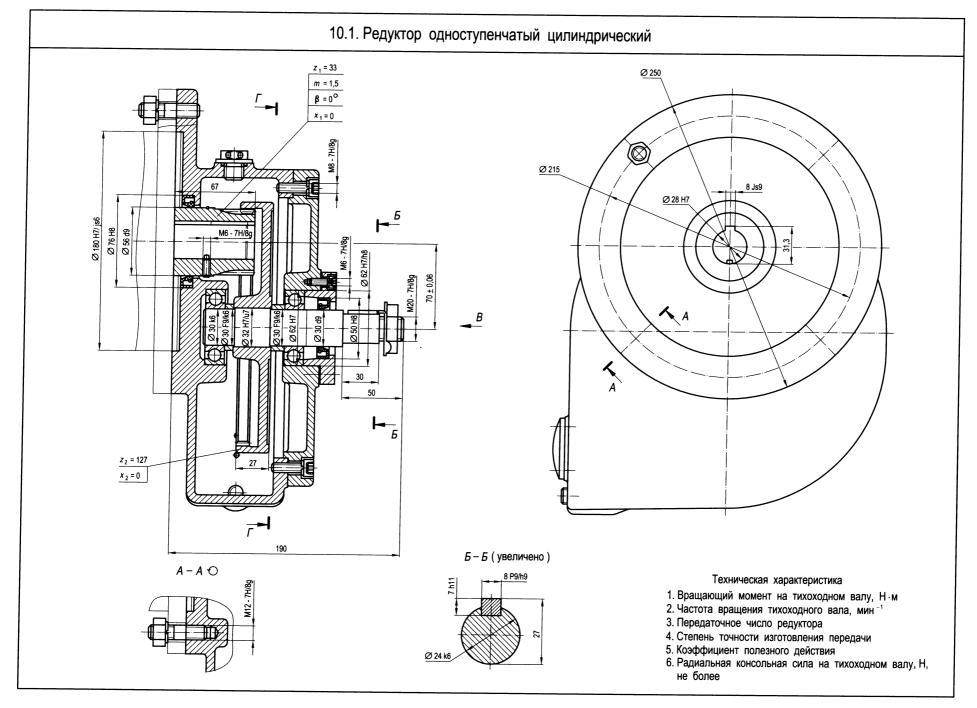
передачу вращающих моментов. Особенности конструкции редуктора без разъема корпуса редуктора приведены на листе 10.3.

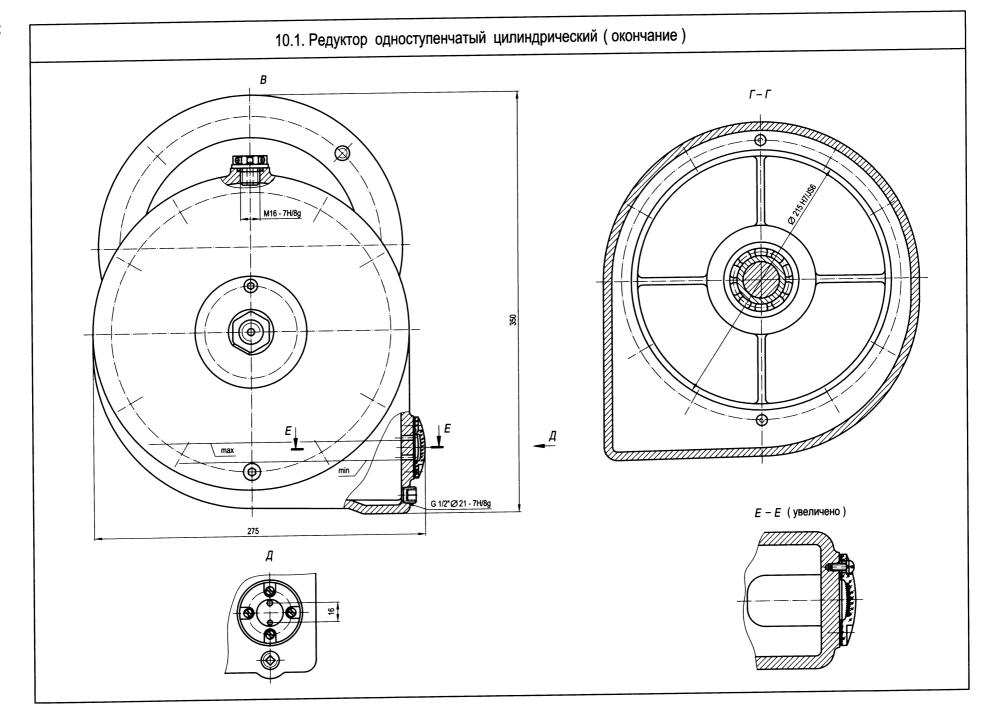
- 10.6. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный. Соосные редукторы обычно более удобны при компоновке привода, чем редукторы, выполненные по развернутой схеме, но имеют большую ширину корпуса из-за необходимости размещения опор быстроходного и тихоходного валов на одной оси. Опоры быстроходного и тихоходного валов расположены в стенке внутри корпуса. Редуктор выполнен с разъемом по осям валов, крышки подшипников закладные. В качестве опор валов служат шариковые радиальные подшипники, установленные враспор. Конструкция характерна благоприятными условиями смазывания передач, так как зубчатые колеса погружены в масло примерно на одну и ту же глубину.
- 10.7. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с осями валов, расположенными в вертикальной плоскости. Такое расположение осей валов позволяет уменьшить занимаемую редуктором площадь, но усложняет условия смазывания тихоходной передачи. Редуктор совместно с фланцевым электродвигателем составляет мотор-редуктор. Шестерня быстроходной передачи установлена на конце вала электродвигателя, а подшипники тихоходного вала в приливе корпуса, что позволяет отказаться от промежуточной стенки внутри корпуса. Подшипник с пружинным кольцом на наружном кольце фиксирует тихоходный вал в осевом направлении, другой подшипник является плавающим. Для смазывания тихоходной передачи предусмотрена пластмассовая смазочная шестерня.
- 10.8. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления. Использование внутреннего зацепления позволяет уменьшить размеры редуктора, но вынуждает располагать шестерню тихоходной передачи на консоли. Промежуточный вал фиксируется в осевом направлении шариковым радиальным подшипником, расположенным в стакане, другой подшипник является плавающим. Подшипники на быстроходном и тихоходном валах установлены враспор.
- 10.9. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный внешнего зацепления. Использование двух- и трехпоточных редукторов позволяет уменьшить их массу и габаритные размеры благодаря равномерному распределению нагрузки между потоками, которое обеспечивают специальными устройствами. Редуктор совместно с фланцевым электродвигателем составляет мотор-редуктор. Быстроходная шестерня находится на валу электродвигателя. Шариковые радиальные подшипники на промежуточных и тихоход-

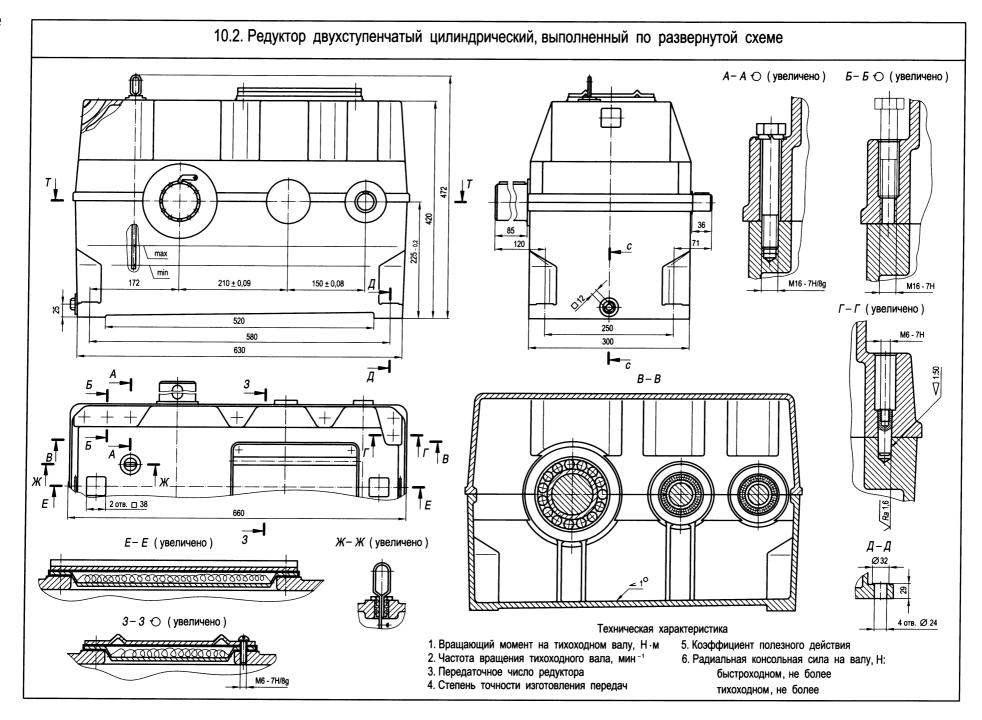
ном валах установлены враспор. Торсионные валы обеспечивают выравнивание нагрузки между потоками.

- 10.10. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления. Этот редуктор имеет горизонтальную плоскость разъема. Равномерность распределения нагрузки между потоками обеспечивается шевронной быстроходной ступенью.
- 10.11. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления без разъема корпуса. Валы и колеса установлены через окна в боковых стенках корпуса редуктора, выравнивание нагрузки обеспечивают пружины сжатия, встроенные в быстроходные колеса.
- **10.12.** Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный трехпоточный. Корпус редуктора имеет боковые крышки, что обеспечивает удобство монтажа валов и колес. Опоры быстроходного и тихоходного валов размещены в стенке внутри корпуса.
- **10.13.** Редуктор коническо-цилиндрический. Этот редуктор служит для передачи движения между валами, оси которых перпендикулярны, и имеет горизонтальную плоскость разъема. Опоры валов конической передачи должны обладать высокой жесткостью, поэтому на быст-

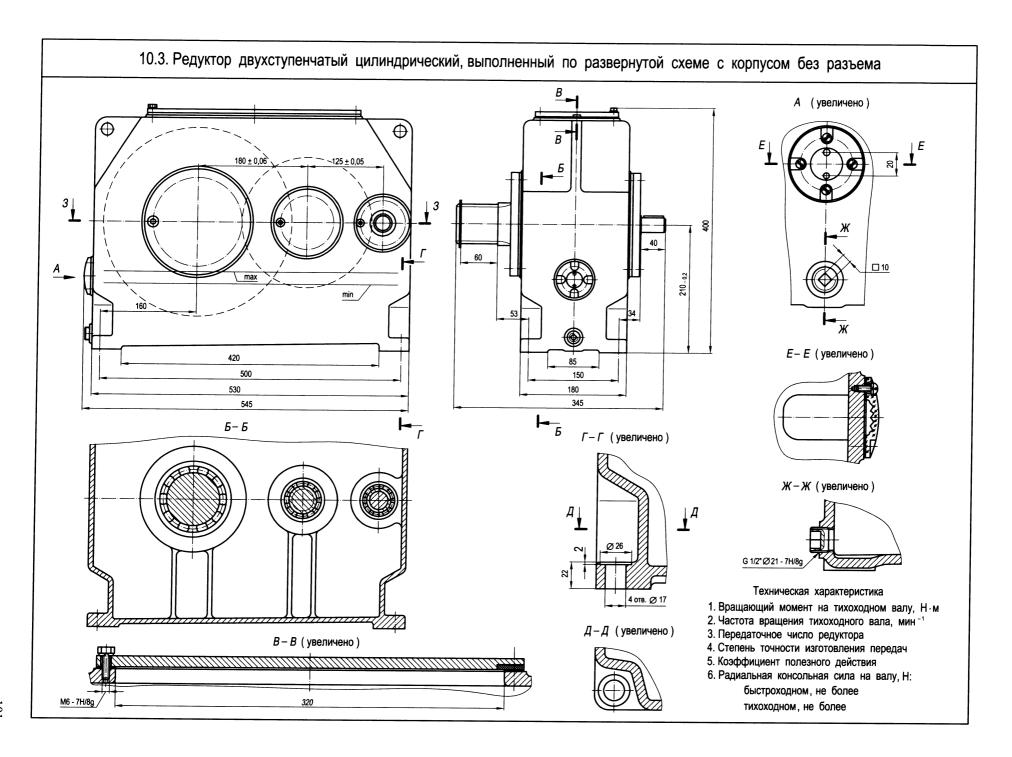
- роходном и промежуточном валах применяют роликовые конические подшипники. На быстроходном валу подшипники установлены врастяг и регулируются круглой шлицевой гайкой, а на промежуточном валу враспор и регулируются прокладками под привертными крышками. Необходимое осевое положение конической шестерни обеспечивают прокладками под фланцем стакана. Для подвода смазочного материала к подшипникам быстроходного вала на поверхности корпуса выполнены канавки.
- 10.14. Редуктор коническо-цилиндрический без разъема корпуса. Промежуточный вал и тихоходное колесо установлены через окно в верхней части корпуса редуктора. Для упрощения сборки подшипники промежуточного вала размещены в крышках, тихоходное колесо соединено с валом шлицами. Для подшипников быстроходного вала применяют пластичный смазочный материал.
- 10.15. Редуктор коническо-цилиндрический с верхним расположением быстроходного вала. Данная компоновка позволяет уменьшить площадь, занимаемую редуктором. Зубчатые колеса установлены через окно в верхней части корпуса. В стакане верхней крышки установлены фланцевый электродвигатель и опоры быстроходного вала.



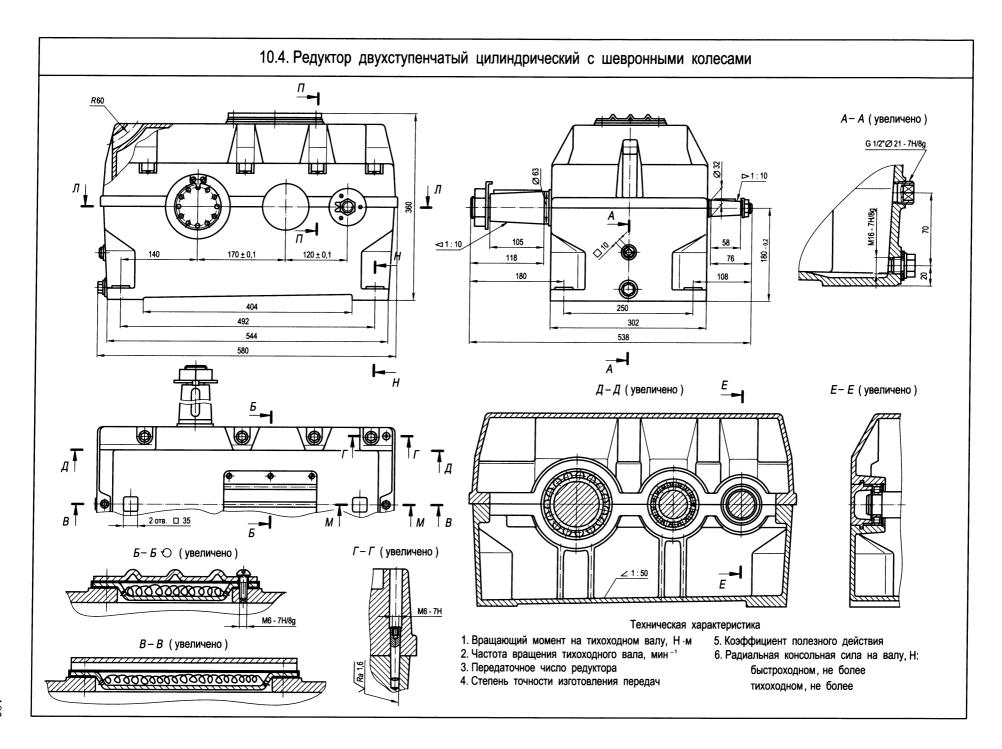




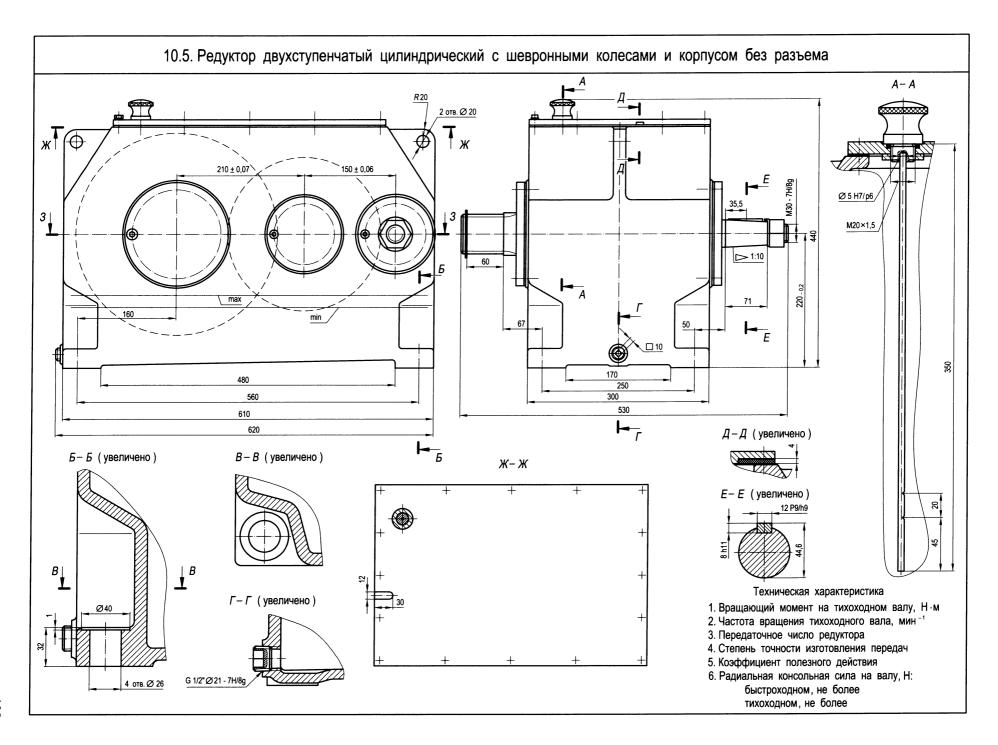
10.2. Редуктор двухступенчатый цилиндрический, выполненный по развернутой схеме (окончание) H-H (увеличено) M-M (увеличено) Л (увеличено) К-К (увеличено) И (увеличено) Tn П Ø 100 H11/d11 Ø70 k6 Т-Т (увеличено) | Л TM MT 16 P9/h9 Ø 80 H7/h8 M 48×2-7H/8g M 42×2-7H/8g $\Pi - \Pi$ (увеличено) Ø 80 H7/h8 $z_2 = 71$ $x_2 = -0.3$ Ø 80 k6 Ø 45 k6 Ø 45 F9/k6 $z_2 = 71$ $x_2 = -0.3$ $z_1 = 15$ $m_n = 3.5$ P (увеличено) β = 11⁰29 $x_1 = 0.3$ $z_1 = 13$ Ø 90 H7/s6 $m_n = 4.5$ β = 11⁰29' $x_1 = 0.3$ Ø 90 H7/d11 Ø 80 F9/k6 Ø 80 H7 Ø 140 H7 Ø 85 H7 C-C (увеличено) =Ø 140 H7/h8= **\Phi** M 80×2-7H/8g 6 H11/h11 Ø 85 H7/h8 Ø 140 H7/h8 G 1/2"Ø21 - 7H/8g П Ø 60 H11/d11

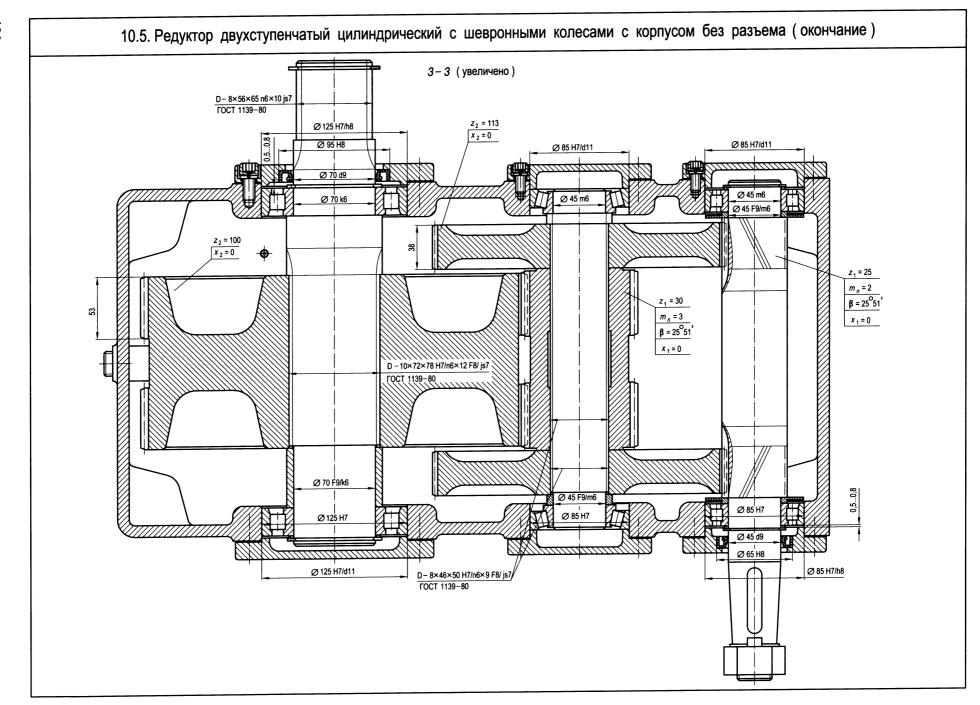


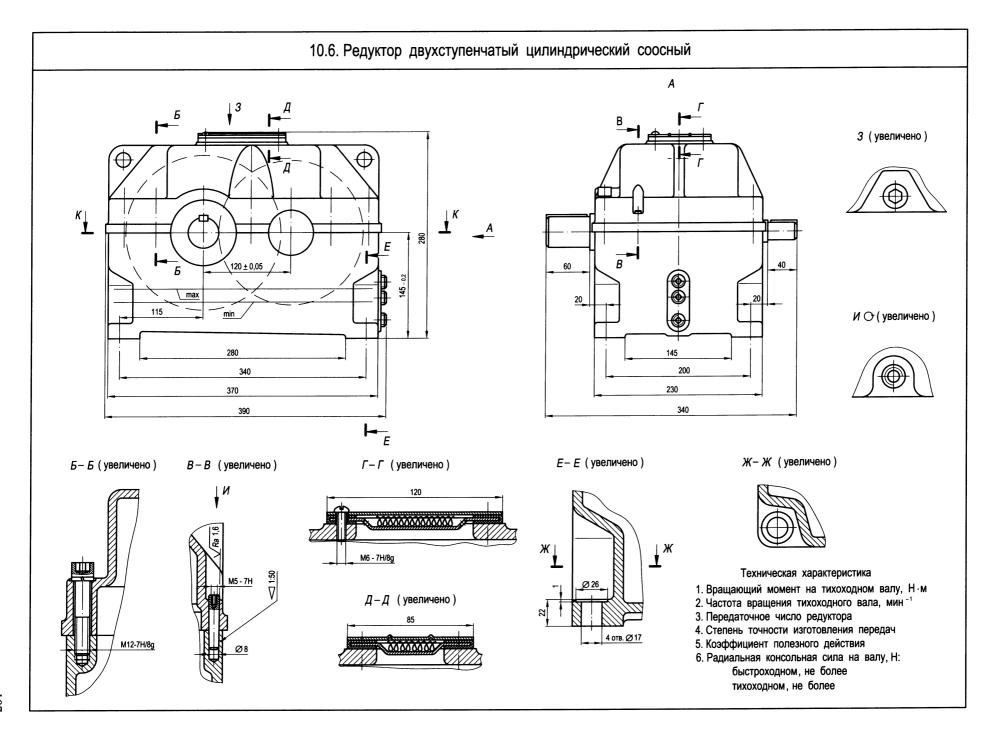
10.3. Редуктор двухступенчатый цилиндрический, выполненный по развернутой схеме с корпусом без разъема (окончание) 3-3 (увеличено) D - 8×56×65 js6×10 js7 FOCT 1139-80 $z_2 = 82$ $x_2 = -0.3$ Ø 125 H7/h8 Ø 95 H8 Ø 72 H7/d11 Ø 62 H7/d11 Ø 70 d9 Ø 70 k6 Ø 62 H7 Ø 72 H7 Ø 35 F9/k6 $z_1 = 16$ $z_1 = 20$ $m_n = 2.5$ $m_n = 3$ β = 11⁰29 β = 10⁰28 $x_1 = 0.3$ $x_1 = 0$ D - 10×72×78 H7/ js6×12 D9/ js7 ΓΟCT 1139-80 Ø 35 F9/k6 Ø 70 F9/k6 Ø 30 k6 Ø 125 H7 Ø 30 d9 Ø 50 H8 Ø 125 H7/d11 D - 8×36×40 H7/ js6×7 D9/ js7 Ø 62 H7/h8 FOCT 1139-80 И – И (увеличено) Ø 24 k6



10.4. Редуктор двухступенчатый цилиндрический с шевронными колесами (окончание) K - K (увеличено) И (увеличено) Ж-Ж (увеличено) 3-3 (увеличено) M42×3 - 7H/8g 16 P9/h9 M4 - 6H/6g π T_{κ} $\Pi - \Pi$ (увеличено) Ø 95 H8 $z_2 = 121$ $x_2 = 0$ Ø 72 H7/h8 H-H (увеличено) M-M (увеличено) Ø 70 d9 Ø 90 H7 Ø 50 k6 Ø 70 k6 Ø 72 H7 $z_2 = 136$ $x_2 = 0$ Ø 50 H8/x8 M10 - 7H/8g 4 отв. Ø 18 Ø 250 H8/x8 $z_1 = 30$ 용 $m_n = 2.5$ β = 36⁰16 $z_1 = 26$ $\Pi - \Pi$ (увеличено) Ø 82 H7/u8 $m_n = 1.25$ $\beta = 30^{\circ}06$ $x_1 = 0$ $x_1 = 0$ Ø 50 H8/x8 Ø 125 H7 Ø 58 H8 6 H11/h11 M90×1,5 - 6H/6g Ø 90 H7/h8 Ø 125 H7/h8 3 1 n M14 - 7H/8g M20 - 7H/8g





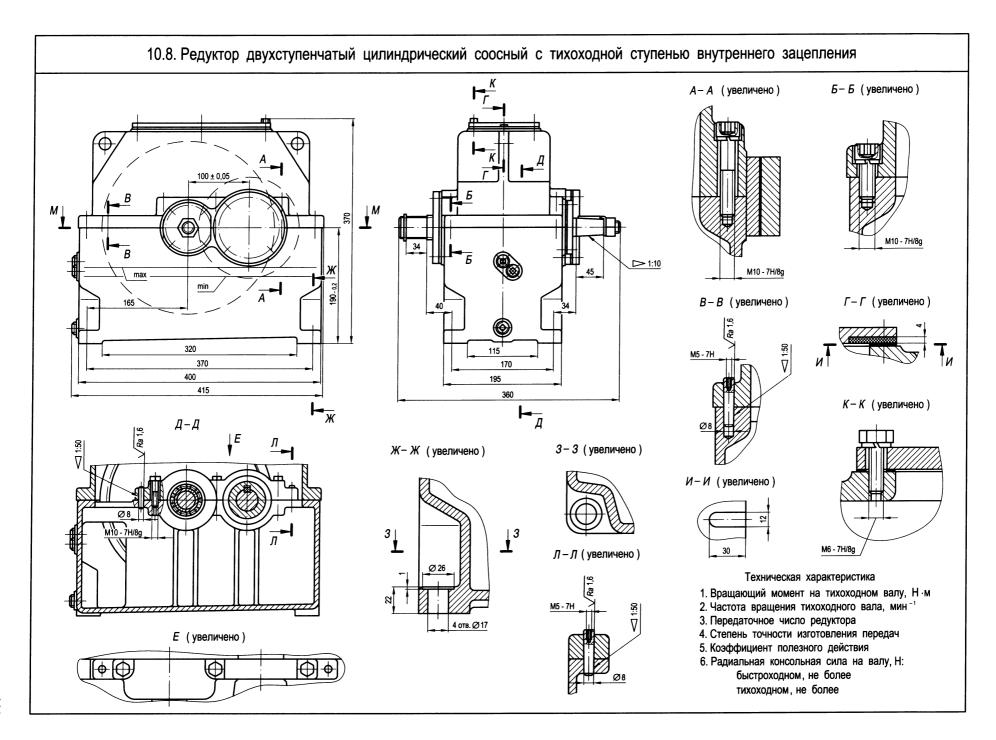


10.6. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный (окончание) К-К (увеличено) Л-Л $z_1 = 24$ $m_n = 2$ $\beta = 20^{\circ}21$ Ø 62 H7/h8 Ø 50 H9 Ø 62 H7/h8 Ø 30 F9/k6 0 Ø 90 H7/h8 Ø 32 H8/x8 M12 - 7H/8g $\frac{z_2 = 94}{x_2 = 0}$ $\frac{z_1 = 15}{m_n = 2.5} \qquad \prod$ β = 20°23 x₁=0 Ø 60 H8/x8 Ø 30 F9/k6 Ø 62 H7 Ø 50 k6 Ø 50 d9 $\frac{z_2 = 81}{x_2 = 0}$ Ø 70 H9 Ø 90 H7/h8 P - PП-П T_{H} Ø 42 k6 H-H M - M12 P9/h9 M5 - 7H

10.7. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с осями валов, расположенными в вертикальной плоскости A – A 90 200 220 160 310 360 370 370 Техническая характеристика 5. Коэффициент полезного действия 1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н м 2. Частота вращения тихоходного вала, мин -1 6. Радиальная консольная сила на тихоходном валу, Н, 3. Передаточное число редуктора не более

4. Степень точности изготовления передач

10.7. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с осями валов, расположенными в вертикальной плоскости (окончание) Б-Б B-B (увеличено) M12 - 7H/8g $z_2 = 77$ $x_2 = 0$ β = 11⁰24 Γ - Γ (увеличено) → 1:50 Ø 250 H7/ js6 Ø 100 H8 √Ra 1,6 Ø 75 d9 M6 - 7H/8g $\mathcal{L} - \mathcal{L}$ (увеличено) E- E (увеличено) Ж-Ж (увеличено) Ø 85 H7/d11 G 1/2"Ø21 - 7H/8g 3 - 3 (увеличено) β = 11⁰47 ' x 1 = 0 $\frac{z_2 = 123}{x_2 = 0}$ z = 29x = 038 4 отв. Ø 26



10.8. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления (окончание) D - 8×32×36 js6×6 js7 ΓΟCT 1139-80 M-M (увеличено) H-H (увеличено) Ø 60 H9 $\frac{z_2 = 103}{x_2 = 0}$ Ø 40 d9 Ø 40 k6 $\Pi - \Pi$ (увеличено) $z_1 = 23$ 10 Js9/h9 Ø 50 H8/u8 $m_n = 2.5$ β = 0° Ø 40 k6 Ø 80 H7 Ø 80 H7 10 P9/h9 Ø 40F9/k6 Ø 80 H7/h8 Ø 30 k6 $z_1 = 24$ $\int \Pi = \frac{x_2 = 0}{x_2}$ P-P (увеличено) m_n = 1,5 β = 12⁰49 $x_1 = 0$ Ø 30 F9/k6 Ø 35 F9/k6 Ø 72 H7 Ø 62 H7 Ø 35 k6 Ø 62 H7/h8 Ø 30 d9 Ø 50 H8 Ø72 H7/d11 нТ Ø 85 H7/k6 G 1/2"Ø21 - 7H/8g/ M20×1,5 - 7H/8g

10.9. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный внешнего зацепления A-A (увеличено) B-B (увеличено) 1:10 M12 - 7H/8g 135 \overline{B} B-B (увеличено) Γ - Γ (увеличено) 340 185 370 215 380 E- E ∙O И – И ↔ (увеличено) К-К (увеличено) M14 - 7H $\Pi - \Pi$ (увеличено) Ø 32 H7 Техническая характеристика Ж-Ж (увеличено) 1. Вращающий момент на тихоходном валу, $H \cdot M$ 3-3 (увеличено) 2. Частота вращения тихоходного вала, мин -1 M12 - 7H/8g 100 3. Передаточное число редуктора 4. Степень точности изготовления передач 5. Коэффициент полезного действия 6. Радиальная консольная сила на тихоходном валу, Н, M6 - 7H/8g не более

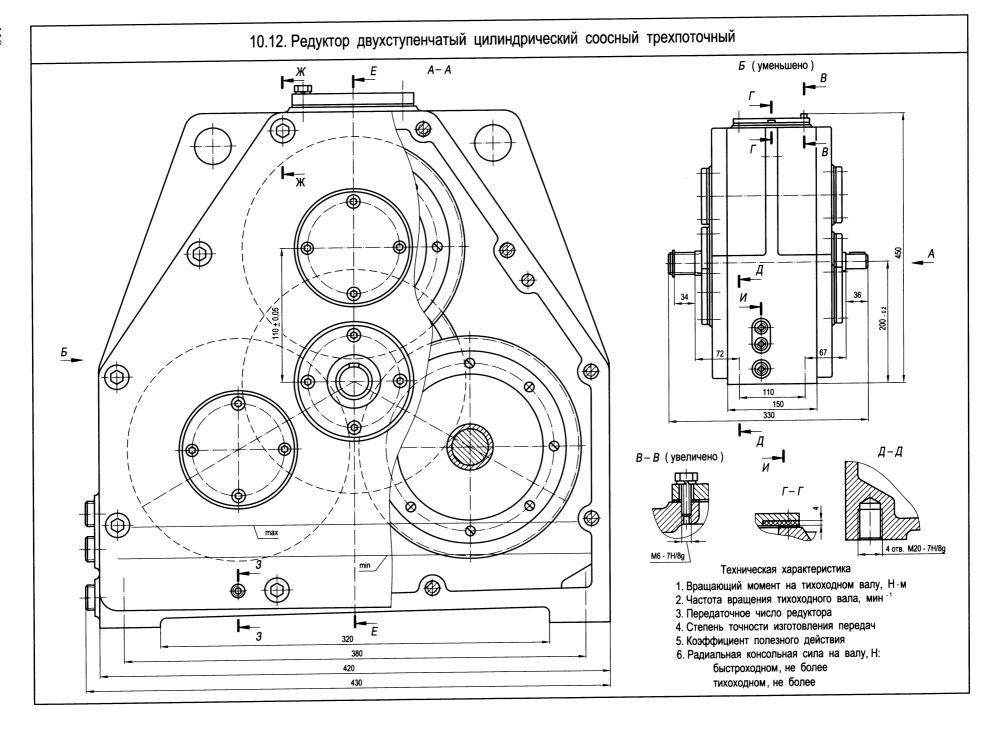
10.9. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный внешнего зацепления (окончание) М (увеличено) Ø300 Ø 265 Ø 230 H7/ js6 Л Ø 100 H7/h8 M12 - 7H/8g Ø 62 H7 Ø 55 d9 Ø 38 H8/x8 🔽 J^E E Ø 62 H7/h11 Ø 90 H7 z₁ = 33 $z_2 = 141$ $m_n = 1.5$ Ø 8 H7/p6 x₂ = 0 m _n = 2,5 β = 11⁰15 β = 9⁰25 $x_1 = 0$ Ø 60 H7/u7 $x_1 = 0$ T_{H} $\frac{z_2 = 84}{x_2 = 0}$ Ø 50 k6 Ø 62 H7 Ø 90 H7/h11 Ø 30 k6 Н-Н (увеличено) D-6×11×14 H7/n6×3 F8/js7

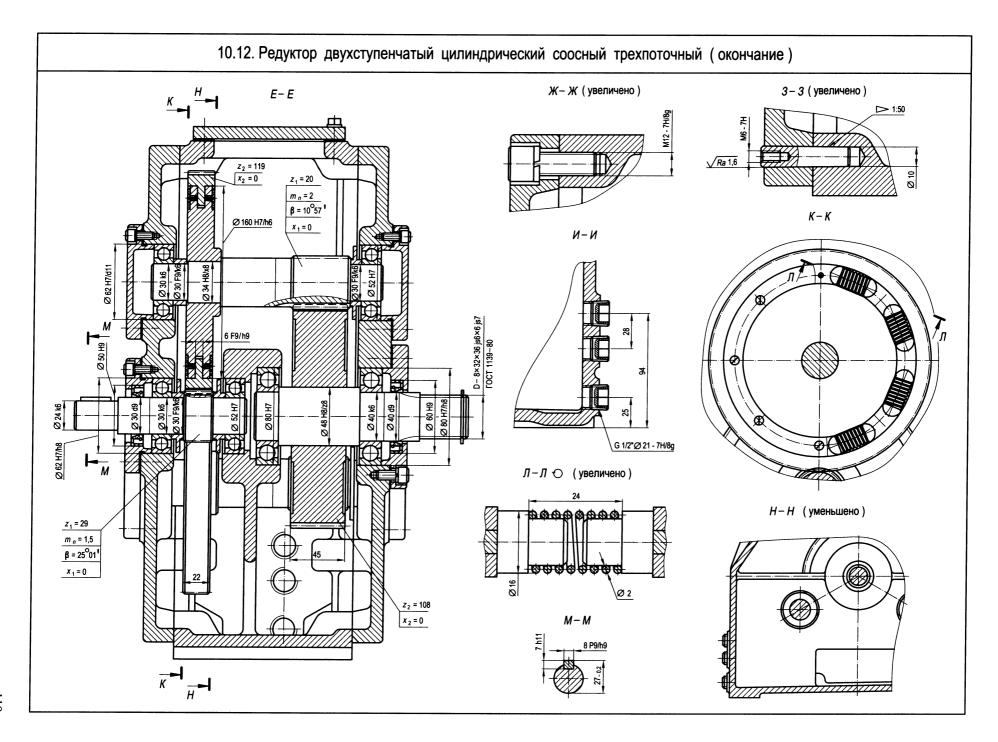
FOCT 1139-80 Ø 62 H7/h11 Ø 90 H7/h8 G 1/2" Ø 21 - 7H/8g

10.10. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления A-A (увеличено) 63 M12 - 7H/8g $\mathcal{B} - \mathcal{B}$ (увеличено) 400 150 480 230 530 280 B-B (увеличено) 550 Γ-Γ E-E (увеличено) 3 - 3 (увеличено) M10 - 7H/8g Техническая характеристика 1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н м 2. Частота вращения тихоходного вала, мин -1 M20×1,5 - 7H/8g 3. Передаточное число редуктора Ж-Ж (увеличено) 4. Степень точности изготовления передач 5. Коэффициент полезного действия 6. Радиальная консольная сила на валу, Н: быстроходном, не более M8 - 7H/8g тихоходном, не более

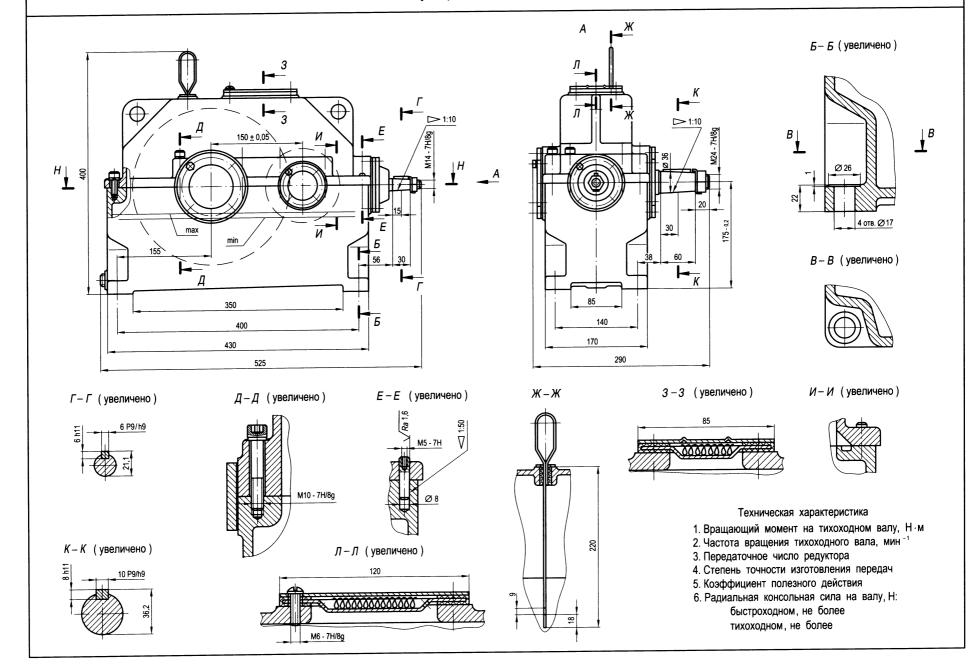
10.10. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления (окончание) *И-И* (увеличено) К-К (увеличено) D-10×46×56 js6×7 js7 ΓΟCT 1139-80 Ø 110 H7/h8 $z_2 = 117$ Ø 85 H8 $x_2 = 0$ Ø 60 d9 ***** Ø 60 k6 $\Pi - \Pi$ (увеличено) $m_n = 2.5$ $\beta = 0^{\circ}$ Ø 71 H8/u8 Ø 110 H7 Ø 80 H7 | M Ø 40 F9/k6 Ø 62 H7 Ø 110 H7/h8 Ø 40 Ø 36 H7/n6 Ø 30 F9/k6 Ø 35 F9/k6 4 отв. Ø 26 Ø 30 k6 M-M (увеличено) Ø 72 H7/h8 $m_n = 1.5$ $\beta = 25^{\circ}01$ Ø 62 H7/h8 H-H (увеличено) x 1 = 0 Ø 25 k6

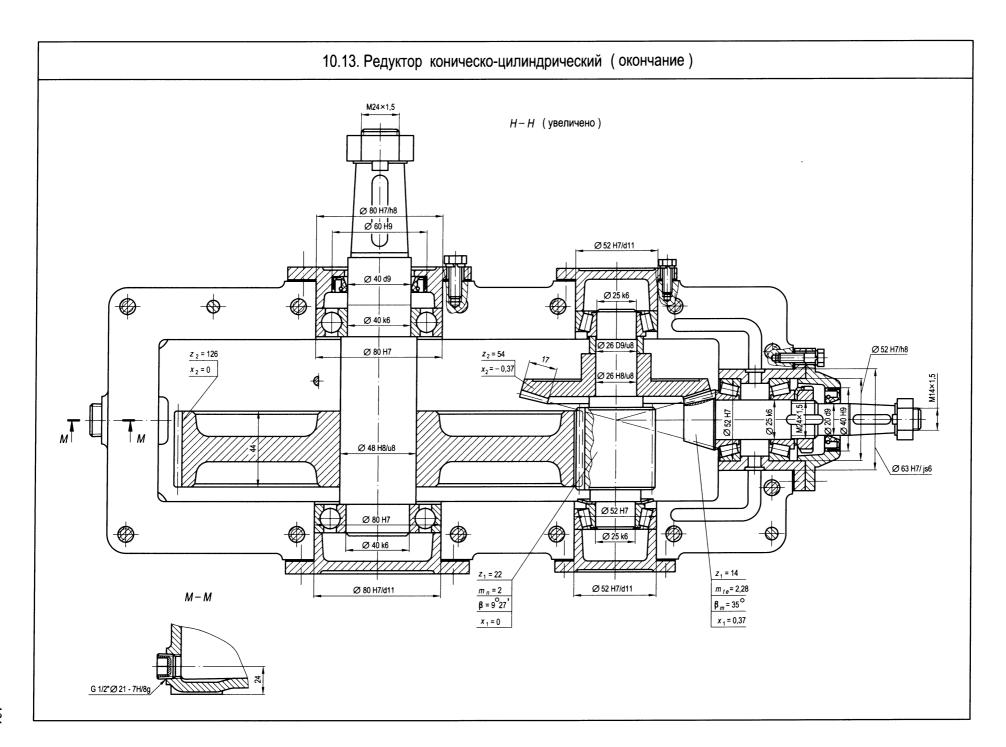
10.11. Редуктор 2-ступенчатый цилиндрический соосный 2-поточный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления без разъема корпуса A - AD – 8×46×54 js6×9 js7 ΓΟCT 1139–80 Ø 110 H7/h8 $z_1 = 21$ m = 2.5 $\beta = 0^{\circ}$ $x_1 = 0$ Ø 85 H8 Ø 60 d9 Ø 60 k6 z₂ = 117 120 ± 0,05 Ø 71 H8/u8 $z_1 = 32$ m = 1.5 $\beta = 0^{\circ}$ $x_1 = 0$ Ø 40k6 Ø 80 H7 Ø 40 F9/k6 Б-Б (увеличено) Ø 38 H7/n6 Ø 180 H7/h6 Ø 72 H7 Ø2 Ø 60 d9 Ø 85 H8 Техническая характеристика 1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н м Ø 250 H7/ js6 B – B 2. Частота вращения тихоходного вала, мин-1 Ø 38 H7 3. Передаточное число редуктора 4. Степень точности изготовления передач 5. Коэффициент полезного действия 6. Радиальная консольная сила на тихоходном валу, Н, не более 41,3 + 0,2



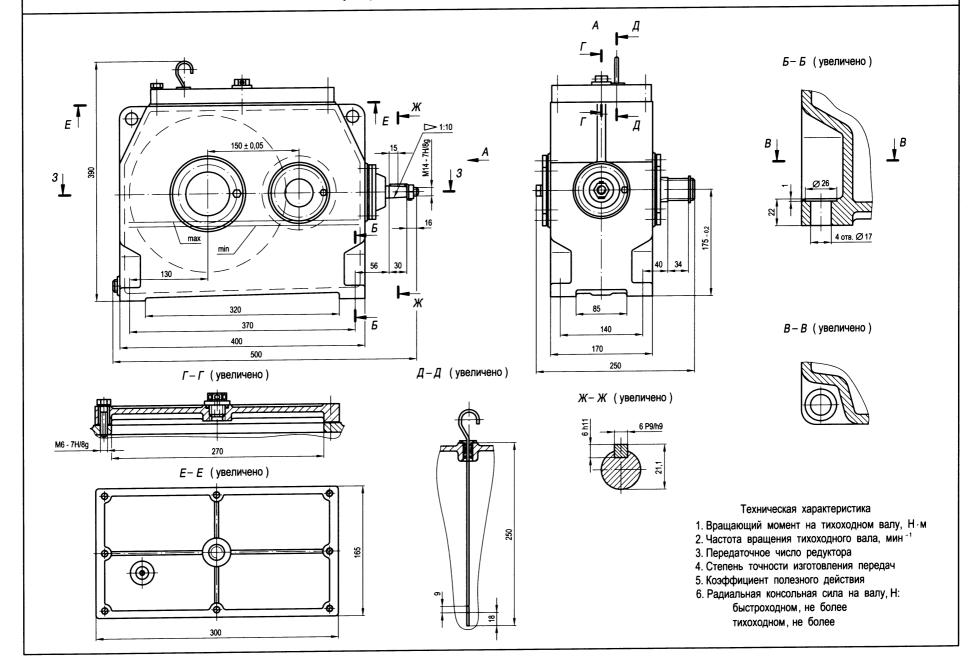


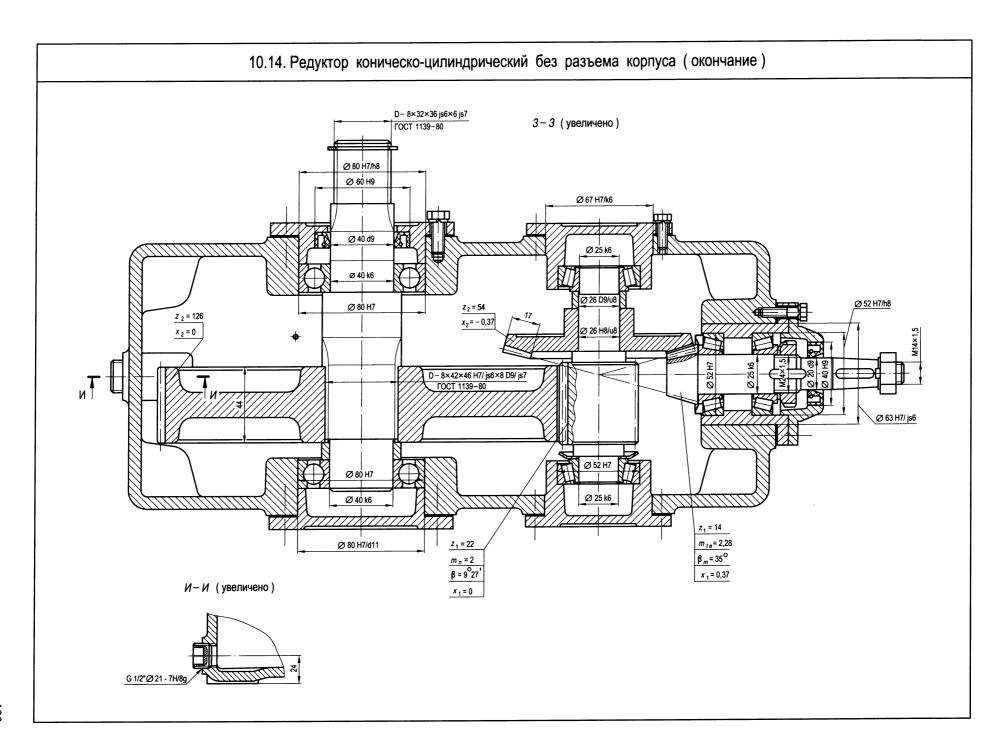
10.13. Редуктор коническо-цилиндрический



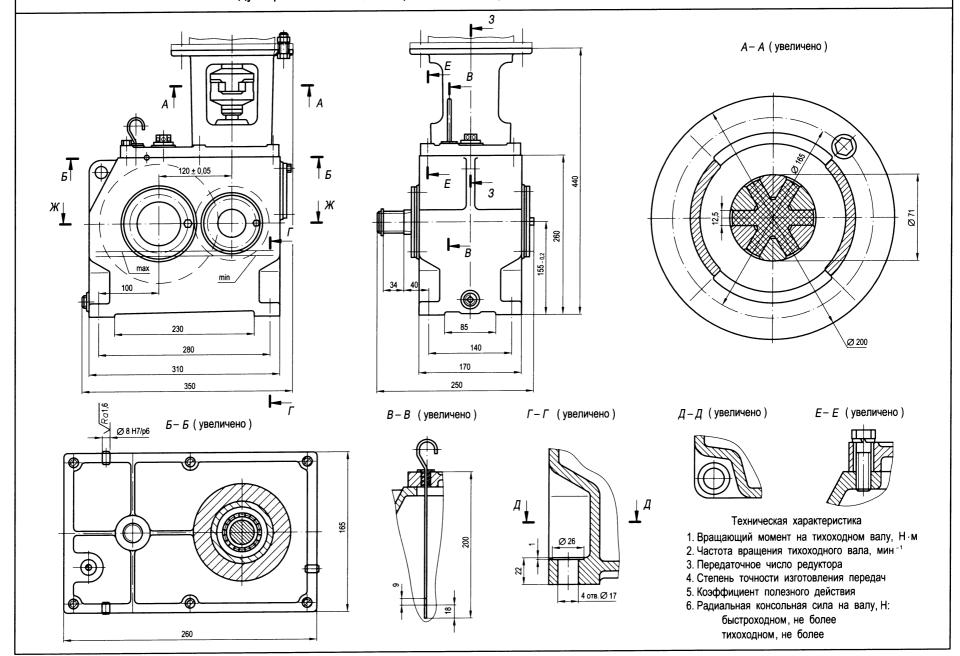


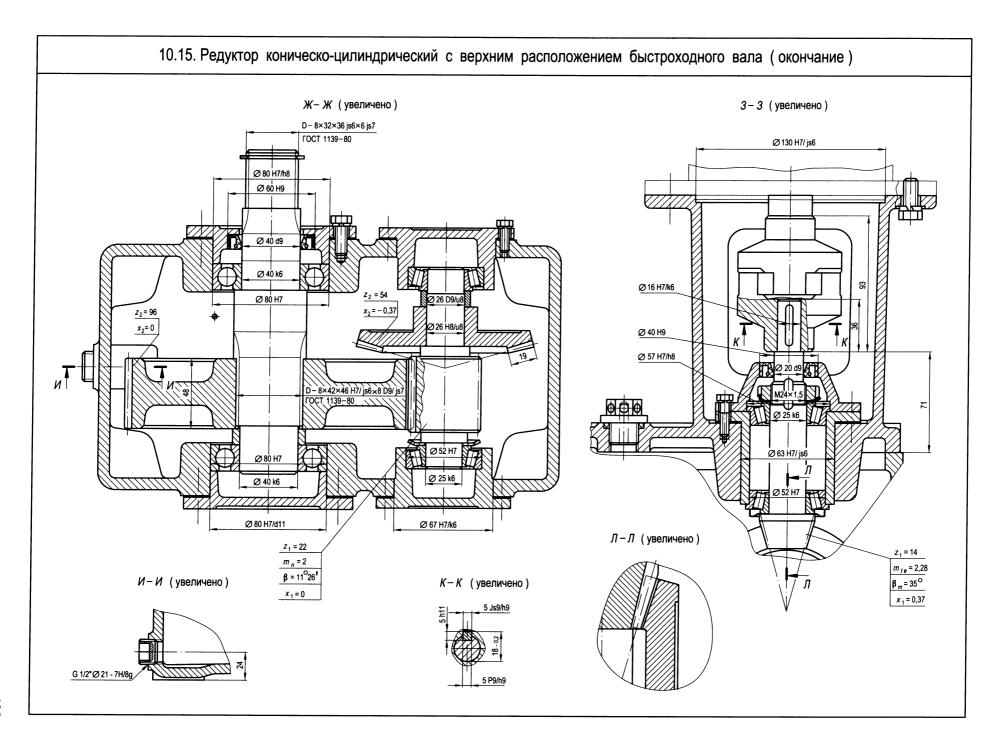
10.14. Редуктор коническо-цилиндрический без разъема корпуса





10.15. Редуктор коническо-цилиндрический с верхним расположением быстроходного вала





11. ЧЕРВЯЧНЫЕ И ЦИЛИНДРО-ЧЕРВЯЧНЫЕ РЕДУКТОРЫ

Редукторы и мотор-редукторы служат для понижения частоты вращения выходного вала. В мотор-редукторах предусмотрены различные способы крепления фланцевого электродвигателя к корпусу редуктора [1, 4, 7].

11.1. Редуктор с нижним расположением червяка. Для сборки редуктора в его цельном корпусе предусмотрены отверстия. Червяк нарезан на входном валу, на который с натягом посажены подшипники. Одна опора вала зафиксирована от осевых смещений и представляет собой комбинацию двух роликовых радиально-упорных конических подшипников, вторая опора является плавающей в осевом направлении. Опоры вместе со стаканом вставлены в корпус слева направо. Под крышкой стакана имеется набор металлических прокладок для регулировки осевой игры этих подшипников. Гайка на конце вала червяка служит для закрепления этих подшипников и передачи осевой силы, возникающей в червячном зацеплении. На выходном валу установлены с натягом червячное колесо и роликовые радиально-упорные конические подшипники по схеме враспор. Вал в сборе с червячным колесом и подшипниками вставлен в корпус. Подшипники и червячное зацепление регулируют с помощью набора металлических прокладок, находящихся под крышками опор вала червячного колеса.

11.2. Редуктор червячный универсальный. Возможны два варианта сборки корпуса такого редуктора: с верхним или нижним положением червяка относительно червячного колеса. Червяк нарезан на входном валу, на который с натягом посажены роликовые радиально-упорные конические подшипники, установленные враспор. Входной вал вставлен через отверстие в корпусе. Для регулировки подшипников в осевом направлении под крышками опор входного вала предусмотрены наборы металлических прокладок.

Корпус редуктора имеет разъем по оси выходного вала, благодаря чему возможна установка этого вала с заранее посаженными на него с натягом червячным колесом и радиально-упорными коническими подшипниками. Для регулировки подшипников и червячного зацепления предусмотрен набор металлических прокладок под крышками опор вала червячного колеса.

11.3. Мотор-редуктор с верхним расположением червяка. Для сборки предусмотрено отверстие в цельном корпусе редуктора, к которому через переходный стакан-крышку прикреплен фланцевый электродвигатель. Вал электродвигателя соединен с входным валом редуктора упругой компенсирующей муфтой. Червяк нарезан на входном валу, на котором с натягом посажены роликовые радиально-упорные конические подшипники по схеме враспор. "Осевую игру" подшипников регулируют набором металлических прокладок под крышкой и под стаканом-крышкой опор входного вала. На выходной вал установлены с натягом червячное колесо и роликовые радиально-упорные конические подшипники по схеме враспор. Собранный выходной вал вставлен в корпус через отвер-

стия и закрыт большими боковыми крышками. Для регулировки подшипников и червячного зацепления имеется набор металлических прокладок под малыми крышками опор вала червячного колеса.

11.4. Редуктор цилиндро-червячный. Двухступенчатый редуктор имеет быстроходную цилиндрическую и тихоходную червячную передачи. Последовательность сборки редуктора следующая. Через отверстие в корпусе вставляют промежуточный вал, на котором нарезан червяк и с натягом посажены подшипники правой опоры, зафиксированной от осевых смещений. Опора состоит из двух роликовых радиально-упорных конических подшипников, установленных в стакане. Далее на промежуточный вал надевают колесо цилиндрической косозубой передачи, плавающую опору промежуточного вала и радиальный роликовый подшипник с короткими роликами. Быстроходный вал-шестерню с нарезанным червяком и насаженными с натягом шариковыми радиальными подшипниками предварительно устанавливают в съемный стакан-крышку. Затем через отверстие в корпусе вводят в зацепление с цилиндрическим колесом консольную шестерню быстроходного вала и прикрепляют стакан-крышку к корпусу. Левую опору вала фиксируют от осевых перемещений кольцом и тремя установочными винтами с одной стороны и крышкой с другой. Правая опора вала является плавающей в осевом направлении. Тихоходный вал с насаженными на него с натягом червячным колесом и роликовыми радиально-упорными коническими подшипниками (в корпусе они поставлены враспор) устанавливают в плоскости разъема корпуса редуктора, проходящей по оси этого вала, и закрывают крышкой. Регулировку сначала подшипников, а затем и червячного зацепления осуществляют набором металлических прокладок под крышками опор вала червячного колеса. Для регулировки подшипников фиксированной опоры промежуточного вала служит набор металлических прокладок под крышкой стакана.

11.5. Мотор-редуктор цилиндро-червячный. Двухступенчатый редуктор имеет быстроходную цилиндрическую косозубую передачу и тихоходную червячную. Сборку начинают с промежуточного вала, вставляя его слева направо через отверстие в корпусе редуктора. На промежуточном валу нарезан червяк, с натягом посажены подшипники. Левая опора зафиксирована от осевых смещений и состоит из двух роликовых радиально-упорных конических подшипников, установленных в стакане и закрепленных на валу концевой шайбой. Эта шайба служит для передачи осевой силы, возникающей в червячном или зубчатом зацеплении. Плавающая в осевом направлении правая опора вала – шариковый радиальный подшипник. Его устанавливают в промежуточной перегородке корпуса редуктора. Затем на промежуточный вал надевают зубчатое колесо быстроходной цилиндрической передачи и закрепляют концевой шайбой. Выходной вал с установленными на нем с натягом червячным колесом и роликовыми радиально-упорными коническими подшипниками (в корпусе они поставлены враспор) располагают в плоскости разъема корпуса, проходящей по оси этого вала, и закрывают крышкой. Шестерню быстроходной передачи закрепляют на валу фланцевого электродвигателя, который затем присоединяют к боковой крышке корпуса, и вводят в зацепление с цилиндрическим колесом.

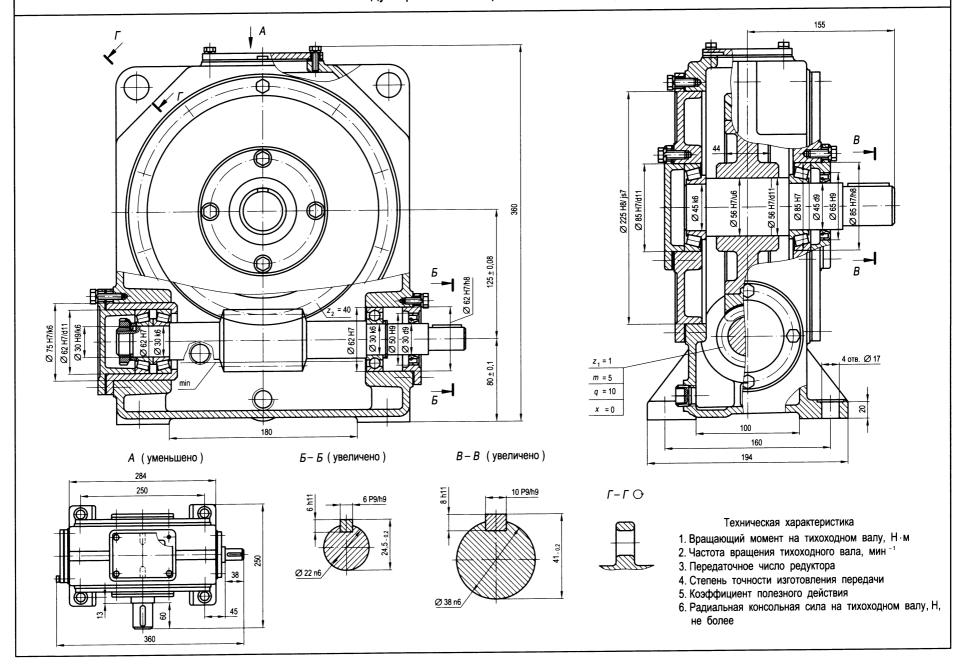
Для регулировки подшипников и червячного зацепления используют набор металлических прокладок, расположенных под крышками опор вала червячного колеса. Подшипники фиксированной опоры промежуточного вала регулируют набором металлических прокладок под крышкой стакана.

11.6. Редуктор двухступенчатый червячный. Сборку осуществляют через отверстия в цельном корпусе редуктора. На промежуточный вал с нарезанным червяком посажены с натягом червячное колесо быстроходной червячной передачи и подшипники. Правая опора зафиксирована от осевых смещений и является комбинацией двух роликовых радиально-упорных конических подшипников, закрепленных на валу гайкой и установ-

ленных в стакане. Гайка служит также для передачи осевых сил. Левая опора промежуточного вала (роликовый радиальный подшипник с короткими роликами) является плавающей в осевом направлении. Быстроходный вал с нарезанными червяком и насаженными с натягом роликовыми радиально-упорными подшипниками по схеме враспор вставляют через отверстие в корпус. Для зацепления червяка с быстроходным колесом левая опора вала имеет стакан, который устанавливают после зацепления червяка с колесом. Выходной вал редуктора с насаженными на него с натягом тихоходным червячным колесом и подшипниками вставляют через отверстие в корпусе и закрывают крышкой.

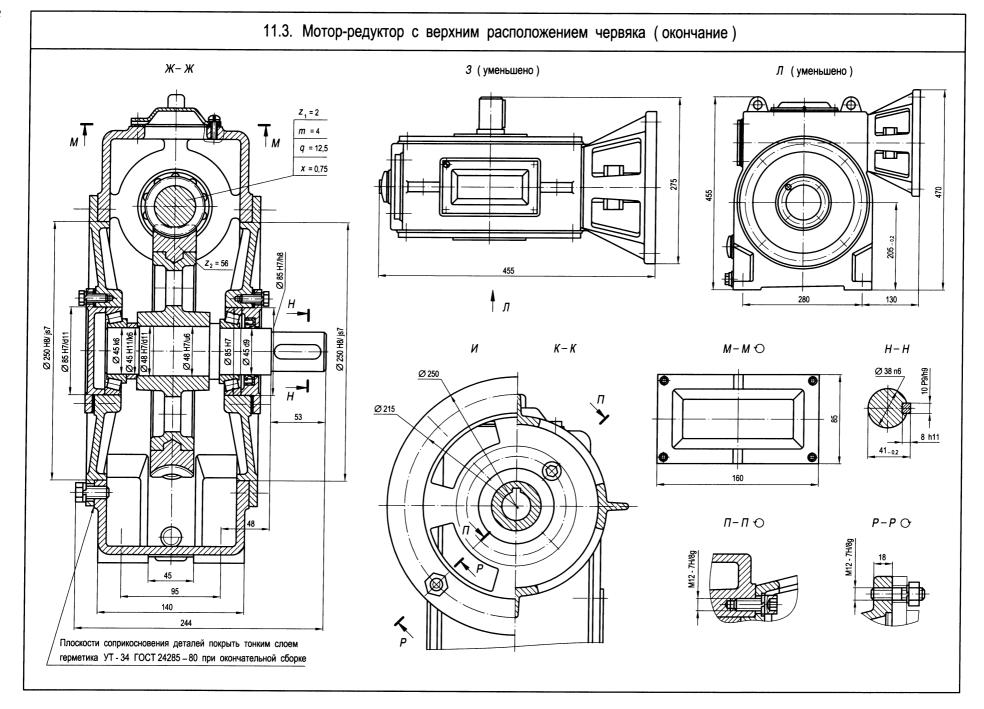
Для регулировки поставленных враспор подшипников и тихоходного червячного зацепления используют набор металлических прокладок, расположенных под малыми крышками опор выходного вала. Конические подшипники промежуточного вала регулируют набором металлических прокладок под крышкой стакана, а быстроходное червячное зацепление — набором металлических прокладок под фланцем стакана промежуточного вала.

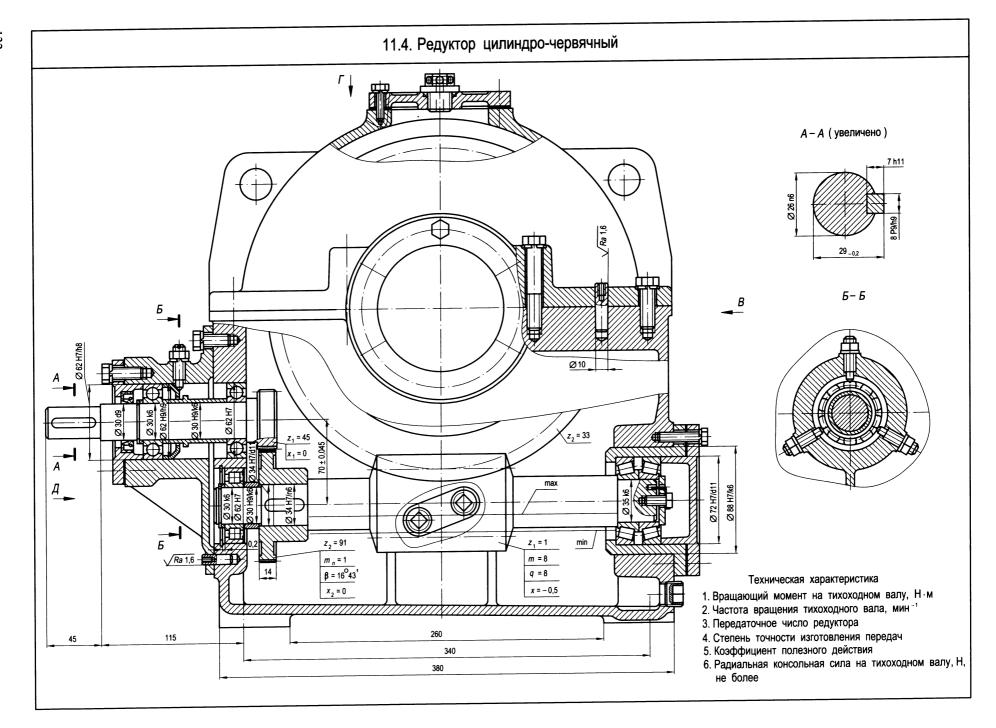
11.1. Редуктор с нижним расположением червяка

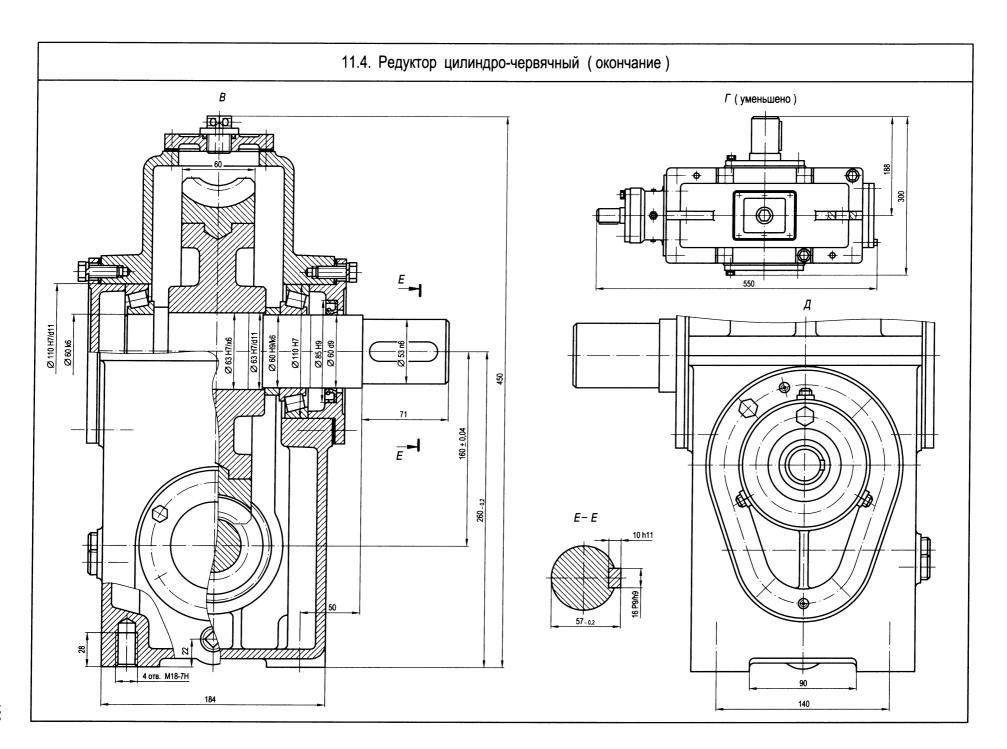


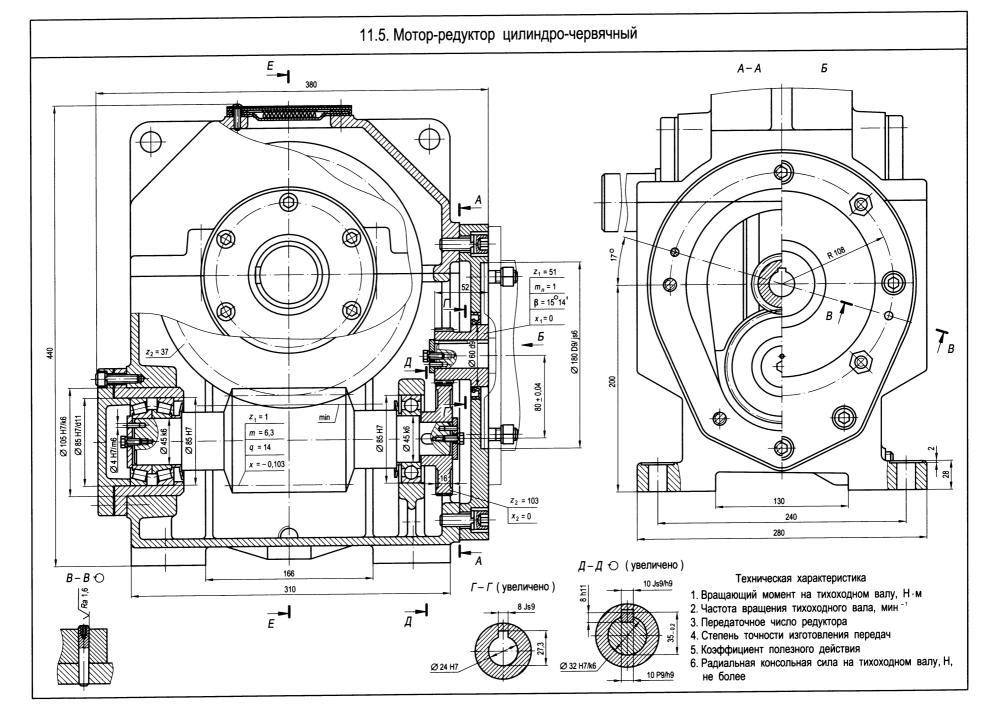
11.2. Редуктор червячный универсальный 280 A-A4 отв. Ø 16 4 отв. Ø 16 H7 2 отв. Ø 12 H7 14 P9/h9 Ø 120 H7/d11 Б- Б 10 P9/h9 Ø 85 H7/d11 B – B m = 8q = 8отв. М12 - 7Н x = -0.5224 4 отв. Ø 16 H7 280 316 184 394 Техническая характеристика 1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н м 5. Коэффициент полезного действия 2. Частота вращения тихоходного вала, мин -1 6. Радиальная консольная сила на тихоходном валу, Н, не более 3. Передаточное число редуктора 4. Степень точности изготовления передачи

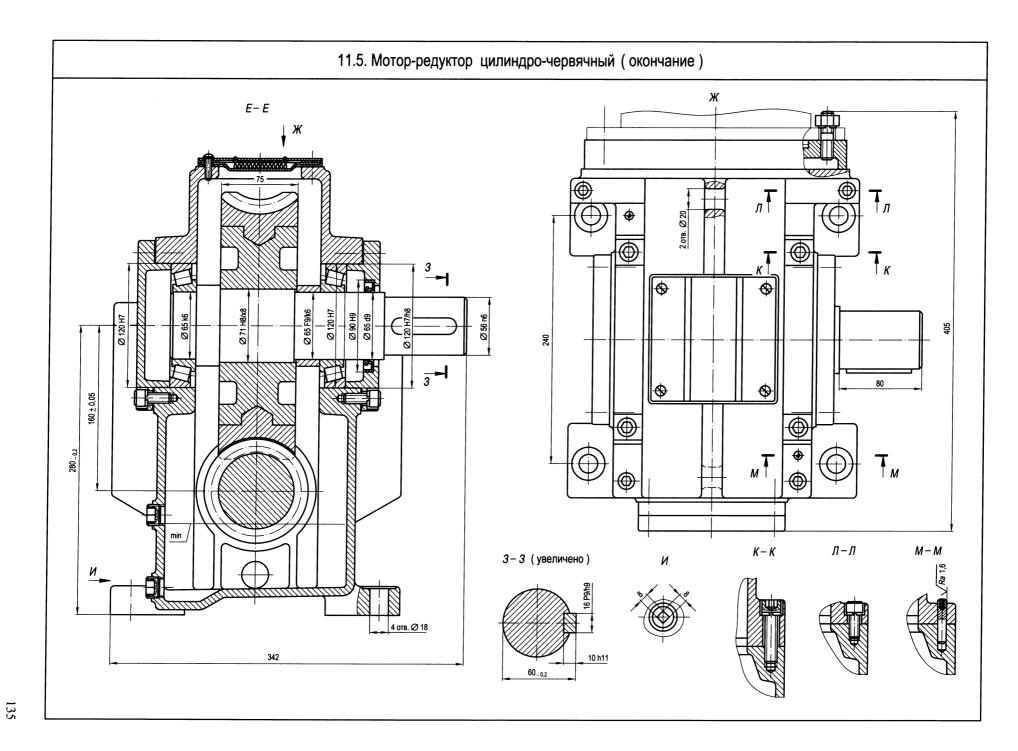
11.3. Мотор-редуктор с верхним расположением червяка Б-Б B – B 8 P9/h9 Ø 28 H7/k6 Д-Д E 4 отв. Ø 19 E- E Техническая характеристика 1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н м 196 2. Частота вращения тихоходного вала, мин -1 326 3. Передаточное число редуктора 4. Степень точности изготовления передачи 5. Коэффициент полезного действия 6. Радиальная консольная сила на тихоходном валу, Н, не более



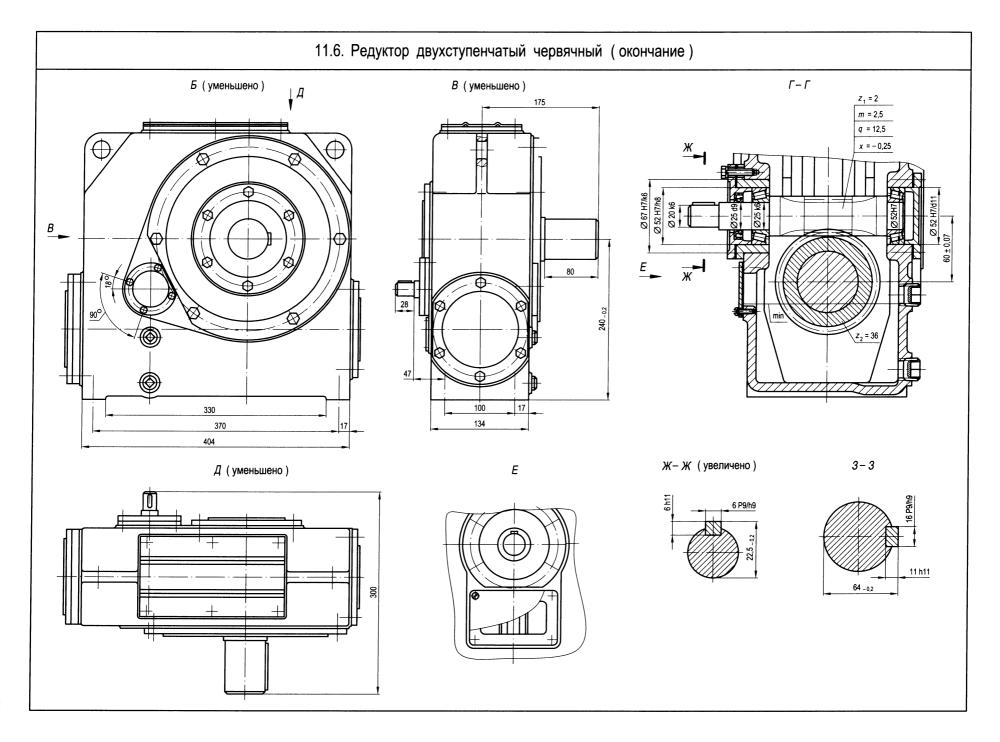








11.6. Редуктор двухступенчатый червячный A - AØ 100 H7/d11 $z_1 = 2$ m = 6,3q = 8 x = -0.0714 OTB. M16 450 Техническая характеристика 1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н м 5. Коэффициент полезного действия 2. Частота вращения тихоходного вала, мин -1 6. Радиальная консольная сила на тихоходном валу, Н, не более 3. Передаточное число редуктора 4. Степень точности изготовления передач



12. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВЫРАВНИВАНИЯ НАГРУЗКИ В ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ СООСНЫХ ЗУБЧАТЫХ РЕДУКТОРАХ

В цилиндрических двухступенчатых соосных двух- и трехпоточных редукторах с жесткой связью между сопряженными зубчатыми колесами имеет место неравномерное распределение внешнего вращающего момента по отдельным потокам.

Происходит это вследствие неизбежных погрешностей изготовления, относительного углового смещения зуба и паза под шпонку в ступице колеса, смещения паза относительно оси отверстия или оси вала, а также из-за накопленной погрешности окружных шагов колес.

В настоящей главе предложены конструкции, которые позволяют добиться практически равномерного распределения нагрузки по потокам с помощью упругих элементов, встроенных в колеса быстроходных передач [1, 4, 8].

12.1. Выравнивание нагрузки с помощью упругих элементов, работающих на изгиб. На схемах, приведенных на рис. 12.1.1, а и 12.1.2, а, I — центральная шестерня быстроходной передачи; 2, 5 — колеса быстроходной передачи; 4 — колесо тихоходной передачи с выходным валом. При сборке редуктора после ввода в зацепление колес I–2, 3–4 и 4–6 зуб замыкающего колеса 5 может оказаться напротив зуба быстроходной шестерни I и окончательная сборка замыкающей передачи станет невозможной.

Максимальная суммарная угловая погрешность (угловое смещение зубьев) ϕ_{max} равна дуге делительной окружности колеса, соответствующей половине шага зубьев, т. е. $\phi_{\text{max}} = \pi / z$, где z — число зубьев замыкающего колеса.

Упругие элементы обеспечивают достаточно равномерное распределение нагрузки по потокам и значительно упрощают сборку редуктора. Податливость упругих элементов позволяет принудительно повернуть одно из колес быстроходной передачи (2 или 5) на угол φ и ввести в зацепление с зубьями шестерни I. На рис. 12.1.1, θ , θ по-

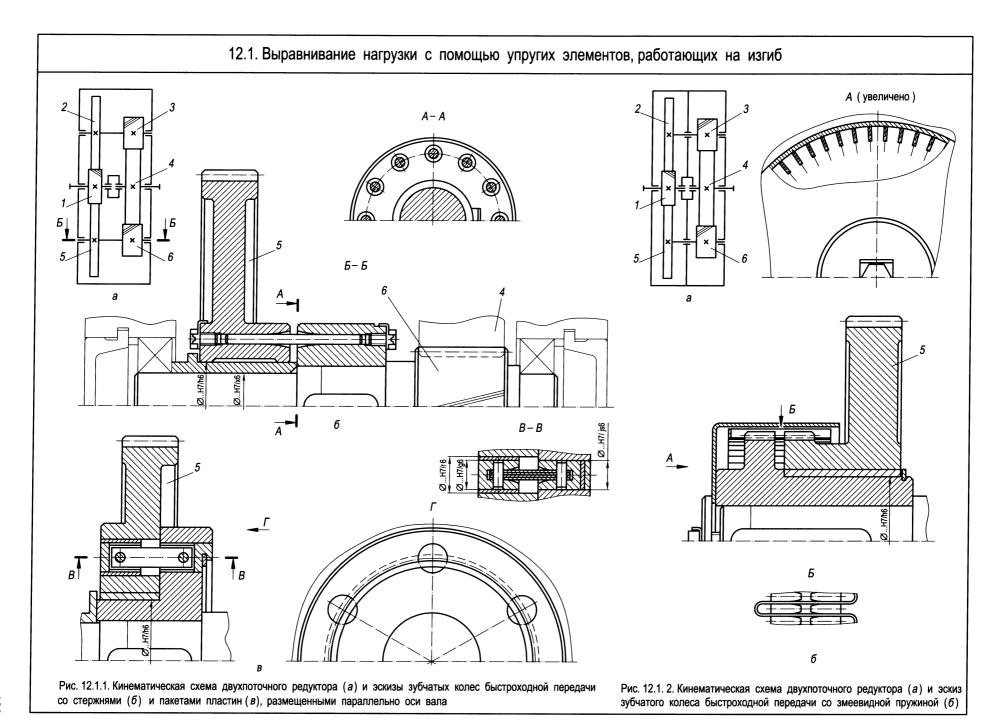
казан промежуточный вал с быстроходным колесом 5 и шестерней тихоходной передачи 6. На рис. 12.1.2, 6 быстроходное колесо 5 установлено консольно.

Колеса, представленные на рис. 12.1.1, δ , ϵ , имеют меньшие осевые размеры, однако колесо, изображенное на рис. 12.1.1, δ , более простое в изготовлении и монтаже. На рис. 12.1.3 даны эскизы колес быстроходной передачи. Колеса здесь обладают большими осевыми размерами и большей радиальной нагрузкой на ближайшую опору, чем в схеме на рис. 12.1.2 из-за консольного положения колеса 5.

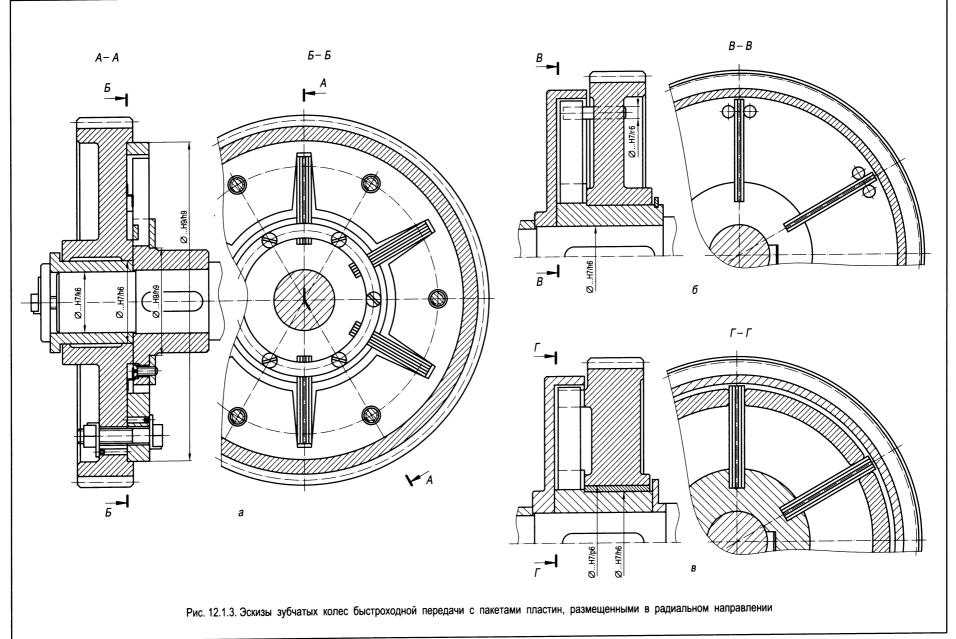
12.2. Выравнивание нагрузки с помощью упругих элементов, работающих на кручение. На рис. 12.2.1, б по-казан промежуточный вал, состоящий из двух частей, связанных между собой торсионным валом. К недостаткам данной схемы можно отнести большие осевые размеры промежуточного вала, двойной расход подшипников. В схеме на рис. 12.2.1, в колесо 5 выполнено за одно целое с промежуточным валом. На рис. 12.2.1, в промежуточный вал имеет меньшие осевые размеры, чем на рис. 12.2.1, б, и консольно расположенные колеса 5. На рис. 12.2.2 представлен эскиз колеса, состоящего из центра, зубатого венца и встроенных пружин сжатия. Такая конструкция характеризуется повышенной сложностью и требует высокой точности изготовления.

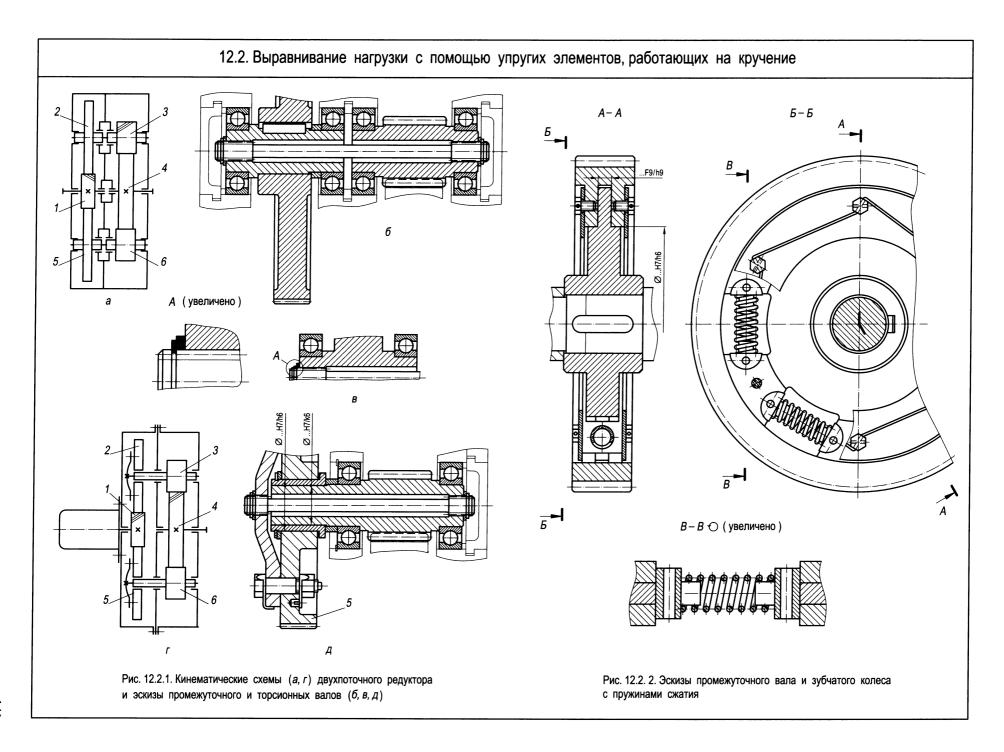
12.3. Выравнивание нагрузки с помощью вала на плавающих опорах. На рис. 12.3.1, б предложено устройство, которое обеспечивает выравнивание нагрузки путем свободного осевого перемещения быстроходного (входного) вала 1, установленного на плавающих подшипниках. Для ограничения осевого перемещения и уравновешивания осевых сил в зацеплении на валу нарезаны две шестерни 2 и 3 с противоположным направлением наклона зубьев.

Передача вращающего момента с колес 4 и 7 на промежуточные валы происходит с помощью упругих конических колец.



12.1. Выравнивание нагрузки с помощью упругих элементов, работающих на изгиб (окончание)





12.3. Выравнивание нагрузки с помощью вала на плавающих опорах

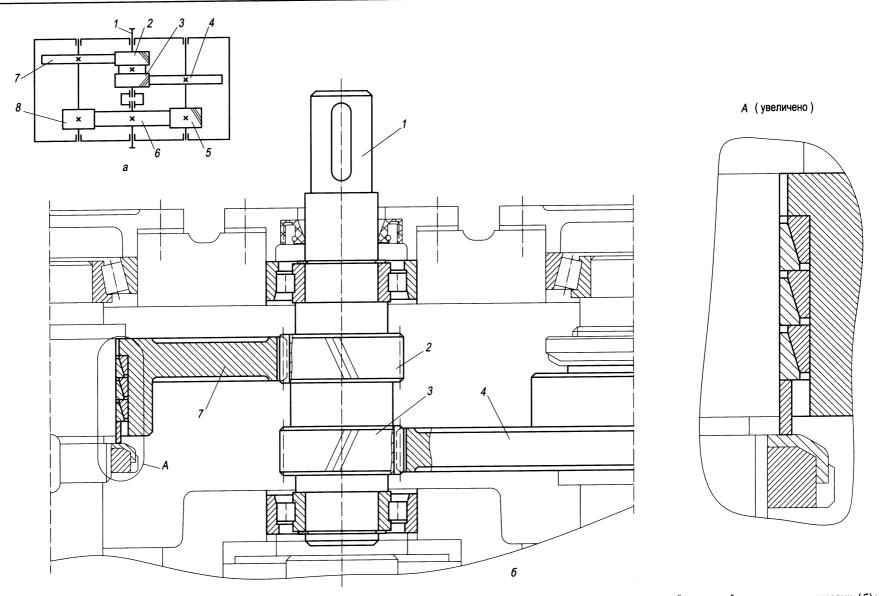


Рис. 12.3.1. Кинематическая схема цилиндрического двухступенчатого двухпоточного редуктора (a) и эскиз быстроходного вала с шевронной передачей и плавающими опорами (б): 1- вал; 2, 3- шестерни; 4, 7- колеса быстроходной передачи; 5, 8- шестерни тихоходной передачи; 6- колесо тихоходной передачи

13. ПЛАНЕТАРНЫЕ РЕДУКТОРЫ

Редукторы с зубчатыми эвольвентными передачами, в которых имеются колеса с перемещающимися осями, называются планетарными. Планетарные передачи позволяют получить большие передаточные числа редукторов при малом числе зубчатых колес. Габаритные размеры планетарных редукторов меньше, чем обычных редукторов при одинаковых передаточных числах и нагрузках. Планетарные передачи несколько сложнее в изготовлении [1, 4, 8].

13.1. Кинематические схемы планетарных передач. На рис. 13.1.1 — 13.1.4 представлены кинематические схемы планетарных передач, оси зубчатых колес которых в процессе работы не меняют взаимного расположения. Рассмотрены три вида схем передач этой группы: 2K—H; 3K и K—H—V, где К — центральное колесо; Н — водило; V — ведомый вал. Число ступеней планетарной передачи определяют так же, как и для простой передачи, полученной из планетарной остановкой водила.

В передачах 2К—Н основными звеньями являются два центральных колеса и водило. Одноступенчатая передача 2К—Н (см. рис. 13.1.1, a) наиболее распространена, так как имеет высокий КПД и технологичную конструкцию. Основными ее звеньями являются два центральных колеса I и S и водило S. Оптимальное передаточное число для силовых передач $u_{ah}^b = S$. Для $u_{ah} > S$ соединяют последовательно две и больше передач. На рис. 13.1.1, S показана схема двухступенчатой передачи 2К—H, в которой первая ступень с колесами S0 и водилом S1 и водилом S3 и водилом S4 и водило S4 и водило S5 и водило S6 и водило S6 и водило S7 у являющееся выходным звеном передачи.

В двухступенчатой передаче 2K-H с двумя центральными колесами и двухвенцовыми сателлитами (см. рис. 13.1.2) колеса 2 и 3 жестко соединены между собой, а колесо 4 закреплено в корпусе. Ведущим является центральное колесо 1, ведомым — водило H. Передача обладает высоким КПД, но имеет более сложную конструкцию водила по сравнению с предыдущей. Оптимальные передаточные числа u = 9...17.

В передаче 3К (см. рис. 13.1.3) основными звеньями являются три центральных колеса (1, 3 и 5), причем колесо 1 – ведущее, 5 – ведомое. Сателлиты 2 и 4 жестко соединены. Водило Н служит только для поддержания осей сателлитов. Оптимальный диапазон u=30...250. В этом диапазоне значений u масса передачи несколько меньше массы двух- и трехступенчатых передач, представленных на рис. 13.1.1 и 13.1.2.

На рис. 13.1.4 показана схема передачи K–H–V, особенностью которой является деталь W, передающая вращение с параллельных роликов 3 на вал V. Водило Н здесь ведущее, вал V ведомый, центральное колесо 2 закреплено в корпусе. По этой схеме колеса выполняют не только с эвольвентным, но и с цевочным зацеплением, что позволяет повысить нагрузочную способность и КПД передачи, однако требует высокую точность ее изготовления. В

планетарно-цевочной передаче зубья неподвижного колеса 2 выполнены в виде цевок (втулок, сидящих на осях), с которыми зацепляется эксцентрично расположенный на валу водила H сателлит 1, зубья которого очерчены циклоидой. Вращение с сателлита на вал V передается с помощью механизма W. Для динамического уравновешивания такой передачи применяют два эксцентрика на валу водила и два сателлита, расположенные в параллельных плоскостях. Угол их относительного расположения равен 180° . Передаточное число одноступенчатой передачи u=10...70. Соединяя последовательно несколько передач, можно получать большое суммарное передаточное число при достаточно высоком КПД.

13.2. Редуктор планетарный одноступенчатый. Этот редуктор имеет два центральных колеса, одно из которых (с внешними зубьями) ведущее, другое (с внутренними зубьями) неподвижное, и ведомое водило с тремя сателлитами. Редуктор силовой, с высоким КПД (0.95...0.98); максимальное передаточное число редуктора u=8 при трех сателлитах. Для обеспечения самоустановки центральная шестерня шарнирно соединена зубчатой муфтой с быстроходным валом. Это способствует равномерному распределению нагрузки между сателлитами. Зацепления и подшипники смазываются маслом, разбрызгиваемым сателлитами.

13.3. Редуктор планетарный двухступенчатый с двумя центральными колесами и двухвенцовыми сателлитами. Максимальное передаточное число такого редуктора u=19, КПД равен 0.95...0.98. Водило выполнено сборным, что облегчает сборку редуктора; центральная шестерня является плавающей, с валом она соединена шлицами; центральное колесо также плавающее, с корпусом оно соединено зубчатой муфтой.

13.4. Редуктор планетарный двухступенчатый с двумя центральными колесами и составными сателлитами. Для выравнивания нагрузки между потоками сателлитные колеса выполнены сборными со встроенными цилиндрическими пружинами сжатия, которые передают момент с зубчатого венца на ступицу колеса. Достоинством такой конструкции упругих элементов является возможность расположения их в колесах, недостатком — наличие радиального зазора в сопряжении зубчатого венца со ступицей, что несколько снижает точность зацепления.

13.5. Редуктор планетарный двухступенчатый. Каждая ступень редуктора состоит из двух центральных колес, одно из которых (с внешними зубьями) ведущее (шестерня), а другое (с внутренними зубьями) неподвижное, и ведомого водила. Для выравнивания нагрузки между сателлитами центральная шестерня каждой ступени соединена с ведущим валом (водилом) зубчатой муфтой, служащей шарниром. Центральная шестерня не имеет опор и может перемещаться в ради-

альном направлении, если силы в зацеплениях с сателлитами неодинаковые (плавающая шестерня). От осевых перемещений шестерня зафиксирована проволочными кольцами, расположенными в проточках зубчатых полумуфт. Глубина проточек такова, что при сближении отогнутых концов кольцо уменьшается в диаметре и не задевает за вершины зубьев полумуфты при сборке (см. Γ – Γ). Центральное неподвижное колесо первой ступени имеет диафрагму, в ступице которой установлены шариковые подшипники водила. Подшипники смазываются маслом, разбрызгиваемым сателлитами.

13.6. Редуктор планетарный с тремя центральными колесами. Редуктор содержит три центральных колеса, из которых одно (с внешними зубьями) соединено с тихоходным валом, а два других (с внутренними зубьями) — с корпусом (схема 3К на рис. 13.1.3). Водило здесь не нагружено вращающим моментом. Оно выполнено без опор (плавающее) для лучшего выравнивания нагрузки среди сателлитов. Осевая фиксация осуществляется торцевыми шайбами, расположенными между водилом и крышкой корпуса (слева) и тихоходным колесом (справа). Передаточное число силовых редукторов и = 30...250; КПД составляет 0,95...0,6 (падает с увеличением и). В кинематических передачах и достигает 1000 при КПД, равном 0,3.

13.7. Редуктор планетарный с тремя центральными колесами и торсионными валами. Редуктор выполнен по схеме 3К (см. рис. 13.1.3). Сателлиты состоят из двух зубчатых колес, которые соединены торсионным валом, снабженным шлицами. При сборе зубчатые венцы всех сателлитов и центральных колес вводятся в зацепление при вынутых торсионных валах. Конструкция редуктора при этом несколько усложняется, но обеспечивается почти равномерное распределение нагрузки среди сателлитов при любом их количестве.

13.8. Редуктор планетарный цевочный. Планетарные передачи с цевочным зацеплением выполняют по схеме K–H–V (см. рис. 13.1.4). По сравнению с такими же передачами с эвольвентным зацеплением цевочные передачи имеют меньшие размеры. Конструкция редуктора имеет вертикальное исполнение. На конец ведущего вала

посажена втулка с двумя эксцентриками. На эксцентрики установлены зубчатые колеса (сателлиты), взаимодействующие с неподвижно закрепленными цевками. При вращении ведущего вала колеса совершают плоское движение, поворачиваясь за один оборот вала на угол, соответствующий разности z_2-z_1 (z_2 — число цевок, — число зубьев колеса). На этот же угол поворачивается и ведомый вал, который соединен с колесами пальцами, жестко закрепленными в диске ведомого вала и свободно входящими в отверстия колес. Цевочные редукторы хорошо работают в силовых установках мощностью до 150 кВт. Редукторы долговечны, работают плавно и бесшумно, но требуют высокой точности изготовления.

13.9. Редуктор планетарный прецессионный. Это комбинированный редуктор, состоящий из двух передач K-H-V с зубчато-роликовым зацеплением. Неподвижным звеном является роликовый венец 7 (центральное колесо), с которым взаимодействуют зубья двух сателлитных колес 1 и 8. Вращательное движение от сателлитных колес передается валам 4 и 6 посредством зубчатых муфт 3 и 5. Сателлитное колесо І установлено на наклонном кривошипе ведущего вала 2, ось которого составляет с осью центрального колеса угол β_1 (угол прецессии), а сателлитное колесо 8 – на наклонном кривошипе вала 4 с углом прецессии β_2 . Вращаясь, наклонные кривошипы сообщают сателлитным колесам пространственное движение относительно центра прецессии (точки пересечения образующих колес). Колесо 1, взаимодействуя с неподвижным роликовым колесом 7, вращается вокруг собственной оси с частотой вращения вала 2. Вращение от сателлитного колеса 1 передается посредством зубчатой муфты 3 валу 4 и одновременно сателлитному колесу 8. Последнее, совершая прецессионное движение и зацепляясь с другого торца с роликовым колесом 7, приводит во вращение тихоходный ведомый вал 6 посредством зубчатой муфты 5. Передача позволяет реализовать большое передаточное число (свыше 3000) при небольших габаритных размерах и массе по сравнению с аналогичными по мощности передачами. КПД планетарных прецессионных редукторов в зависимости от конструкции и передаточного числа составляет 0,82...0,96.

13.1. Кинематические схемы планетарных передач

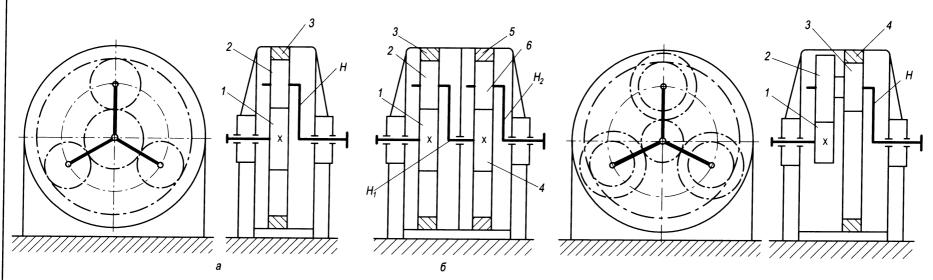


Рис. 13.1.1. Одноступенчатая (а) и двухступенчатая (б) передачи, выполненные по схеме 2К-Н

Рис. 13.1.2. Двухступенчатая передача с двумя центральными колесами и двухвенцовыми сателлитами, выполненная по схеме 2K—H

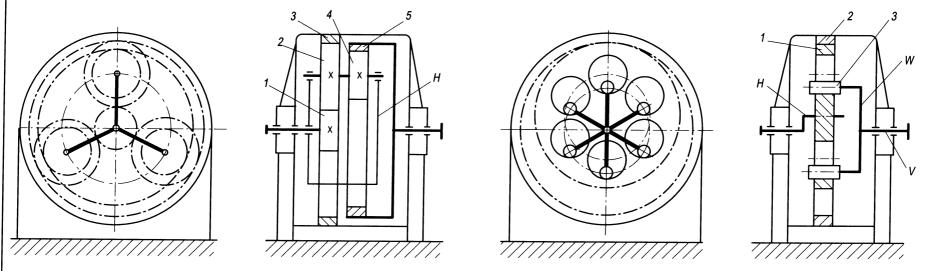
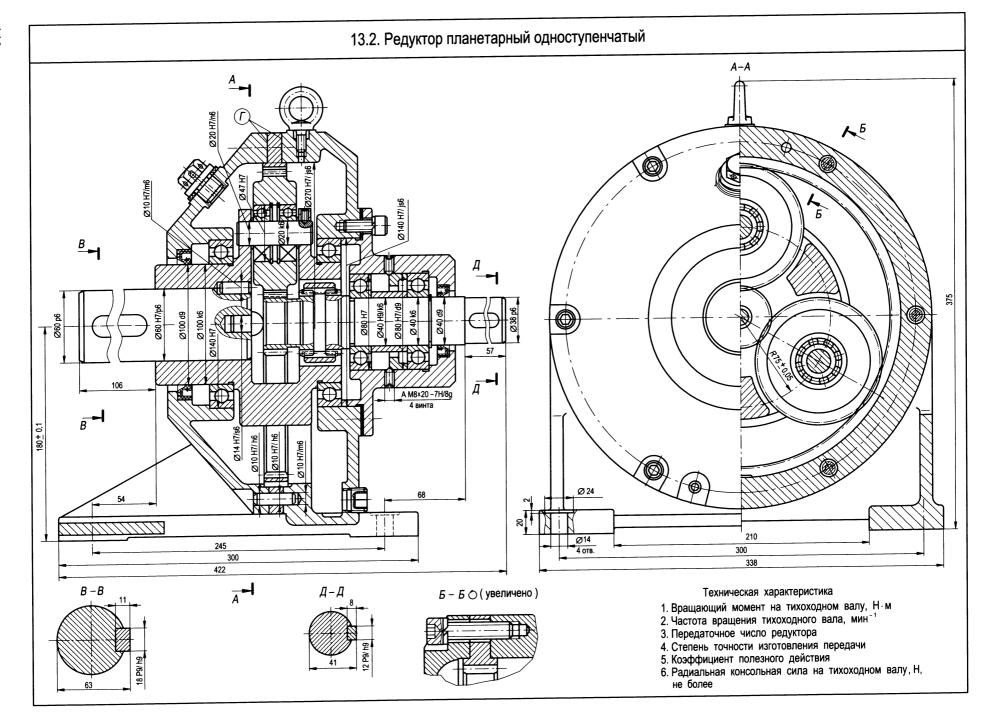
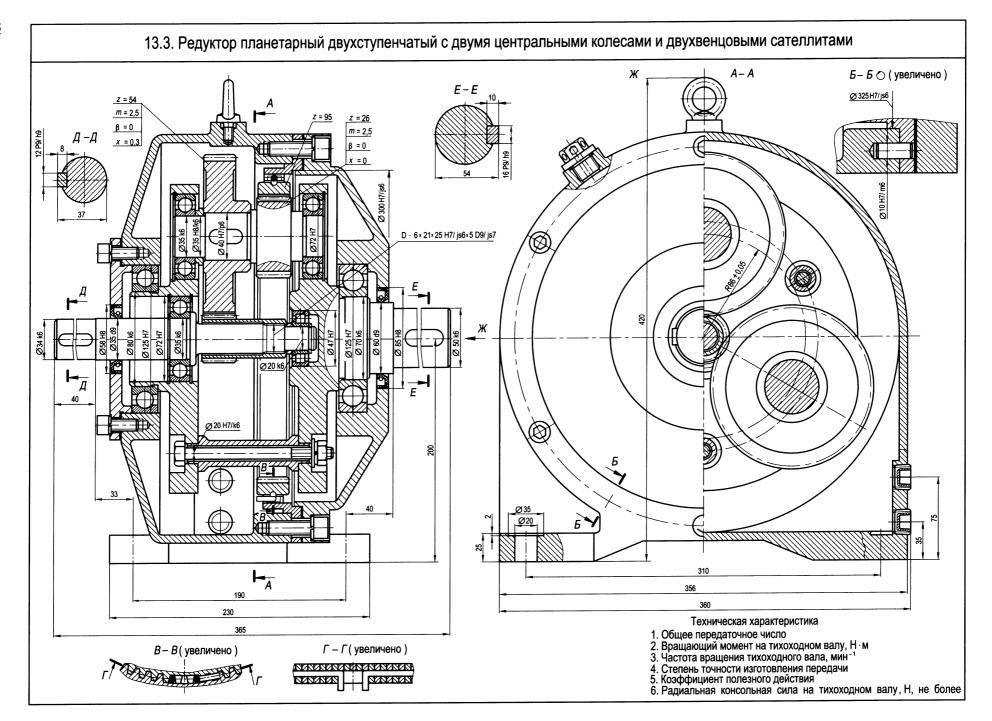
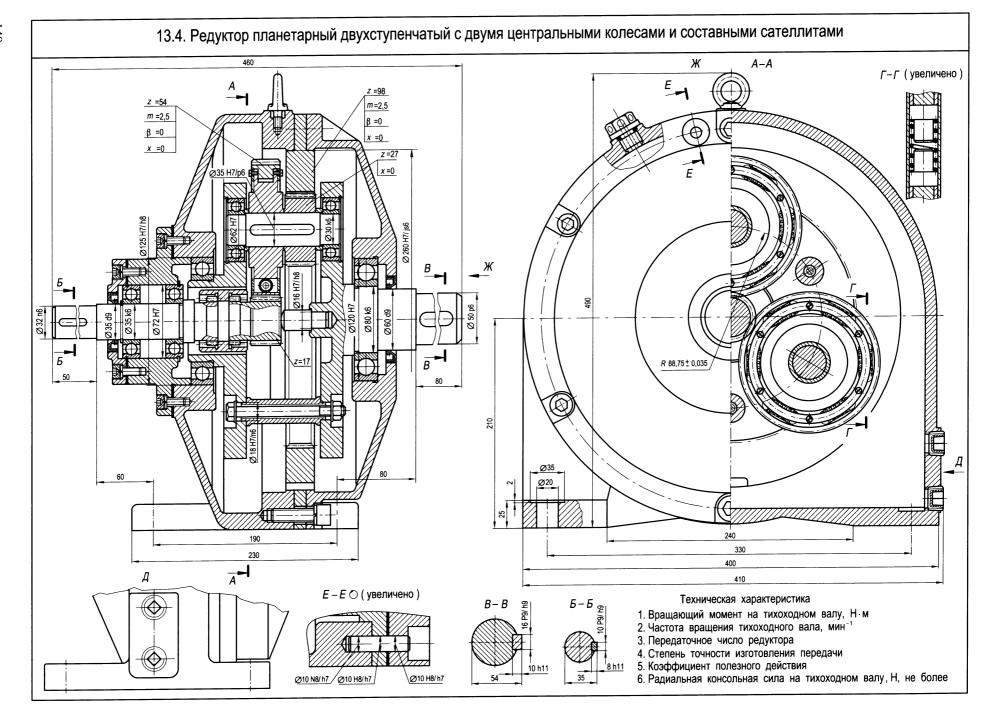


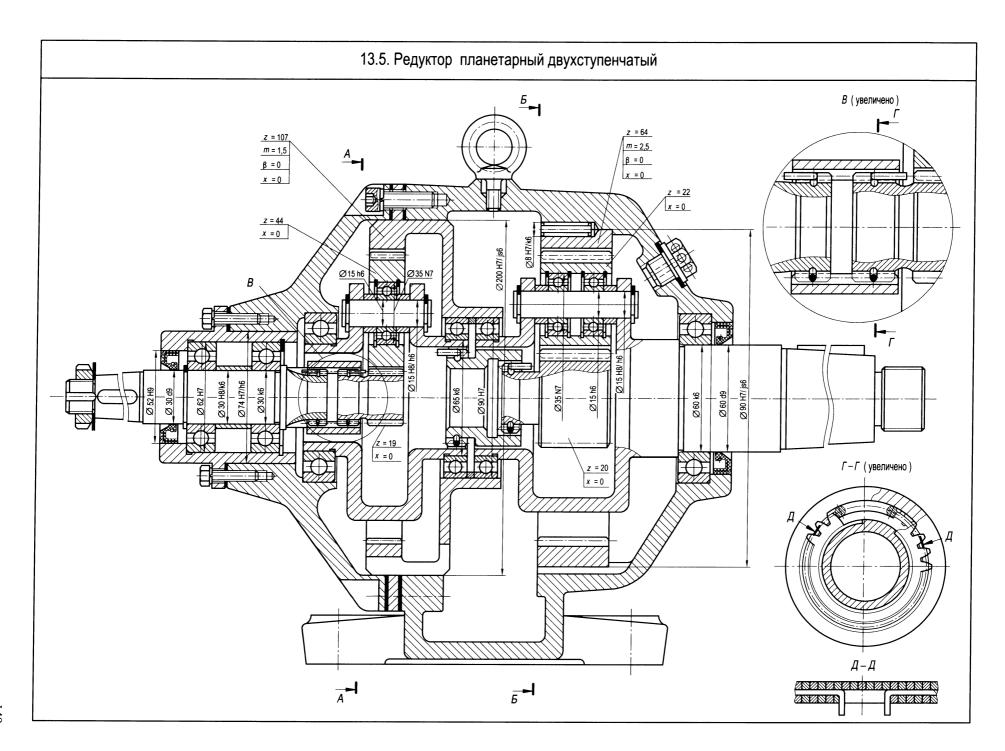
Рис. 13.1.3. Двухступенчатая передача с тремя центральными колесами, выполненная по схеме 3К

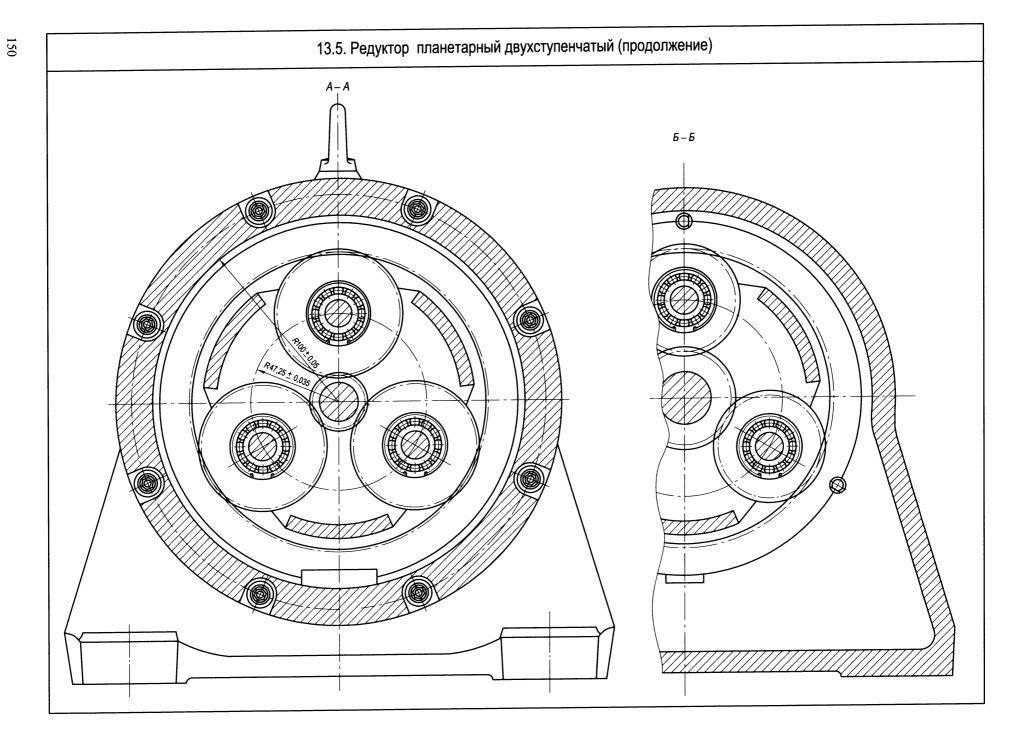
Рис. 13.1.4. Одноступенчатая передача, выполненная по схеме K-H-V

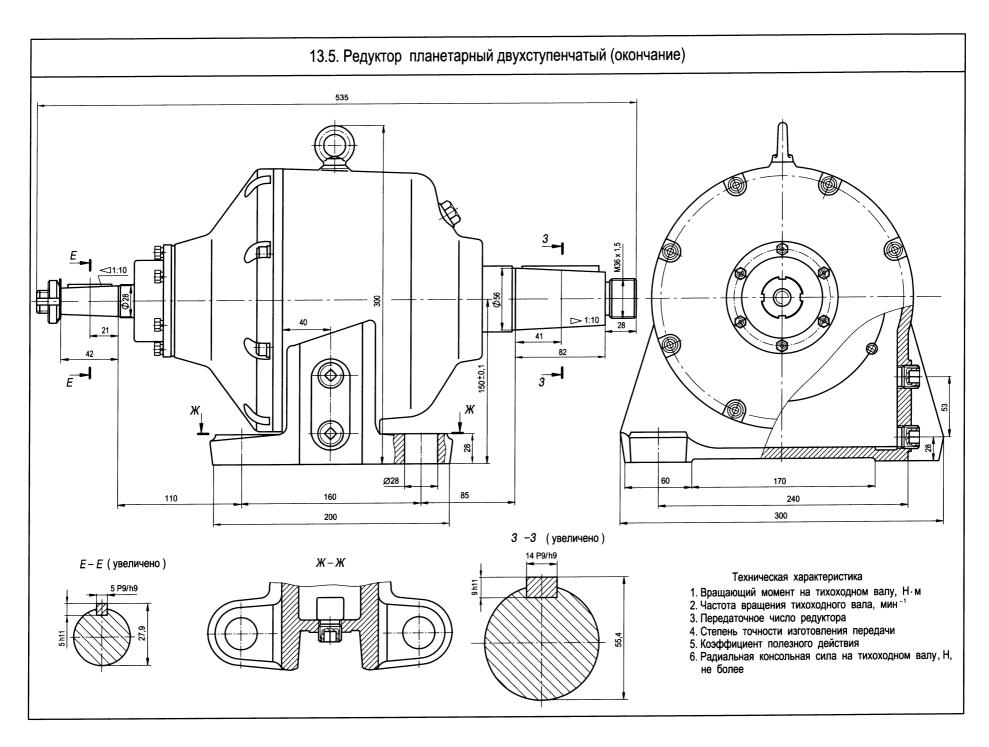


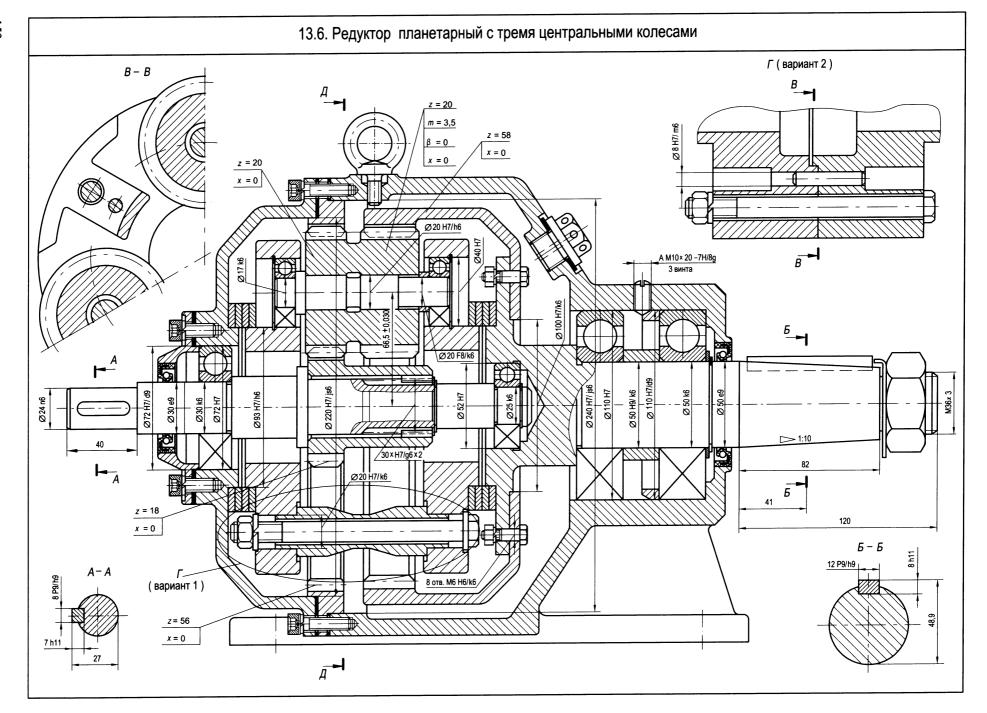


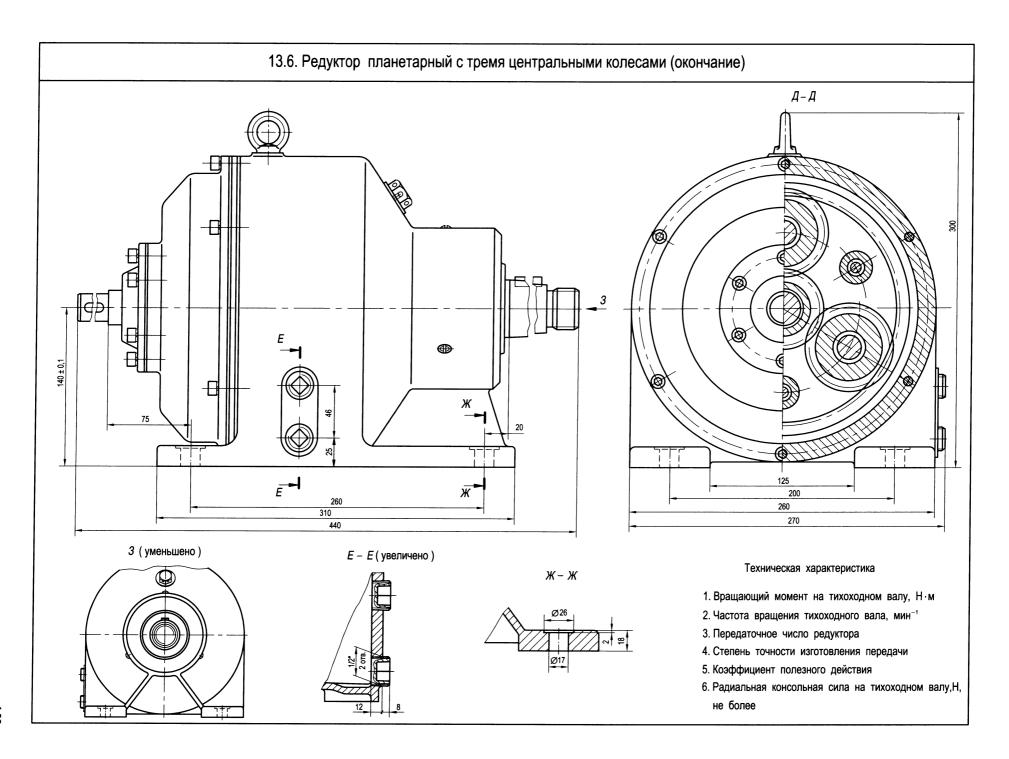


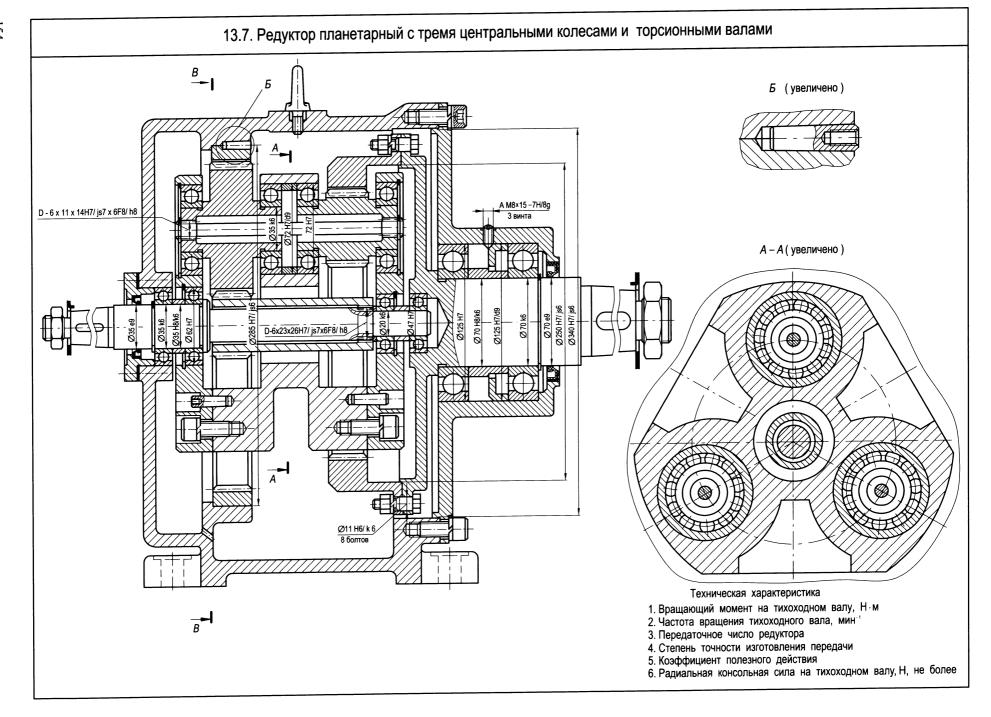


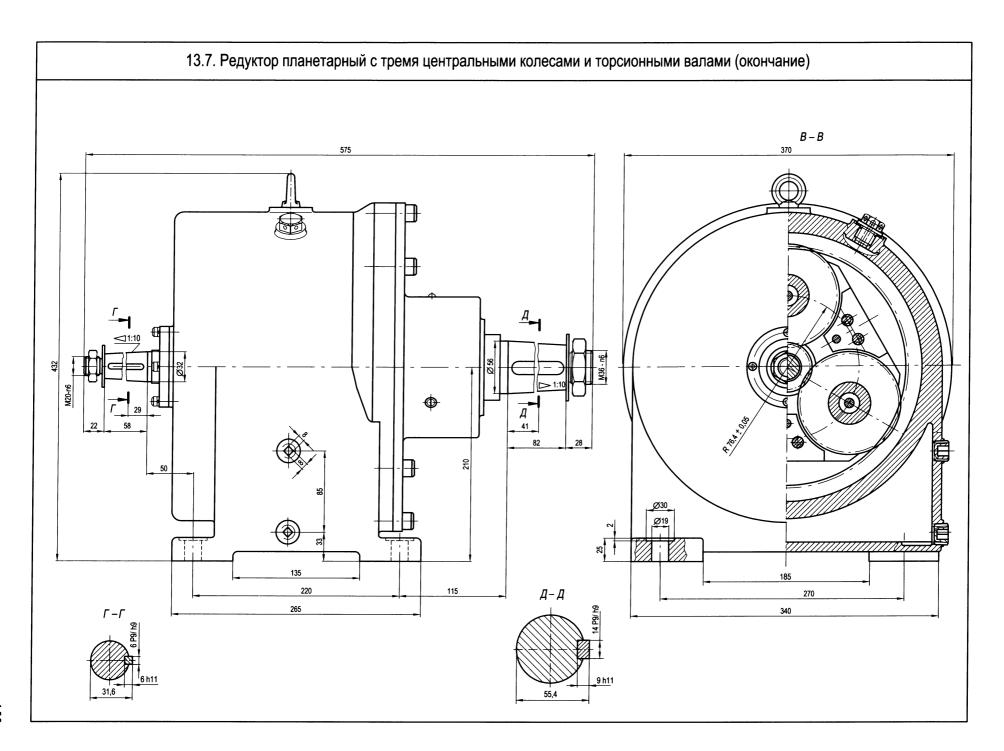


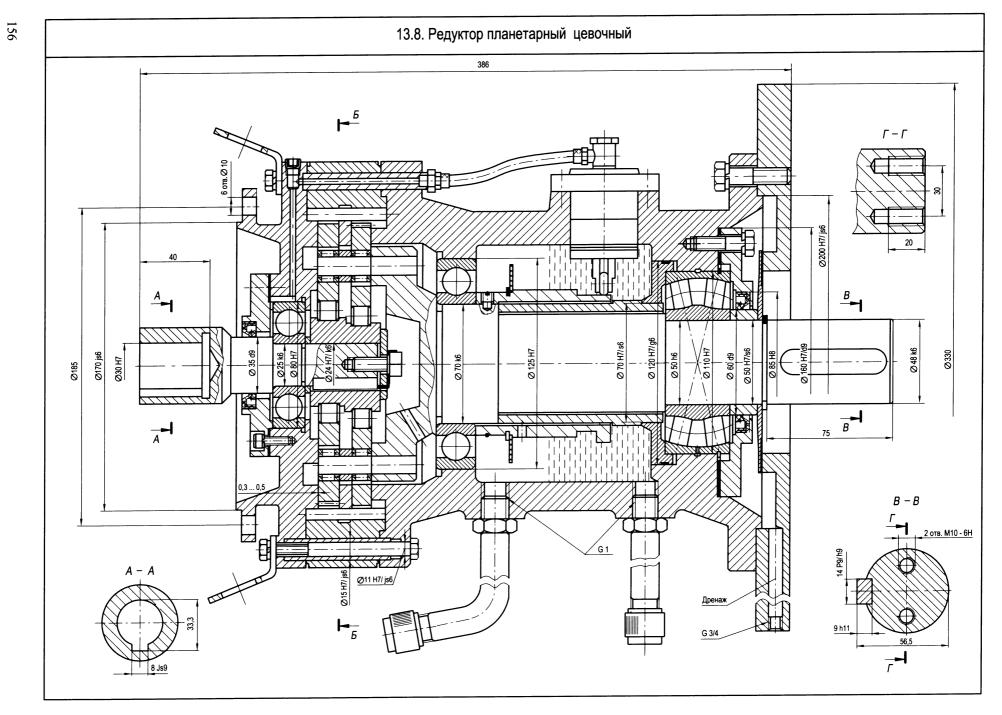


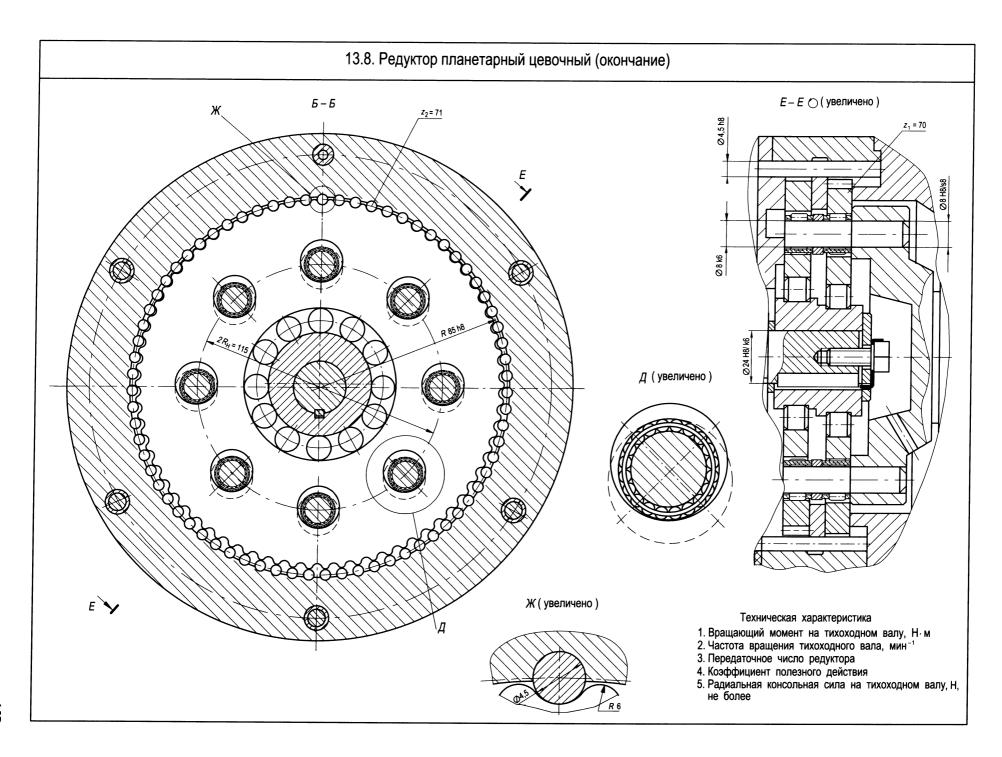


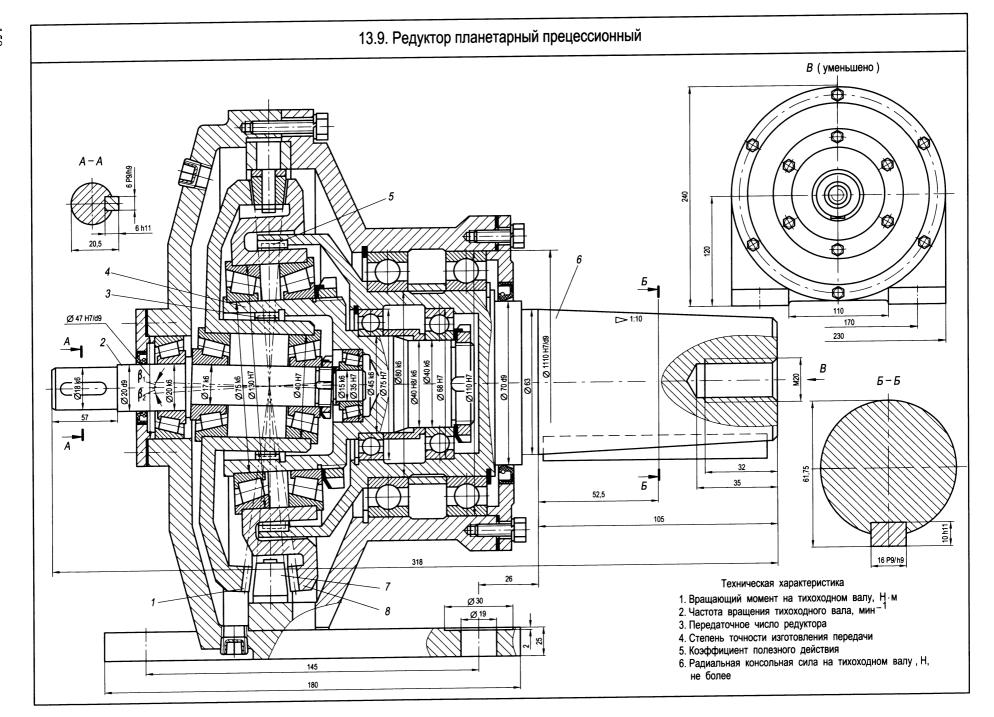












14. ВОЛНОВЫЕ РЕДУКТОРЫ

Волновая зубчатая передача — это механизм, в котором движение между звеньями передается перемещением волны деформации гибкого колеса. Кинематически они представляют собой планетарные передачи с гибким колесом. Гибкий зубчатый венец деформируется генератором волн и входит в зацепление с центральным колесом в двух зонах.

Соответствующий выбор параметров зацепления и формы деформации гибкого колеса позволяет получить большое число пар зубьев в зацеплении. Многопарность зацепления определяет все положительные качества этих передач по сравнению с обычными: меньшую массу и габаритные размеры, более высокую кинематическую точность, меньший мертвый ход, более высокую демпфирующую способность, меньший шум.

Волновые зубчатые передачи позволяют осуществлять большие передаточные отношения в одной ступени. При этом КПД их такой же, как и в планетарных передачах при тех же передаточных отношениях [4, 7, 8].

- 14.1. Редуктор волновой с кулачковым генератором волн. Редуктор одноступенчатый с двумя зубчатыми колесами: жестким с внутренними зубьями и гибким в виде цилиндра с зубчатым венцом. Гибкий зубчатый венец деформируется генератором волн. Генератор состоит из кулачка, насаженного на быстроходный вал, и шарикового подшипника с тонкими кольцами. Недеформируемый генератором конец цилиндра шлицевый. Шлицы нарезаны тем же зуборезным инструментом, что и колеса. От осевого смещения цилиндр удерживается проволочным кольцом, расположенным на шлицах. Тихоходный вал вращается в противоположном направлении относительно быстроходного вала. Сборку жесткого колеса с гибким осуществляют после деформации гибкого зубчатого венца генератором. Зацепление и подшипники смазываются маслом, разбрызгиваемым генератором. Охлаждается редуктор вентилятором, установленным на быстроходном валу. Редуктор предназначен для непрерывной длительной работы, его КПД равен 0,85...0,9. Возможна передача вращения от тихоходного вала к быстроходному, КПД мультипликатора на 15...30 % ниже КПД редуктора.
- 14.2. Мотор-редуктор волновой с дисковым генератором волн. Дисковый генератор волн состоит из двух дисков большого диаметра, расположенных на эксцентриковой втулке. Радиальная нагрузка в дисковом генераторе волн воспринимается только одним подшипником, установленным вблизи средней плоскости генератора. Второй подшипник необходим для предотвращения опрокидывания диска моментом пары сил, действующих со стороны зон зацепления. Гибкое колесо выполнено в виде трубы с двумя зубчатыми венцами рабочим и шлицевым (для соединения с муфтой). От осевого смещения гибкое колесо удерживают два полукольца, привернутые винтами к торцу шлицевой муфты. Жесткое колесо неподвижно соединено с корпусом.
- 14.3. Редуктор волновой фланцевый с пневмодвигателем. Редуктор работает без смазывания, отработавший сжатый воздух охлаждает поверхности трения. Генератор волн дисковый. Гибкое колесо непо-

движно соединено с корпусом с помощью шлицев, роль которых выполняет второй зубчатый венец. Зубчатый венец и внутренняя поверхность гибкого колеса азотированы, что уменьшает износ зубьев и раскатку колеса генератором волн. Жесткое колесо вращается вместе с тихоходным валом.

14.4. Привод лебедки космического корабля. Редуктор волновой двухступенчатый, предназначен для передачи вращения в герметизированное пространство. Первая ступень планетарная, вторая — волновая передача. Гибкое колесо выполнено методом выдавливания. Генератор волн кулачковый с гибким подшипником. Тихоходное звено (жесткое колесо) соединено с барабаном. Для смазывания зубчатого зацепления волновой передачи применяют твердые смазочные покрытия на основе дисульфида молибдена, для остальных узлов — консистентный смазочный материал ЦИАТИМ-202. Герметизация подшипникового узла барабана выполнена лабиринтным уплотнением в виде дисков.

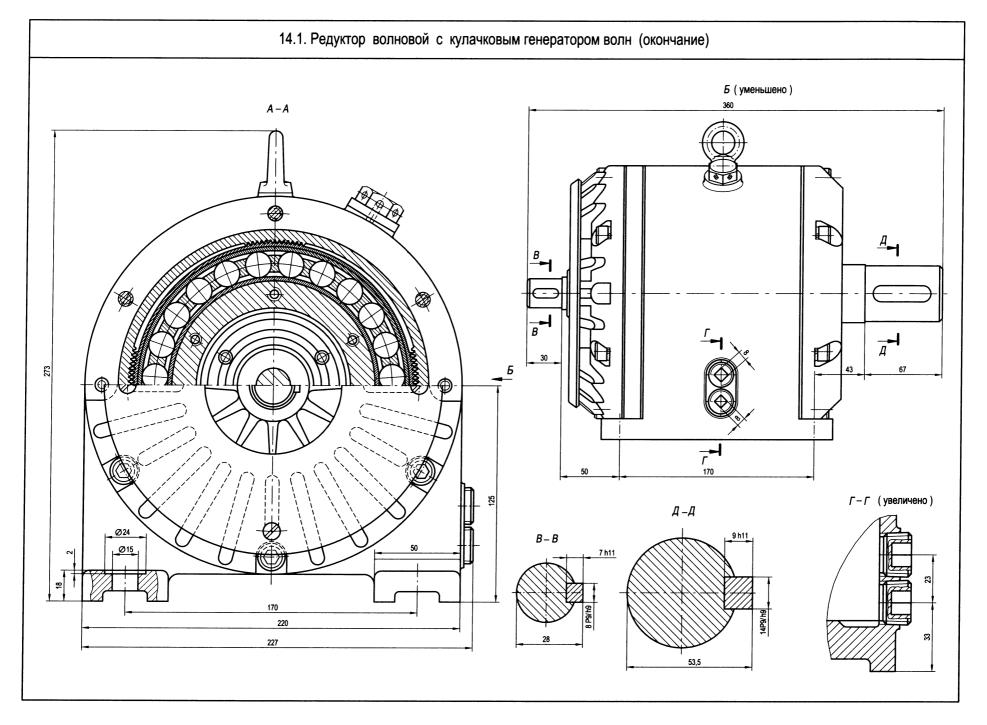
14.5. Мотор-редуктор волновой с дисковым генератором волн и коротким гибким колесом. В редукторе неподвижным является жесткое колесо, соединенное с корпусом. Гибкое колесо выполнено в форме стакана с дном, его длина L = 0.55D (где D — диаметр стакана), что меньше принятой для редукторов общемашиностроительного применения. Для снижения уровня вибраций, возникающих во время работы редуктора, к дну гибкого колеса присоединено резиновое кольцо. Диски генератора волн, а также тихоходный вал редуктора установлены на радиально-упорных четырехточечных шариковых подшипниках, у которых наружные кольца являются разъемными. Использование таких подшипников позволяет сократить осевой размер редуктора.

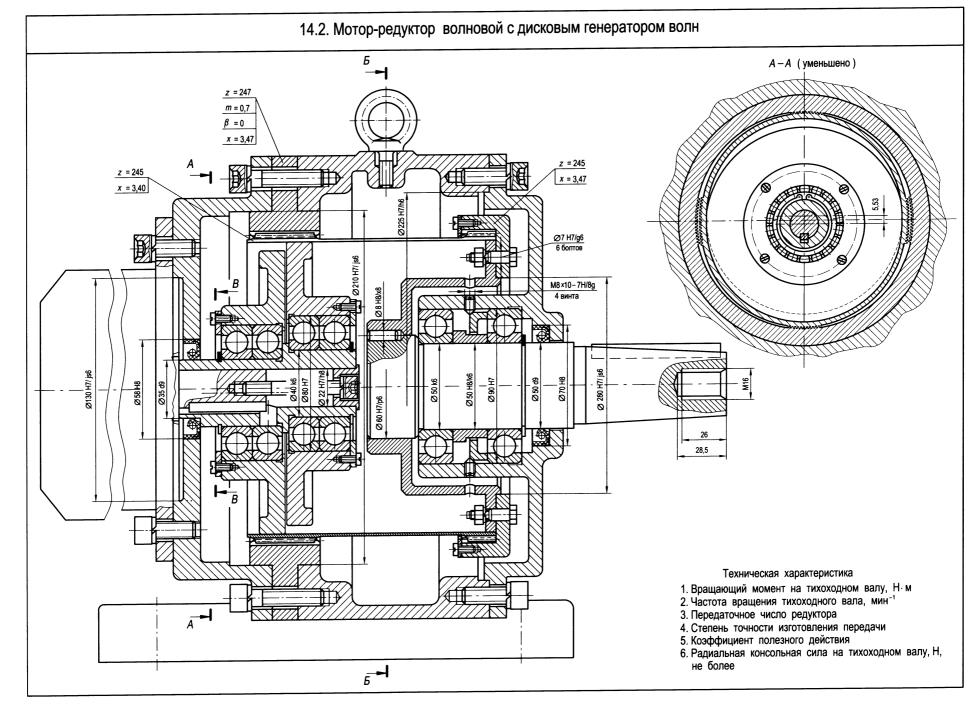
14.6. Зубчатые колеса волновых редукторов. Колеса с гибким зубчатым венцом изготовляют с дном (см. рис. 14.6.1, a), с внешними (см. рис. 14.6.1, b) и внутренними (см. рис. 14.6.1, a) шлицами и с фланцем (см. рис. 14.6.1, a) для закрепления на тихоходном валу или в корпусе. Шлицевое соединение уменьшает крутильную жесткость редуктора, однако при этом снижаются напряжения в гибком колесе и давление на генератор волн. Внешние шлицы предпочтительнее. Внутренние шлицы в некоторых случаях позволяют выполнить конструкцию более компактно.

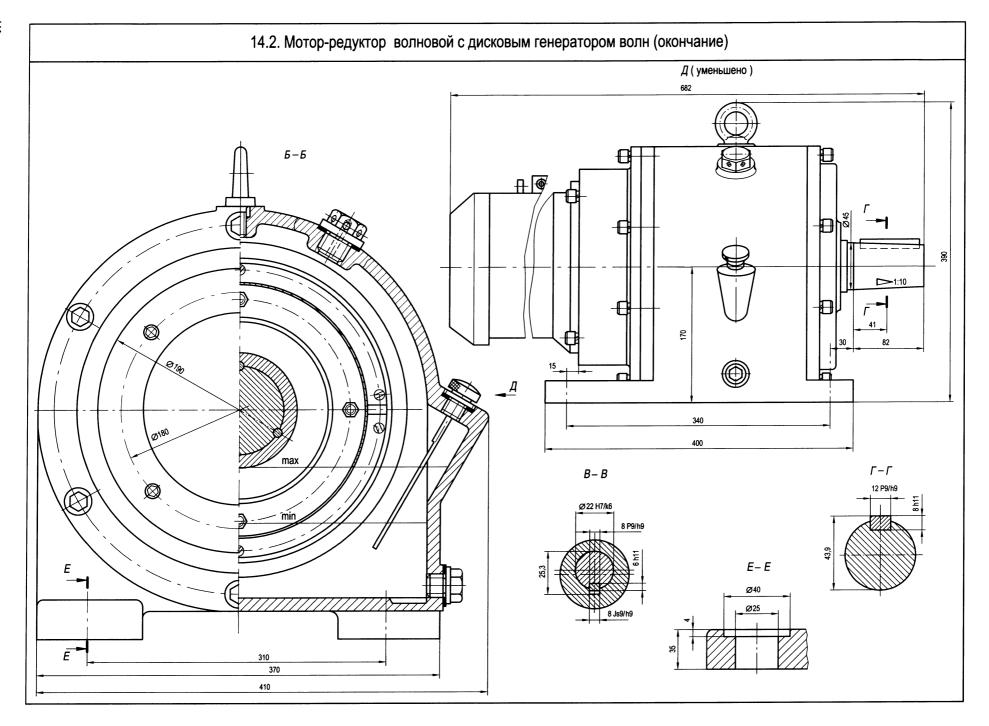
На рис. 14.6.2 показано гибкое колесо для герметичных передач, выполненное методом выдавливания. Следует обратить внимание на возможность увеличения диаметра D_1 мембраны по отношению к диаметру D оболочки, так как при этом увеличивается радиальная податливость оболочки.

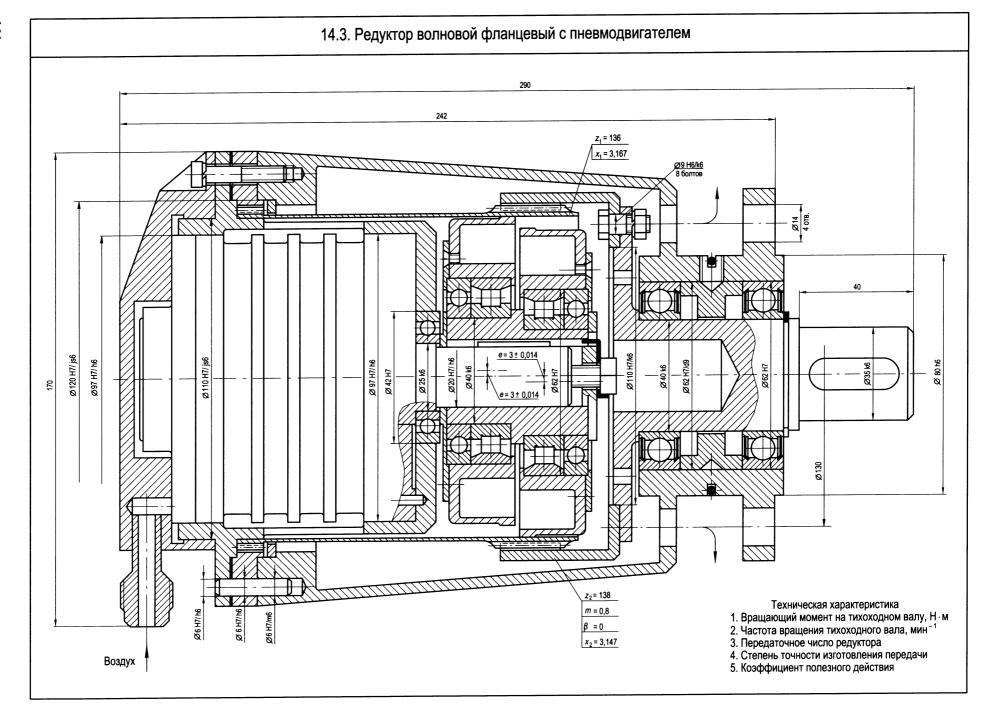
На рис. 14.6.3 показаны жесткие колеса. Необходима определенная толщина обода зубчатого венца, чтобы избежать больших деформаций колеса от сил в зацеплении. Предпочтение следует отдавать конструкции, приведенной на рис. 14.6.3, а.

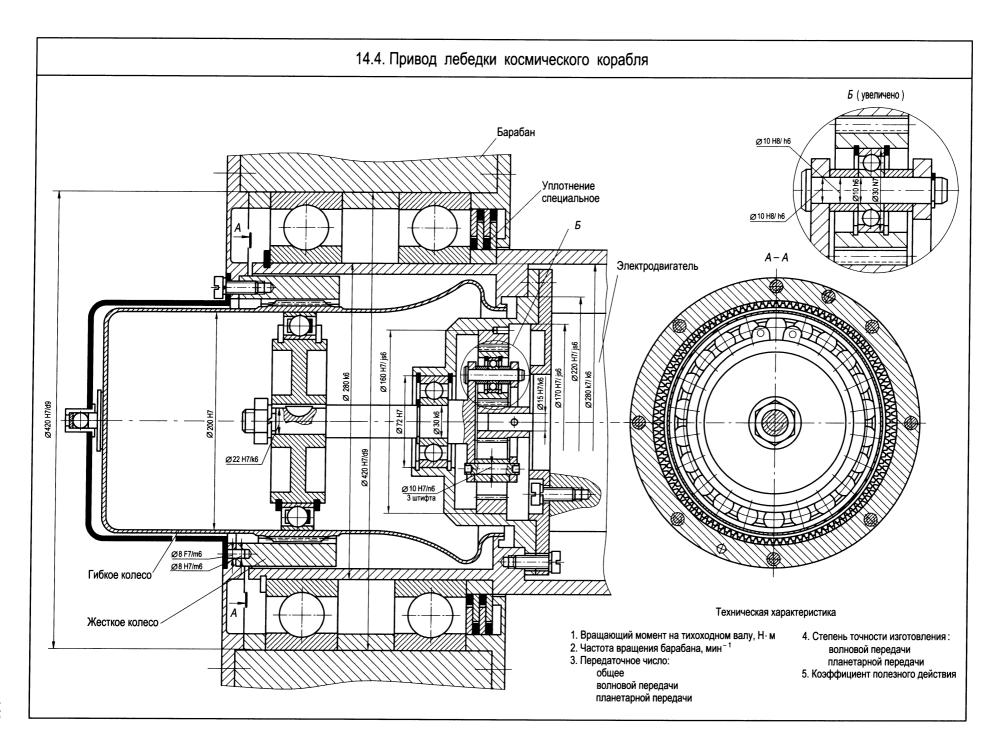
14.1. Редуктор волновой с кулачковым генератором волн 8 отв. Ø 9 H6/m6 Техническая характеристика 1. Вращающий момент на тихоходном валу, $H\cdot M$ 2. Частота вращения тихоходного вала, мин $^{-1}$ 3. Передаточное число редуктора 4. Степень точности изготовления передачи 5. Коэффициент полезного действия 6. Радиальная консольная сила на тихоходном валу, Н, 200 не более

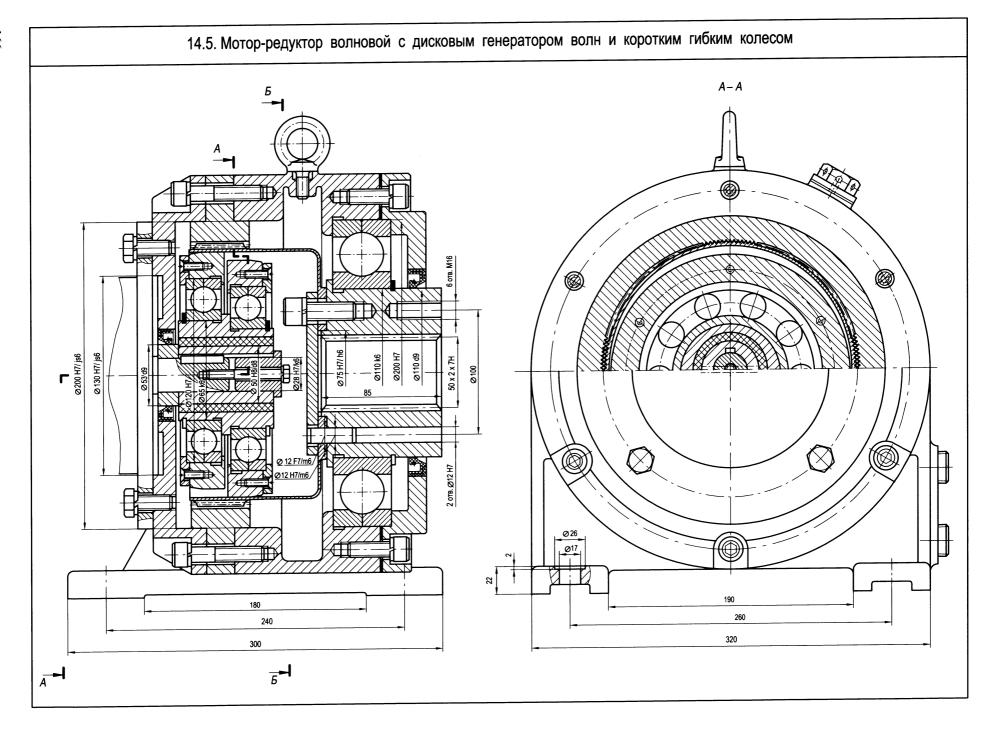


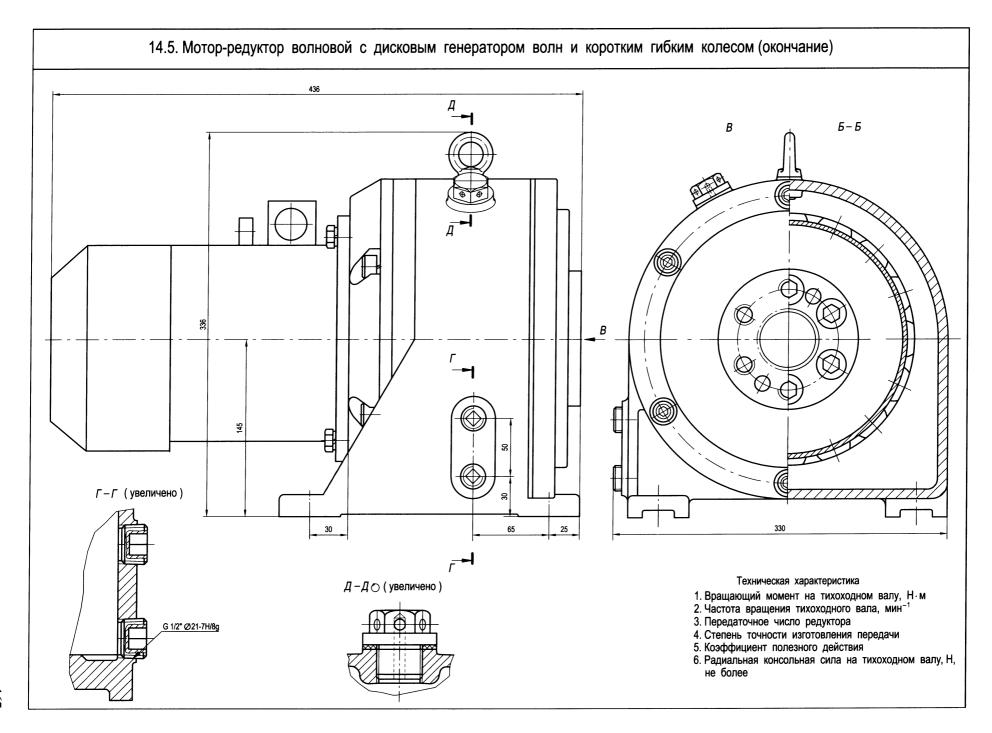


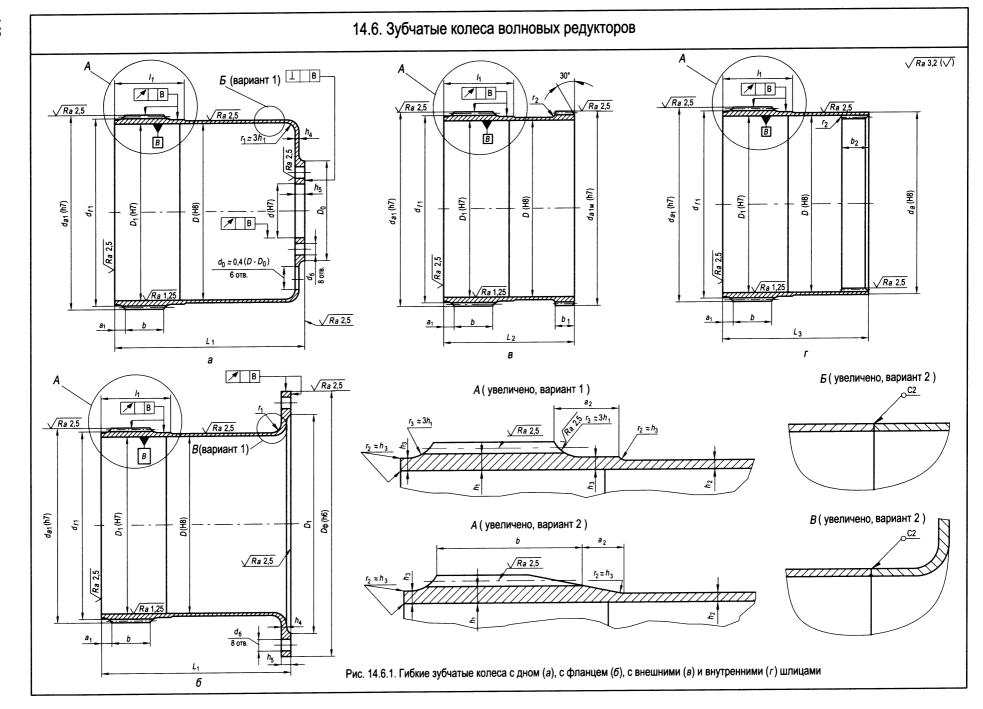


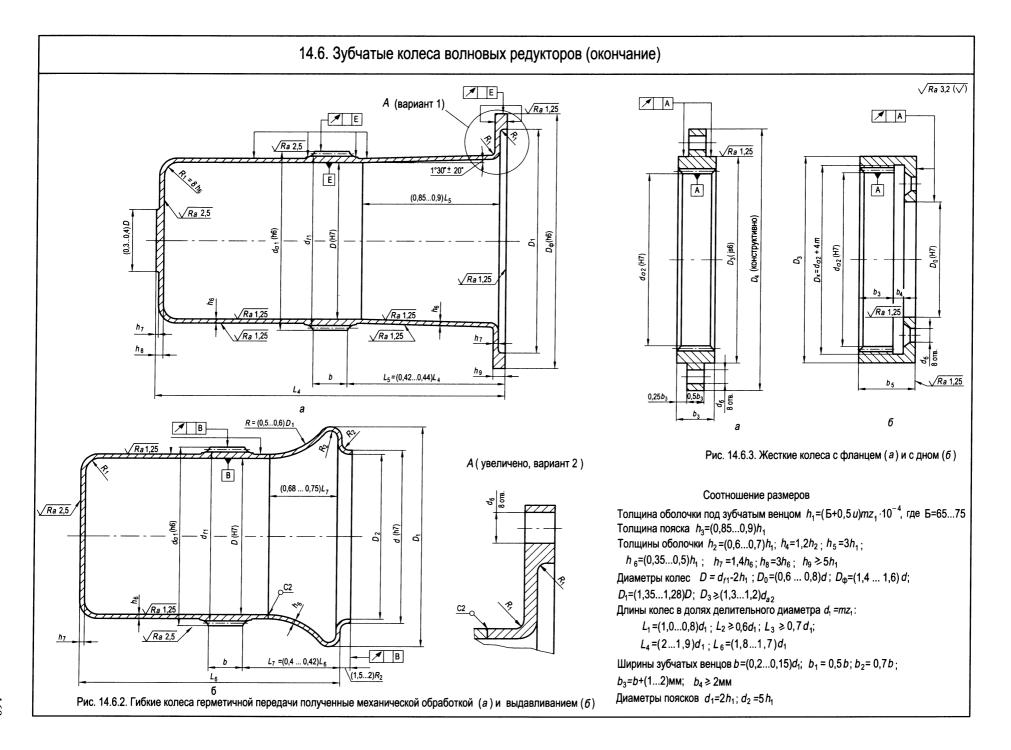












15. КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

Коробка передач, являясь составной частью механического привода машины, позволяет дискретно изменять частоту вращения ее исполнительного органа при постоянной частоте вращения вала двигателя. Ниже представлены различные варианты конструкций передвижных блоков зубчатых колес, механизмов управления и их элементов для простейших двухвальных коробок передач [4].

- **15.1.** Варианты конструктивного исполнения передвижных блоков зубчатых колес. Показаны осевые размеры зубчатых венцов колес двух- (см. рис. 15.1.1), трех- (см. рис. 15.1.2) и четырехступенчатых (см. рис. 15.1.3) двухвальных коробок передач. При последовательном изменении частоты вращения выходного вала движением рукоятки в одном направлении или при малых значениях знаменателя ф ряда частот вращения выходного вала размер коробки передач возрастает в направлении осей валов.
- 15.2. Способы переключения передвижных зубчатых колес. При малых осевых перемещениях зубчатые колеса переключают рычагом (см. рис. 15.2.1). Если подход к зубчатым колесам затруднен, то их передвигают с помощью зубчатой передачи и рычага, закрепленного на вспомогательном промежуточном валу (см. рис. 15.2.2). При больших осевых перемещениях блок зубчатых колес передвигают ползуном с вилкой (см. рис. 15.2.3). Радиус рычага для передвижения зубчатых колес следует выбирать таким, чтобы смещение камня в обе стороны от центральной оси было одинаковым (см. рис. 15.2.4).
- 15.3. Сопряжения передвижных зубчатых колес с механизмами управления. Показаны сопряжения для горизонтальных и вертикальных валов. Зубчатые колеса захватываются ползуном с вилкой (см. рис. 15.3.1, a-2) либо рычагом с камнем или сухарем (см. рис. 15.3.1, д-ж). Центральный двухсторонний захват блока зубчатых колес (см. рис. 15.3.1, a, b, d, d, d) лучше, чем захват за венец (см. рис. 15.3.1, δ , ϵ), так как в первом случае на блок зубчатых колес не действует момент в плоскости, проходящей через ось вала. При центральном захвате дополнительные устройства, предотвращающие поворот ползуна на направляющей скалке, можно не применять, а сухарь приблизить к оси вращения. При этом скорость скольжения сухаря и момент в осевой плоскости в процессе переключения будут незначительными, но размер блока вдоль оси увеличится.

15.4. Приводы ползунов и вилок механизмов управления. Приводы делят на три группы:

- 1) привод непосредственно рычагом (см. рис. 15.4.1, a) при коротких ходах ползунов, рычагом со штифтом (см. рис. 15.4.1, δ) при малых нагрузках и рычагом с камнем (см. рис. 15.4.1, ϵ) при больших нагрузках;
- 2) привод зубчатым колесом—рейкой (см. рис. 15.4.2, a) или зубчатым сектором—рейкой (см. рис. 15.4.2, δ) при длинных ходах ползунов;

- 3) привод дисковым (см. рис. 15.4.3, a) или барабанным (см. рис. 15.4.3, δ) кулачком (привод кулачком не требует блокировки и сводит необходимое число рукояток управления к минимуму).
- 15.5. Оси, скалки, промежуточные валы механизмов управления. Показаны типовые конструкции неподвижных осей, круглых скалок и промежуточных валов, применяемых в механизмах управления, а также оси рукояток управления.
- **15.6.** Рукоятки с фиксацией. В зависимости от угла поворота разработано четыре конструкции рукоятки. При больших углах поворота применяют рукоятку, показанную на рис. 15.6.1, a. В такой конструкции расстояние между краями лунок для шариков должно быть не менее 1...2 мм. При средних углах поворота рукоятки предпочтение следует отдавать конструкциям, изображенным на рис. 15.6.1, δ , δ . Конструкцию, приведенную на рис. 15.6.1, ϵ , можно использовать при любых углах поворота рукоятки.

В конструкции рукоятки для вариатора (см. рис. 15.6.2, a) при нажатии на ручку 2 внешнего диска 3 кулачок 6, установленный в этом диске, давит на шарик, вызывая поворот вала 1 через промежуточную деталь 4, соединенную с валом штифтом. Для фиксации в любом положении используются шарики, образующие элемент двухсторонней муфты свободного хода. На рис. 15.6.2, δ показана конструкция рукоятки с фиксацией в любом положении посредством червячной передачи. На рис. 15.6.3 показаны нестандартные конструкции рукояток управления.

15.7. Механизмы передвижения зубчатых колес. Простая схема управления подвижным блоком зубчатых колес – рукоятка с фиксацией и рычаг с камнем (см. рис. 15.7.1). На рис. 15.7.2 рукоятка соединена со скалкой, которая, перемещаясь в осевом направлении, передвигает зубчатое колесо. Рукоятками при помощи рычагов и ползунов—вилок осуществляют передвижение блоков зубчатых колес (см. рис. 15.7.3). Соосное расположение двух рукояток для управления двумя блоками зубчатых колес показано на рис. 15.8.2.

Механизм передвижения зубчатых колес с переводным рычагом характерен для приводов управления автомобильных коробок передач. Переводной рычаг может совершать качательное движение в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. При перемещении в плоскости, перпендикулярной оси валов, рычаг входит в зацепление с той или иной ползушкой, а при движении в плоскости, параллельной оси валов, передвигает зубчатые колеса. Ползушки фиксированы на скалках и сблокированы с вилками.

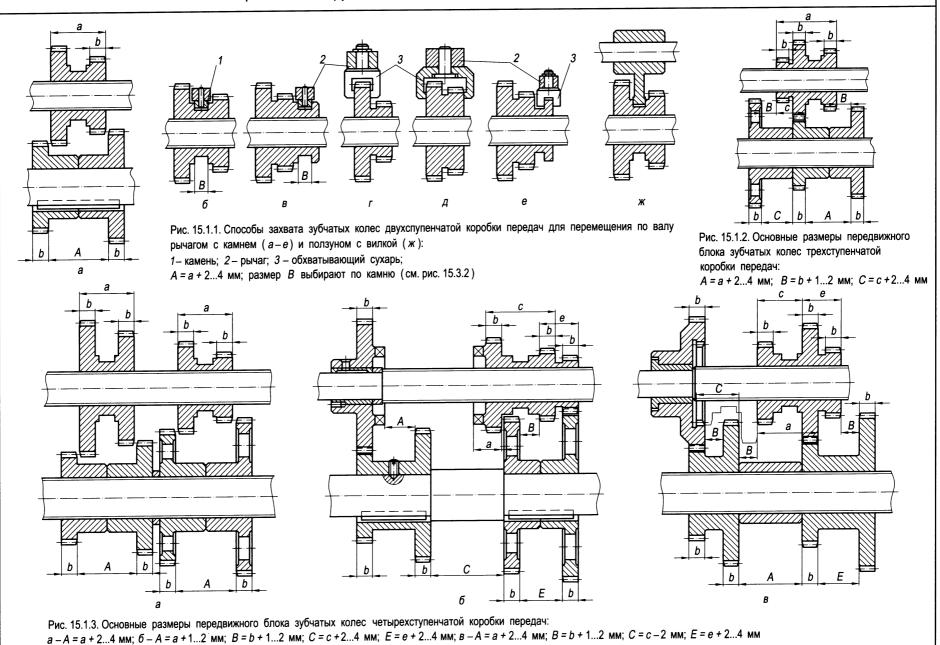
На рис. 15.7.5 представлена конструкция узла для передвижения двух блоков зубчатых колес с использованием скользящих вилок, реечно-зубчатого механизма и двух соосных рукояток, а на рис. 15.7.6 – при помощи скользящих вилок и дискового кулачка. В меха-

низме, приведенном на рис. 15.7.7, три блока зубчатых колес перемещаются вдоль вала при помощи скользящих вилок, получающих движение от барабанного кулачка. Последний приводится во вращение маховичком через коническую зубчатую передачу.

15.8. Блокировочные устройства. Эти устройства предназначены для предотвращения возможности одновременного включения нескольких подвижных блоков зубчатых колес, что может вызвать поломку их зубьев. На рис. 15.8.1 показана конструкция для управления подвижными блоками зубчатых колес рукоятками с параллельными осями, где обе рукоятки занимают нейтральное положение, при этом конусные гнезда в дисках обращены друг к другу. При повороте одной из рукояток другая стопорится цилиндрическим штифтом с конусными концами и поворот ее становится невозможным. На рис. 15.8.3 представлена аналогичная конструкция, однако здесь штифт с конусными концами расположен не перпендикулярно, а параллельно оси вращения рукояток. На рис. 15.8.2 и 15.8.4 показаны две рукоятки управления подвижными блоками зубчатых колес. Внутри корпуса коробки передач на оси каждой рукоятки установлены диски с лунками. В конструкции, приведенной на рис. 15.8.2, стопорение осуществляется специальным рычагом. Левую рукоятку можно повернуть только в том случае, если правая поставлена в нейтральное положение. В конструкции, изображенной на рис. 15.8.4, стопорение проводится диском, который заходит в лунку соседнего диска и запирает ось.

- 15.9. Ручки. Для переключения передач в коробках применяют ручки фасонные по нормали машиностроения МН 4–64, рукоятки с шаровой головкой по ГОСТ 3955–69, рукоятки вращающиеся по нормали машиностроения МН 5–64, ручки переключения с фиксатором по нормалям ЭНИМСа, ручки шаровые по нормали машиностроения МН 6–64, ручки рычагов управления по нормали машиностроения МН 2725–64.
- **15.10. Ступицы рукояток.** Показаны ступицы различной конфигурации с фиксацией. Размеры взяты по нормалям ЭНИМСа.
- 15.11. Стержни рукояток под шаровые ручки. Основной тип рукоятки для управления коробками передач стационарных машин ступица и стержень с шаровой головкой (без фиксации или с фиксацией ступицы). При больших углах поворота применяют рукоятки в виде крестовин с несколькими стержнями и шаровыми ручками. Показаны короткие стержни под шаровую головку для простых рукояток и длинные стержни для рукояток в виде крестовин. Размеры стержней взяты по нормалям ЭНИМСа.
- 15.12. Маховички. При больших углах поворота рычагов управления вместо стержней последних используют маховички. Для осуществления быстрого вращения на маховичке устанавливают ручку, а для передачи больших моментов внутреннюю поверхность обода маховичка выполняют волнистой. Размеры маховичков соответствуют нормалям машиностроения МН 8–64 и МН 9–64.

15.1. Варианты конструктивного исполнения передвижных блоков зубчатых колес



15.2. Способы переключения передвижных зубчатых колес

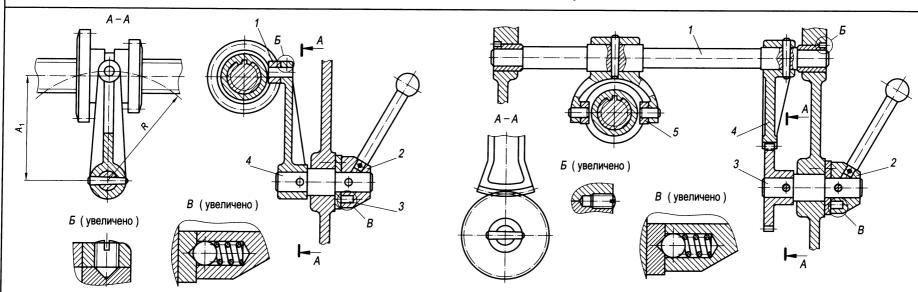


Рис. 15.2.1. Переключение рычагом:

- 1 сопряжение передвижного блока зубчатых колес с механизмом управления;
- 2- рукоятка со ступицей; 3- фиксатор; 4- ось рукоятки

Рис. 15.2.2. Переключение рычагом, закрепленным на промежуточном валу: 1 – промежуточный вал; 2 – рукоятка со ступицей; 3 – ось рукоятки; 4 – рычаг; 5 – сопряжение передвижного блока зубчатых колес с механизмом управления

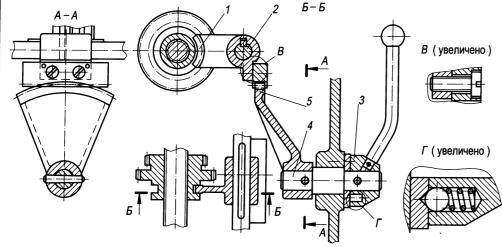


Рис. 15.2.3. Переключение ползуном с вилкой:

- 1- сопряжение передвижного блока зубчатых колес с механизмом управления;
- 2 ось ползуна; 3 рукоятка со ступицей; 4 ось рукоятки; 5 привод ползуна

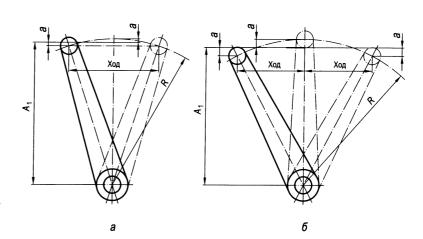
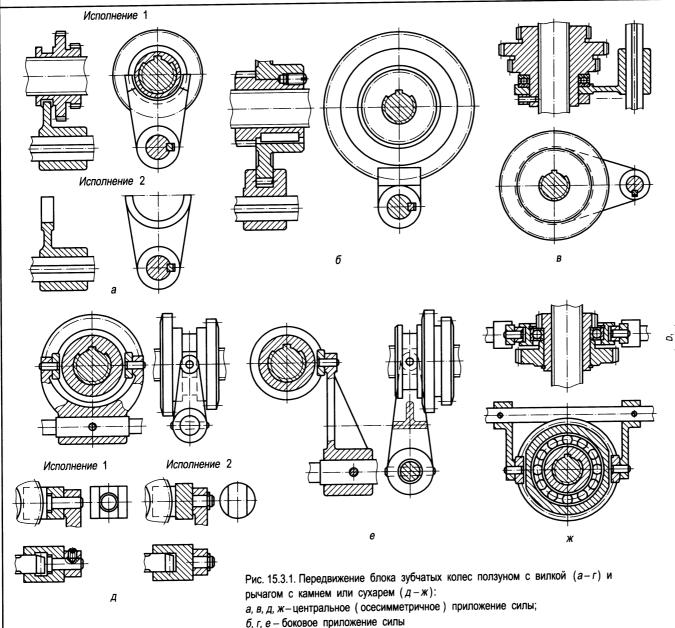
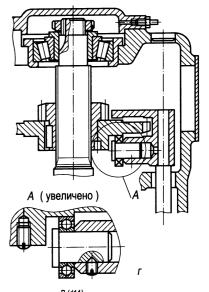


Рис. 15.2.4. Определение радиуса рычага для двух (a) и трех (б) частот вращения вала (2a – перемещение камня или вилки в пазе блока зубчатых колес; $R = A_1 + a$; ход – осевое перемещение блока зубчатых колес)

15.3. Сопряжения передвижных зубчатых колес с механизмами управления





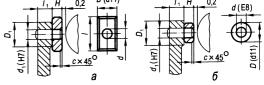


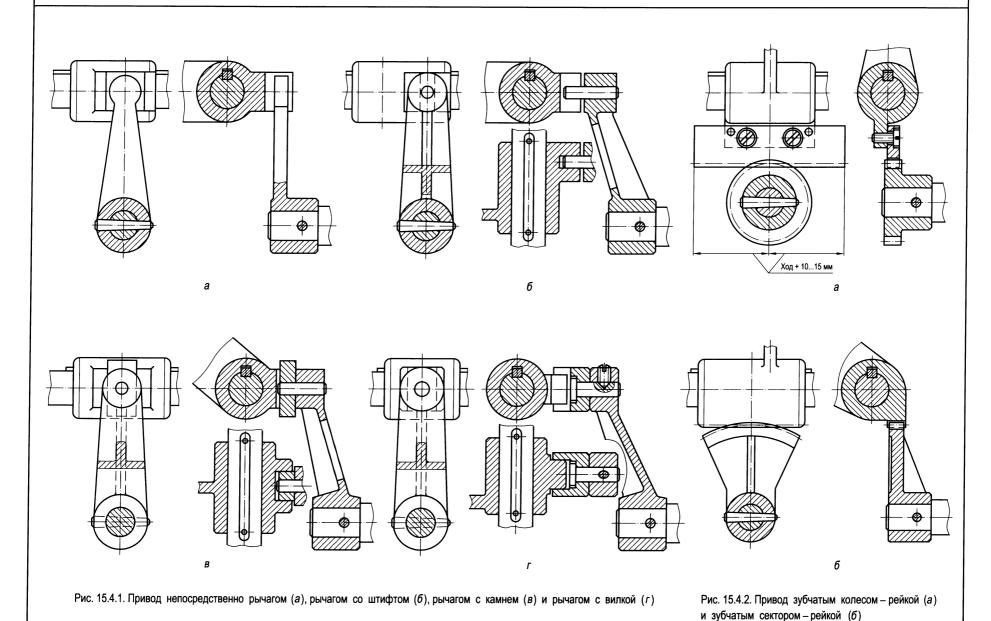
Рис. 15.3.2. Призматический (a) и цилиндрический (b) камни:

- а материал камня: СЧ 21, текстолит, бронза;
- б то же закаленная сталь 40X

Таблица 15.3.1. Основные размеры камня зубчатого колеса, мм

B, D	D ₁	H,d,d ₁	1	<i>I</i> ₁	е	Штифт
10	14	5	18	8	0,5	5 n6×12
12	16	6	22	10	0,5	6 n6×12
16	20	8	28	12	1	8 n6×18
20	26	10	36	14	1	10 n6×22
25	32	13	45	16	1,5	13 n6 × 26
32	40	16	56	22	1,5	16 n6×35
40	50	20	70	24	2	20 n6×40
50	60	25	85	30	2	25 n6 × 50

15.4. Приводы ползунов и вилок механизмов управления



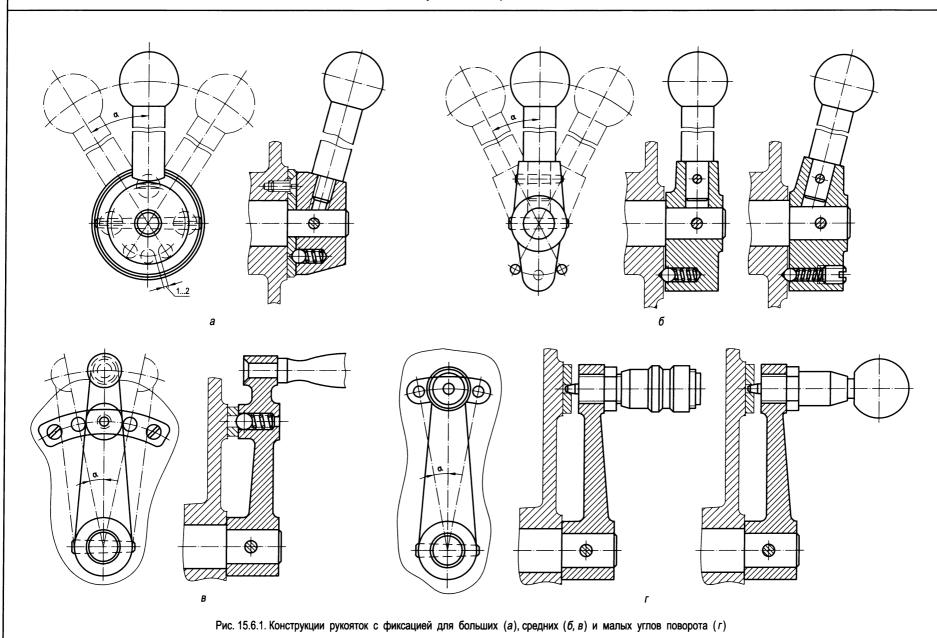
175

15.4. Приводы ползунов и вилок механизмов управления (окончание) A - AВ (увеличено) Б (увеличено) Γ-Γ Д (увеличено) Рис. 15.4.3. Привод дисковым (а) и барабанным (б) кулачком

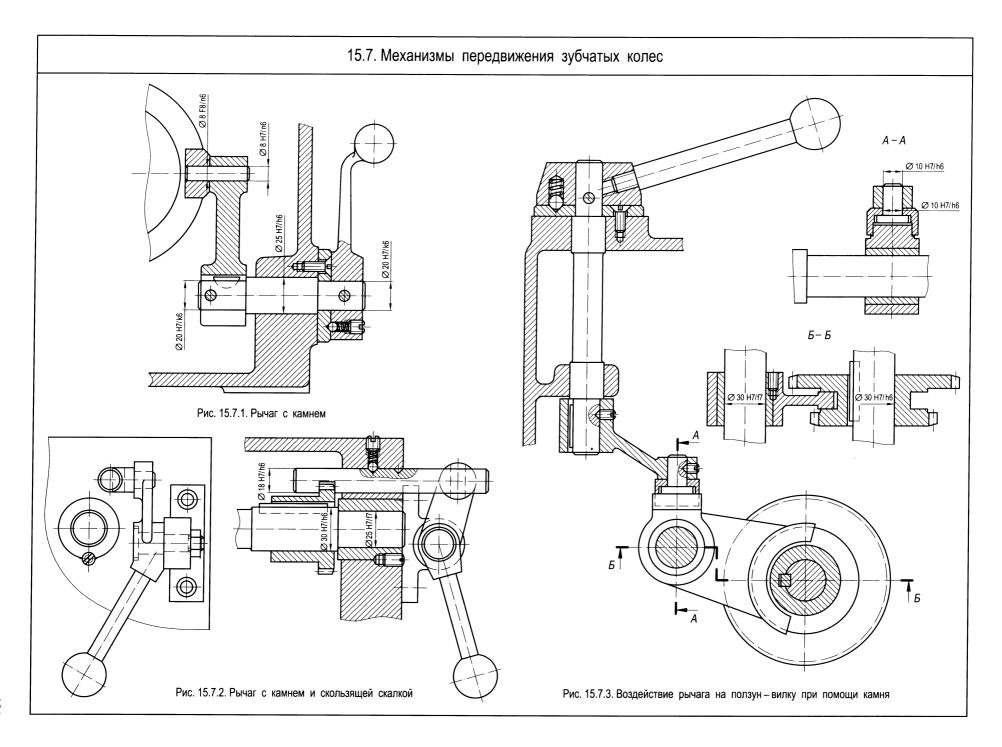
15.5. Оси, скалки, промежуточные валы механизмов управления Рис. 15.5.2. Перемещающиеся скалки Рис. 15.5.1. Неподвижные оси Рис. 15.5.3. Промежуточные валы

15.5. Оси, скалки, промежуточные валы механизмов управления (окончание) а Рис. 15.5.4. Длинные (а) и короткие (б) оси рукояток управления

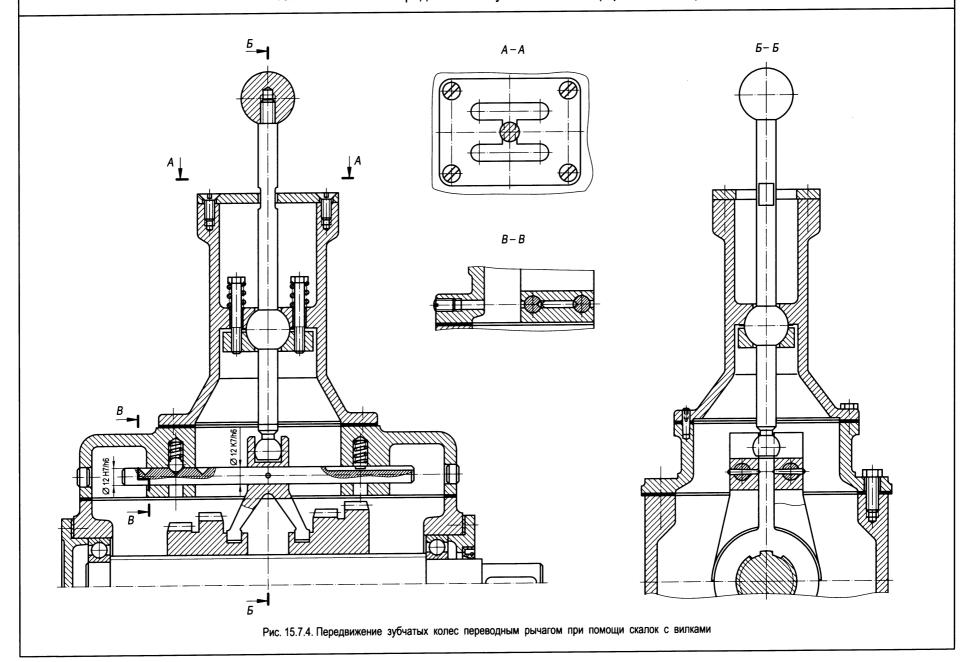
15.6. Рукоятки с фиксацией

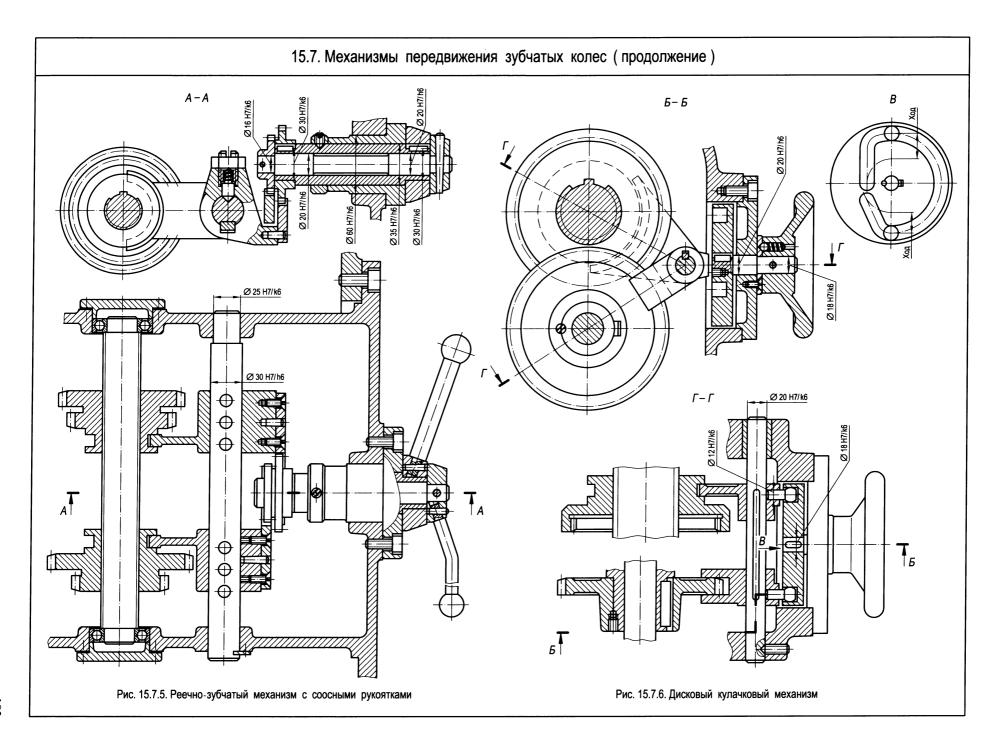


15.6. Рукоятки с фиксацией (окончание) A - A (увеличено) Ø 37,5 A 26 152 Рис. 15.6.3. Нестандартные рукоятки с фиксацией Рис. 15.6.2. Фиксация рукоятки управления вариатором элементами обгонной муфты (а) и червячной передачей (δ): штифтом (а) и кулачком (б) 1 – вал; 2 – ручка; 3 – внешний диск; 4 – промежуточный диск; 5 – кулачок

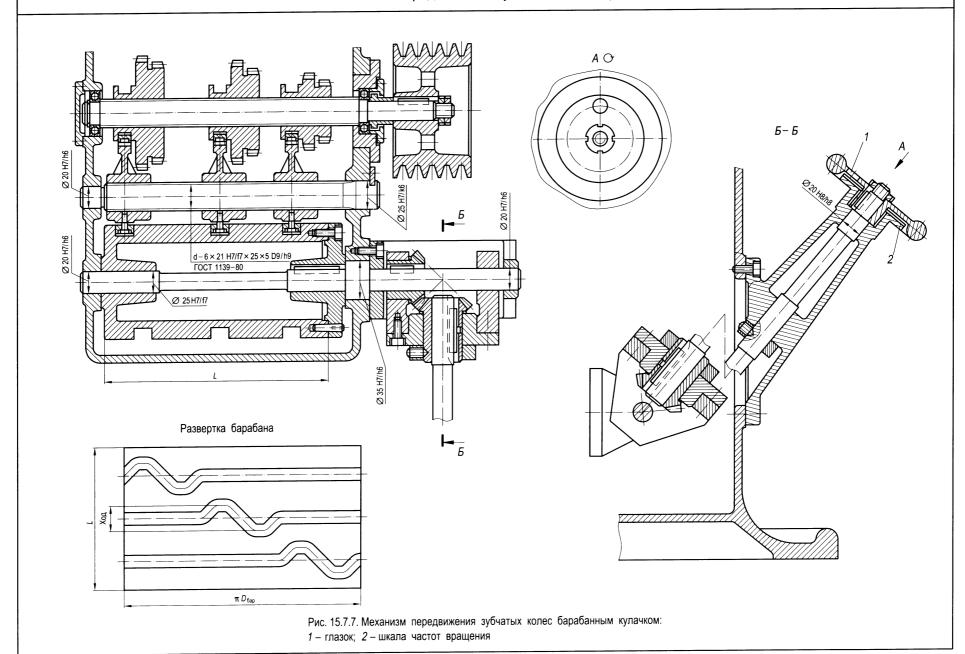


15.7. Механизмы передвижения зубчатых колес (продолжение)





15.7. Механизмы передвижения зубчатых колес (окончание)



15.8. Блокировочные устройства

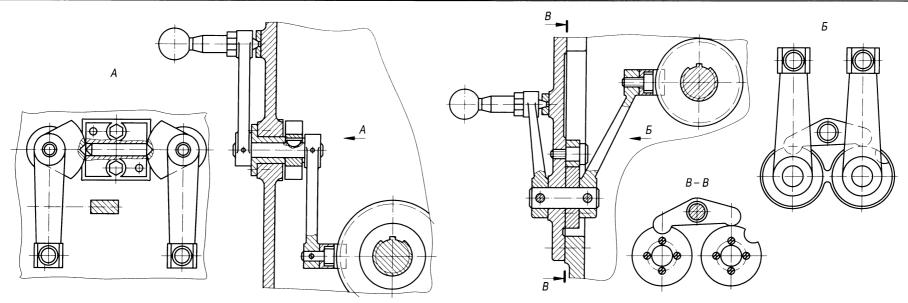


Рис. 15.8.1. Блокировка цилиндрическим штифтом с конусными концами (ось штифта перпендикулярна осям вращения рукояток)

Рис. 15.8.2. Блокировка дисками с лунками и рычагом

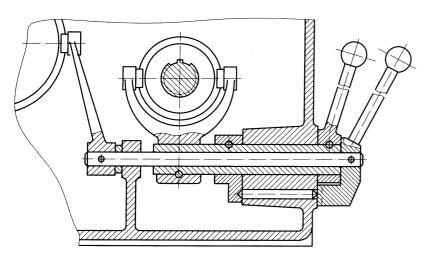


Рис. 15.8.3. Блокировка цилиндрическим штифтом с конусными концами и осью, параллельной оси вращения рукояток

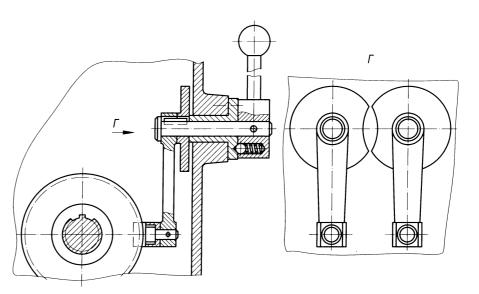


Рис. 15.8.4. Блокировка дисками с лунками

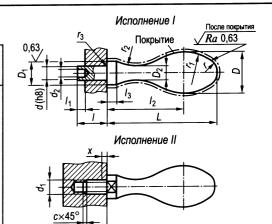
15.9. Ручки

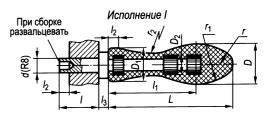
Таблица 15.9.1. Размеры стальных ручек

	ние ручки нения	L	D	D ₁	D ₂	d	d ₁	d ₂	r	<i>r</i> ₁	<i>r</i> ₂	<i>r</i> ₃		им, олнения	11	12	13	С	х	Масса, кг
1	T II						М	М					- 1	#			ММ			
32×6 32×8 32×10 38×8 38×10 38×12 448×12 448×15 60×12 60×15 60×15 75×16 75×16 75×22 95×22 95×22 95×25 95×25 120×28 120×36	32×8 32×8 32×8 38×8 38×8 38×8 48×10 48×10 60×12 60×12 60×12 75×15 75×15 75×15 95×20 95×20 95×20 120×25 120×25	32 32 32 38 38 38 48 48 60 60 75 75 75 95 95 120 120	10 10 10 12 12 15 15 15 19 19 24 24 30 30 38 38 38	7 7 7 8 8 8 10 10 12 12 16 16 16 20 20 25 25 25	5 5 5 6 6 6 8 8 8 10 10 13 13 13 16 16 20 20	4 4 4 5 5 5 6 6 6 8 8 8 10 10 12 12 16 6 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 1	M4 M4 M5 M5 M6 M6 M8 M8 M10 M10 M10 M12 M12 M16 M16	2.5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,7,7,9,9,9,12,12,12	22244455556668881010121212121212121212121212121212121	20 20 24 24 24 30 30 38 38 48 48 60 60 75 75		0.000000000000000000000000000000000000	8 6 10 8 10 12 12 12 15 18 22 28 36 36	8 8 8 8 8 10 10 112 112 115 115 120 220 225 225 225	2,5,5,5,3,3,3,3,4,4,4,5,5,5,6,6,6,8,8,8	20,0 20,0 20,0 25,3 25,3 32,1 32,1 32,1 39,4 49,6 49,6 63,2 63,2 77,1 77,1	4 4 4 4 4 5 5 5 6 6 6 8 8 8 10 10 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11	2,0 2,0	1,6,6,6,6 1,1,1,2,2,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,	0,010 0,010 0,020 0,020 0,020 0,040 0,040 0,080 0,080 0,170 0,170 0,170 0,170 0,330 0,330 0,620 0,620



Обозначени исполне		L	D	D ₁	D ₂	d	d ₁		им, олнения	<i>I</i> ₁	12	13	r	<i>r</i> ₁	r ₂	Масса, кг
I	- 11				ММ				ll l			ММ				
	48×10 48×10 48×10 60×12 60×12 75×15 75×15 75×15 95×20 95×20 120×25 120×25 120×25	48 48 48 60 60 75 75 75 95 95 120 120	15 15 15 19 19 24 24 24 30 30 30 38 38 38	12 12 15 15 15 18 18 18 22 22 22 28 28 28	9 9 12 12 16 16 16 20 20 25 25 25	6 6 8 8 10 10 12 12 12 16 16	M6 M6 M8 M8 M8 M10 M10 M12 M12 M12 M12 M16 M16	10 12 15 12 15 18 15 18 22 22 25 28 32 32 32	10 10 10 12 12 12 15 15 15 20 20 25 25	32,1 32,1 32,1 39,4 39,4 49,6 49,6 49,6 63,2 63,2 63,2 77,1 77,1	6 6 8 8 10 10 15 15 15 18 18	4 4 4 5 5 5 8 8 8 10 10 15 15 15	5 5 5 6 6 8 8 8 10 10 12 12 12	30 30 38 38 38 48 48 60 60 75 75 75	27 27 27 35 35 35 40 40 52 52 52 58 58	0,014 0,014 0,014 0,030 0,030 0,030 0,060 0,060 0,115 0,115 0,115 0,235 0,235 0,235





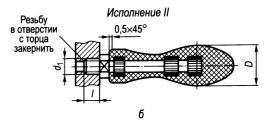


Рис. 15.9.1. Стальная (a) и пластмассовая (б) фасонные ручки (MH 4 – 64)

Примеры условного обозначения

1. Ручка фасонная стальная исполнения I с размерами *L* = 75 мм, *I* = 22 мм:

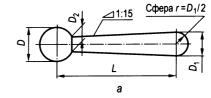
Ручка I 75×22 МН 4–64

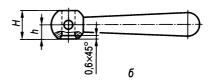
2. То же пластмассовая: Ручка I П 75×22 МН 4-64

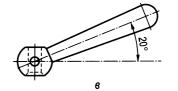
15.9. Ручки (продолжение)

Таблица 15.9.3. Размеры рукояток с шаровой головкой

				-,		, p,							
Обозначение	Исполнение	L	D	<i>D</i> ₁	D ₂	Н	h	d	d ₁	d ₂	d ₃	s	Macca,
рукоятки							A	AM		_		_	КГ
7061–0001	Заготовка	63	16	10	7	_	-	-	-	-	-	-	0,042
7061–0002	1	63	16	10	7	12,5	5,0	8	3	-	-	-	0,036
7061-0003	2	63	16	10	7	12,5	5,0	8	3	-	_	-	0,036
7061-0004	3	63	16	10	7	12,5	5,0	_	3	M8	-	-	0,036
7061–0005	4	63	16	10	7	12,5	5,0	-	3	M8	-	-	0,036
7061–0006	5	63	16	10	7	12,5	5,0	-	3	-	7,0	5	0,037
7061–0007	6	63	16	10	7	12,5	5,0	-	3	_	7,0	5	0,037
7061–0008	Заготовка	80	20	13	9	-	-	-	-	-	-	-	0,086
7061–0009	1	80	20	13	9	14,5	6	10	3	_	-	-	0,074
7061–0010	2	80	20	13	9	14,5	6	10	3	-	_	-	0,074
7061–0011	3	80	20	13	9	14,5	6	-	3	M10	_	-	0,076
7061–0012	4	80	20	13	9	14,5	6	_	3	M10	-	-	0,076
7061–0013	5	80	20	13	9	14,5	6	-	3	-	9	7	0,077
7061–0014	6	80	20	13	9	14,5	6	-	3	-	9	7	0,077
7061–0015	Заготовка	100	25	16	11	-	-	-	-	-	_	-	0,164
7061–0016	1	100	25	16	11	19,0	8,0	12	4	-	-	-	0,141
7061–0017	2	100	25	16	11	19,0	8,0	12	4	_	-	-	0,141
7061–0018	3	100	25	16	11	19,0	8,0	-	4	M12	-	-	0,142
7061–0019	4	100	25	16	11	19,0	8,0	-	4	M12	_	_	0,142
7061–0020	5	100	25	16	11	19,0	8,0	_	4	-	12,7	9	0,144
7061–0021	6	100	25	16	11	19,0	8,0	_	4	-	12,7	9	0,144
7061–0022	Заготовка	125	32	20	14	-	_	_	-	-	_	-	0,327
7061–0023	1	125	32	20	14	24	10	16	5	-	-	-	0,278
70610024	2	125	32	20	14	24	10	16	5	_	_	_	0,278
7061–0025	3	125	32	20	14	24	10	_	5	M16	-	-	0,285
7061–0026	4	125	32	20	14	24	10	_	5	M16	-	-	0,285
7061–0027	5	125	32	20	14	24	10	-	5	_	15	11	0,297
7061–0028	6	125	32	20	14	24	10	-	5	-	15	11	0,297
7061–0029	Заготовка	160	40	25	18	_	-	-	-	-	_	-	0,665
7061–0030	1	160	40	25	18	30	12,5	20	6	-	_	-	0,564
7061–0031	2	160	40	25	18	30	12,5	20	6	-	_	_	0,564
7061-0032	3	160	40	25	18	30	12,5	-	6	M20	_	_	0,577
7061–0033	4	160	40	25	18	30	12,5	-	6	M20	-	-	0,577
7061–0034	5	160	40	25	18	30	12,5	-	6	-	19,3	14	0,591
7061–0035	6	160	40	25	18	30	12,5	-	6	-	19,3	14	0,591







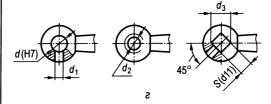


Рис. 15.9.2. Рукоятки с шаровой головкой (ГОСТ 3055–69):

- a заготовка; δ исполнения 1, 3, 5; ϵ то же 2, 4, 6;
- г исполнения отверстий головок для исполнений
- 1, 2, 4 и 5, 6 рукояток соответственно

Примеры условного обозначения

- 1. Рукоятка с шаровой головкой размером *L*=63 мм:
 - Рукоятка 7061-0002 ГОСТ 3055-69
- 2. То же для заготовки рукоятки:
 - Заготовка 7061-0001 ГОСТ 3055-69

15.9. Ручки (продолжение)

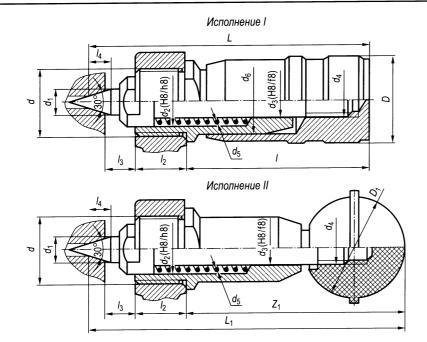


Рис. 15.9.3. Ручка переключения с фиксатором (по нормалям ЭНИМСа)

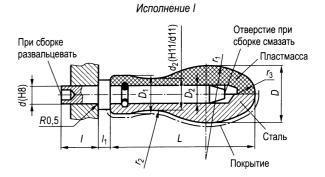
Таблица 15.9.4. Размеры ручек переключения с фиксатором, мм

D	D ₁	d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	L _{max}	L _{1max}	1*	I ₁ *	l ₂	<i>I</i> ₃	14
24	30	M18×1,5	8	14	10	М8	10	18	80	90	55	65	15	5	7
28	40	M22×1,5	10	16	12	M12	1,2	22	100	110	70	80	18	6	8
32	50	M27×1,5	12	20	14	M12	1,6	26	125	135	90	100	22	6	10

^{*} Размеры приближенные.

Пример условного обозначения

Рукоятка вращающаяся пластмассовая исполнения I с размерами L=75 мм, I=22 мм: *Рукоятка I П* 75×22 MH 5–64



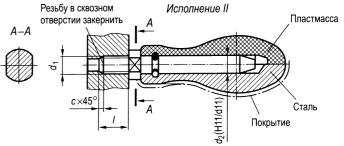


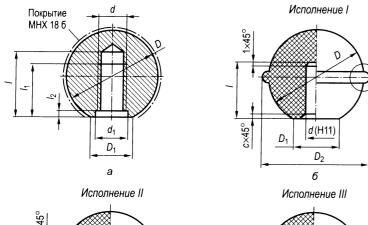
Рис. 15.9.4. Рукоятка вращающаяся (МН 5-64)

Таблица 15.9.5. Размеры рукояток вращающихся, мм

L	D	D ₁	D ₂	d	d ₁	d ₂	/д испол		<i>I</i> ₁	<i>r</i> ₁	r ₂	r ₃	С
60	19	15	12	8	М8	8	12	12	5	38	35	6	_
60	19	15	12	8	M8	8	15	12	5	38	35	6	_
60	19	15	12	8	M8	8	18	12	5	38	35	6	-
75	24	18	16	10	M10	10	15	15	8	48	40	8	1,5
75	24	18	16	10	M10	10	18	15	8	48	40	8	1,5
75	24	18	16	10	M10	10	22	15	8	48	40	8	1,5
95	30	22	20	12	M12	12	22	20	10	60	52	10	-
95	30	22	20	12	M12	12	25	20	10	60	52	10	
95	30	22	20	12	M12	12	28	20	10	60	52	10	-
120	38	28	25	16	M16	16	28	25	12	75	58	12	2,0
120	38	28	25	16	M16	16	32	25	12	75	58	12	2,0
120	38	28	25	16	M16	16	36	25	12	75	58	12	2,0

Примечание. Обозначение стальной рукоятки состоит из номера исполнения (I или II) и значений $L \times I$ (например, I 60×12), обозначение пластмассовой рукоятки кроме перечисленных символов содержит букву «П» (например, I Π 60×12).

15.9. Ручки (окончание)



A CONTRACTOR OF THE PARTY OF TH

<u>d</u>1

Рис. 15.9.5. Ручки шаровые по МН 6–64: a – стальная (сталь 15 или 35); δ – e – пластмассовые

Таблица 15.9.6. Размеры стальных шаровых ручек, мм

Обозначение	D	D ₁	d	d ₁	I	11	12	Масса, кг
ручки				ММ				Iviacca, ki
12	12	8	M5	6	8	7	1,0	0,01
16	16	10	М6	7	13	9	1,5	0,02
22	22	12	M8	10	16	14	2,5	0,03
30	30	15	M10	12	18	14	3,0	0,10
40	40	18	M12	14	30	24	3,0	0,25
50	50	20	M12	14	30	24	3,0	0,50

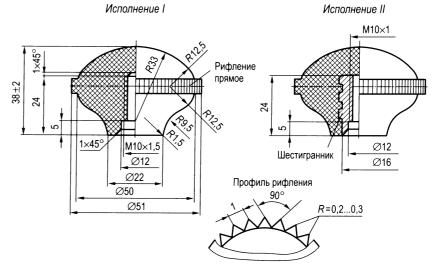


Рис. 15.9.6. Ручки рычагов управления по МН 2725-64

Таблица 15.9.7. Размеры пластмассовых шаровых ручек, мм

D						/ для ис	полнения	,					са, кг, толнения
	D ₁	D ₂	d	d ₁	d ₂	1, 11	111	/1	r	b	С	1, 11	III
12*	8	13	5	M5	6	7	_	2,0	0,25	0,5	0,8	0,001	_
16*	10	17	6	M6	7	9	_	2,0	0,25	0,5	0,8	0,003	-
22*	12	23	8	M8	10	16	_	2,5	0,50	1,0	1,2	0,006	
30	15	31	10	M10	12	18	18	2,5	0,50	1,0	1,2	0,018	0,025
40	18	42	12	M12	14	24	24	3,0	1,00	2,0	1,8	0,041	0,050
50	20	52	12	M12	14	24	24	3,0	1,00	2,0	1,8	0,083	0,090

Примечание. Обозначение ручки состоит из номера исполнения (I, II или III),

значения *D* и буквы (букв) соответствующей ее цвету: П – черный, ПК – красный, ПБ – белый (например, I П 12).

Примеры условного обозначения

- 1. Ручка шаровая стальная диаметром *D*=50 мм:
 - Ручка 50 МН 6-64
- 2. То же из пластмассы черного цвета исполнения I диаметром D=50 мм:

Ручка I П 50 МН 6–64

3. Ручка рычага управления исполнения I:

Ручка I МН 2725-64

^{*} Только для ручек исполнений I и II.

15.10. Ступицы рукояток

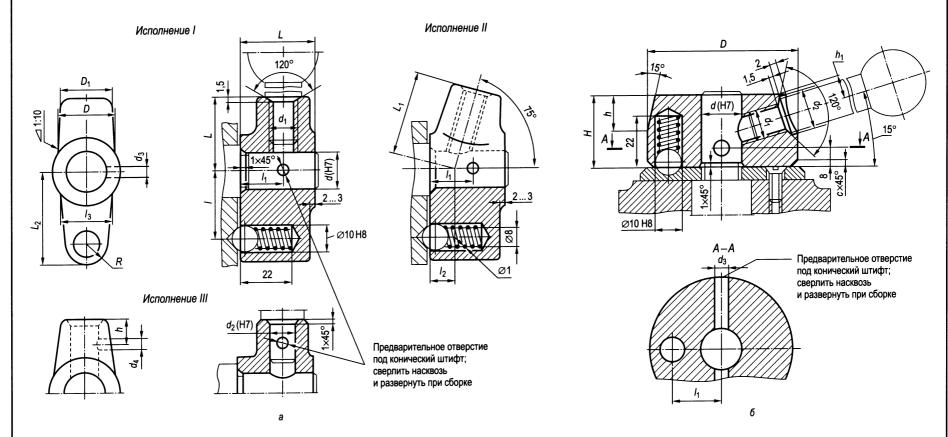


Рис. 15.10.1. Ступицы рукояток переключения с фиксацией

Таблица 15.10.2. Размеры ступиц, приведенных на рис. 15.10.1, а, мм

d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	D	$D_1 = I_3$	R	L	L ₁	L ₂	1	11	12	h
18	M12	12	6	4	32	22	9	32	35	38	30	18	11	10
22	M16	16	6	4	40	28	11	40	40	49	40	22	14	12

Примечание. Материал ступиц – чугун марки СЧ15.

Таблица 15.10.2. Размеры ступиц, приведенных на рис. 15.10.1, б, мм

D	d	d ₁	d ₂	d ₃	11	Н	h	h ₁	С	d ₃ ×I
65	18	M12	17	6	24	30	18	10	2	6×70
80	22	M16	21	6	32	36	22	12	2,5	6×80

Примечание. Материал ступиц – сталь марки Ст5.

15.11. Стержни рукояток под шаровые ручки

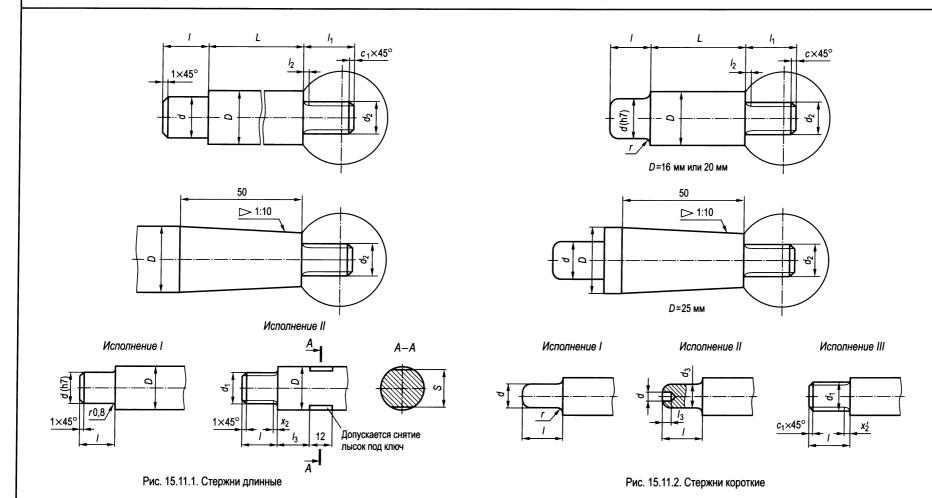


Таблица 15.11.1. Размеры коротких стержней, мм

D	d	d ₁	d ₂	d ₃	r	L		1		11	<i>x</i> ₂	x ₂ '	<i>l</i> ₃	С	C ₁
16	10	M10	М8	7	0,5	36	13	16	20	12	1,8	2,2	4	1,2	1,5
20	12	M12	M12	9	0,8	45	16	20	25	20	2,6	2,6	5	1,8	1,8
25	16	М16	M12	12	0,8	56	20	25	32	20	2,6	3,0	6	1,8	2,0

Таблица 15.11.2. Размеры длинных стержней, мм

D	d	d ₁	d ₂		I	<i>I</i> ₁	l ₃	S	С	c ₁	x ₂ '	х2				L		
16	12	M12	М8	16	20	12	12	14	1,8	1,2	2,2	1,8	65	80	100	125	160	200
20	16	М16	M12	20	25	20	16	17	2,0	1,8	2,6	2,6	160	200	250	320	400	_
25	20	M20	M12	25	32	20	20	22	2,5	1,8	3,0	2,6	320	400	500	625	-	-

15.12. Маховички

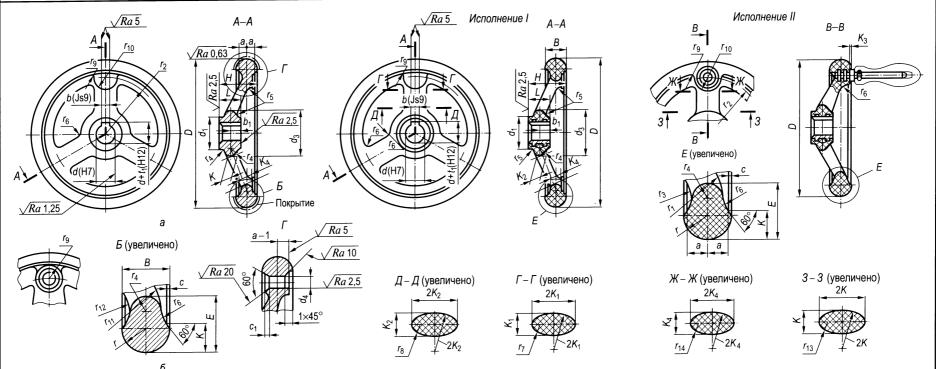


Рис. 15.12.1. Металлические маховички со спицами (a) и вариант исполнения платика при применении маховичка с ручкой (б)

Рис. 15.12.2. Пластмассовые маховички со спицами

Таблица 15.12.1. Размеры маховичков со спицами (МН 8-64), мм

Примечание. Обозначение пластмассового маховичка состоит из номера исполнения (Тили II), буквы П и значения D (например, ГП 125), а металлического маховичка только из значения D (например, 125).

^{*1} Только для металлических маховичков. *2 Гладкое по Н8, возможна метрическая резьба того же диаметра. *3 Число спиц. *4 В числителе масса пластмассового, а в знаменателе – металлического маховичков, кг.

15.12. Маховички (окончание)

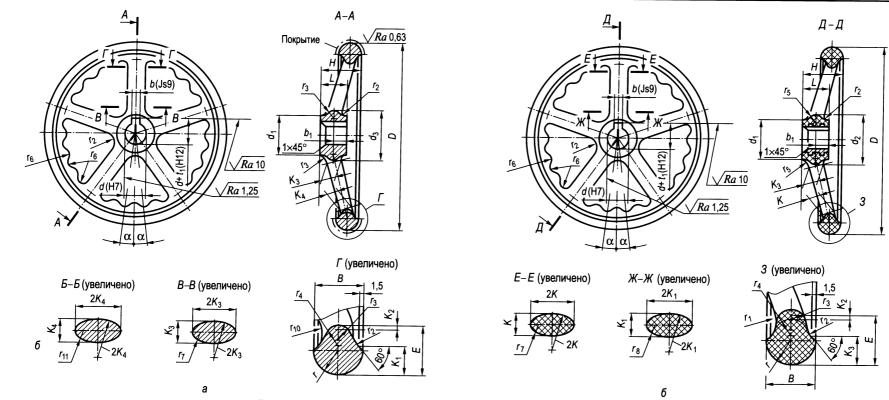


Рис. 15.12.3. Маховички со спицами и выемками металлические (a) и пластмассовые (δ)

Таблица 15.12.2. Размеры маховичков со спицами и выемками (МН 9-64), мм

D	d	d ₁	d ₂	d ₃	Н	L	В	d+t ₁	b	<i>b</i> ₁	Ε	r	<i>r</i> ₁	r ₂	r ₃	r ₄	<i>r</i> ₅	r ₆	r ₇	r ₈	r ₉	r ₁₀	r ₁₁	К	<i>K</i> ₁	K ₂	<i>K</i> ₃	K₄	α	z *	Масса**, кг
250	25	45	65	60	50	28	25	27,5	8	11	28	12,5	26	4	8	10	9	12	5,5	6	30	24	4,5	15	18	5	16	12	9°	3/3	0,55/2,5
320		55	75	72	55	34	28	32,6	8	13	32	14,0	30	5	9	11,5	10	13	6,0	6,5	35	28	5,0	17	20	6	18	14	7°30′		1,30/6,0
400	36	65	-	85	65	40	32	38,9	10	15	36	16,0	-	6	10	12	_	14	6,5	_	_	45	5,5	_	_	6,5	20	16	6°	-/5	-/10.0
500	40	75	-	95	75	45	36	42,9	12	17	40	18,0	-	7	11	13,5	-	15	7,0	-	-	65	6,0	-	-	7,0	22	18	5°	-/-	-/15,5

^{*} В числителе число спиц пластмассового, в знаменателе металлического маховичка. ** То же только масса, кг.

Примеры условного обозначения

- 1. Чугунный маховичок диаметром D = 250 мм:
 - Маховичок 250 MH 9-64
- 2. То же пластмассовый: Маховичок П250 МН 9-64

16. ЦЕПНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Цепные передачи применяют для передачи вращения и нагрузки между параллельными валами путем зацеплений роликов, установленных на шарнирах цепи, за зубья ведущей и ведомой звездочек. По сравнению с ременными передачами цепные имеют большую нагрузочную способность и постоянное среднее передаточное отношение $u_{\rm cp}={\rm const.}$ К недостаткам цепных передач можно отнести износ шарниров в цепи, непостоянство мгновенного передаточного отношения, необходимость смазывания и регулирования натяжения цепи. Ниже приведены сведения о приводных и тяговых цепях, а также звездочках, работающих с ними в паре.

16.1. Цепи приводные роликовые. Роликовые цепи имеют широкое распространение. Их применяют при скорости цепи $v \le 15$ м/с. Приводные роликовые цепи состоят из внешних 6 и внутренних 7 пластин, валика 3, втулки 2 и ролика 1. Сочленение внешних и внутренних пластин образует шарнир скольжения. Для этого втулка 2 надета на валик 3 с зазором, благодаря чему она может свободно вращаться, внешние пластины напрессованы на валик, а внутренние — на втулку. Для снижения трения втулки 2 о зуб звездочки при входе и выходе из зацепления на втулку надет ролик 1 с зазором.

Роликовые цепи выпускают одно- (ПР), двух- (2ПР), трех- (3ПР) и четырехрядными (4ПР). При больших нагрузках и скоростях используют многорядные цепи. Это позволяет уменьшить шаг цепи, а также радиальные размеры звездочек, скорость движения цепи и динамические нагрузки. В цепных передачах обычно применяют цепи с четным числом звеньев, при этом концы их соединяют простыми соединительными звеньями. Если используют цепи с нечетным числом звеньев, то концы их соединяют переходным звеном с изогнутыми пластинами.

16.2. Звездочки для приводных роликовых цепей. Звездочки с профилем без смещения центров дуг впадин рекомендуется применять в особо точных кинематических реверсивных передачах с цепями типа ПР и 2ПР. В остальных случаях лучше использовать звездочки с профилем со смещением центров дуг впадин. Построение профиля зубьев начинают с деления окружности звездочки диаметром $d_{\rm д}$ на z частей. Через центр окружности $d_{\rm д}$ и полученные точки проводят осевые линии впадин зубьев. Из точек O радиусом r очерчивают дуги, находят точки O_1 и O_2 . Радиусами r_1 и r_2 проводят соответственно дуги EF и GK. Касательно к этим дугам проводят прямой участок FG.

16.3. Цепи тяговые разборные. Цепи имеют подвижность в двух направлениях. Их применяют в качестве тяговых элементов в пространственных конвейерах. Тяговые разборные цепи изготавливают двух типов: с вращающимися (тип Р1) и фиксированными (тип Р2) валиками. Угол у поворота звеньев в плоскости осей шарниров обычно составляет не менее 3°. Для цепей, используемых в пространственных конвейерах, этот угол должен быть не менее 13°.

- **16.4. Звездочки для тяговых разборных цепей.** Представлены зависимости для расчета и построения профиля и венцов зубьев звездочек для тяговых разборных цепей.
- **16.5. Цепи тяговые пластинчатые.** Цепи тяговые пластинчатые применяют в транспортирующих машинах в качестве тягового элемента. Работают они с малыми скоростями.

ГОСТ 583–81 устанавливает четыре типа тяговых пластинчатых цепей: 1 – втулочные, 2 – роликовые, 3 – катковые с гладкими катками с подшипниками скольжения, 4 – катковые с ребордами на катках с подшипниками скольжения. По конструкции цепи каждого типа изготавливают в трех исполнениях: 1 – неразборная, 2 – разборная цепь со сплошными валиками (буква М), 3 – неразборная цепь с полыми валиками (буква МС). На листе показаны тяговые пластинчатые цепи типов 1–3 исполнений 1 и 2 как наиболее востребуемые в технике.

16.6. Звездочки для тяговых пластинчатых цепей. Приведены основные зависимости для расчета и построения профилей зубьев звездочек типа 1 с геометрической характеристикой зацепления $\lambda \le 2,2$ и типа 2 с $\lambda > 2,2$ (см. рис. 16.8.1), а также зависимости для расчета и построения боковой поверхности зубьев. Форма боковой поверхности зубьев звездочки может иметь четыре исполнения. Исполнение 2 допускает изготовление звездочек с бочкообразным зубом для компенсации их осевого смещения. Звездочки исполнения 3 применяют в передачах, работающих в загрязненных средах.

16.7. Звездочки натяжные. Для регулирования провисания цепи кроме звездочки цепной передачи применяют натяжные звездочки. Предложены различные конструктивные решения регулирования провисания цепи, вызванного износом шарниров цепи и ее удлинением. Натяжные звездочки следует по возможности устанавливать на ведомой ветви цепи. Число зубьев такой звездочки обычно принимают равным числу зубьев малой звездочки.

16.8. Ограждения и смазывание цепной передачи. Ограждения используют для защиты цепных передач от загрязнения, для уменьшения шума, обеспечения безопасности работы, смазывания цепи и звездочек передачи и регулирования натяжения цепи. На рис. 16.8.1 показано ограждение (защитный кожух) сварное, выполненное из стальных листов. Ограждение имеет плоскость разъема по осям звездочек. На корпусе имеется устройство для регулирования натяжения цепи. Смазывание передачи консистентной смазкой периодическое. На рис. 16.8.2 представлено штампосварное ограждение со сложной плоскостью разъема и устройством для регулирования натяжения цепи. Смазывание передачи осуществляется окунанием ведомой звездочки и цепи в масляную ванну.

16.1. Цепи приводные роликовые

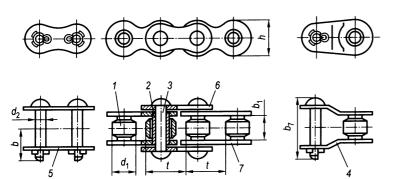


Рис. 16.1.1. Цепи однорядные типа ПР:

1 – ролик; 2 – втулка; 3 – валик; 4 – переходное звено; 5 – соединительное звено;

6 – внешняя пластина; 7 – внутренняя пластина

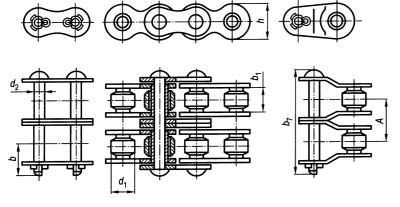


Рис. 16.1.2. Цепи двухрядные типа 2ПР

Примеры условного обозначения

1. Цепь приводная роликовая однорядная с шагом t = 12,7 мм, расстоянием между внутренними пластинами b_1 = 7,75 мм и разрушающей нагрузкой F_p = 18,2 кH:

ПР-12,7-18,2 ГОСТ 13568-97

2. То же с расстоянием $b_1 = 5,40$ мм:

ПР-12,7-18,2-1 ГОСТ 13568-97

Таблица 16.1.1. Параметры и размеры однорядных цепей типа ПР (ГОСТ 13568-97)

Типоразмер	t	<i>b</i> ₁ , не менее	d ₂	d ₁	h	<i>b</i> ₇ не более	b	F*,	Масса 1 м
цепи		no moneo		ММ				кН	цепи, кг
ПР-8-4.6	8,0	3,00	2,31	5,00	7,5	12	7	4,6	0,20
ПР-9,525-9,1	9,525	5,72	3,28	6,35	8,5	17	10	9,1	0,45
ПР-12,7-10-1	12,7	2,40	3,66	7,75	10,0	10,5	6,3	10,0	0,30
ПР-12,7-9	12,7	3,30	3,66	7,75	10,0	12	7	9,0	0,35
ПР-12,7-18,2-1	12,7	5,40	4,45	8,51	11,8	19	10	18,2	0,65
ПР-12,7-18,2	12,7	7,75	4,45	8,51	11,8	21	11	18,2	0,75
ПР-15,875-23-1	15,875	6,48	5,08	10,16	14,8	20	11	23,0	0,80
ПР-15,875-23	15,875	9,65	5,08	10,16	14,8	24	13	23,0	1,00
ПР-19,05-31,8	19,05	12,70	5,94	11,91	18,2	33	18	31,8	1,90
ПР-25,4-60	25,4	15,88	7,92	15,88	24,2	39	22	60,0	2,60
ПР-31,75-89	31,75	19,05	9,53	19,05	30,2	46	24	89,0	3,80
ПР-38,1-127	38,1	25,40	11,10	22,23	36,2	58	30	127,0	5,50
ПР-44,45-172,4	44,45	25,40	12,70	25,40	42,4	62	34	172,4	7,50
ПР-50,8-227	50,8	31,75	14,27	28,58	48,3	72	38	227,0	9,7
ПР-63,5-354	63,5	38,10	19,84	39,68	60,4	89	48	354,0	16,0

Таблица 16.1.2. Параметры и размеры двух- и трехрядных цепей типа 2ПР и 3ПР (ГОСТ 13568–97)

Типоразмер	t	<i>b</i> ₁ , не менее	d ₂	d ₁	Α	h	<i>b</i> ₇ не более	b	F*,	Macca 1 M
цепи				м	М				кН	цепи, кг
					Цепи ти	а 2ПР				
2ПР-12,7-31,8	12,7	7,75	4,45	8,51	13,92	11,80	35	11	31,8	1,4
2ПР-15,875-45,4	15,875	9,65	5,08	10,16	16,59	14,80	41	13	45,4	1,9
2ΠP-19,05-64	19,05	12,70	5,96	11,91	22,78	18,08	53,4	17,75	64,0	2,9
2ΠP-25,4-114	25,4	15,88	7,92	15,88	29,29	24,20	68	22	114,0	5,0
2ПP-31,75-177	31,75	19,05	9,53	19,05	35,76	30,20	82	24	177,0	7,3
2ΠP-38,1-254	38,1	25,40	11,10	22,23	45,44	36,20	104	30	254,0	11,0
2ПР-44,45-344	44,45	25,40	12,70	25,40	48,87	42,24	110	34	344,8	14,4
2ПР-50,8-453,6	50,8	31,75	14,27	28,58	58,55	48,30	130	38	453,6	19,1
					Цепи ти	па ЗПР				
3ПР-12,7-45,4	12,7	7,75	4,45	8,51	13,92	11,80	50	11	45,4	2,0
ЗПР-15,875-68,1	15,875	9,65	5,08	10,16	16,59	14,80	57	13	68,1	2,8
3ПР-19,05-96	19,05	12,70	5,96	11,91	22,78	18,08	76,2	17,75	96,0	4,3
3ПР-25,4-171	25,4	15,88	7,92	15,88	29,29	24,20	98	22	171,0	7,5
3ПР-31,75-265,5	31,75	19,05	9,53	19,05	35,76	30,20	120	24	265,5	11,0

^{*} Здесь и далее в этой главе F_p – разрушающая нагрузка.

16.2. Звездочки для приводных роликовых цепей

Таблица 16.2.1. Основные соотношения для расчета звездочки (ГОСТ 591–69)

Параметр	Расчетная формула, значение										
Число зубьев звездочки	Значения z выбирают в зависимости от скорости и нагрузки										
Геометрическая характеристика зацепления λ	λ = t/d_1 , где d_1 – диаметр ролика										
Коэффициент <i>К</i> высоты зуба	λ 1,4–1,50 1,51–1,60 1,61–1,70 1,71–1,80 1,81–2,0 κ 0,480 0,532 0,555 0,565 0,575										
Диаметр делительной окружности <i>d_д</i>	$d_{\rm p} = t \csc 180^{\circ}/z = t/\sin(180^{\circ}/z)$										
Диаметр окружности выступов <i>D</i> _е	$D_{\rm e}=t\left[K+{\rm ctg}\left(180^{\rm o}/z\right)\right]$										
Диаметр окружности впадин <i>D_i</i>	$D_i = d_{\mathbf{n}} - 2r$										
Радиус впадины <i>г</i>	$r = 0.5025d_1 + 0.05$ mm										
Радиус сопряжения <i>r</i> ₁	$r_1 = 0.8d_1 + r = 1.3025d_1 + 0.05$ mm										
Радиус головки зуба <i>г</i> ₂	$r_2 = d_1(1,24\cos\varphi + 0.8\cos\beta - 1,3025) - 0.05$ мм										
Половина угла впадины α	$\alpha = 55^{\circ} - 60^{\circ}/z$										
Угол сопряжения В	β=18°-56°/z										
Половина угла зуба ф	$\varphi=17^{\circ}-64^{\circ}/z=90^{\circ}-180^{\circ}/z-(\alpha+\beta)$										
Прямой участок профиля <i>FG</i>	$FG=d_1(1,24\sin\varphi-0.8\sin\beta)$										
Расстояние от центра дуги впадины до центра дуги головки зуба <i>OO</i> ₂	OO ₂ =1,24 <i>d</i> ₁										
Смещение центра дуг впадин е	e = 0.03 t										
Координаты точек О ₁ и О ₂	$x_1=0.8d_1\sin\alpha; y_1=0.8d_1\cos\alpha;$ $x_2=1.24d_1\cos180^\circ/z; y_2=1.24d_1\sin180^\circ/z$										
Радиус закругления зуба (наименьший) $\it r_{ m 3}$	$r_3 = 1,7d_1$										
Расстояние от вершины зуба до линии центров дуг закруглений <i>h</i>	$h = 0.8d_1$										
Диаметр обода (наибольший)	$D_c = t \cot 180^{\circ}/z - 1.3h$										
Радиус закругления: при <i>t</i> ≤ 35 мм	r ₄ =1,6 mm										
при <i>t</i> >35 мм	r ₄ =2,5 mm										
Ширина зуба звездочки в: однорядной	$b_1 = 0.93b_1^{**} - 0.15 \text{ MM}$										
двух- и трехрядной	<i>b</i> ₂ =0,90 <i>b</i> ₁ **-0,15 мм										
многорядной	$b_n = 0.86b_1^{**} - 0.30 \text{ mm}$										
Ширина венца многорядной звездочки <i>В</i>	$B_n = (n-1)A + b_n$, где $n - $ число рядов										

^{*} При $d_{\rm g} < 150$ мм допускается $D_{\rm c} = t$ ctg $180^{\circ}/z - 1,3h$. ** Расстояние между внутренними пластинами цепи.

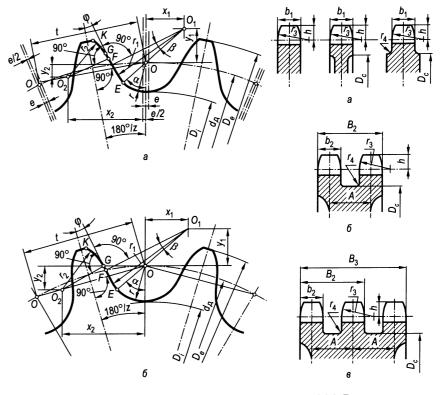


Рис. 16.2.1. Профили зубьев звездочек со смещением (a) и без смещения центров дуг впадин (δ)

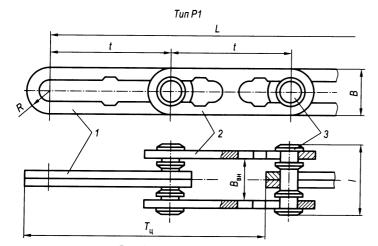
Рис. 16.2.2. Поперечные сечения зубчатых венцов одно- (а); двух- (б) и трехрядных (в)

Таблица 16.2.2. Рекомендуемые числа зубьев звездочки z в зависимости от передаточного числа u

u	1	2	3	4	5
Z	27–30	25–28	23–26	21–24	19–22

Примечание. При выборе числа зубьев звездочки предпочтение следует отдавать наибольшему значению.

16.3. Цепи тяговые разборные



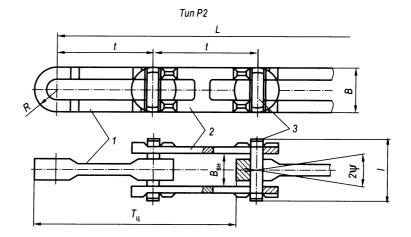


Рис. 16.3.1. Цепь с вращающимися (тип Р1) и с фиксированными (тип Р2) валиками (1 – внутреннее звено; 2 – наружное звено; 3 – валик)

Таблица 16.3.1. Основные параметры и размеры цепей (ГОСТ 589-85)

t	T _u	$\Delta T_{\rm u}$	В, не более	В _{вн} , не менее	<i>I</i> , не более	F _n	F _p	Macca	Удельная
		<u> </u>	мм	Вн	1 ,,	ļ	менее	1 м цепи, кг, не более	масса, кг/кН, не более
63	126	±2,0	18	15	35	38	63	1,4	0,0272
80	160	±2,5	30	21	48	60	106	3,2	0,0301
80	160	±2,5	42	32	73	174	290	8,7	0,0300
100	200	±2,5	32	27	56	96	160	3,8	0,0237
100	200	±2,5	37	27	60	132	290	5,2	0,0236
125	250	±3,0	46	34	73	150	250	7,4	0,0296
160	320	±3,0	40	34	73	174	290	5,7	0,0196
160	320	±3,0	59	42	92	240	400	9,1	0,0227
200	400	±3,0	66	52	107	380	630	16,5	0,0262
250	500	±3,0	80	63	127	600	1000	24,0	0,0240

Примечания: 1. Общее удлинение при пробной нагрузке F_n составляет не более 1,8 %, а при разрыве – не менее 4,5 %. 2. t – шаг звена расчетный; $T_{\rm q}$ – шаг зацепления номинальный; $\Delta T_{\rm q}$ – предельное отклонение.

Примеры условного обозначения

1. Цель типа Р1 с шагом t= 80 мм и разрушающей силой $F_{\scriptscriptstyle D}$ = 106 кН:

Цепь P1-80-106 ГОСТ 589-85

2. То же типа Р2:

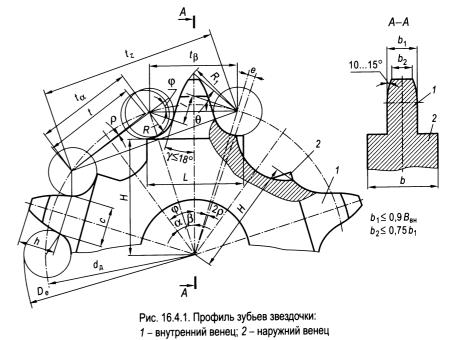
Цепь P2-80-106 ГОСТ 589-85

16.4. Звездочки для тяговых разборных цепей

Таблица 16.4.1. Основные соотношения для расчета звездочки (ГОСТ 593-75)

Параметр	Расчетная формула для комбинированных звездочек
Число зубьев звездочки	z≥4
Шаг и ширина звена, расстояние между наружными звеньями, предельное отклонение шага зацепления	Значения $t;B;B_{ exttt{BH}}$ и $\Delta T_{ exttt{q}}$ выбирают по ГОСТ 589–85
Угол заострения зуба ү	γ≤18°
Предельно допустимое увеличение шага зацепления цепи при эксплуатации	δ≤0,25 <i>B</i>
Половина центрального угла шага звездочки	$\varphi = 180^{\circ}/z$
Компенсирующий зазор	$e \ge rac{1.4 \Delta T_{ m u}}{\cos \phi} \sqrt{z} $
Шаг центров построения впадины	$t_{\alpha} = d_{\mu} \sin \alpha$
Угол смещения	ρ = arcsin $e/d_{\rm p}$
Половина центрального угла впадины	α=φ/2+ρ
То же зуба	β=φ-α
Диаметр делительной окружности	$d_{\rm A} = \frac{t}{\sin(\phi/2)}$
Шаг центров построения зуба	$t_{\beta} = d_{\alpha} \sin \beta$
Шаг звездочки	$t_z = d_{\underline{\alpha}} \sin \Phi$
Радиус скругления	R=0,5B
Длина рабочего участка профиля	$l=t_{\beta}\sin\gamma$
Радиус скругления вершины зуба	$R_1 = t_{\beta} \cos \gamma - R$

Параметр	Расчетная формула для комбинированных звездочек
Вспомогательный угол	$\theta = \arccos(t_{\beta}/(2R_{1}))$
Диаметр окружности выступов	$D_{\text{emax}} = d_{\text{A}} \cos \beta + 2R_1 \sin \theta - 0.5R$
Расстояние от впадины до центра звездочки	$H = 0.5 d_{\text{p}} \cos \alpha - R$
Высота зуба от основания	$h = 0.5 (D_{\theta} + 2R \sin \gamma - d_{\mu} \cos \beta)$
Толщина зуба у основания	$c = t_{\beta} - 2R\cos\gamma$
Длина опорной грани звездочки	L≤t _β



16.5. Цепи тяговые пластинчатые

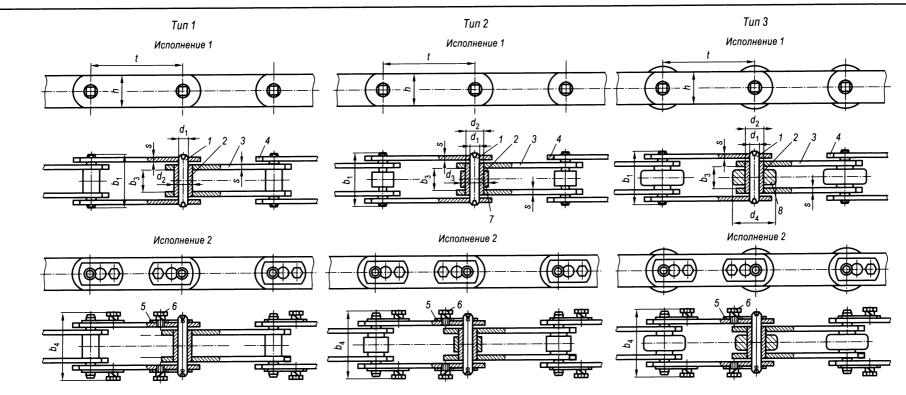


Рис. 16.5.1. Втулочная (*тип 1*), роликовая (*тип 2*) и катковая с гладкими катками (*тип 3*) тяговые пластинчатые цепи: 1 – валик; 2 – втулка; 3 – внутренняя пластина; 4 – наружная пластина; 5 – ригель; 6 – винт; 7 – ролик; 8 – каток

Таблица 16.5.1. Основные параметры и размеры цепей (ГОСТ 588-81)

Обозна-	<i>F</i> _p , кН,	t	s	<i>b</i> ₁	<i>b</i> ₃	b ₄	h	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	Обозна-		t	s	b ₁	<i>b</i> ₃	b ₄	h	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄
чение	не менее	мм		м	м, не бол	пее			мм			чение	не менее	ММ		М	м, не бол	100			ММ		
M20	20	40–160	2,5	35	15	49	18	6,0	9,0	12,5	25	M112	112	80-400	6,0	73	31	101	40	15,0	21,0	30,0	60
M28	28	50–200	3,0	40	17	56	20	7,0	10,0	15,0	30	M160	160	100-500	7,0	85	36	117	45	18,0	25,0	36,0	70
M40	40	63–250	3,5	45	19	63	25	8,5	12,5	18,0	36	M224	224	125-630	8,0	98	42	134	56	21,0	30,0	42,0	85
M56	56	63–250	4,0	52	23	72	30	10,0	15,0	21,0	42	M315	315	160-630	10,0	112	47	154	60	25,0	36,0	50,0	100
M80	80	80–315	5,0	62	27	86	35	12,0	18,0	25,0	50												

Примечание. Шаг t цепи выбирают из следующего ряда: 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630 мм.

16.6. Звездочки для тяговых пластинчатых цепей

Таблица 16.6.1. Основные соотношения для расчета звездочки с геометрической характеристикой зацепления (λ > 2,2) (ГОСТ 592–81)

Параметр	Расчетная формула
Шаг цепи	Значение t выбирают в зависимости от скорости цепи и нагрузки
Диаметр элемента зацепления соответственно для цепи типа 1, 2 и 3	$D_{\rm u} = d_2; D_{\rm u} = d_3$
Геометрическая характеристика зацепления	$\lambda = t/D_{u}$
Шаг зубьев звездочки	$t_z = t$
Число зубьев звездочки	z≥6
Диаметр делительной окружности	$d_{\rm A} = \frac{t}{\sin(180^{\circ}/z)}$
Диаметр наружной окружности	$D_{e} = t \left[K + K_{z} - (0.31/\lambda) \right]$
Диаметр окружности впадин	$D_i = d_{\mathbf{A}} - D_{\mathbf{u}}$
	К при
Коэффициент высоты зуба	$D_{\rm u} \le 80$ $D_{\rm u} > 80$
	5-10 0,56 11-25 0,46 26-60 0,65 0,56 0,56 0,35 0,50
Коэффициент числа зубьев	$K_z = \operatorname{ctg}(180^{\circ}/z)$
Смещение центров дуг впадин	$e_{\min} = 0.01t$; $e_{\max} = 0.05t$
Радиус впадин зубьев	$r = 0.5D_{\text{u}}$
Половина угла заострения зуба	γ = 1320°
Угол впадины зуба	β = 86° при z = 68; β = 68° при z = 911; β = 60° при z = 1215
Расстояние между внутренними пластинами, ширина пластины	Значения <i>b</i> ₃ и <i>h</i> выбирают по ГОСТ 588-81
Ширина зуба звездочки	$b_{f\text{max}} = 0.9b_3 - 1$; $b_{f\text{min}} = 0.87b_3 - 1.7$
Ширина вершины зуба, соответственно для цепи типа 1 и 2	$b = 0.83b_f$; $b = 0.75b_f$
Диаметр венца для цепи типа 1 и 2 соответственно	$D_c = tK_z - 1.3 h$

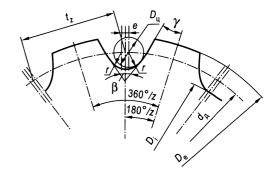


Рис. 16.6.1. Профиль зубьев звездочки с геометрической характеристикой зацепления $\lambda > 2,2$

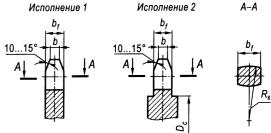
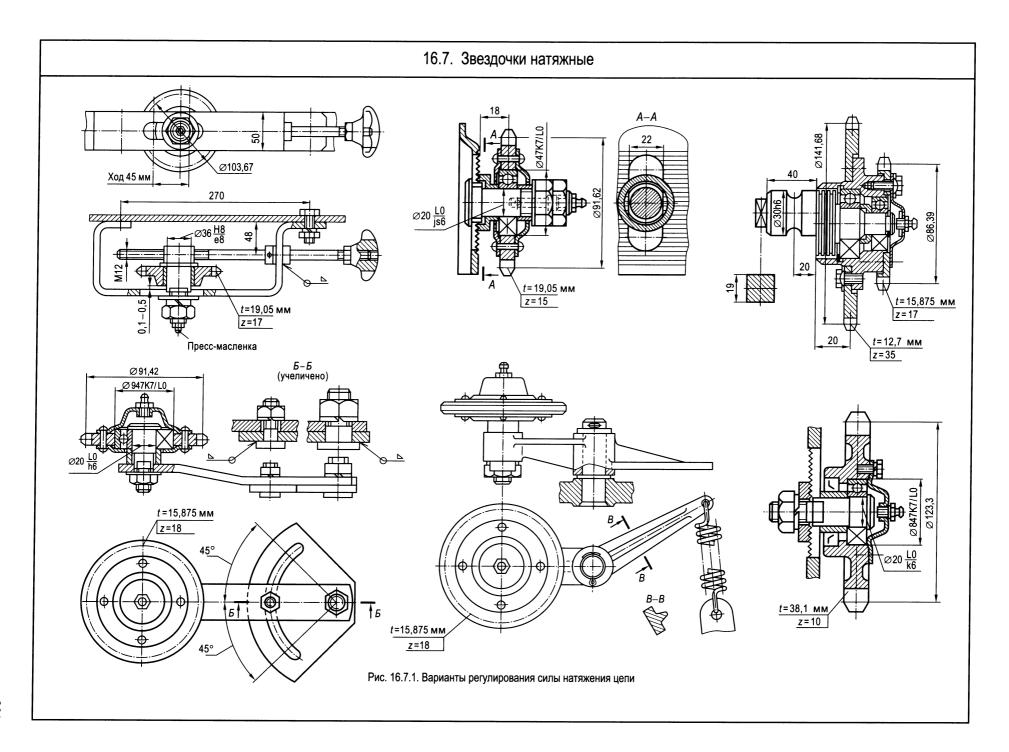
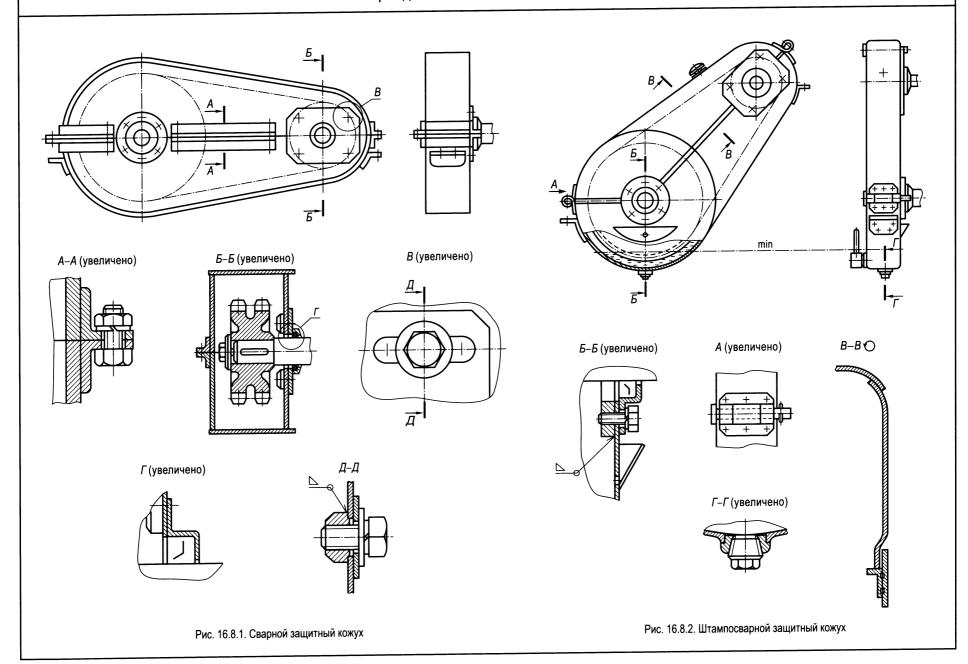


Рис. 16.6.2. Профиль боковой поверхности зубьев звездочки ($R_{\rm K}$ – радиус выпуклости, $R_{\rm K}$ = 28,65 b_3 / $\phi_{\rm C}$, где $\phi_{\rm C}$ = 3 ... 10°); $\phi_{\rm C}$ – расчетный угол условного смещения, зависящий от точности монтажа

Примечание. Диаметр делительной окружности вычисляют с точностью до 0,01 мм, линейные размеры с точностью до 0,1 мм, угловые с точностью до 1'.



16.8. Ограждения и смазывание цепной передачи



17. МЕХАНИЗМ ВИНТ-ГАЙКА

Этот механизм используют для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот. Различают механизмы скольжения, при работе которых возникает трение скольжения, и механизмы качения, работающие с трением качения. Среди последних различают роликовые и шариковые винтовые механизмы [4, 7].

17.1. Роликовый механизм винт-гайка качения. В настоящее время среди механизмов, преобразующих вращательное движение от двигателя в поступательное движение исполнительного механизма, наиболее перспективными являются роликовые механизмы винт-гайка качения (РВМ).

При одинаковых с шариковыми механизмах параметрах точности и КПД PBM превосходят их по нагрузочной способности, жесткости, надежности, долговечности, плавности хода гайки, предельной частоте вращения винта, а также по диапазону варьирования подачи гайки (осевое перемещение гайки за один оборот винта).

На практике наибольшее применение находят планетарные роликовинтовые механизмы (ПРВМ).

Наиболее простую конструкцию имеет ПРВМ с цельной гайкой (см. рис. 17.1.1). Она состоит из винта I, гайки 5 и находящихся между ними резьбовых роликов 4, которые установлены в гайке и разделены сепараторами 2.

В отверстии гайки с двух ее торцов имеются втулки 3 с внутренними зубчатыми венцами (см. рис. 17.1.1 и 17.1.2). На концах каждого ролика прямо по резьбе нарезаны наружные зубчатые венцы (см. рис. 17.1.3), которые зацепляются с внутренними зубчатыми венцами на втулках 2 (см. рис. 17.1.1). Эти дополнительные связи предотвращают вывинчивание роликов из гайки и синхронизируют их работу.

Для работы ПРВМ необходима смазка. АО "АвтоВАЗ" рекомендует смазку Роботемп (ТУ 38.5901230–90). Для удержания смазки в корпусе гайки применяют пластмассовые маслосъемные кольца 6 (см. рис. 17.1.1), имеющие сопрягаемую с резьбой винта внутреннюю резьбу.

При работе механизма винт вращается, гайка движется вдоль оси винта, а ролики, перемещаясь с гайкой, вращаются вместе с сепараторами вокруг оси винта и каждый вокруг своей оси в отверстиях сепаратора. При этом ролики обкатываются по внутренним зубчатым венцам втулок, закрепленных в корпусе.

Резьба винта и гайки многозаходная ($z_{\rm B}$ и $z_{\rm F}$ — число заходов винта и гайки), а роликов однозаходная. При этом углы подъема резьбы гайки и роликов одинаковы по величине и направлению, а углы подъема резьбы винта и роликов всегда отличаются. Часто резьбовые детали ПРВМ (винт, ролики и гайка) имеют правую резьбу при $z_{\rm B}=z_{\rm F}=5$, что обеспечивает рациональное соотношение размеров деталей механизма. Чтобы между сопрягаемыми витками винта и роликов реализовывалось трение качение, необходимо иметь следующее соотношение:

 $d_{2\Gamma}=z_{\Gamma}d_{2\mathrm{p}}$, где $d_{2\Gamma}$ и $d_{2\mathrm{p}}$ – средние диаметры резьбы гайки и ролика. Средний диаметр резьбы винта $d_{2\mathrm{B}}=(z_{\Gamma}-2)\,d_{2\mathrm{p}}$, а расстояние между осями винта и ролика $a_w=0.5\,(z_{\Gamma}-1)\,d_{2\mathrm{p}}$ (см. рис. 17.1.1).

Минимальное число роликов — три. Для повышения нагрузочной способности, осевой жесткости и других параметров число роликов увеличивают. Так, для ПРВМ с $d_{2\text{B}} = 40...50\,\text{мм}$ число роликов составляет обычно 9 или 10.

Резьбовые детали ПРВМ изготавливают со специальной резьбой, имеющей чаще всего шаг 1, 1,6 или 2 мм. Витки резьбы винта и гайки (см. рис. 17.1.4) треугольные с углом профиля 90°; витки резьбы роликов выполняют с тем же углом, но с выпуклым профилем, для того чтобы исключить кромочные контакты. Важнейшим диаметром резьбы является средний, другие диаметры выбирают конструктивно. Допуски на средние диаметры резьбы винта, роликов и гайки выбирают с учетом двух ограничений. Первое направлено на возможность сборки передачи, второе — на создание наименьшего зазора между витками указанных деталей.

Обычно ПРВМ выходят из строя вследствие изнашивания рабочих поверхностей витков резьбы винта, ролика и гайки. Поэтому винты изготавливают чаще всего из стали марок ХВГ, 8ХВА, ролики – из ХВГ и ШХ15, гайки – из ХВГ, ШХ15, 9ХС, 18ХГТ. После термообработки твердость рабочих поверхностей витков резьбы указанных деталей должна быть не ниже $60~\rm{HRC}_3$.

Конструкция ПРВМ с цельной гайкой имеет существенный недостаток - между сопрягаемыми витками резьбовых деталей передачи имеются осевые зазоры. без которых невозможно собрать передачу. Однако осевые зазоры существенно снижают жесткость и точность ПРВМ, поэтому разработаны способы их компенсации. Чаще всего на практике применяют способ, показанный на рис. 17.1.5, а. Здесь гайку ПРВМ выполняют в виде двух полугаек, между которыми устанавливают компенсатор. Сначала механической обработкой уменьшают толщину компенсатора, а затем с помощью силового механизма (на рисунке не показан) сжимают полугайки и компенсатор. При этом находящиеся между полугайками ролики перемещаются в радиальном направлении к оси винта и компенсируют осевые зазоры. Этот способ имеет целый ряд недостатков: нагрузка воспринимается только одной полугайкой, в месте контакта витков полугайки и ролика рабочая высота H_1 профиля резьбы меньше номинального значения (см. рис. 17.1.5, а) и др. В МГТУ им. Н.Э. Баумана был разработан способ, основанный на использовании цельной гайки, выполненной в виде цилиндрической тонкостенной оболочки. С помощью силового механизма гайка деформируется в радиальном направлении и перемещает ролики к оси винта вследствие чего и происходит компенсация зазоров (см. рис. 17.1.5, δ и β).

На рис. 17.1.6 представлена конструкция ПРВМ с разъемной гайкой. Передача состоит из винта 1, установленных в сепараторах 11 резьбовых роликов 9, разъемной гайки, корпусных деталей 5 и 8, которые сжимают гайку с помощью болтов 2 и гаек 3 с пружинными шайбами 4. Разъемная гайка содержит полугайки 6 и установленный между ними компенсатор 7, выполненный в виде двух полуколец (см. рис. 17.1.6, Γ). Такая конструкция компенсатора позволяет извлекать и устанавливать его без разборки гайки. В каждой полугайке закреплены кольцо 10 с внутренним зубчатым венцом и маслосъемное кольцо 12. На корпусной детали 8 выполнены базовые элементы – шейки Д, предназначенные для соединения гайки с рабочим механизмом (на рисунке не показан). Для взаимной ориентации полугаек и корпусных деталей, а также для передачи с полугаек на корпусные детали вращающегося момента от сил трения в резьбе применяется шпонка 13.

ПРВМ с цельной или разъемной гайкой серийно изготавливают в России на АО "АвтоВАЗ", размеры и параметры которых приведены в табл. 17.1.1. Типоразмер ПРВМ состоит из двух чисел: первое соответствует среднему диаметру резьбы винта, второе — осевому ходу гайки за один оборот винта.

В представленной на рис. 17.1.7 конструкции гайка показана без корпуса, так как последний предназначен для соединения ПРВМ с другими узлами или агрегатами машины, которое может быть осуществлено различными способами.

На рис. 17.1.8, 17.1.9 показаны конструкции ПРВМ с деформируемой гайкой, с помощью которой компенсируются осевые зазоры между сопрягаемыми витками резьбовых деталей. Конструкция, в которой гайка выполнена в виде цилиндрической оболочки с развитыми в радиальном направлении торцами, изображена на рис. 17.1.8. При приложении к торцам осевых сил изгибающие моменты деформируют оболочку в радиальном направлении. Длина оболочки с резьбой не может быть большой, поэтому в данной конструкции применяют две гайки: одна воспринимает осевую силу, другая является поддерживающей.

ПРВМ состоит из винта 1, сепараторов 3, резьбовых роликов 2 и двух гаек 7, установленных в корпусе 8. Отверстие корпуса закрывают крышки 5 и 11, в которых имеются втулки 12 с маслосъемными кольцами 13. Крышки 5 и 11 крепятся к корпусу 8 с помощью винтов 6. Кроме того, в крышке 5 выполнен внутренний зубчатый венец, зацепляющейся с зубчатыми венцами резьбовых роликов. Гайка, воспринимающая осевую силу, сжимается винтами 4 между крышкой 5 и прижимным элементом 15. Поддерживающая гайка сжимается винтами 9 между таким же прижимным элементом 15 и кольцом 10, имеющим внутренний зубчатый венец для сопряжения с зубчатыми венцами резьбовых роликов.

Для взаимной ориентации гаек, крышек, прижимных элементов и кольца 10 используются направляющие шпонки 14 и 17, которые крепятся к корпусу винтами 16.

На рис. 17.1.9 представлена конструкция ПРВМ, в которой гайка выполнена в виде длинной цилиндрической оболочки и нагружена внешним давлением.

Передача состоит из винта 1, сепараторов 2, резьбовых роликов 13, гайки 14, корпуса 15 с крышками 6 и 17, втулок 7 с внутренними зубчатыми венцами. Гайка 14 и втулки 7 соединены с корпусом с помощью цилиндрических штифтов 5, а крышки 6 и 17 крепятся к корпусу с помощью конических штифтов 3 и винтов 16. В крышках установлены маслосъемные кольца 18.

Гайка и корпус образуют герметичную кольцевую полость, заполняемую гидропластом 11 с помощью радиально расположенных каналов, которые закрываются винтами-пробками 12 с прокладками 4. Давление в гидропласте создается с помощью винта 8, который стопорится гайкой 9, и плунжера 10.

На рис. 17.1.10 показан пример использования ПРВМ. Представленный модуль встраивают в сварочный робот ПР 601/60. Модуль состоит из корпуса 1, электродвигателя постоянного тока 5, ПРВМ, в которую входит винт 8 и гайка 2. Для защиты винта применяется кожух 3. Винт соединен с электродвигателем муфтой 6, оснащен тормозом 7 и резольвером 4. Муфта 6 состоит из двух металлопластмассовых полумуфт с зубьями на торцовых поверхностях. В боковых пластинах корпуса имеются базовые отверстия для установки модуля на роботе, а на гайке - цапфы для соединения с другими механизмами робота. В одной опоре корпуса винт установлен на сдвоенных радиально-упорных роликовых подшипниках с большим углом конуса. Эта опора фиксирует вал в двух направлениях. Вторая опора вала выполнена плавающей с использованием радиального шарикового подшипника.

17.2. Шариковый механизм винт-гайка качения. В этих механизмах качения между витками резьбы винта и гайки размещены тела качения — шарики. Основные геометрические параметры передачи качения: номинальный диаметр d_0 (диаметр расположения центров тел качения), шаг P резьбы и диаметр D_W тел качения. Достоинства шарикового винтового механизма (ШВМ): малые потери на трение (высокий КПД), высокая несущая способность при малых габаритных размерах, высокая точность поступательного перемещения, значительный ресурс; недостатки — сложность конструкции гайки, требование высокой точности изготовления и хорошей защиты передачи от загрязнения.

На рис. 17.2.1 (a, δ) показано сечение резьбы с криволинейным профилем: полукруглым (a) и "стрельчатая арка" (δ) . Наибольшее распространение получила резьба с полукруглым профилем.

Основные геометрические параметры ШВМ с полукруглым профилем резьбы (см. рис. 17.2.1, a): номинальный диаметр d_0 ; шаг резьбы P; угол контакта α (α = 45°); число заходов резьбы z (обычно z = 1); диаметр шарика d_W ; внутренний диаметр резьбы винта $d_3 = d_0 - 1,012\,D_W$; наружный диаметр резьбы винта $d = d_0 - 0,35\,D_W$; радиус профиля резьбы $R_{\rm пp} = (1,03...1,05)R_W$; смещение центра радиуса профиля $C_{\rm пp} = (R_{\rm np} - R_W)\sin\alpha$; диаметр качения по профилю винта $d_{\rm K.B} = d_0 - D_W \cos\alpha$; диаметр качения по профилю гайки $d_{\rm K.T} = d_0 + D_W \cos\alpha$; наружный диаметр резьбы

гайки $d_{2\Gamma}=d_0+2R_{\rm np}-2C_{\rm np}$; внутренний диаметр резьбы гайки $d_{3\Gamma}=d_0+0.5(d_0-d)$; радиус галтели винта $r_{\rm B}=0.2R_W$; радиус галтели гайки $r_{\rm F}=0.15R_W$; угол подъема резьбы на диаметре $d_{\rm K.B}$ $\psi={\rm arctg}\,(Pz/\pi\,d_{\rm K.B})$; угол подъема винтовой линии на диаметре d_0 $\psi_0={\rm arctg}\,(Pz/\pi\,d_0)$.

На рис. 17.2.4 приведена типовая конструкция ШВМ с геометрическими размерами винта и гайки. В табл. 17.2.1 даны значения динамической C_a и статической C_{0a} осевой грузоподъемности ШВМ с трехвитковыми гайками ($i_{\rm B}=3$). Для механизмов, имеющих гайки с $i_{\rm B}$, равном 1, 2, 4, 5 и 6, значения динамической осевой грузоподъемности должны быть уменьшены в 2,57; 1,42; 0,78; 0,64 и 0,55 раза, а статической осевой грузоподъемности — в 3; 1,5; 0,75; 0,6 и 0,5 раза соответственно. В соответствии с основными критериями работоспособности ШВМ расчет его ведут по динамической грузоподъемности для предупреждения усталостного разрушения и по статической грузоподъемности для предупреждения пластических деформаций рабочих поверхностей.

Схемы закрепления винтов в опорах, используемых при проектировании машин и механизмов даны на рис. 17.2.5. Приведенные в табл. 17.2.3 значения коэффициентов μ и ν , зависящие от способа закрепления винта, используют для расчета винтов соответственно на статическую и динамическую устойчивость.

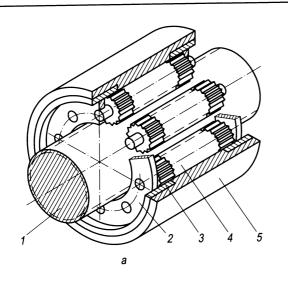
В предназначенной для восприятия радиальной и осевой сил в обоих направлениях фиксирующей опоре, изображенной на рис. 17.2.6, a, использован радиально-упорный конический роликовый подшипник по ГОСТ 6364–78, а в опоре, приведенной на рис. 17.2.6, a, — комбинированный роликовый подшипник по ГОСТ 26290–90. В плавающих опорах винтов можно использовать радиальные шариковые подшипники по ГОСТ 7242–81.

В передаче, изображенной на рис. 17.2.7, предусмотрена возможность плавного регулирования зазоров (натягов) между винтом I, телами качения и гайками 3 и 4. Используя регулировочные винты 6 и 7, поворачивают кольцо 5 и через зубчатое соединение вращают гайку 4 относительно гайки 3.

17.3. Механизм винт—**гайка скольжения.** В этих механизмах используют резьбы различного профиля (см. гл. 3). Основные геометрические параметры механизма следующие: наружный диаметр резьбы винта d, средний диаметр d_2 и шаг P резьбы.

Достоинства механизма винт—гайка скольжения: возможность создания больших осевых сил, высокая точность поступательного перемещения, малые габаритные размеры при высокой несущей способности; недостатки—высокие потери на трение, изнашивание и низкий КПД. На рис. 17.3.1 и 17.3.2 представлены примеры применения этих механизмов.

17.1. Роликовый механизм винт-гайка качения



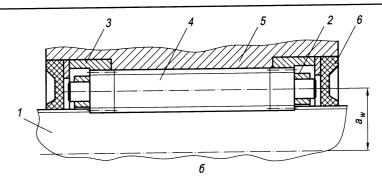
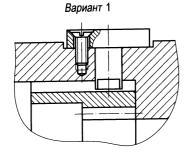


Рис. 17.1.1. Общий вид (a) и осевой разрез (δ) роликового механизма винт – гайка качения (PBM): 1- винт; 2- сепаратор; 3- втулка; 4- ролик; 5- гайка; 6- маслосъемное кольцо





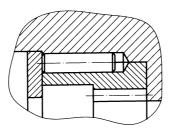
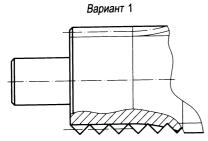


Рис. 17.1.2. Способы установки втулки в отверстие гайки



Вариант 2

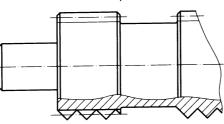
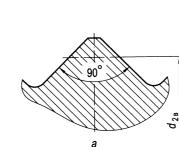
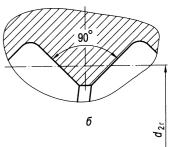


Рис. 17.1.3. Способы выполнения зубьев на концевых участках ролика





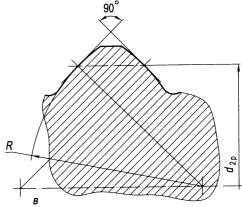


Рис. 17.1.4. Профили резьбы винта (*a*), гайки (б) и ролика (*в*)

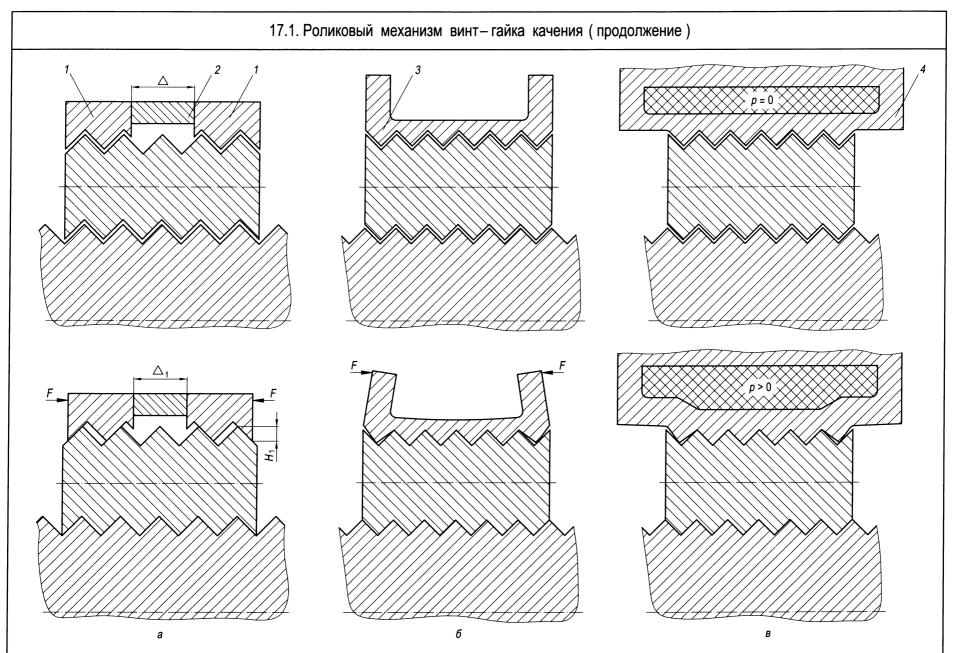
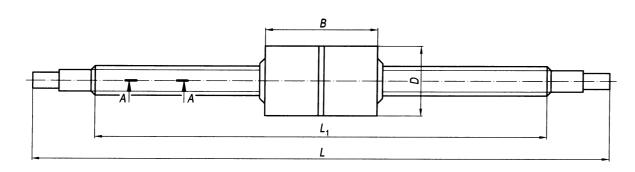


Рис. 17.1.5. Способы компенсации зазоров с помощью полугаек 1 и компенсатора 2 (а), гайки 3, деформируемой силами F (б), а также с помощью гайки 4, деформируемой давлением p (в)

17.1. Роликовый механизм винт-гайка качения (продолжение) A - A **Б** Г (на деталь 7) B-B (увеличено) Б-Б Рис. 17.1.6. Конструкция ПРВМ с гайкой, состоящей из полугаек и компенсатора: 1-винт; 2-болт; 3-гайка; 4-шайба; 5, 8-корпусные детали; 6-полугайка; 7-компенсатор; 9-ролик; 10-втулка; 11-сепаратор; 12-маслосъемное кольцо; 13-шпонка

17.1. Роликовый механизм винт-гайка качения (продолжение)



A - A (увеличено)

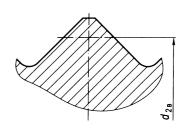


Рис. 17.1.7. Общий вид и основные размеры ПРВМ

Таблица 17.1.1. Размеры и основные параметры ПРВМ

<u> </u>	·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	,											
Типоразмер механизма	d ₂₈	D	В	L ₁	L	Ход резьбы винта	Осевой люфт гайки	Тип гайки *		δ ^{**} , мм, для / _{баз} , мм [F] _{дин} [F] _{ст} Осевая жесткость с при F		Сила сжатия полугаек, кН	Вращающий момент холостого хода,			
				ММ					25	300	К	Н	<i>c</i> , Н / мкм	<i>F</i> , кН		<i>Т_{хх}</i> , Н⋅м
21×5	21	48	75	125	212	5	0,05	Ц	0,004	0,01	10	20	400	5	-	_
25×10	25	53	70	360	750	10	0,05	Ц	0,010	0,05	58,7	109,7	300	3	-	-
39×8	39	80	101	200	851	8	-	P	0,006	0,02	50	127	570	6,35	2,1	1,5 – 2,5
39×10	39	80	100	720	891	10	0,04	Ц	0,006	0,02	50	127	800	8	-	-
48×8	48	100	127	700	1120	8	_	Р	0,006	0,02	96,5	200	900	10	4	1,5 - 2,5
48×10	48	100	127	820	1030	10	-	Р	0,006	0,03	96,5	200	900	10	4	1,5 - 2,5
60×8	60	120	150	848	1608	8	-	Р	0,006	0,04	140	420	1300	14	4	1,5 - 2,5
63×10	63	120	150	1480	1745	10	-	Р	0,006	0,04	140	420	1300	14	4	1,5 - 2,5

Примечания: 1. Число заходов винта равно 5. 2. На рисунке показан ПРВМ, состоящий из полугаек и компенсатора. Корпусные детали (см. рис. 17.1.6) не показаны.

^{*}Ц – цельная; Р – разъемная.

**
Наибольшая кинематическая погрешность на базовой длине винта /_{баз}.

17.1. Роликовый механизм винт – гайка качения (продолжение)

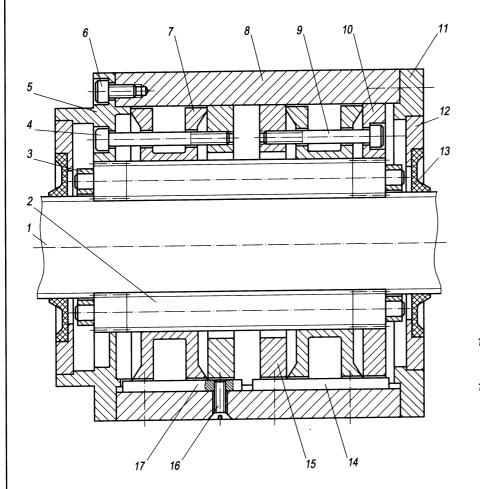


Рис. 17.1.8. Конструкция ПРВМ с гайкой, деформируемой осевыми силами: 1—ходовой винт; 2—ролик; 3—сепаратор; 4, 6, 9, 16—винты; 5, 11—крышки; 7—полугайка; 8—корпус; 10—кольцо; 12—втулка; 13—маслосъемное кольцо; 14,17—шпонки; 15—прижимной элемент

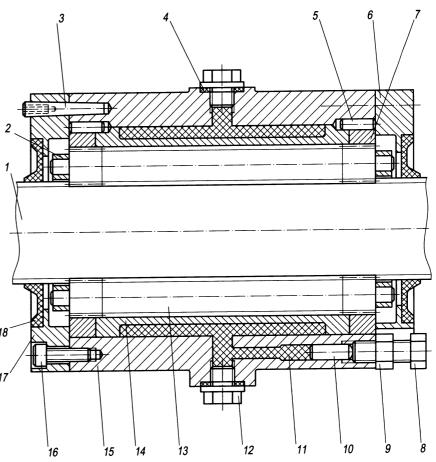
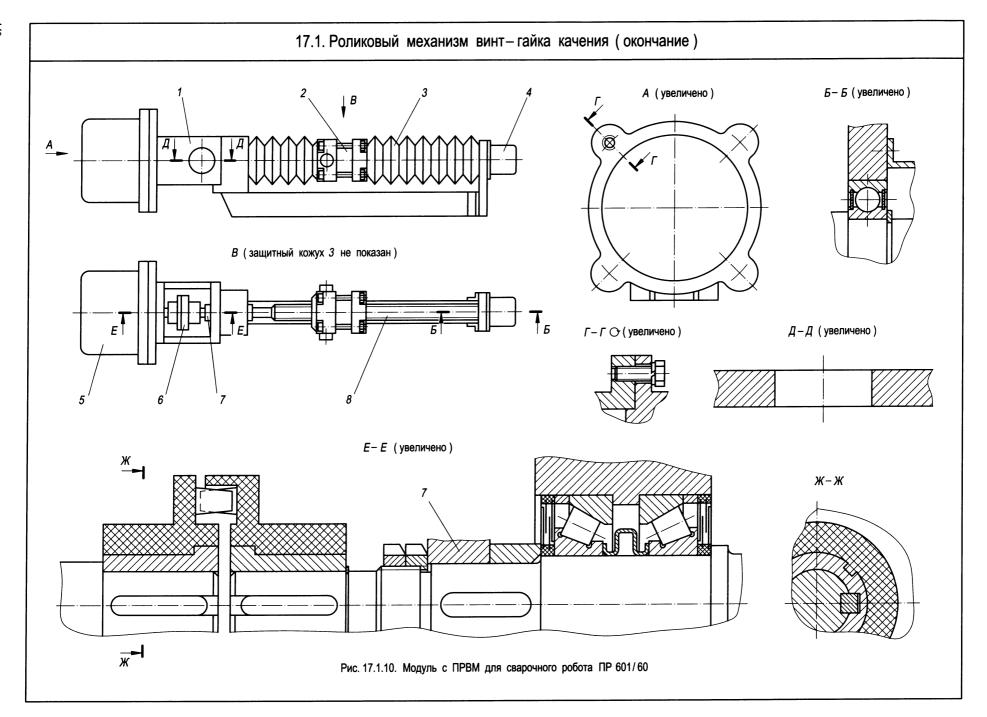


Рис. 17.1.9. Конструкция ПРВМ с гайкой, деформируемой давлением гидропласта: 1- ходовой винт; 2- сепаратор; 3, 5- штифты; 4- прокладка; 6, 17- крышки; 7- втулка; 8- нажимной винт; 9- контргайка; 10- плунжер; 11- гидропласт; 12- винт10- пробка; 13- ролик; 14- гайка; 15- корпус; 16- винт; 18- маслосъемное кольцо



17.2. Шариковый механизм винт-гайка качения (ШВМ)

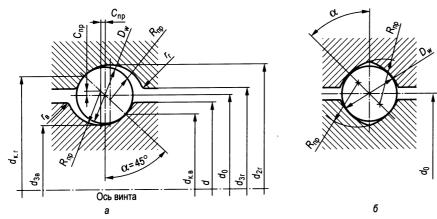


Рис. 17.2.1. Полукруглый (a) и типа «стрельчатая арка» (б) профили резьб

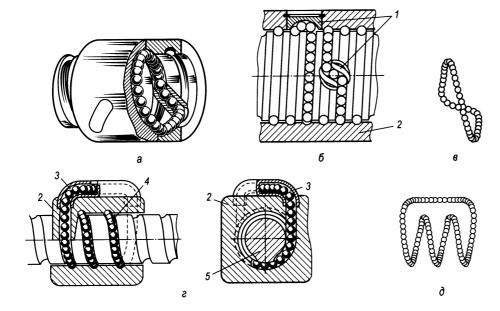
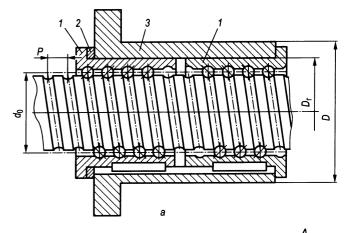
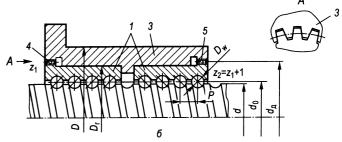


Рис. 17.2.2. Варианты возврата тел качения (a, δ, ϵ) и соответствующие им траектории движения шариков (ϵ, δ) : $a, \delta-c$ помощью вкладыша в корпусе гайки; $\epsilon-c$ помощью трубки; $\epsilon-c$ помощью тру





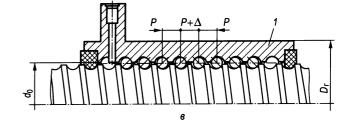


Рис. 17.2.3. Способы регулирования осевого зазора и натяга в ШВМ: a – прокладками; δ – взаимным поворотом гаек вокруг оси вращения винта; ϵ – изменением шага витков резьбы в гайке на величину Δ ; 1 – гайка; 2 – прокладка; 3 – корпус; 4, 5 – зубчатые венцы с числом зубьев z_1 и z_2 ; d_{Δ} – делительный диаметр зубчатого венца; D_{Γ} – наружный диаметр гайки (вкладыши (см. рис. 17.2.2, δ) на рис. 17.2.3 не показаны)

17.2. Шариковый механизм винт – гайка качения (продолжение)

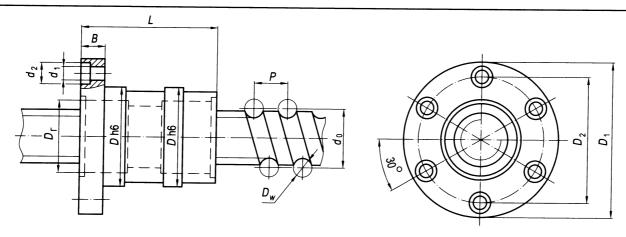


Рис. 17.2.4. Основные размеры ШВМ

Таблица 17.2.1. Размеры и основные параметры ШВМ

d ₀	P		<i>L</i> ,м при <i>i</i> ,	им, равном		Параметры зубчатого соединения			D	D ₁	D ₂	d ₁	d 2	В	D _w	Dr	C 0a	C _a	T _{xx} ,	, Н∙м
	им	3	4	5	6	<i>т</i> _п , мм	z ₁	z 2				N	1M					Н	min	max
16	2,5	52	-	-	-	0,5	54	55	35	60	46	6,6	11	12	1,5	25	9600	5000	0,05	0,20
25	5	76	88	-	-	0,8	48	49	50	80	65	7	11	12	3	35	28100	16580	0.08	0,32
25	10	136	-	-	-	0,8	48	49	50	80	65	9	15	16	6	40	48800	46400	0.11	0,35
32	5	76	88	-	_	0,8	61	62	60	90	75	11	18	20	3	40	37500	17710	0,18	0,56
32	10	136	-	-	-	0,8	61	62	60	90	75	11	18	20	6	45	65000	49800	0,22	0,60
40	5	76	88	_	-	0,8	74	75	70	105	85	11	18	20	3	50	49400	19170	0,30	0,84
40	10	136	160	-	-	0,8	74	75	70	105	85	11	18	20	6	55	85900	54700	0.45	0,95
50	5	76	88	-	-	0,8	86	87	80	115	95	11	18	20	3	55	62800	20640	0,50	1,35
50	10	136	160	180	200	0,8	92	93	85	120	100	13	20	24	6	60	112500	57750	0,48	1,23
63	10	136	160	180	200	0,8	104	105	100	135	115	13	20	24	6	80	149700	62030	0,75	2,03
80	10	136	160	180	200	0,8	129	130	120	165	140	17	26	28	6	100	197700	66880	1,23	3,25
80	20	262	308	-	-	0,8	135	136	130	175	150	17	26	28	10	100	297600	143400	2,30	3,88
100	10	136	160	180	200	0,8	155	156	140	185	160	17	26	28	6	120	251100	71940	2,04	5,20
100	20	262	308	_	_	0,8	161	162	150	195	170	17	26	28	10	120	386400	151800	2,75	5,23

<u>Примечание</u>. Значения C_{0a} и C_a соответствуют трехвитковым гайкам. При i = 4, 5, 6 определение C_{0a} и C_a см. текст 17.2.

^{*} Момент холостого хода в зависимости от натяга.

17.2. Шариковый механизм винт – гайка качения (продолжение)

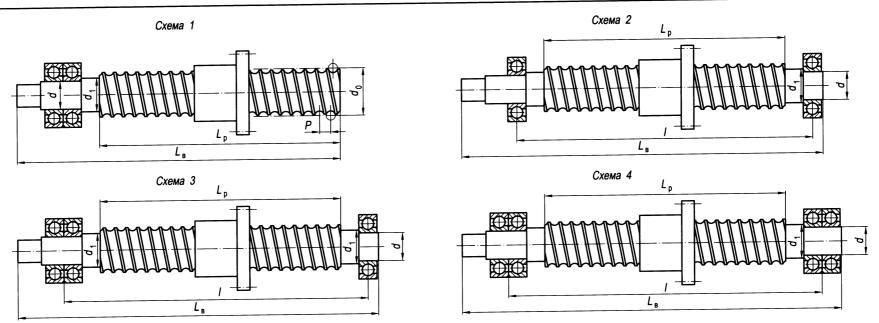


Рис. 17.2.5. Схемы закрепления винтов ШВМ в опорах

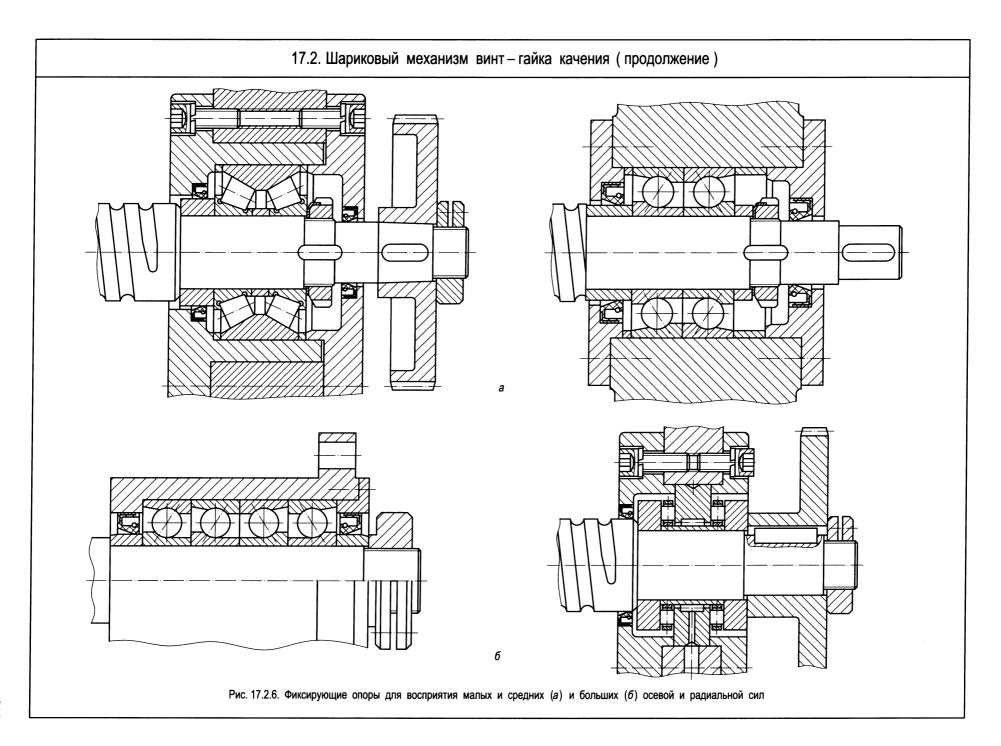
Таблица 17.2.2. Размеры винтов, мм

d.	Р	L _B	Lp	d
d_0		не более		
25	5	710	630	20
32	5	1000	800	25
40	5	1200	1000	30
40	6	1200	1000	30
40	10	1200	1000	30
50	5	1500	1250	40
50	10	1500	1250	40
50	12	1500	1250	40
63	10	2500	2200	50
80	10	6000	3600	60
80	20	6000	3600	60
100	10	6000	4500	80
100	20	6000	4500	80

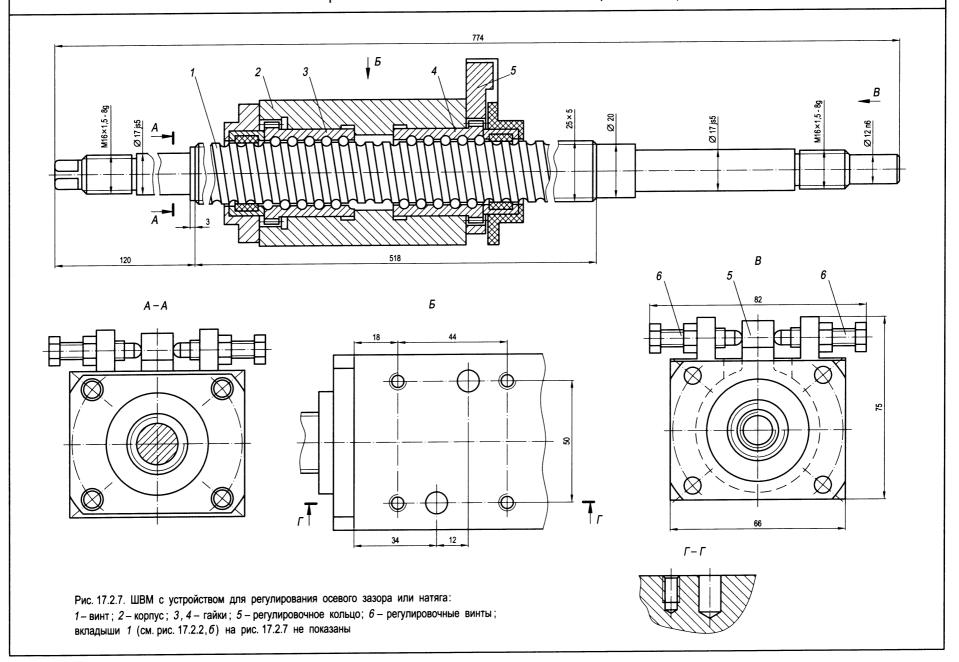
Таблица 17.2.3. Значения коэффициентов μ и ν , для схем, приведенных на рис. 17.2.5

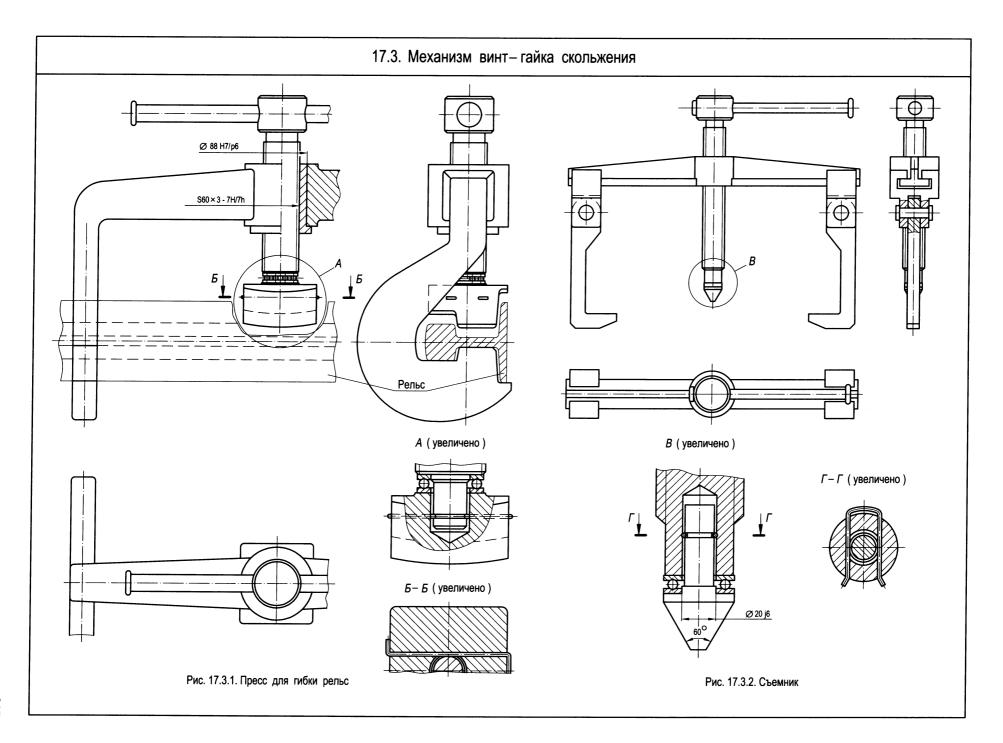
Способ закрепления винта	Номер схемы	μ	ν
Один конец заделан жестко, второй свободный	1	2	0,7
Оба конца опорные	2	1	2,2
Один конец заделан жестко, второй опорный	3	0,7	3,4
Оба конца заделаны жестко	4	0,5	4,9

 Π р и м е ч а н и е. μ и ν – коэффициенты, зависящие от способа закрепления винта и используемые для расчета на статическую и динамическую устойчивость.



17.2. Шариковый механизм винт – гайка качения (окончание)





18. ВАЛЫ И ОСИ

Зубчатые колеса, шкивы, звездочки, муфты направляются и поддерживаются в пространстве при помощи валов и осей. Своими ступицами эти детали закрепляются на посадочных местах валов и осей. Валы всегда вращаются и обязательно передают вращающий момент по всей длине вала или на некоторой его части. Оси не передают вращающий момент, они могут вращаться или быть неподвижными. Валы и оси в большинстве случаев имеют форму тел вращения [4, 7]. Основными материалами для изготовления валов и осей служат углеродистые и легированные стали. Стальные валы и оси обычно делают из проката или поковок, крупные валы получают из отливок, а длинные делают составными с применением гладких муфт.

18.1. Основные виды валов и осей. По назначению валы подразделяют на коренные (см. рис. 18.1.2), несущие основные рабочие органы машины, и валы передач (см. рис. 18.1.1); в зависимости от геометрической формы оси валы бывают прямые (чаще всего) и специальные: коленчатые (см. рис. 18.1.2, ε), гибкие и др. Оси имеют прямую геометрическую ось. Наиболее просты и технологичны прямые валы и оси постоянного диаметра (см. рис. 1.8.1.3, а); но, учитывая условие равнопрочности и удобства расположения на них зубчатых колес, шкивов и т. п., целесообразно конструировать валы и оси ступенчатыми, близкими по форме к балкам равного сопротивления (см. рис. 18.1.1, a-e). Валы и оси могут быть сплошными или полыми (см. рис. 18.1.1, e), по форме сечения – цилиндрическими, со шпоночными или шлицевыми канавками, с лысками (см. рис. 18.1.3, г), а также профильными. Опорные участки валов и осей называют шипами, цапфами или шейками.

18.2. Концевые участки валов и осей. Концевые участки валов и осей используют для установки на них зубчатых колес, шкивов ременных передач, звездочек цепных передач и т. п., а также как опорные участки под подшипники. Концы валов под ступицы выполняют коническими (см. рис. 18.2.1) или цилиндрическими (см. рис. 18.2.2). В настоящее время считается более надежным при насаживании ступицы на конический конец вала применить резьбовой участок для гайки (см. рис. 18.2.1, а), но при этом на изготовление вала необходимо больше металла. Концы валов под подшипники скольжения выполняют цилиндрическими (см. рис. 18.2.3), под подшипники качения — в большинстве своем цилиндрическими (см. рис. 18.2.4) и только иногда коническими (см. рис. 18.2.5).

18.3. Переходные участки валов и осей (галтели, канавки, фаски). Большое влияние на прочность и выносливость валов и осей оказывает форма и размеры переходных участков (галтелей) между соседними ступенями разных диаметров, где возникает концентрация напряжений. Для уменьшения концентрации напряжений галтели переходных участков должны иметь возможно большие радиусы. Наиболее простая форма переходного участка — круговая галтель постоянного радиуса (см.

рис. 18.3.2). Еще больший эффект по снижению концентрации напряжений дает применение галтелей переменного радиуса кривизны (см. рис. 18.3.4, 18.3.5). Неглубокие канавки (см. рис. 18.3.3 и 18.3.6) для выхода шлифовального круга применяют в случае, если необходимо шлифование посадочных поверхностей. Концевые участки валов и осей обычно делают с фасками (см. рис. 18.3.1).

18.4. Отверстия центровые. Заготовки валов (прутки, поковки) имеют центровые отверстия, которые являются базой при точении, шлифовании и других операциях изготовления и контроля валов и осей. Размеры центровых отверстий стандартизованы. Отверстия формы B и H (см. рис. 18.4.1) имеют вторую коническую поверхность (фаску) с углом 120° для предохранения от повреждения базовой конической поверхности с углом 60° .

18.5. Способы крепления зубчатых колес, полумуфт и шкивов на концевых участках валов. При закреплении деталей на конических концах валов обязательно их поджатие и крепление в осевом направлении. В легконагруженных конструкциях для этого используют концевые (торцовые) шайбы и винты (см. рис. 18.5.5, 18.5.6 и 18.5.7), а в более нагруженных конструкциях — гайки (см. рис. 18.5.1, 18.5.2, 18.5.3 и 18.5.4); винты и гайки стопорят от самоотвинчивания.

Осевую фиксацию с помощью штифта (см. рис. 18.5.8), установочного винта (см. рис. 18.5.9) или стопорным пружинным кольцом (см. рис. 18.5.10, a) применяют редко. При закреплении ступицы на валу с помощью конических стяжных колец (см. рис. 18.5.10, δ) она фиксируется в любом угловом положении относительно вала; при этом несущая способность зависит от осевой силы поджатия колец, а вал не ослабляется канавками.

18.6. Осевая фиксация зубчатых и червячных колес, звездочек и шкивов на валах и осях. Если используют соединение с натягом, осевая фиксация обеспечивается силами трения за счет натяга (см. рис. 18.6.2). Если соединение не с натягом, деталь можно фиксировать на валу при помощи уступа (заплечика) с одной стороны, детали или втулки (гайки) с другой стороны (см. рис. 18.6.1, 18.6.4). Если невозможно изготовить буртик на валу, применяют два полукольца (см. рис. 18.6.7) или втулку (см. рис. 18.6.5). При этом необходимо учитывать, что канавка под полукольца ослабляет вал. Способы осевого фиксирования деталей на валах без заплечиков представлены на рис. 18.6.2, 6; 18.6.3; 18.6.8; 18.6.9 и 18.6.10.

18.7. Входные (быстроходные) валы редукторов, мотор-редукторов и коробок передач. Большинство шестерен и червяков редукторов выполняют заодно с валом (см. рис. 18.7.1–18.7.4); в особых случаях применяют насадные шестерни (см. рис. 18.7.6). Желательно

избегать врезных шестерен (см. рис. 18.7.1, δ) из-за сложности шлифования зубьев. Конструкции, обеспечивающие нарезание зубьев со свободным выходом инструмента, представлены на рис. 18.7.1–18.7.4. В мотор-редукторах быстроходные шестерни делают либо насадными (см. рис. 18.7.7), либо предусматривают отверстие со шпоночным пазом в быстроходном валу (см. рис. 18.7.5, a), либо быстроходный вал выполняют составным (см. рис. 18.7.5, δ).

18.8. Промежуточные валы зубчатых редукторов. Обычно шестерни нарезают на валу, а колеса делают насадными (см. рис. 18.8.1-18.8.3, a). В некоторых конструкциях промежуточного вала двухпоточного цилиндрического редуктора предусматривают торсионный вал (см. рис. 18.8.3, δ), который, являясь упругим элементом, служит для выравнивания нагрузки между потоками.

18.9. Выходные (тихоходные) валы редукторов. Валы следует конструировать с минимальным числом уступов, буртиков (см. рис. 18.9.2). В местах пониженной усталостной прочности канавки для выхода инструмента заменяют галтелями (см. рис. 18.3.2, 18.3.4, 18.3.5). Шпоночный паз, полученный дисковой фрезой, вызывает меньшую концентрацию напряжений, чем паз, обработанный концевой фрезой (см., например, рис. 18.9.1, 18.9.2). Шлицы снижают сопротивление усталости валов в меньшей степени, чем шпоночные пазы.

18.10. Способы крепления осей. Различают вращающиеся и неподвижные оси. Неподвижные более просты по конструкции, тогда как вращающиеся оси обеспечивают лучшее направление насаженных на них деталей. Способы крепления неподвижных осей на двух опорах представлены на рис. 18.10.2–18.10.7, б. Установка осей в одной опо-

ре (консольно) показана на рис. 18.10.1; 18.10.7, a; 18.10.8.

18.11. Валы приводных барабанов ленточных конвейеров. Валы барабанов и звездочек обычно выполняют ступенчатой формы предпочтительно с коническим концом (см. рис. 18.11.1). В опорах валов барабанов и звездочек применяют самоустанавливающиеся подшипники качения (двухрядные сферические шариковые или роликовые) из-за невозможности точной взаимной установки корпусов подшипников. Валы фиксируют в осевом направлении в одной опоре (см. рис. 18.11.1, 18.11.2), а другую выполняют плавающей. Корпуса подшипников могут опираться на лапы (см. рис. 18.11.1, *a*; 18.11.2, *б*) или иметь фланцевое крепление (см. рис.18.12.2 и 18.13.1), могут быть целыми (см. рис. 18.11.1, 18.11.2) или разъемными (см. рис. 18.12.1).

Барабаны делают литыми из чугуна или стали (см. рис. 18.11.1, *a*) либо сварными из стали (см. рис. 18.11.1, *b*; 18.11.2). Обечайку сварного барабана выполняют из трубы подходящего размера или делают из листа, согнутого на листогибочных вальцах; ее можно также штамповать в горячем состоянии из двух половинок. Чтобы лента не сбегала с барабанов, их делают бочкообразными, что приводит к вытягиванию средней части ленты. В последнее время все чаще применяют цилиндрические барабаны, обеспечивая центровку ленты роликами.

18.12. Валы приводные со звездочками. Приводные звездочки цепных конвейеров делают из стали литыми (см. рис. 18.12.1) или сварными (см. рис. 18.12.2). В кинематической схеме привода цепных конвейеров обычно предусматривают предохранительное устройство (предохранительную муфту), которое желательно установить как можно ближе к источнику возможных перегрузок. Опоры аналогичны опорам барабанов ленточных конвейеров.

18.1. Основные виды валов и осей

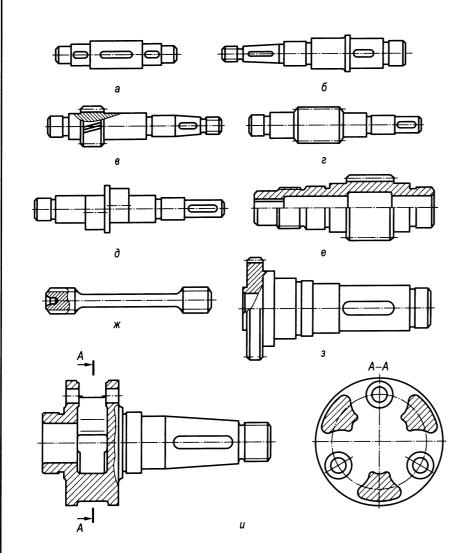


Рис. 18.1.1. Валы передач:

- a, δ ступенчатые; e вал-шестерня (входной вал цилиндрического зубчатого редуктора);
- z вал-червяк; d эксцентриковый вал (вал генератора волн волновой зубчатой передачи);
- e полый вал; ж торсион; s вал с зубчатой полумуфтой; u вал-водило (выходной вал планетарной передачи)

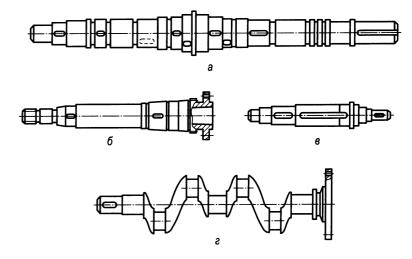


Рис. 18.1.2. Валы коренные:

- a вал турбины; δ шпиндель станка; ϵ вал электрической машины;
- г коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания

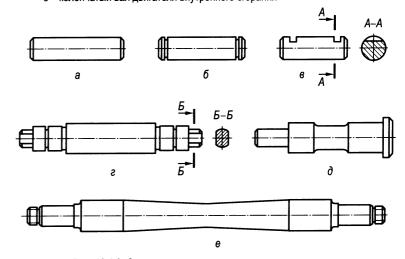
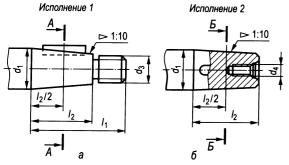


Рис. 18.1.3. Оси:

a, b, b – гладкие; c, d – ступенчатые; c – вращающаяся ось колесной пары железнодорожных вагонов

18.2. Концевые участки валов и осей



А-А, Б-Б ♡

Рис. 18.2.1. Концы валов конические (ГОСТ 12081–72):

а – с наружной резьбой на конце;

б – с резьбовым отверстием

Таблица 18.2.1. Концы валов конические с конусностью 1:10 (ГОСТ 12081–72), мм

	0	l ₁	11			l ₂	Ι.		l .			a	14	1			2					
	I ряд	II ряд	длин- ные	корот- кие		корот- кие	D	h	t	d ₃	d ₄	I ряд	II ряд	длин- ные	корот- кие	длин- ные		b	h	t	d_3	d ₄
	12; 14	_	30	18	_	-	2	2	1,2	M8×1	M4	63	60; 65	140	105	105	70	16	10	6	M42×3	M20
- 1	16	-	40	28	28	16	3	3	1,8	M10×1,25	M4	71	70; 75	140	105	105	70	18	11	7	M48×3	M24
-	18	19	40	28	28	16	4	4	2,5	M10×1,25	M5	80	85	170	130	130	90	20	12	7,5	M56×4	М30
	20; 22	24	50	36	36	22	4	4	2,5	M12×1,25	М6	90	-	170	130	130	90	22	14	9	M64×4	м30
	25; 28	-	60	42	42	24	5	5	3	M16×1,5	М8	95	_	170	130	130	90	22	14	9	M64×4	мзо
	32; 36	30; 35	80	58	58	36	6	6	3,5	M20×1,5	M10	100	- 1	210	165	165	120	25	14	9	M72×4	м36
	-	38	80	58	58	36	6	6	3,5	M24×2	M12	110	-	210	165	165	120	25	14	9	M80×4	M42
	40	42	110	82	82	54	10	8	5	M24×2	M12	_	120	210	165	165	120	28	16	10	M90×4	M42
	45; 50; 56	48; 55	110	82	82	54	12	8	5	M30×2	M16	125	-	210	165	165	120	28	16	10	M90×4	M48

Примечания: 1. ГОСТ 12081–72 предусматривает диапазон диаметров d_1 = 3...630 мм, причем первый ряд диаметров является предпочтительным. 2. Размер центрового отверстия по ГОСТ 14034 – 74. 3. Форма и длина шпоночного паза стандартом не регламентированы. 4. H = 0,5 d_1 – 0,025 I_2 – t + t + t + t + t + t - t

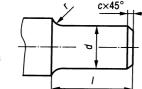
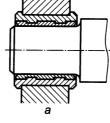


Рис. 18.2.2. Концы валов цилиндрические (ГОСТ 12080 – 66)

Таблица 18.2.2. Концы валов цилиндрические (ГОСТ 12080-66), мм

	d	1		,	С
I ряд	II ряд	длинные	короткие	'	
16; 18	19	40	28	1,0	0,6
20; 22	14	50	36	1,6	1,0
25; 28	-	60	42	1,6	1,0
32; 36	30	80	58	2,0	1,6
40; 45	42; 48	110	82	2,0	1,6
50; 55	52; 56	110	82	2,5	2,0
60; 70	63; 65; 71; 75	140	105	2,5	2,0
80; 90	85; 95	170	136	3,0	2,5
100; 110; 125	120	210	165	3,0	2,5

Примечание. ГОСТ 12080-66 распространяется на концы валов диаметром 0,8...320 мм.



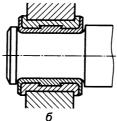


Рис. 18.2.3. Концы валов и осей цилиндрические для подшипников скольжения:

а – осевая фиксация односторонняя;

б – то же двухсторонняя



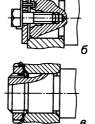
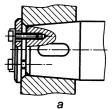


Рис. 18.2.4. Концы валов и осей цилиндрические:

а – под подшипники качения;

б, в – под ступицы деталей и подшипники качения



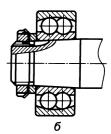


Рис. 18.2.5. Концы валов и осей конические:

а – под ступицы; б – под кольца подшипников качения

18.3. Переходные участки валов и осей (галтели, канавки, фаски)

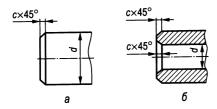


Рис. 18.3.1. Внешняя (*a*) и внутренняя (*б*) фаски

Таблица 18.3.1. Рекомендуемые размеры фасок, мм

С	d	С
0,5–1	Св. 50 до 100	1–3
0,8–1,5	» 100 » 150	2–4
1–2	» 150 » 250	3–5
	0,8–1,5	0,8–1,5 » 100 » 150

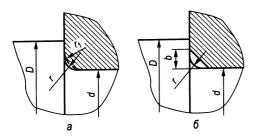


Рис. 18.3.2. Галтели круговые ($D \approx 1,2d$ или $D \approx d + 4r$; $b \approx 1,1r$): a — перекрытие галтели вала или оси галтелью сопряженной ступицы; δ — то же фаской сопряженной ступицы

Таблица 18.3.2. Галтели круговые, мм

d	r	<i>r</i> ₁	d	r	<i>r</i> ₁
10–18	0,6	1	70–100	3	4
20–28	1,5	2	105–150	4	5
30–36	2	2,5	155–200	5	6
48–68	2,5	3	210–250	6	8

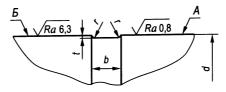


Рис. 18.3.3. Канавки, отделяющие посадочную поверхность A от непосадочной E (r = t)

Таблица 18.3.3. Рекомендуемые размеры канавок, мм

d	b	t
До 10	1–2	0,1
Св. 10 до 50	3	0,1–0,2
» 50 » 100	5	0,2-0,3
> 100	8–10	0,3–0,5

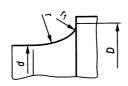
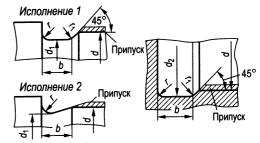


Рис. 18.3.4. Галтели с двумя радиусами кривизны (r = d; D = 1,3d; $r_1 = 0,1d$)

Шлифование по цилиндру





Шлифование по цилиндру и торцу

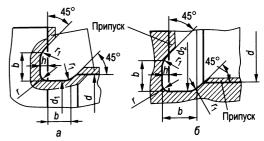


Рис. 18.3.6. Канавки для выхода инструмента при наружном (а) и внутреннем (б) шлифовании

Таблица 18.3.4. Канавки для выхода инструмента при шлифовании (ГОСТ 8820-69), мм

d	b	d ₁	d ₂	h	r	<i>r</i> ₁
До 10 До 10 До 10 Св. 10 до 50 » 50 » 100 >100 >100	1 1,6 2 3 5 8	d-0,3 d-0,3 d-0,5 d-0,5 d-1 d-1 d-1	d+0,3 d+0,3 d+0,5 d+0,5 d+1 d+1 d+1	0,2 0,2 0,3 0,3 0,5 0,5 0,5	0,3 0,5 0,5 1 1,6 2	0,2 0,3 0,3 0,5 0,5 1

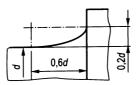
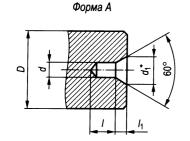
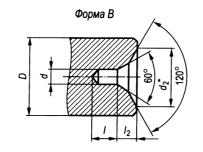
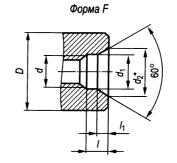


Рис. 18.3.5. Галтели эллиптические

18.4. Отверстия центровые







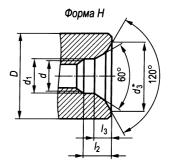


Рис. 18.4.1. Отверстия центровые

Таблица 18.4.1. Отверстия центровые формы А и В (ГОСТ 14034–74), мм

D	d	d ₁ *	d ₂ *	/, не менее	1,	l ₂
2	(0,5)	1,06	_	0,8	0,48	_
2,5	(0,63)	1,32	_	0,9	0,60	_
3	0,8	1,70	2,5	1,1	0,78	1,02
4	1,0	2,12	3,15	1,3	0,97	1,27
5	(1,25)	2,65	4,0	1,6	1,21	1,60
6	1,6	3,35	5,0	2,0	1,52	1,99
10	2,0	4,25	6,3	2,5	1,95	2,54
14	2,5	5,3	8,0	3,1	2,42	3,20
20	3,15	6,7	10,0	3,9	3,07	4,03
30	4,0	8,5	12,5	5,0	3,90	5,06
40	(5)	10,6	16,0	6,3	4,85	6,41
60	6,3	13,2	18,0	8,0	5,98	7,36
80	(8,0)	17,0	22,4	10,1	7,79	9,35
100	10,0	21,2	28,0	12,8	9,70	11,66

Примечание. Размеры в скобках применять не рекомендуется.

Примеры условного обозначения

- 1. Отверстие центровое формы *A* диаметром *d*=4 мм: *Ome. центр. A4 ГОСТ 14034–74*
- 2. То же формы *В*:

Отв. центр. В4 ГОСТ 14034-74

- 3. Отверстие центровое формы *F* диаметром *d*=16 мм: *Ome.* центр. *FM16 ГОСТ 14034–74*
- 4. То же формы *H*:

Отв. центр. НМ16 ГОСТ 14034-74

Таблица 18.4.2. Отверстия центровые формы F и H (ГОСТ 14034–74), мм

<i>D</i> для	формы					I,	,	12,	,
F	Н	d	d ₁	d ₂ *	d ₃ *	не более	14	не более	13
8	12	МЗ	3,2	5	_	2,8	1,56	_	_
10	16	M4	4,3	6,5	8,2	3,5	1,90	4,0	2,4
12,5	20	M5	5,3	8,0	11,4	4,5	2,30	5,5	3,3
16	25	М6	6,4	10,0	13,3	5,5	3,00	6,5	4,0
20	32	M8	8,4	12,5	16,0	7,0	3,50	8,0	4,5
25	40	M10	11,0	15,6	19,8	9,0	4,00	10,2	5,2
32	50	M12	13,0	18,0	22,0	10,0	4,30	11,2	5,5
40	63	M16	17,0	22,8	28,7	11,0	5,00	12,5	6,5
63	80	M20	21,0	28,0	33,0	12,5	6,00	14,0	7,5
100	100	M24	25,0	36,0	43,0	14,0	9,50	16,0	11,5
160	160	M30	31,0	44,8	51,8	18,0	12,00	20,0	14,0
250	250	M36	37,5	53,0	60,0	20,2	13,50	22,0	15,5
400	400	M42	43,5	59,7	70,5	22,0	14,00	25,0	17,0
630	630	M48	49,5	74,0	88,0	24,0	16,00	28,0	20,0

Примечание. Формы F и H не следует применять для режущего и вспомогательного инструмента с коническими хвостовиками с конусностью 1:10, 1:7, 7:24, метрической и Морзе.

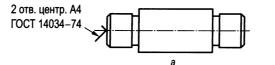






Рис. 18.4.2. Обозначение центровых отверстий на рабочем чертеже:

- a отверстия для механической обработки; δ отверстия в готовом изделии;
- в отверстия в изделии недопустимы

^{*} Размеры для справок.

18.5. Способы крепления зубчатых колес, полумуфт и шкивов на концевых участках валов

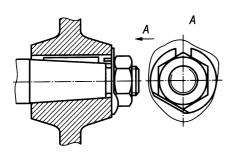


Рис. 18.5.1. Крепление гайкой и отгибной шайбой с лапкой

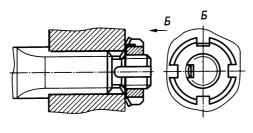


Рис. 18.5.2. Крепление круглой шлицевой гайкой и стопорной многолапчатой шайбой

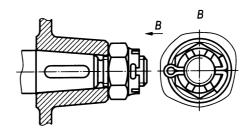


Рис. 18.5.3. Крепление корончатой гайкой и шплинтом

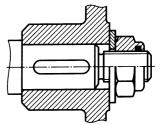


Рис. 18.5.4. Крепление самоконтрящейся гайкой с полиамидным кольцом

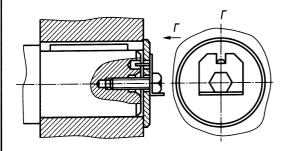


Рис. 18.5.5. Крепление концевой шайбой, винтом и стопорной планкой

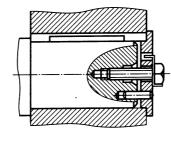


Рис. 18.5.6. Крепление концевой шайбой, винтом, штифтом и стопорной шайбой с отгибными лапками

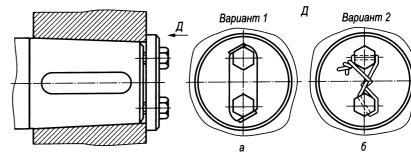


Рис. 18.5.7. Крепление концевой шайбой и двумя винтами, застопоренными отгибной планкой (вариант 1) и проволокой (вариант 2)

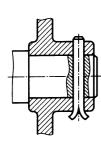


Рис. 18.5.8. Крепление коническим радиальным штифтом

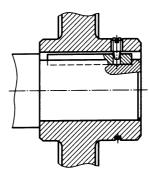


Рис. 18.5.9. Крепление установочным винтом (винт застопорен проволокой)

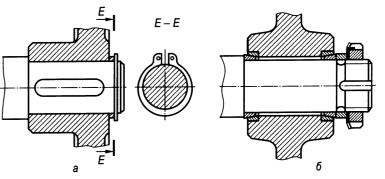


Рис. 18.5.10. Крепление стопорным пружинным кольцом (а) и стяжными кольцами (б)

18.6. Осевая фиксация зубчатых и червячных колес, звездочек и шкивов на валах и осях

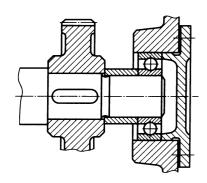


Рис. 18.6.1. Фиксация уступом (буртиком) и втулкой

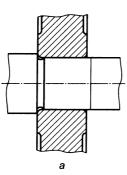


Рис. 18.6.2. Фиксация посадкой с натягом: а – вал с уступом (буртиком); б – вал без уступа

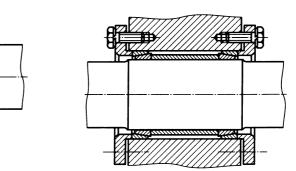


Рис. 18.6.3. Фиксация коническими стяжными кольцами

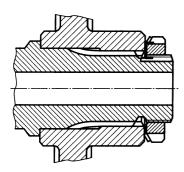


Рис. 18.6.4. Фиксация буртиком (заплечиком) и гайкой

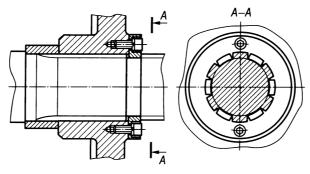


Рис. 18.6.5. Фиксация втулкой и кольцом с внутренними шлицами

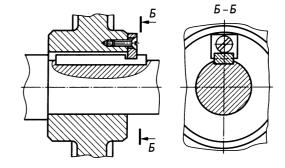


Рис. 18.6.6. Фиксация врезной планкой, входящей в паз на шпонке

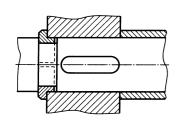


Рис. 18.6.7. Фиксация двумя полукольцами и втулкой

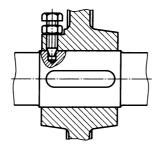


Рис. 18.6.8. Фиксация установочным винтом

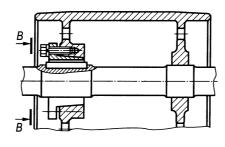


Рис. 18.6.9. Фиксация конической разрезной втулкой

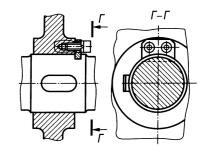


Рис. 18.6.10. Фиксация врезной планкой (ригелем)

18.7. Входные (быстроходные) валы редукторов, мотор-редукторов и коробок передач

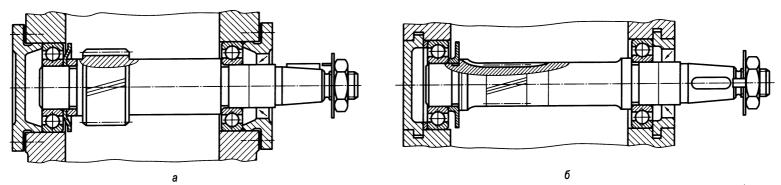


Рис. 18.7.1. Вал-шестерня цилиндрического зубчатого редуктора (а – исполнение со свободным входом зубонарезного инструмента; б – врезная шестерня)

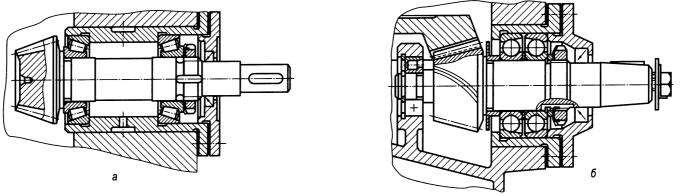


Рис. 18.7.2. Вал-шестерня конической зубчатой передачи с консольным (а) и неконсольным (б) расположением шестерни

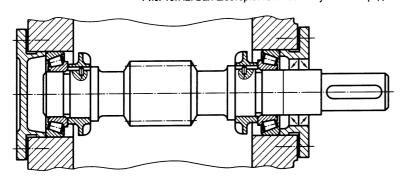


Рис. 18.7.3. Входной вал червячного редуктора

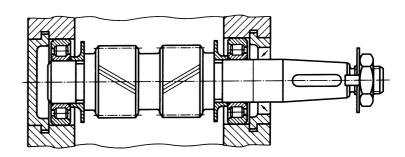


Рис. 18.7.4. Входной вал шевронной цилиндрической передачи

18.7. Входные (быстроходные) валы редукторов, мотор-редукторов и коробок передач (окончание)

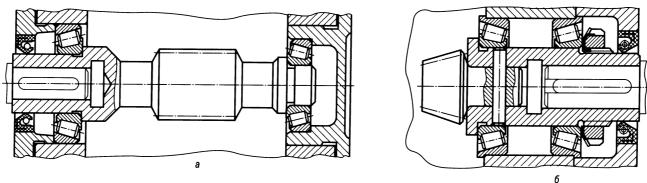


Рис. 18.7.5. Входной вал червячного (а) и конического (б) мотор-редуктора

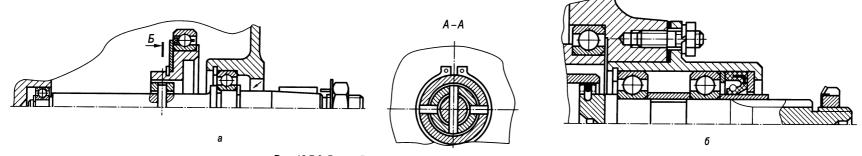


Рис. 18.7.6. Входной вал волнового (а) и планетарного (б) зубчатого редуктора

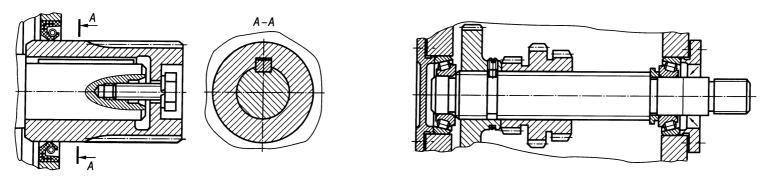
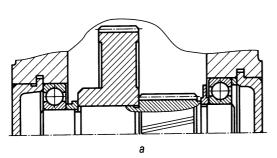


Рис. 18.7.7. Шестерня цилиндрического зубчатого мотор-редуктора, установленная на валу электродвигателя

Рис. 18.7.8. Входной вал коробки передач

18.8. Промежуточные валы зубчатых редукторов



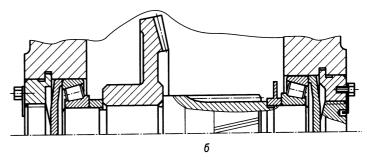
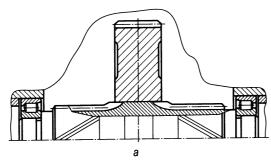


Рис. 18.8.1. Промежуточный вал цилиндрического (а) и коническо-цилиндрического (б) редуктора



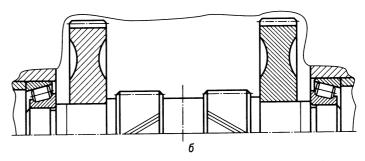
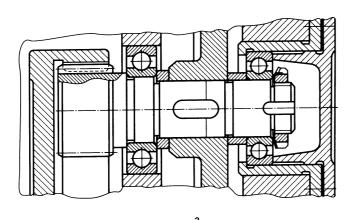


Рис. 18.8.2. Промежуточный вал шевронного редуктора (*a* – вал установлен в «плавающих» опорах; *б* – то же в фиксирующих опорах)



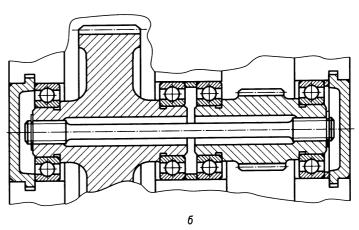


Рис. 18.8.3. Промежуточный вал цилиндрического редуктора внутреннего зацепления (а) и двухпоточного цилиндрического редуктора (б)

18.9. Выходные (тихоходные) валы редукторов

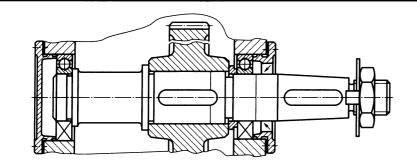


Рис. 18.9.1. Выходной вал цилиндрического зубчатого редуктора

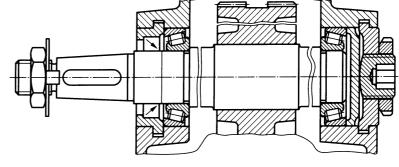


Рис. 18.9.2. Выходной вал шевронного редуктора (мотор-редуктора)

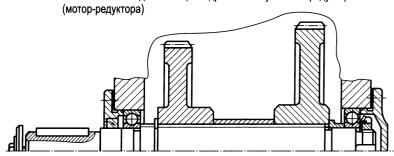


Рис. 18.9.3. Выходной вал коробки передач

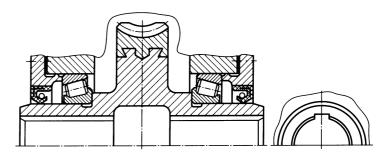


Рис. 18.9.4. Выходной полый вал навесного червячного редуктора

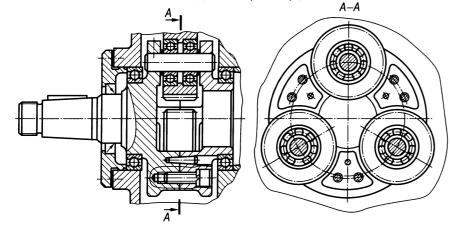


Рис. 18.9.5. Разъемный вал-водило планетарного зубчатого редуктора

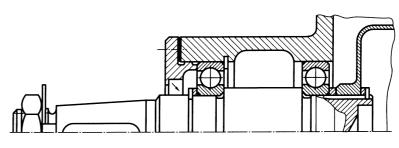


Рис. 18.9.6. Выходной вал волнового зубчатого редуктора

18.10. Способы крепления осей

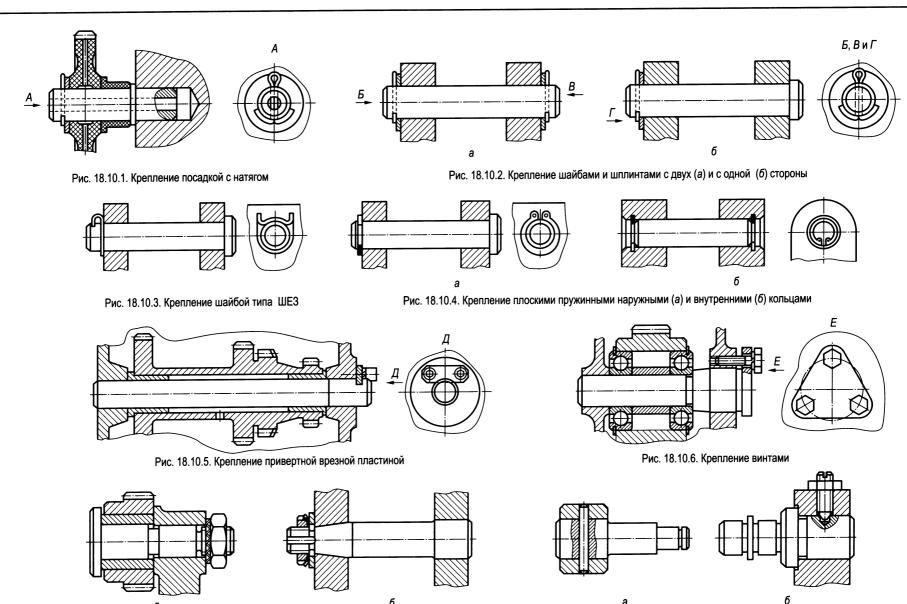
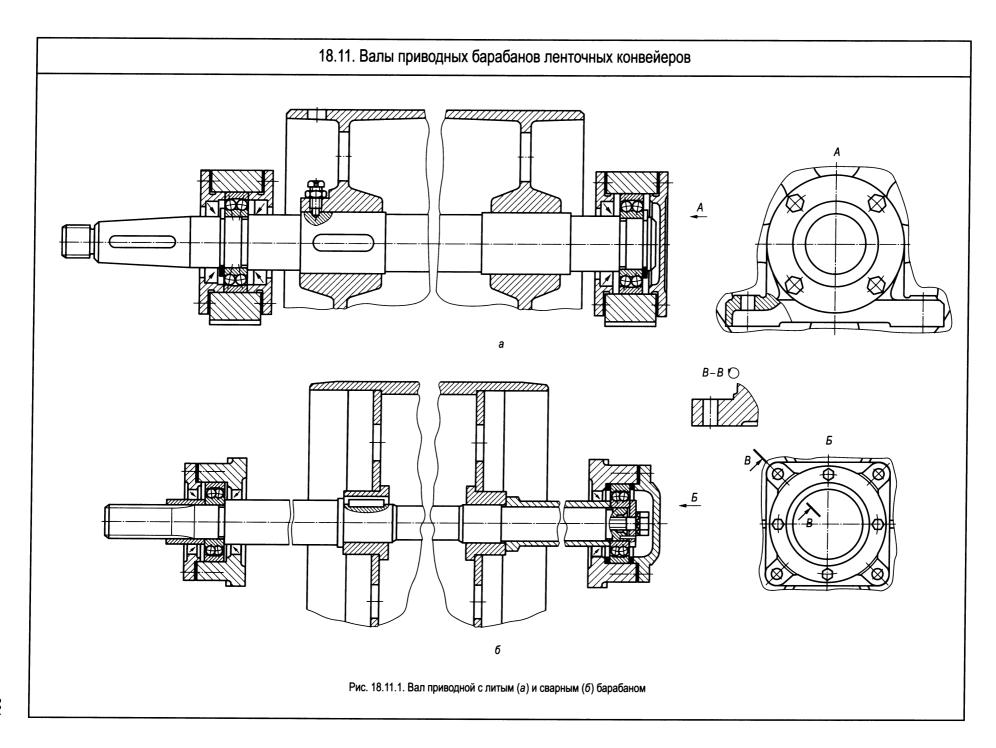
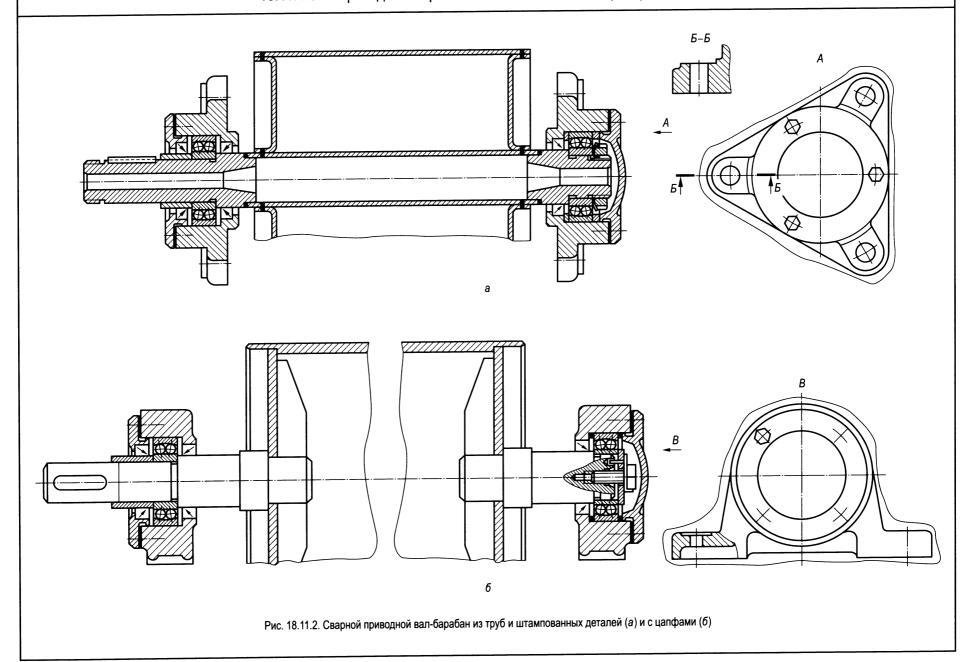


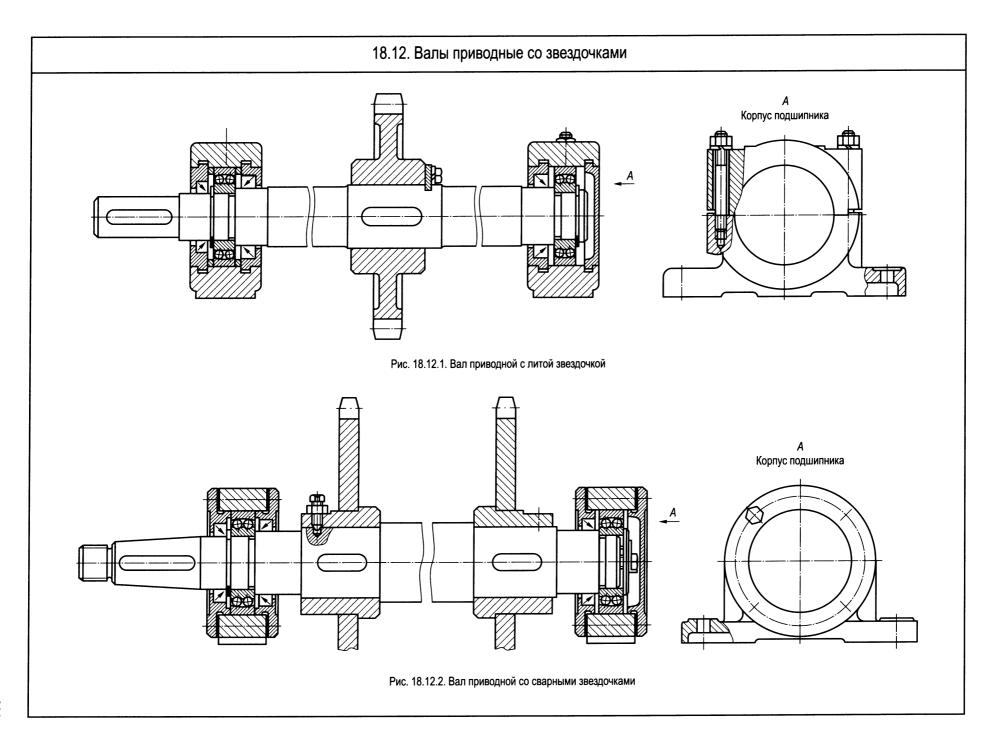
Рис. 18.10.7. Крепление обычной шестигранной (а) и круглой шлицевой (б) гайками

Рис. 18.10.8. Крепление радиальным штифтом (а) и установочным винтом (б)



18.11. Валы приводных барабанов ленточных конвейеров (окончание)





19. ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ

Подшипник скольжения – это опора или направляющая, в которой цапфа (опорная поверхность вала) скользит по поверхности вкладыша (подшипника) [2, 7].

19.1. Типы подшипников скольжения. Подшипни- ки скольжения подразделяют на следующие типы:

радиальные для восприятия радиальной силы F_r (см. рис. 19.1.1, a);

упорные для восприятия осевой силы F_a (см. рис. 19.1.1, δ);

радиально-упорные для восприятия радиальной и осевой сил (см. рис. $19.1.1, e, \epsilon$).

Для обеспечения несущей способности подшипника, уменьшения трения и износа в большинстве случаев применяют различные смазочные материалы (СМ): жидкие, газообразные, пластичные (ПСМ), твердые. На рис. 19.1.2 и 19.1.3 приведены рекомендуемые способы подвода СМ в зазор между цапфой вала и вкладышем в зависимости от конструкции подшипника и направления действующей силы. В тяжелонагруженных подшипниках СМ подают под давлением. В неответственных легконагруженных подшипниках подача СМ возможна самотеком, окунанием или периодической смазкой (пластичные СМ).

Для разных материалов вкладышей в табл. 19.1.1–19.1.3 приведены коэффициенты трения, рекомендуемое давление цапфы вала на вкладыш подшипника и допустимые режимы работы подшипников скольжения.

19.2. Втулки и вкладыши металлические подшипников скольжения. Вкладыши (см. рис. 19.2.1) и цельные втулки (см. рис. 19.2.2) выполняют из чугуна (АЧС-1, АЧК-2), бронзы (БрОЦС 5-5-5, Бр.АЖ9-4, БрОФ10-1 и др.) или других антифрикционных сплавов (например, ЦАМ 10-5, ЦАМ 9-1,5 л). Иногда с целью экономии втулки и вкладыши делают биметаллическими: стальная основа и антифрикционный слой из бронзы или баббита, нанесенный методом центробежного литья. Для более надежного крепления на внутренней поверхности стальных втулок и вкладышей делают кольцевые пазы со скосами, удерживающие антифрикционный слой (см. рис. 19.2.5). При этом внутренняя цилиндрическая поверхность втулок и вкладышей должна иметь большую шероховатость (см. рис. 19.2.5, ∂ , e). В некоторых случаях возможно нанесение мелкой резьбы (см. рис. 19.2.5, г). На рис. 19.2.6 исполнение 1 соответствует однородным вкладышам разъемных подшипников общего назначения, а исполнение 2 - вкладышам с антифрикционным слоем.

В зависимости от предельного отклонения внешнего диаметра D втулки иногда требуется дополнительное крепление ее в корпусе подшипника. Дополнительное крепление втулок обязательно, если диаметр D выполнен с предельными отклонениями по k6 и n6 (см. рис. 19.2.3, табл. 19.2.2). При креплении втулок одним или двумя винтами резьбовые отверстия следует располагать под углом 180° или 90° к смазочной канавке. Для обеспечения смазки подшипников во втулках и вкладышах предусмотрены

маслоподводящие карманы, рекомендуемые форма и размеры которых даны на рис. 19.2.4, 19.2.7 и в табл. 19.2.3 и 19.2.5. Маслоподводящие карманы, проточки и отверстия не следует размещать в нагруженной зоне подшипника скольжения.

19.3. Корпуса подшипников скольжения. Корпуса подшипников изготовляют в неразъемном (см. рис. 19.3.1, табл. 19.3.1) и в разъемном исполнении (см. рис. 19.3.2, табл. 19.3.2) со втулками и вкладышами из антифрикционного чугуна и других антифрикционных материалов. Кроме того, корпус подшипника скольжения может быть фланцевым (ГОСТ 11522–82 – ГОСТ 11524–82). Корпуса и крышки выполняют литыми из чугуна СЧ15 (реже из стали) и сварными (в неответственных узлах трения при малых скоростях скольжения и малых нагрузках).

19.4. Втулки и вкладыши неметаллические подшипников скольжения. В подшипниках в условиях трения без смазочного материала целесообразно использовать вкладыши и втулки из металлофторопласта (см. рис. 19.4.1, 19.4.2, табл. 19.4.1), а также втулки из углепластика (см. рис. 19.4.3, табл. 19.4.3). Такие подшипники применяются, например, в пищевой, текстильной, бумажной и химической промышленности. Металлофторопластовый материал при малых скоростях скольжения допускает давление в подшипниках до 350 МПа, сохраняет работоспособность в интервале температур от -200 до 280°C. В зависимости от режимов работы коэффициент трения в таких подшипниках при работе без смазочного материала составляет 0,04...0,23. При низких скоростях скольжения (0,05... ...0,1 м/с) и высоких давлениях коэффициент трения минимален. Использование подшипников со втулками из углепластика целесообразно в условиях загрязнения цементной, угольной и другой пылью, в сточных водах промышленных предприятий, в морской воде. Такие подшипники обладают высокой износостойкостью, сохраняют работоспособность в интервале температур от -60 до 250°C. Коэффициент трения при работе без смазочного материала для них составляет около 0,1. Неметаллические втулки и вкладыши изготовляют также из текстолита, полиамида, капрона, древесины, древесных пластиков и других материалов.

19.5. Примеры применения подшипников скольжения. На рис. 19.5.1–19.5.3 показан коленчатый вал автомобильного двигателя внутреннего сгорания с подшипниками скольжения для коренных и шатунных шеек, элементы шатуна, вкладыши. Корпусом коренного подшипника является блок цилиндров двигателя, шатунного — нижняя головка шатуна; у коренных подшипников специальные крышки, у шатунных — крышки шатунов; вкладыши коренных и шатунных подшипников — тонкостенные короткие из биметаллической ленты. По мере износа шейки вала шлифуют, а вкладыши заменяют на следующий ремонтный размер. Сма-

зочное масло под давлением подается к коренным, а потом по отверстиям в вале к шатунным подшипникам скольжения. От осевого смещения вал удерживается шайбой на первой коренной опоре.

На рис. 19.5.4 представлено направляющее колесо гусеничного движителя трактора Т-150. Колесо 1, посредством радиально-упорных роликовых подшипников, установлено на одном колене оси 2. Другое колено закреплено в подшипниках скольжения, корпус которых (кронштейн 5) соединен сваркой с рамой. Вкладышами являются втулки с бортиками 3, 6, что позволяет воспринимать осевые нагрузки. Смазывание подшипников скольжения осуществляется ПСМ через пресс-масленку 4. Конструкция оси 2 в виде кривошипа позволяет обеспечить при необходимости натяжение гусеницы тягой 12, шарнирно соединенной с осью 2 и натяжным устройством. Использование в конструкции подшипников скольжения связано с малыми скоростями скольжения, небольшими диаметральными размерами подшипников при больших нагрузках.

Подшипник скольжения для восприятия радиальной и умеренной осевой нагрузки переменного направления имеет разъемный корпус и половинчатые с двумя буртами вкладыши из чугуна с баббитовой заливкой (см. рис. 19.5.5). Для смазывания его применяют жидкое масло, подаваемое под давлением.

На рис. 19.5.6 показано управляемое переднее колесо автомобиля ЗИЛ-130. Ступица колеса 1 посредством радиально-упорных конических подшипников 24, 25 установлена на оси 2, которая имеет возможность поворота в горизонтальной плоскости вокруг поворотной оси б. Поворот осуществляется в подшипниках скольжения с втулками 10, 18. Поворотная ось 6 закреплена неподвижно на поперечной балке 12 стопором 11. Поворот оси 2 осуществляется воздействием рулевой тяги 14 через шарнир скольжения, включающий в себя шаровой палец 15 и вкладыши 13. В данной конструкции подшипники скольжения использованы также в опорах 4, 7 кулака 3 для разведения тормозных колодок 21 и в опорах 20 этих колодок на оси вращения 22. Применение таких подшипников в данной конструкции колеса определяется требованием малых габаритов при больших нагрузках и малых скоростях скольжения. Для смазывания всех подшипников используют водостойкий ПСМ. Смазывание подшипников поворотной оси 6 осуществляется периодически через отверстия в крышках 5 и в самой оси 6. Материал втулок подшипников скольжения - медь, латунь.

На рис. 19.5.7 приведен подшипник валка прокатного стана. Такие подшипники выполняют в виде самостоя-

тельных узлов. Это объясняется частой сменой валков. Узел состоит из корпуса 2, цилиндрической втулки 3 с баббитовой или пластмассовой облицовкой и втулки (цапфы) 1, насаженной на коническую шейку 4 валка. Подшипники работают в особо тяжелых условиях. Смазка принудительная под давлением.

19.6. Шарнирные подшипники. Шарнирные подшипники (рис. 19.6.1, табл. 19.6.1) предназначены для восприятия радиальных нагрузок в подвижных (например, в соединениях с колебательным движением одного из колец подшипника относительно его оси) и неподвижных соединениях.

Типы шарнирных подшипников для подвижных соединений: Ш — шарнирные подшипники без канавок для смазки; 2Ш — шарнирные подшипники для восприятия больших нагрузок без канавок для смазки; ШС — шарнирные подшипники с канавками для смазки; 2ШС — шарнирные подшипники для восприятия больших нагрузок с канавками для смазки.

Типы шарнирных подшипников для неподвижных соединений: ШМ — шарнирные монтажные подшипники без канавок для смазки; 2ШМ — шарнирные монтажные подшипники для восприятия больших нагрузок без канавок для смазки. Подшипники типа ШМ имеют уменьшенные внутренние зазоры, что позволяет использовать их в безлюфтовых соединениях в условиях больших статических нагрузок при периодическом смещении одного кольца относительно другого. В большинстве случаев эти подшипники используют в монтажных узлах для облегчения совмещения отверстий, через которые осуществляют болтовые соединения монтируемых элементов конструкции.

Шарнирные подшипники одинаковых размеров для подвижных и неподвижных соединений объединяют в специальную серию (типы Ш, ШС и ШМ) и в серию 2 (типы 2Ш, 2ШС и 2ШМ).

19.7. Пример применения шарнирных подшипников. На рис. 19.7.1 приведена конструкция промежуточного блока рычагов тормозной системы гусеничной машины. Угловое перемещение рычагов невелико, поэтому шлицевый вал 2, на котором установлены рычаги 3, 4 и сектор 6, рационально закрепить в шарнирных подшипниках, имеющих каждый свой корпус 1. Шарнирные подшипники самоустанавливающиеся и могут работать при значительных взаимных перекосах колец. В головках рычагов также установлены шарнирные подшипники 13, обеспечивающие подвижное соединение указанных рычагов с тягами. Шарнирные подшипники смазываются ПСМ.

19.1. Типы подшипников скольжения

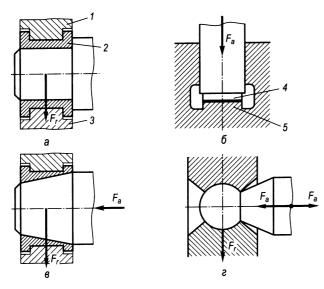


Рис. 19.1.1. Типы подшипников скольжения:

a – радиальные; δ – упорные (подпятники); ϵ , ϵ – радиально-упорные;

1 – крышка; 2 – втулка; 3 – корпус; 4 – пята; 5 – подпятник

Tаблица 19.1.1. Значения коэффициента f при граничной смазке для стали

Материал вкладыша	f
Серый чугун, пластик	0,15–0,20
Антифрикционный чугун, бронза	0,10-0,15
Баббит	0,06–0,10
Резина увлажненная	0,02-0,12

Таблица 19.1.2. Рекомендуемое давление цапфы вала на подшипник

ρ, МПа
2,0–2,5
4,0–6,0
7,5–8,0
12,0–15,0
5,0-7,0

Таблица 19.1.3. Допустимые режимы работы подшипников

	Закаленная	шейка вала	Незакаленная шейка вала			
Материал вкладыша	[<i>pv</i>], МПа ⋅ м/с	[v], м/c	[<i>pv</i>], МПа ⋅ м/с	[v], м/c		
Бронза оловянно-фосфористая БрО10Ф1	10	8	6	5		
Бронзы оловянно-цинко-свинцовые БрО5Ц7С12, БрО6Ц6С3	8	6	5	4		
Бронза безоловянная БрА9Ж3Л	7,5–15	5	Не реком	ендуется		
Бронза безоловянная БрС30	10	10	Тоз	ке		
Цинковый сплав ЦАМ 10–5	9-10	2,5	4	2,5		
Баббиты Б16, БН6	15	10	10	6		
Антифрикционный чугун АЧС – 1, АЧС – 2	1,5-12	1–4	1	2,5		

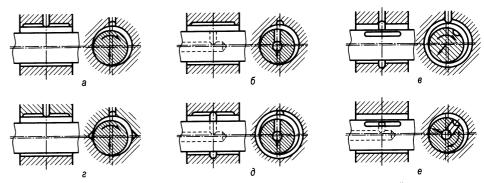
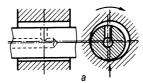


Рис. 19.1.2. Способы подачи СМ в горизонтальный подшипник через неразъемный корпус и втулку (a, e), через вал (b, c) и через разъемный корпус и вкладыш (a): a, b, c, c — направление нагрузки постоянное или изменяется в диапазоне $\pm 90^\circ$; a, e — нагрузка вращается вместе с валом



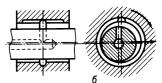
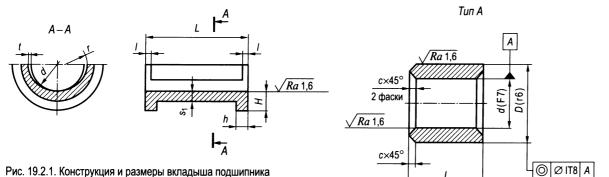


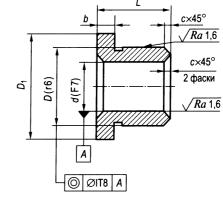
Рис. 19.1.3. Способы подачи СМ в подшипник при его вращении:

а – направление нагрузки постоянное или изменяется в диапазоне ±90°;

б – нагрузка вращается вместе с подшипником

19.2. Втулки и вкладыши металлические подшипников скольжения





Тип В

Рис. 19.2.2. Втулки металлические для подшипников общего назначения

Таблица 19.2.1. Размеры металлических втулок (ГОСТ 1978-81), мм

							,										
1 4	D для	я ряда	D_1		L для ряда			c*		<i>D</i> дл	я ряда			L для ряда		_	c*
u	1	2	D ₁	1	2	3	<i>b</i>	C	d	1	2	D_1	1	2	3] "]	C
3	5	6	8	3	5	-	2,0	0,2	32	38	40	46	20	30	40	4,0	0,8
4	7	8	10	4	6	_	2,0	0,2	(34)	40	42	48	20	30	40	5,0	0,8
5	8	9	12	5	8	_	2,0	0,2	35	41	45	50	30	40	50	5,0	0,8
6	10	12	14	6	10	-	3,0	0,2	38	45	48	54	30	40	50	5,0	0,8
8	12	14	18	6	10	-	3,0	0,3	40	48	50	58	30	40	60	5,0	0,8
10	14	16	20	6	10	-	3,0	0,3	42	50	52	60	30	40	60	5,0	0,8
12	16	18	22	10	15	20	3,0	0,5	45	53	55	63	30	40	60	5,0	0,8
14	18	20	25	10	15	20	3,0	0,5	48	56	58	66	40	50	60	5,0	0,8
15	19	21	27	10	15	20	3,0	0,5	50	58	60	68	40	50	60	5,0	0,8
16	20	22	28	12	15	20	3,0	0,5	(53)	60	63	71	40	50	60	5,0	0,8
18	22	24	30	12	20	30	3,0	0,5	55	63	65	73	40	50	70	5,0	0,8
20	24	26	32	15	20	30	3,0	0,5	60	70	75	83	40	60	80	7,5	0,8
22	26	28	34	15	20	30	3,0	0,5	(63)	73	78	86	40	60	80	7,5	0,8
25	30	32	38	20	30	40	4,0	0,5	65	75	80	88	50	60	80	7,5	1,0
28	34	36	42	20	30	40	4,0	0,5	70	80	85	95	50	70	90	7,5	1,0
30	36	38	44	20	30	40	4,0	0,5									

Примечания: 1. Предусмотрены *d* =75...250 мм. 2. Размеры, указанные в скобках, применять не рекомендуется.

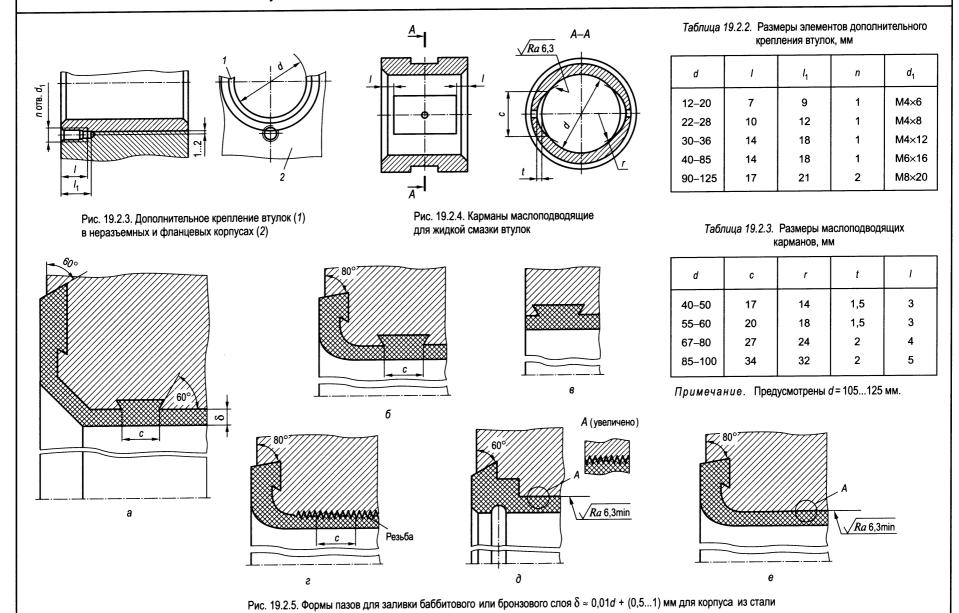
Пример условного обозначения

Втулка типа B с внутренним диаметром d =25 мм, наружным диаметром D =32 мм, диаметром буртика D_1 = 38 мм и длиной L = 20 мм:

Втулка В 25/32×20 ГОСТ 1978-81

^{*} Допускается фаска под углом 15°.

19.2. Втулки и вкладыши металлические подшипников скольжения (продолжение)



и $\delta \approx 0.01d + (1...2)$ мм для корпуса из чугуна, c = (0.02...0.04)d

19.2. Втулки и вкладыши металлические подшипников скольжения (окончание)

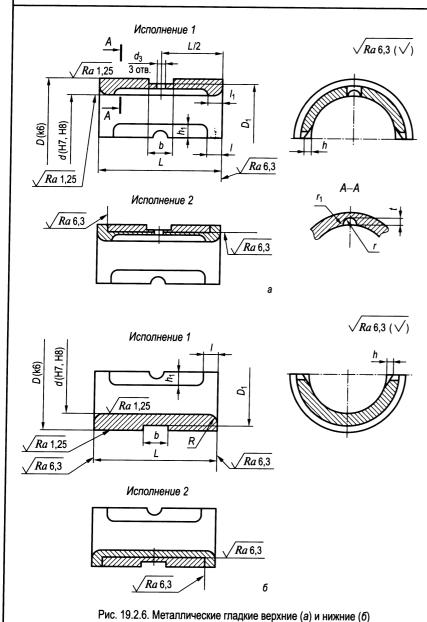


Таблица 19.2.4. Размеры вкладышей корпусов, мм

d*	D*	D ₁	L	/=/ ₁	b	R	h	h ₁	d ₃	r	r ₁	t
40	50	46	45;40;50;60	6	12	3	1	7	5	3	9	2
50	60	56	35;50	6	12	3	1	7	5	3	9	2
60	70	66	35;60	6	12	3	1	7	5	3	9	2

Примечание. Предусмотрены d=70...125 мм.

^{*} Для d и D свыше 18 мм шероховатость поверхности Ra = 2,5 мкм при изготовлении по 8-му квалитету точности.

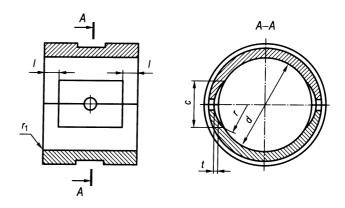


Рис. 19.2.7. Карманы маслопроводящие для жидкой смазки гладких вкладышей

Таблица 19.2.5. Размеры карманов вкладышей, мм

d	с	r	<i>r</i> 1	t	1
От 40 до 50	17	14	3	1,5	6
Св. 50 » 60	20	18	3	1,5	6
» 60 » 70	22	20	3	1,5	6

Примечание. Предусмотрены d=70...125 мм.

19.3. Корпуса подшипников скольжения

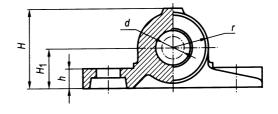
Таблица 19.3.1. Размеры неразъемных корпусов (ГОСТ 11521-82), мм

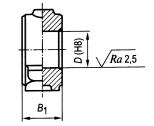
								raon			оморы		_
Обозначение корпуса	d	D	Α	L	Н*	H ₁	h	В	В1	b	1	r	
12×16	(12)	(18)	65	90	45	22	12	16	16	9	13	19	
12×20	(12)	(18)	65	90	45	22	12	20	20	9	13	19	
14×16	14	20	65	90	45	22	12	16	16	9	13	19	
14×20	14	20	65	90	45	22	12	20	20	9	13	19	
16×20	(16)	(22)	75	105	50	25	14	20	20	11	17	21	
16×25	(16)	(22)	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	ľ
20×32	(20)	(26)	80	120	58	28	14	25	32	11	17	25	l
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	l
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	ĺ
28×32	28	36	100	140	68	34	16	25	32	13	20	30	
28×40	28	36	100	140	68	34	16	32	40	13	20	30	
32×40	32	40	120	165	80	42	20	32	40	17	24	35	
32×50	32	40	120	165	80	42	20	40	50	17	24	35	
35×40	35	45	120	165	80	42	20	32	40	17	24	35	
35×50	35	45	120	165	80	42	20	40	50	17	24	35	
40×50	40	50	145	200	95	48	25	40	50	22	32	41	١
40×63	40	50	145	200	95	48	25	50	63	22	32	41	
45×50	45	55	145	200	95	48	25	40	50	22	32	41	
45×63	45	55	145	200	95	48	25	50	63	22	32	41	
1	1	1	l	l	1	ı				L	1		J

Обозначение корпуса	d	D	Α	L	Н*	H ₁	h	В	B ₁	b	1	r
50×63	50	60	165	220	112	56	25	50	63	22	32	52
50×80	50	60	165	220	112	56	25	63	80	22	32	52
55×63	55	65	165	220	112	56	25	50	63	22	32	52
55×80	55	65	165	220	112	56	25	63	80	22	32	52
63×80	63	73	200	270	140	71	32	63	80	26	39	63
63×100	63	73	200	270	140	71	32	80	100	26	39	63
70×80	70	85	200	270	140	71	32	63	80	26	39	63
70×100	70	85	200	270	140	71	32	80	100	26	39	63
L	<u> </u>	L	L	L	L	L	L			L	L	L

Примечание. Предусмотрены d=80...140 мм. В скобках приведены значения d для ряда 2.

*Размер для справок.





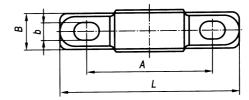
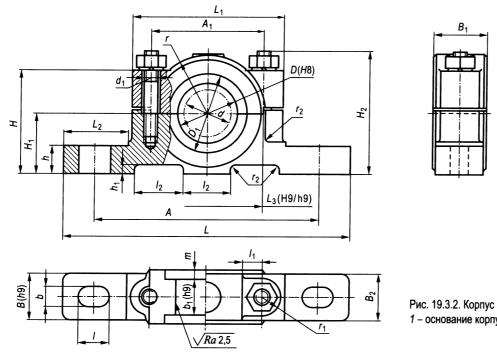


Рис. 19.3.1. Корпус неразъемный с двумя крепежными отверстиями

Пример условного обозначения

Корпус подшипника для вала с d = 32 мм и B_1 = 50 мм: Корпус 32×50 ГОСТ 11521–82

19.3. Корпуса подшипников скольжения (окончание)



Пример условного обозначения

Корпус подшипника с диаметром вала d=70 мм и B=60 мм:

Корпус 70×60 ГОСТ 11607-82

Рис. 19.3.2. Корпус разъемный с двумя крепежными отверстиями: 1 – основание корпуса; 2 – крышка корпуса

Таблица 19.3.2. Размеры разъемных корпусов (ГОСТ 11607-82), мм

Обозначение корпуса	d	D	D ₁	А	A ₁ = L ₃	L	L ₁	Н	Н1	H ₂	h	В	B ₁	b	b ₁	1	11	<i>r</i> , не менее	d ₁	m	12	h ₁	В2	<i>r</i> 1	L ₂	r ₂
25×25	25	32	43	120	60	155	80	55	32	60	15	25	28	11	18	17	8	32	М8	3,5	26	5	20	10	36	3
28×25	28	36	48	120	60	155	80	55	32	60	15	25	28	11	18	17	8	32	М8	3,5	26	5	20	10	36	3
25×25	25	32	43	135	70	170	95	70	42	80	18	32	36	13	24	20	12	35	M10	4,0	26	5	25	13	36	5
28×32	28	36	48	135	70	170	95	70	42	80	18	32	36	13	24	20	12	35	M10	4,0	26	5	25	13	36	5
32×32	32	40	52	135	70	170	95	70	42	80	18	32	36	13	24	20	12	35	M10	4,0	26	5	25	13	36	5
35×32	35	45	55	135	70	170	95	70	42	80	18	32	36	13	24	20	12	35	M10	4,0	26	5	25	13	36	5
40×40	40	50	63	150	80	185	105	80	45	90	20	40	45	13	30	20	12	43	M10	4,0	28	6	25	13	38	5
45×40	45	55	68	150	80	185	105	80	45	90	20	40	45	13	30	20	12	43	M10	4,0	28	6	25	13	38	5
50×48	50	60	73	170	95	215	125	90	53	102	25	48	55	17	40	23	12	52	M12	4,0	34	6	30	15	42	5
55×48	55	65	80	170	95	215	125	90	53	102	25	48	55	17	40	23	12	52	M12	4,0	34	6	30	15	42	5
63×60	63	78	92	220	125	280	160	120	70	140	30	60	70	22	_	30	16	69	M16	5,0	43	8	35	18	56	10

Примечание. Предусмотрены d=70...160 мм.

19.4. Втулки и вкладыши неметаллические подшипников скольжения

Таблица 19.4.1. Размеры вкладышей из металлофторопласта, мм

d*	D*	s**	С	L	d*	D*	s**	С	L
5 6 7 8 10	7 8 9 10 13	1 1 1 1 1,5 1,5	0,3 0,3 0,3 0,3 0,5 0,5	4–8 4–10 4–10 4–12 6–16 6–18	85 90 100 110 120	90 95 105 115 125	2,5 2,5 2,5 2,5 2,5 2,5	0,8 0,8 0,8 0,8 0,8	26–90 26–90 26–90 26–90 26–90
14 16	17 19	1,5 1,5	0,5 0,5	8–22 8–24	Таблица 1	9.4.2. Разм	еры втулок с	с буртиком и	з металлофторопласта, ми

10-26

10-30

12-34

12-36

16-40

16-42

16-44

16-48

20-50

20-56

18-56

18-60

18-60

18-65

18-70

18-75

20-80

20-90

24-90

24-90

26-90

26-90

			•	• •		•	
d*	D*	D ₁	s**	С	r	h	L***
5 6 7 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 35 38 40 42 45 48 50 60 65 70	7 8 9 10 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 38 41 43 45 50 60 65 70 75	12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 33 36 39 42 57 60 65 77 75 82 90 95 105	0,00,05,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5	33335555555555555555558888888888888888	0,0,0,0,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5	0,9 0,9 0,9 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4	4-8 4-10 4-10 4-12 6-16 6-18 8-22 8-24 10-26 10-30 12-34 12-36 16-40 16-42 16-44 16-48 18-56 18-56 18-56 18-60 20-60 22-60 24-60 24-65 28-65 28-65 28-65 30-65

Примечания: 1. Материал – фторопластовая лента с основой из стали 08X18H10T (ОX18H10T) по ГОСТ 4986-79. 2. Покрытие для втулок из стали 08кп-Кд3, кроме поверхности В. З. Зазор в стыке в свободном состоянии втулки - не более 0,2 мм. 4. Отклонение от перпендикулярности поверхностей A и B относительно поверхности В – не более 0,1 мм на длине 100 мм. 5. Отклонение от параллельности линии стыка втулки относительно поверхности B – не более 0,3 мм на длине 100 мм. 6. Разностенность втулки – не более 0,03 мм.

21

23

25

27

29

31

33

35

37

38

41

43

45

50

53

55

60

65

70

75

80

85

18

20

22

24

26

28

30

32

34

35

38

40

42

45

48

50

55

60

65

70

75

80

1,5

1,5

1,5

1,5

1,5

1,5

1,5

1,5

1,5

1,5

1,5

1,5

1,5

2.5

2.5

2.5

2.5

2.5

2,5

2,5

2,5

2.5

0.5

0.5

0.5

0.5

0.5

0.5

0.5

0,5

0.5

0,5

0.5

0.5

0.5

0,8

0,8

0,8

8,0

8,0

0,8

0,8

8,0

8.0

Примечание. Материал – металлофторопластовая лента с основой из стали 08кп по ГОСТ 1050-88 и из коррозионно-стойкой стали 08X18H10T no FOCT 4986-79.

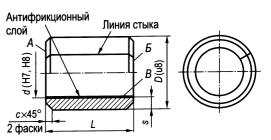


Рис. 19.4.1. Втулка из металлофторопласта

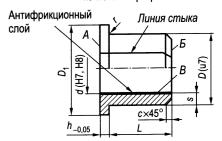


Рис. 19.4.2. Втулка с буртиком из металлофторопласта

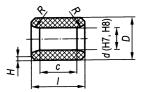


Рис. 19.4.3. Втулка из углепластика

Таблица 19.4.3. Размеры втулок из углепластика АФ-3Т, мм

D	d	1	С	Н	R
16–25	8–15	6–10	3–6	0,8–1,0	8–10
25–40	15–25	10–20	6–10	1,0–1,5	10–15
40–70	25–50	20-30	10–20	1,5	15–20
70–105	50–80	30–50	20–30	1,5–2,0	20–30

^{*}Размеры даны для втулки в рабочем состоянии.

^{**}Размер для справок.

^{*}Размеры даны для втулки в рабочем состоянии.

^{**}Размер для справок.

^{***}Размер в указанных пределах брать из ряда: 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 46, 48, 50, 56, 60, 65, 70 мм. Примечание. Предусмотрены d = 80...250 мм.

19.5. Примеры применения подшипников скольжения

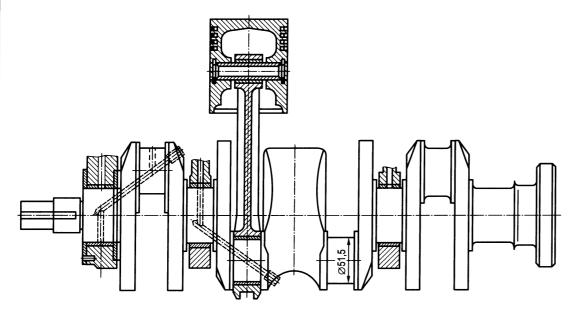
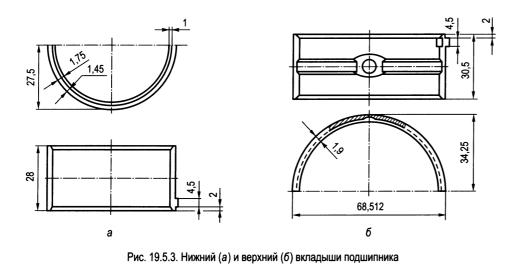
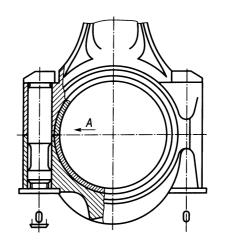
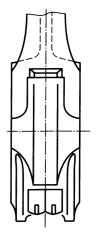


Рис. 19.5.1. Коленчатый вал двигателя внутреннего сго







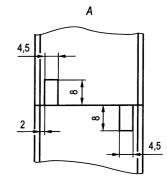
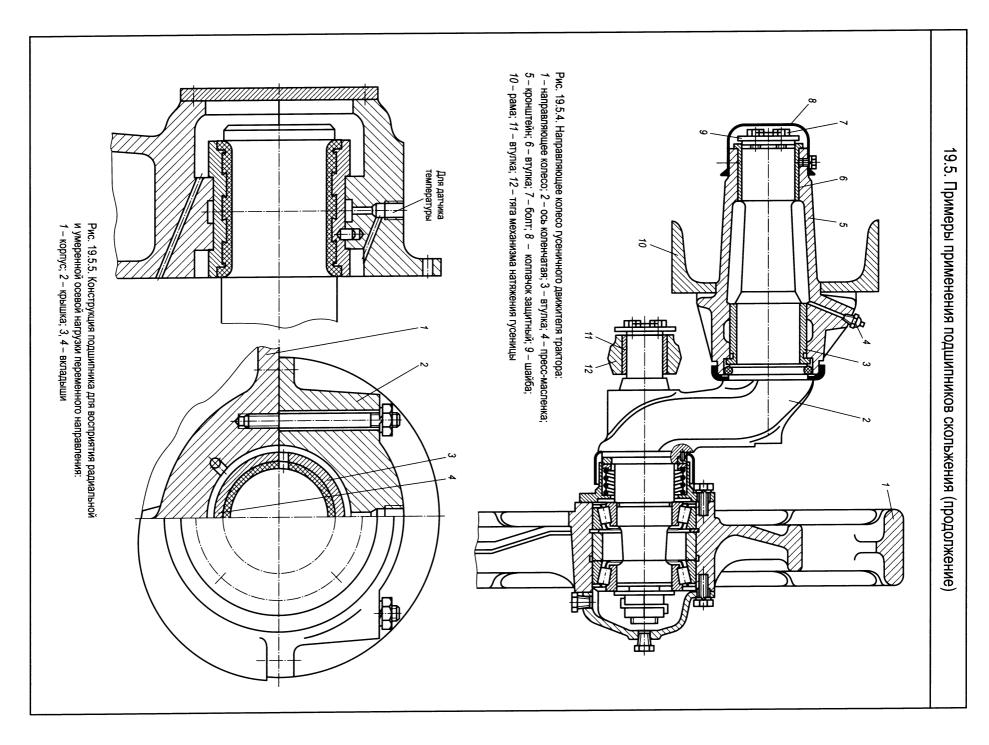
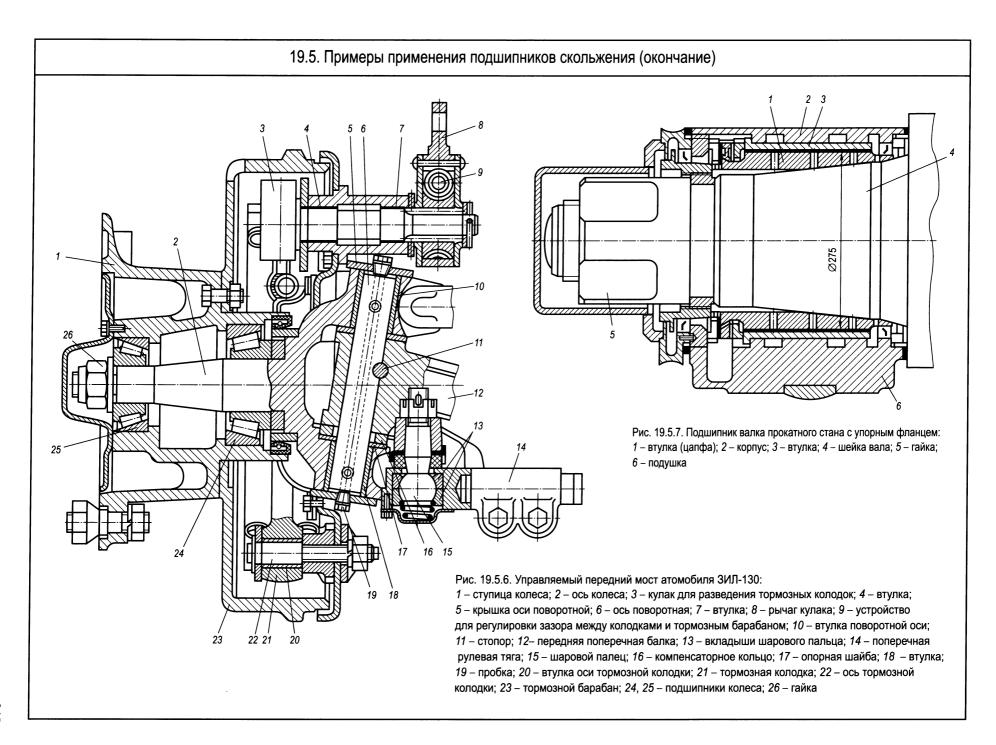


Рис. 19.5.2. Нижняя головка шатуна с вкладышами





19.6. Шарнирные подшипники

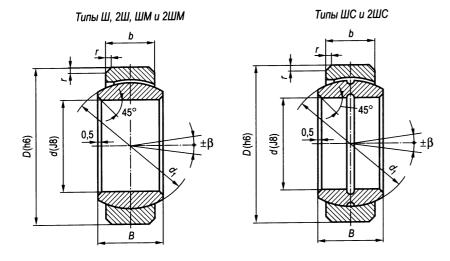


Рис. 19.6.1. Шарнирные подшипники

Таблица 19.6.1. Размеры шарнирных подшипников (ГОСТ 3635–78)

	вное обознач дшипников ти	-	d	D	b	В	d ₁	r		ая нагрузка, ипники типов	Macca,	β,
Ш и 2Ш	ШС и 2ШС	ШМ и 2ШМ			N	IM			и ШC	ШМ	КГ	град
					Спе	Г циаль	I ная с	ерия				
Ш5	ШС5	ШМ5	5	14	4	6	10	0,5	10 000	20 000	0,004	±8
Ш6	ШС6	ШМ6	6	14	4	6	10	0,5	10 000	20 000	0,004	±8
Ш8	ШС8	шм8	8	17	5	8	18	0,5	16 250	32 000	0,008	±8
Ш9	ШС9	ШМ9	9	20	6	9	16	0,5	24 000	48 000	0,012	±8
Ш10	ШС10	ШМ10	10	20	6	9	16	0,5	24 000	48 000	0,012	±8
Ш12	ШС12	ШМ12	12	22	7	10	18	1,0	31 500	63 000	0,017	±8
Ш15	ШС15	ШМ15	15	28	8	12	23	1,0	51 750	103 500	0,032	±8
Ш17	ШС17	ШМ17	17	32	10	14	26	1,0	65 000	130 000	0,048	±8
Ш20	ШС20	ШМ20	20	35	12	16	29	1,0	87 000	174 000	0,065	±8
		ı	ı	1		1						

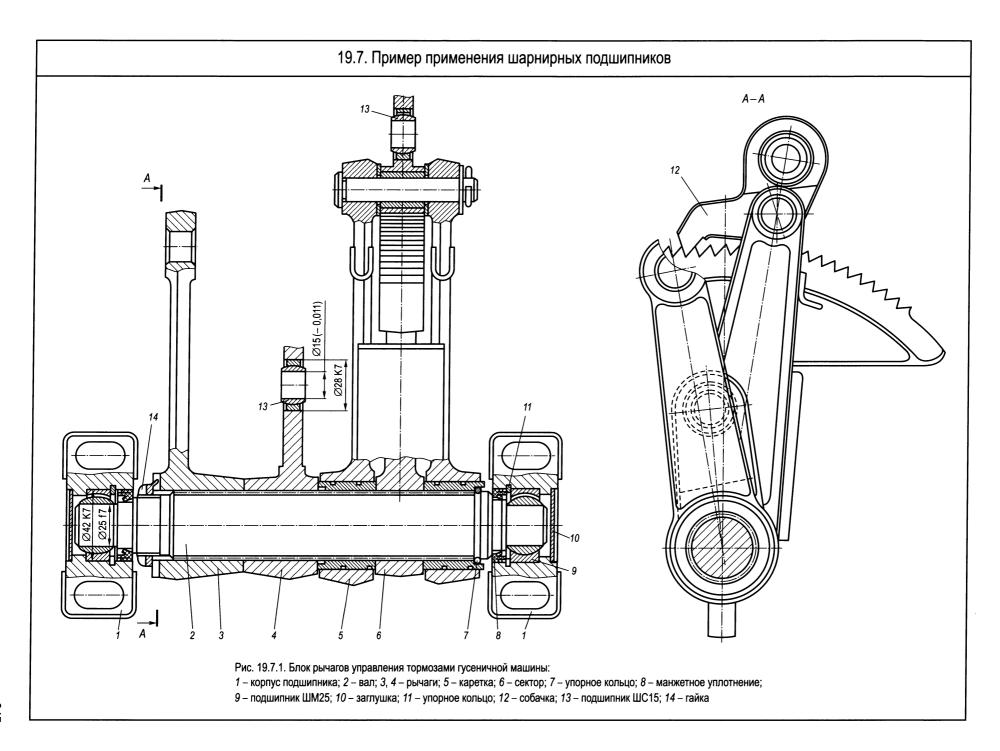
	вное обознач дшипников ти		d	D	b	В	d ₁	r		ая нагрузка, ипники типов	Macca,	β,
Ш и 2Ш	ШС и 2ШС	ШМ и 2ШМ			M	IM			и ШС	ШМ	КГ	град
Ш25	ШС25	ШМ25	25	42	16	20	35	1,0	140 000	280 000	0,115	±8
Ш30	ШС30	ШМ30	30	47	18	22	40	1,0	180 000	360 000	0,158	±8
Ш35	ШС35	ШМ35	35	55	21	25	47	1,5	246 750	493 500	0,233	±8
Ш40	ШС40	ШМ40	40	62	22	28	53	1,5	291 500	583 000	0,315	±8
Ш45	ШС45	ШМ45	45	70	25	32	60	2,0	375 000	750 000	0,460	±8
Ш50	ШС50	ШМ50	50	75	28	35	66	2,0	462 000	924 000	0,560	±8
						i Cep	і рия 2			,		.
_	2ШС10	2ШМ10	10	30	10	14	22	0,5	55 000	110 000	0,053	±12
-	2ШС12	2ШМ12	12	32	12	16	24	1,0	75 000	150 000	0,065	±11
2Ш15	2ШС15	2ШМ15	15	35	14	18	28	1,0	94 500	189 000	0,082	±10
_	2ШС17	2ШМ17	17	40	14	21	31	1,0	108 500	217 000	0,146	±15
2Ш20	2ШС20	2ШМ20	20	47	15	26	35	1,0	131 250	262 500	0,191	±22
_	2ШС25	2ШМ25	25	52	15	28	40	1,5	150 000	300 000	0,262	±22

Примечания: 1. Допускаемые нагрузки на шарнирные подшипники установлены для числа повторных нагружений не более 5000 при следующих условиях: а) для подвижных соединений при давлении 250 МПа на площади проекции рабочей части сферы (d_1 ×b). При этом корпус, в который запрессовывается подшипник, должен иметь наружный диаметр не менее 2D и изготовляться из стали с $σ_в$ ≥400 МПа; б) для неподвижных соединений при давлении 500 МПа на площадь проекции рабочей части сферы (d_1 ×b). При этом корпус, в который запрессовывается подшипник, должен иметь наружный диаметр не менее 3D и изготовляться из стали с $σ_в$ ≥900 МПа. 2. Нагрузка может действовать на подшипник при любом, предусмотренном в таблице, значении угла β взаимного перекоса колец.

Пример условного обозначения

Шарнирный подшипник с d = 50 мм:

Подшипник Ш50 ГОСТ 3635 –78



20. ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

В атласе приведены конструкции и характеристики, наиболее распространенных подшипников качения, рекомендации по их применению, способам установки в узлы, а также сведения, необходимые для выбора типов и размеров подшипников по заданным условиям эксплуатации. Рассмотрены принципы рационального конструирования подшипниковых узлов, даны рекомендации по техническим требованиям, способам регулирования и смазывания. Согласно техническим требованиям, выпускают теплостойкие, высокоскоростные, малошумные, коррозионностойкие, немагнитные, самосмазывающиеся; с различными начальными зазорами; с нормальным, пониженным и низким уровнем вибрации и другие подшипники [7, 8].

Для подшипников качения установлены следующие основные классы точности в порядке ее повышения: 0, 6, 5, 4, 2. Основное применение имеют подшипники нормального класса точности 0. Стоимость подшипника класса точности 5 приблизительно в два раза, а подшипника класса точности 2 – в десять раз выше, чем подшипника класса точности 0.

При одном и том же посадочном диаметре на вал подшипники одного типа могут иметь различные наружные диаметры и ширину (высоту для упорнорадиальных и упорных подшипников), т. е. различную размерную серию. Обозначение подшипника наносят преимущественно на торцовой поверхности колец. Основное обозначение может содержать до семи цифр. При отсчете справа налево первые две цифры определяют внутренний диаметр, третья - серию по диаметру, седьмая - серию по ширине, четвертая обозначает тип, пятая и шестая - конструктивную разновидность подшипника. В соответствии с ГОСТ 3478-89, серию диаметров в порядке возрастания размера обозначают цифрами 0, 8, 9, 1, 7, 2, 3, 4 и 5, а серию ширин (высот для упорных и упорно-радиальных подшипников) – цифрами 7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4, 5 и 6. В настоящее время названия серий упразднены.

Относительная стоимость подшипников при одинаковых классах точности со штампованным сепаратором

Четвертая цифра справа	Тип подшипника	Относи- тельная стоимость
0	Радиальный шариковый	1,0
1	Радиальный шариковый сфериче- ский двухрядный	1,2
2	Радиальный с короткими цилиндрическими роликами	1,2
3	Радиальный роликовый сфериче- ский	3,0

4	Радиальный роликовый игольча- тый	1,2
5	Радиальный с витыми роликами	1,5
6	Радиально-упорный шариковый	1,7
7	Роликовый конический	1,3
8	Упорный или упорно-радиальный шариковый	1,1*
9	Упорный или упорно-радиальный роликовый	1,3*
* To	олько для упорных подшипников.	

При наличии дополнительных технических требований указывают группу радиального зазора, ряды моментов трения и категорию подшипника. Подшипники, изготовленные по специальным техническим требованиям, имеют справа от основного обозначения дополнительные знаки в виде букв и цифр. Например, буква А обозначает повышенную грузоподъемность подшипника, буква М — наличие модифицированного контакта, буквы К и Н — наличие конструктивных особенностей. Обозначения Т, Т1, ..., Т6 указывают на специальную термообработку подшипников для работы при повышенных температурах. Обозначения подшипников малых размеров проставляют на упаковке. Для сокращения основного обозначения нули левее значащих цифр не проставляют.

Пример обозначения: А 7 5–3180206 Е Т2 С2, где А – категория подшипника; 7 – группа радиального зазора; 5 – класс точности; 3180206 – основное обозначение, Е – материал сепаратора (текстолит); Т2 – температура отпуска (250 °С) и С2 – смазочный материал (ЦИАТИМ-221). В соответствии с основным обозначением данный подшипник является шариковым однорядным (четвертая цифра слева – 0) с посадочным диаметром на вал 30 мм (первые две цифры справа, умноженные на 5), серии диаметров 2 (третья цифра справа), серии ширин 3 (седьмая цифра справа), с двухсторонним уплотнением (пятая и шестая цифры справа).

20.1. Подшипники шариковые радиальные однорядные. Эти подшипники находят применение в узлах со сравнительно легкими условиями эксплуатации и при отсутствии высоких требований к жесткости опор в радиальном и осевом направлениях. Например, в коробках передач станков и транспортных средств, электродвигателях и т. д. Их не следует применять для валов червячных и конических передач.

Однорядные шариковые радиальные подшипники (см. рис. 20.1.1) предназначены в основном для воспри-

ятия радиальной нагрузки, но могут воспринимать и осевые нагрузки в обоих направлениях. Основные характеристики и обозначения этих подшипников представлены в табл. 20.1.1. Подшипники стандартизованы в диапазоне посадочных диаметров на вал от 1 до 460 мм.

Подшипники шариковые радиальные однорядные гибкие (см. рис. 20.1.2) предназначены для кулачковых генераторов волновых передач. Данные подшипники отличаются от обычных уменьшенной толщиной колец и конструкцией сепаратора, который не препятствует радиальным перемещениям шариков при деформировании колец. Основные характеристики и обозначения этих подшипников представлены в табл. 20.1.2.

Широко применяют подшипники с канавкой под упорное пружинное кольцо (см. рис. 20.1.3), основные типы которых приведены в табл. 20.1.3. Размеры канавок даны в табл. 20.1.4.

Выпускают подшипники с защитными шайбами (см. рис. 20.1.4, табл. 20.1.5) и со встроенными уплотнениями (см. рис. 20.1.5, табл. 20.1.6). В подшипники с двухсторонними уплотнениями смазочный материал закладывают на заводе-изготовителе на весь срок службы.

20.2. Подшипники радиальные сферические двухрядные. Эти подшипники находят применение в опорах приводных валов конвейеров и транспортеров, опорах поворотных кранов, сателлитов планетарных передач, валов деревообрабатывающих станков, буксах вагонеток и т. п.

Шариковые радиальные двухрядные сферические подшипники (см. рис. 20.2.1, табл. 20.2.1) допускают работу в условиях взаимных перекосов осей колец до 4° благодаря сферической поверхности дорожки качения наружного кольца. Подшипники могут воспринимать осевые силы в обоих направлениях. Их выпускают с цилиндрическими (размерная серия 1000), а также с коническими отверстиями внутреннего кольца (размерная серия 11000) для установки на валу с помощью закрепительных втулок (см. рис. 20.2.2, табл. 20.2.1). Подшипники стандартизованы в диапазоне посадочных диаметров на вал от 5 до 110 мм.

Роликовые радиальные сферические двухрядные подшипники (см. рис. 20.2.3, табл. 20.2.2) отличаются от радиальных сферических двухрядных шариковых подшипников большей грузоподъемностью, но меньшей быстроходностью. Допустимый угол взаимного перекоса колец до 4°. Подшипники выпускают с цилиндрическими или коническими отверстиями для крепления на валу с помощью закрепительных втулок (см. табл. 20.2.1). В диапазоне посадочных диаметров на вал от 40 до 400 мм подшипники стандартизованы.

20.3. Подшипники шариковые радиально-упорные. Однорядные радиально-упорные подшипники (см. рис. 20.3.1, табл. 20.3.1) предназначены для восприятия комбинированной нагрузки: радиальной и односторонней осевой. В диапазоне посадочных диаметров на вал от 3 до 320 мм подшипники стандартизованы. Они находят применение в редукторах, валы которых нагружены значительными осевыми силами. В конструкциях опор с данными подшипниками необходимо предусмотреть возможность регулирования осевой игры. Подшипники с углом контакта $\alpha = 36^{\circ}$ и более применяют только в качестве сдвоенных.

Шариковые радиально-упорные сдвоенные подшипники (см. рис. 20.3.2, табл. 20.3.1) применяют для восприятия осевых нагрузок обоих направлений и при ограниченных диаметральных размерах. Подшипники специально комплектуют на заводе-изготовителе. На кольцах этих подшипников наносят специальные метки для правильной установки подшипников в узел. В случае выхода из строя одного подшипника заменяют весь комплект. Для восприятия осевых нагрузок обоих направлений используют подшипники, сдвоенные по схемам X или O (см. рис. 20.3.2, a, δ). Эти подшипники не требуют регулирования при монтаже. При больших осевых нагрузках одного направления и стесненных габаритных размерах в радиальном направлении, а также для скоростных опор используют схему Т (см. рис. 20.3.2, в). Данная схема установки подшипников требует регулирования осевого зазора при монтаже. Комплектация сдвоенных подшипников, особенно по схеме О, обеспечивает повышенную угловую жесткость опоры при прогибах вала. Возможные схемы комплектации сдвоенных подшипников приведены в табл. 20.3.1. Область применения этих подшипников шпиндели шлифовальных станков, фиксирующие опоры червяков, центрифуги и т. д.

Шариковые радиально-упорные подшипники с разъемным внутренним кольцом (см. рис. 20.3.3, *а*, табл. 20.3.2) предназначены для восприятия радиальной и осевых нагрузок в обоих направлениях. Конструкция подшипника позволяет сократить осевые размеры узла и при монтаже не требует регулирования. Подшипники находят широкое применение в авиационной промышленности. В диапазоне посадочных диаметров на вал от 10 до 340 мм подшипники стандартизованы.

Шариковые радиально-упорные подшипники с разъемным наружным кольцом (см. рис. 20.3.3, *б*, табл. 20.3.3) воспринимают радиальные и осевые нагрузки в обоих направлениях и также не требуют регулирования. В диапазоне посадочных диаметров на вал от 45 до 130 мм подшипники стандартизованы.

20.4. Подшипники роликовые радиальные однорядные. Эти подшипники (см. рис. 20.4.1, табл. 20.4.1) предназначены главным образом для восприятия радиальных нагрузок. Подшипники с бортами на обоих кольцах могут воспринимать осевую нагрузку при условии, что она составляет не более 0,2...0,4 от радиальной в зависимости от размерной серии подшипника. Расчеты допускаемых осевых нагрузок можно найти в [9]. В диапазоне посадочных диаметров на вал от 15 до 260 мм подшипники стандартизованы. Эти подшипники часто применяют в качестве плавающих опор валов (см. рис. 18.7.4).

Роликовые радиальные игольчатые подшипники (см. рис. 20.4.2, табл. 20.4.2) применяют при ограниченных радиальных размерах, а также при колебательном движении. Для увеличения нагрузочной способности подшипника иглы часто устанавливают без сепаратора, что позволяет увеличить их число. Для уменьшения радиальных габаритных размеров широко применяют игольчатые подшипники без внутреннего кольца (см. рис. 20.4.3, табл. 20.4.3). Осевые нагрузки

игольчатые подшипники не воспринимают. Подшипники находят применение в крестовинах шарниров карданов, в опорах коромысел толкателей, рычагов управления и т. д.

20.5. Подшипники роликовые радиально-упорные конические. Однорядные подшипники (см. рис. 20.5.1, табл. 20.5.1) предназначены для восприятия совместно действующих радиальных и осевых нагрузок. Без осевой нагрузки эти подшипники работать не могут. Их применяют в редукторах с коническими и червячными передачами. Подшипники требуют регулирования осевого зазора. При проектировании узлов следует обращать внимание на установочные размеры (см. рис. 20.5.2), чтобы обеспечить свободное вращение сепаратора. Обычно угол конуса наружного кольца α = 10...18°. Подшипники с большими углами конуса ($\alpha = 25...30^{\circ}$) применяют в качестве сдвоенных. В диапазоне посадочных диаметров на вал от 15 до 320 мм подшипники стандартизованы. В ряде конструкций удобно использовать подшипники с упорным бортом на наружном кольце (см. рис. 20.5.3, табл. 20.5.2).

Роликовые радиально-упорные конические двухрядные подшипники (см. рис. 20.5.4, табл. 20.5.3) предназначены для восприятия совместно действующих радиальных и осевых нагрузок в обоих направлениях. Подшипники не требуют регулирования и могут работать без осевой нагрузки. На рис. 20.5.5 показан двухрядный конический подшипник с бортом на наружном кольце (см. табл. 20.5.4).

20.6. Подшипники упорно-радиальные. Эти подшипники часто применяют для восприятия только осевых нагрузок.

Шариковые упорно-радиальные подшипники (см. рис. 20.6.1, табл. 20.6.1) предназначены для восприятия преимущественно осевых нагрузок и только в одном направлении. В табл. 20.6.2 приведены размеры нестандартного упорно-радиального подшипника.

Роликовые упорно-радиальные сферические подшипники (см. рис. 20.6.2, табл. 20.6.3) предназначены для восприятия значительных осевых нагрузок в одном направлении.

20.7. Подшипники шариковые упорные. Область применения этих подшипников — опоры колонн поворотных кранов, выжимные подшипники сцеплений транспортных средств, валы червяков глобоидных передач и т. п.

Одинарные подшипники этого типа (см. рис. 21.7.1, табл. 21.7.1) предназначены для восприятия только осевых нагрузок и только в одном направлении. Размеры наружных и внутренних диаметров колец отличаются. Тугое кольцо устанавливают на валу, а свободное – в корпус. Частоты вращения ограничены центробежными силами и гироскопическими моментами, действующими на шарики. В диапазоне посадочных диаметров на вал от 10 до 480 мм подшипники стандартизованы. Буква Н в конце обозначения подшипника показывает, что диаметральные размеры свободного кольца соответствуют международному стандарту.

Шариковые упорные подшипники двойные (см. рис. 20.7.2, табл. 20.7.1) предназначены для восприятия только осевых нагрузок, но в обоих направлениях. Подшипники стандартизованы в диапазоне посадочных диаметров на вал от 20 до 120 мм.

20.8. Способы установки и закрепления подшипников. При конструировании подшипниковых узлов сле-

дует стремиться к выполнению ряда общих требований.

- 1. Обеспечению соосности посадочных мест, что достигается обработкой валов и осей с одной установки, а также расточкой и если возможно шлифовкой на проход отверстий под подшипники в корпусе.
- 2. Уменьшению числа промежуточных деталей (стаканов, промежуточных втулок и т. д.), что способствует улучшению точности установки и отвода теплоты от подшипника.
- 3. Выполнению при сравнительно длинных валах (l = (10...12) d) одной опоры, как правило более нагруженной, фиксирующей, а другой плавающей, например в приводных валах.
- 4. Применению самоустанавливающихся подшипников, если ожидаемый перекос вала относительно гнезд подшипников превосходит 15–20′ (длинные нежесткие валы, опоры в разных корпусах).
- 5. Исключению базирования подшипников упорными торцами деталей, установленных на резьбе, так как даже мелкая резьба не устраняет перекосов.
- 6. Применению подшипников с большими углами контакта ($\alpha = 20^{\circ}$) только в качестве сдвоенных.
- 7. Обеспечению сборки и разборки подшипниковых узлов с помощью стандартных инструментов. Для этого в сопряженных с подшипниками деталях предусматривают пазы для съемников, обеспечивают достаточные размеры выступающих частей колец подшипников и свободного пространства для захвата съемником, а также возможность завинчивания круглой шлицевой гайки стандартным ключом. В последнем случае гайка должна быть вынесена за пределы фланца стакана (см. рис. 18.7.2), однако это требование не относится к случаям, когда вал с подшипниками легко вставляется в стакан (см. рис. 18.7.2, б).

Внутренние кольца подшипников должны быть надежно закреплены на валах и осях. Способ закрепления зависит от величины осевой нагрузки, частоты вращения вала и типа подшипника. При односторонней передаче осевой нагрузки наиболее часто используют крепление с упором в заплечики вала (см. рис. 20.8.1, a, β , ϵ , д). Если высота заплечика вала недостаточна, применяют упорное кольцо (см. рис. 20.8.1, б). При действии осевой нагрузки в обоих направлениях внутреннее кольцо подшипника закрепляют с обеих сторон. Для этого используют втулку, установленную с натягом (см. рис. 20.8.1, ∂), концевую шайбу (см. рис. 20.8.1, e) пружинное кольцо (см. рис. 20.8.1, ж), круглую шлицевую гайку (см. рис. 20.8.1, з, л), закрепительную втулку (см. рис. 20.8.1, и) и т. д. Стандартные плоские упорные пружинные наружные кольца и канавки для них приведены в табл. 20.10.1 и 20.10.2.

Закрепление наружных колец подшипников осуществляют с помощью заплечиков в корпусах (см. рис. 20.8.1, a, e, e, стаканов (см. рис. 20.8.1, s, κ), крышек (см. рис. 20.8.1, s, s, упорных колец (см. рис. 20.8.1, s, плоских пружинных упорных внутренних колец (см. табл. 20.11.1 и 20.11.2), упорных бортов на наружном кольце подшипника (см. рис. 20.8.1, e), а также другими способами (см. рис. 20.8.16, u). Размеры и обозначения закрепительных втулок (см. рис. 20.12.1) даны в

табл. 20.12.1, гаек (см. рис. 20.12.2) – в табл. 20.12.2, стопорных шайб (см. рис. 20.12.3) – в табл. 20.12.3.

- **20.9.** Установочные размеры и осевые зазоры в **подшипниках.** При конструировании подшипниковых узлов необходимо обеспечить:
- базирование подшипников по торцовым поверхностям колец для минимизации искажений дорожек качения и восприятия осевых нагрузок;
- достаточные зазоры между деталями подшипника и поверхностями деталей, контакт с которыми не предусмотрен;
- возможность регулирования зазоров и предварительных натягов в узлах с регулируемыми подшипниками:
 - возможность монтажа и демонтажа подшипников.

Для радиальных и радиально-упорных шариковых подшипников, а также радиальных роликовых подшипников зазоры между смежными деталями и торцами колец (см. рис. 20.9.1) должны быть не менее указанных в табл. 20.9.1.

В конических подшипниках сепаратор иногда выступает за пределы осевых размеров колец, поэтому установочные размеры зависят не только от размеров подшипника, но и от угла конуса. Установочные размеры для конических подшипников (см. рис. 20.5.2) приведены в табл. 20.5.1.

Предельные значения диаметров d_2 , D_1 и D_2 (см. рис. 20.5.2) определяют по минимальной высоте заплечиков вала и корпуса h_{\min} : $d_{2\min} = d + 2h_{\min}$, $D_{2\max} = D - 2h_{\min}$ (см. табл. 20.9.2).

Оптимальные значения радиальных и осевых зазоров являются важнейшим условием нормальной работы подшипника. Под осевым или радиальным зазором подразумевают величину возможного свободного перемещения одного кольца относительно другого из одного крайнего положения в другое в осевом (осевой зазор) или в радиальном направлении (радиальный зазор). При значительных осевых нагрузках или возможных перекосах следует выбирать нерегулируемые подшипники с повышенным радиальным зазором. В соответствии с ГОСТ 24810—81 выпускают подшипники с различными группами начальных радиальных зазоров.

Осевые зазоры в регулируемых радиально-упорных подшипниках устанавливают при монтаже путем взаимного осевого перемещения их колец. Значение требуемого осевого зазора (осевой игры) зависит от размеров подшипников, расстояния между ними, угла контакта, а также разности температур корпуса и вала. В табл. 20.9.3 и 20.9.4 указаны осевые зазоры при расстоянии между подшипниками не более $l_{\rm max}$ и разности температур корпуса и вала не более $10...20^{\circ}$ С.

Способы регулирования зависят от конструкции подшипникового узла. Например, осевой зазор радиально-упорных подшипников можно регулировать:

- смещением внутреннего кольца подшипника по валу шлицевой гайкой (см. рис. 18.7.2, a);
- смещением наружных колец набором металлических прокладок между крышкой подшипника и стаканом (см. рис. 18.7.2, δ) либо между крышками подшипников и корпусом (см. рис. 18.7.3), а также резьбовыми деталями (см. рис. 18.8.1, δ);

- с помощью компенсаторных колец (см. рис. 18.7.1, δ) и втулок.

Контроль зазора осуществляют индикатором часового типа путем измерения осевого перемещения вала из одного крайнего положения в другое. В зависимости от требуемых условий работы заводы поставляют сдвоенные радиально-упорные шариковые подшипники (см. табл. 20.3.1) с легким, средним и большим преднатягом. В этом случае зазоры не регулируют.

20.10. Кольца пружинные упорные наружные. На рис. 20.10.1 показано эксцентрическое кольцо с четырьмя вариантами исполнения, на рис. 20.10.2 – кольцо концентрическое с двумя вариантами исполнения. Кольца устанавливают в канавки на валах с диаметром от 4 до 200 мм (см. рис. 20.10.3). Размеры канавок и допустимые осевые силы для наиболее употребительных колец указаны в табл. 20.10.1 и 20.10.2.

20.11. Кольца пружинные упорные внутренние. На рис. 20.11.1 показано эксцентрическое кольцо с тремя вариантами исполнения, на рис. 20.11.2 — кольцо концентрическое с тремя вариантами исполнения (исполнение 3 для $D \ge 78$ мм). Кольца устанавливают в канавки отверстий с диаметрами от 8 до 320 мм, выполненные в корпусе (см. рис. 20.11.3). Размеры канавок и допустимые осевые силы для наиболее употребительных колец указаны в табл. 20.11.1 и 20.11.2.

20.12. Втулки закрепительные. На рис. 20.12.1 показана закрепительная втулка, с помощью которой устанавливают на валу подшипники, имеющие коническое отверстие. Подшипник фиксируют гайкой (см. рис. 20.12.2) со стопорной шайбой (см. рис. 20.12.3), размеры и обозначения которых даны в табл. 20.12.2 и 20.12.3.

20.13. Корпуса подшипников качения. Подшипники часто применяют со стандартными корпусами (ГОСТ 13218.1–80 – ГОСТ 13218.11–80). Неразъемные корпуса предназначены для восприятия нагрузок любого направления в плоскости, перпендикулярной оси вращения вала. Разъемные корпуса подшипников используют для восприятия нагрузок в направлении опоры корпуса и параллельных ей направлениях. В стандартах предусмотрены широкие и узкие неразъемные и разъемные корпуса для больших и малых нагрузок с диаметрами отверстий от 47 до 400 мм.

20.14. Крышки корпусов подшипников качения. Крышки предназначены для осевой фиксации подшипников в корпусе и восприятия осевой нагрузки, а также герметизации подшипникового узла. В зависимости от конструкции узла применяют торцовые крышки: глухие (без отверстия) и с манжетным уплотнением для подшипников с наружным диаметром от 47 до 400 мм (ГОСТ 13219.1–81 – ГОСТ 13219.17–81). В стандарте предусмотрены крышки низкие (МН), средние (МС) и высокие (МВ) В табл. 20.14.1 даны примеры МН и МС крышек.

20.15. Технические требования к деталям подшипниковых узлов. Характер сопряжения колец подшипников в опоре обеспечивают соответствующим выбором отклонений размеров валов и отверстий корпусов. При выборе посадок учитывают условия нагружения кольца (местное, циркуляционное, колебательное), характер и направление нагрузки, режим работы (легкий, нормальный, тяжелый) в зависимости от интенсивности нагрузки, тип и размеры подшипника, способ регулирования и другие факторы. Режим работы характеризуют отношением эквивалентной нагрузки P к базовой динамической грузоподъемности C (см. табл. 20.15.1). При ударных и вибрационных нагрузках режим нагружения относят к тяжелому независимо от отношения P/C.

Если кольцо вращается относительно вектора радиальной нагрузки, нагружение называют циркуляционным, если неподвижно, то - местным. При колебательном нагружении вектор радиальной нагрузки совершает периодические перемещения на ограниченном участке кольца. Кольцо с циркуляционным нагружением следует устанавливать на вал или корпус с натягом во избежание обкатывания кольцом сопряженной детали, развальцовки посадочных поверхностей и контактной коррозии. Кольцо с местным нагружением устанавливают с зазором или небольшим натягом, так как обкатывания в этом случае не происходит. Кроме того, это важно для облегчения осевых перемещений колец при монтаже и температурных деформациях. В табл. 20.15.2 и 20.15.3 приведены рекомендуемые поля допусков валов и отверстий для установки подшипников. Более плотные посадки назначают при тонкостенных корпусах, для подшипников больших размеров, при больших частотах вращения и для роликовых подшипников.

Многообразие условий работы подшипников не позволяет дать однозначные рекомендации по выбору посадок, поэтому в ответственных случаях следует ориентироваться на хорошо зарекомендовавшие себя аналоги или данные авторитетных фирм.

Перпендикулярность торцовых поверхностей заплечиков нормируют двумя способами: допуском торцового биения (наиболее распространенный способ) или допуском перпендикулярности. Допуск торцового биения (см. табл. 20.15.4) ограничивает отклонение от плоскостности только на контролируемой окружности. Допуски перпендикулярности приведены в табл. 20.15.5. При обработке базовых поверхностей с одной установки выполнение указанных требований, как правило, гарантируется технологическим процессом. Допуски соосности посадочных поверхностей даны в табл. 20.15.6. Допуски цилиндричности посадочных поверхностей для подшипников класса точности 0 назначают в соответствии с данными, приведенными в табл. 20.15.7. Параметры шероховатости посадочных поверхностей даны в табл. 20.15.8.

20.16. Расчет и выбор подшипников качения. В Российской Федерации с 1997 г. введены в действие новые, унифицированные с международными, стандарты на расчеты подшипников качения ГОСТ 18854–94 (ИСО 76–87) "Подшипники качения. Статическая грузоподъемность" и ГОСТ 18855–94 (ИСО 281–89) "Подшипники качения. Динамическая расчетная грузоподъемность и расчетный ресурс (долговечность)".

В зависимости от условий работы подшипники качения рассчитывают на заданный ресурс по динамической (критерий усталостного выкрашивания) или статической грузоподъемности (критерий максимальных контактных напряжений), проверяют по предельной частоте вращения и допустимой рабочей температуре. Расчеты по кри-

терию износостойкости из-за сложности пока не нашли широкого применения.

Расчетные схемы и определение реакций опор

Валы и оси с подшипниками качения условно рассматривают как балки на шарнирных опорах. При определении численных значений реакций используют уравнения равновесия валов и осей под действием приложенной нагрузки. Для реверсивных передач (с изменяемым направлением вращения) расчет ведут по наиболее опасному случаю.

Валы и оси механизмов должны быть зафиксированы в осевом направлении. Как правило, для этого используют подшипники. На рис. 20.16.1 показаны типовые схемы закрепления валов от осевых смещений.

На схеме I, a левая опора удерживает вал от смещений влево, а правая — от смещений вправо. Этой схеме соответствуют конструкции опор, показанные на рис. 18.7.1, 18.7.3. Во избежание заклинивания подшипников при температурном расширении вала необходимо обеспечить некоторый осевой зазор между подшипниками и корпусом. На схеме I, δ левая опора удерживает вал от смещений вправо, а правая — от смещений влево. В этой схеме температурное расширение вала не приводит к заклиниванию. Схеме I, δ соответствуют конструкции опор, показанные на рис. 18.7.2, a; 18.7.5, δ . Таким образом, в конструкциях, соответствующих схемам I, a и I, δ , вал удерживается подшипниками от перемещений в обоих направлениях.

На схеме II правая опора является фиксирующей (удерживает вал от перемещений в обоих направлениях), а левая опора — плавающей (не препятствует перемещениям вала в осевых направлениях). Данную конструкцию применяют при длинных нежестких валах, а также для опор вала, расположенных в разных корпусах (см. рис. 18.11.1, 18.11.2, 18.12.1, 18.12.2).

На схеме III обе опоры являются плавающими. От осевых смещений вал удерживают зубья шевронной передачи (см. рис. 18.7.4).

При определении расчетных нагрузок, действующих на регулируемые радиально-упорные подшипники, учитывают осевые силы, возникающие от радиальной нагрузки F_r вследствие наклона контактных площадок к оси вращения подшипника. Для определения осевых реакций используют уравнение равновесия осевых сил, действующих на вал, и условия минимальных осевых сил. Для нормальной работы подшипника необходимо, чтобы осевая сила F_a , действующая на подшипник, была не меньше минимальной $F_{a\, \text{min}} = e' F_r$, где e' — коэффициент минимальной осевой силы (см. табл. 20.16.1). Например, для схемы с радиально-упорными роликовыми подшипниками (см. рис. 20.16.2) уравнение равновесия вдоль оси вращения имеет вид

$$F_A - F_{a1} + F_{a2} = 0,$$

а условия минимальных сил можно записать так:

$$F_{a1} \ge F_{a1\min} = e'F_{r1}; \ F_{a2} \ge F_{a2\min} = e'F_{r2}.$$

Решение получают методом подбора, положив $F_{a1} = F_{a1\, \mathrm{min}}$ или $F_{a2} = F_{a2\, \mathrm{min}}$, с последующей провер-

кой выполнения требуемых условий минимальных осевых сил. За расчетные принимают те значения осевых сил, при которых выполняются оба условия. Естественно, расчет справедлив, если осевой зазор находится в рекомендуемых пределах (табл. 20.9.3 и 20.9.4).

Расчетный ресурс

Pecypc подшипника качения — это число оборотов, которое сделает одно из колец относительно другого до появления признаков усталости материала колец или тел качения. При постоянной частоте вращения ресурсы L и L_h подшипников, выраженные в миллионах оборотов и в часах соответственно, связаны между собой соотношением

$$L_h = 10^6 L/(60n)$$
,

где n — частота вращения кольца подшипника, мин $^{-1}$.

Базовый расчетный ресурс L_{10} в миллионах оборотов, соответствующий 90 %-ной вероятности безотказной работы, определяют для шариковых и роликовых подшипников соответственно по формулам

$$L_{10} = (C/P)^3 \text{ if } L_{10} = (C/P)^{10/3}$$

где C – базовая динамическая грузоподъемность подшипника; P – эквивалентная динамическая нагрузка, которая зависит от значений радиальной и осевой нагрузок, условий работы, а также конструкции подшипника.

Эти формулы справедливы только при $P \le 0.5C$ и $P \le C_0$, а также если частота вращения n колец не превышает предельно допустимую для данного подшипника. При $1 \le n < 10$ условно считают n = 10 мин $^{-1}$. При отсутствии исходных данных по ресурсу подшипниковых узлов следует пользоваться рекомендациями, приведенными в табл. 20.16.2.

Базовая динамическая грузоподъемность подшипника C – это такая условная нагрузка (радиальная C_r для радиальных и радиально-упорных подшипников; осевая C_a для упорных и упорно-радиальных), которую подшипник с вращающимся внутренним кольцом может теоретически воспринимать в течение одного миллиона оборотов с вероятностью безотказной работы, равной 90 %. Базовую динамическую грузоподъемность C указывают в каталогах для каждого стандартного подшипника. В действительности такую нагрузку подшипник воспринимать не может, так как не выполняется условие $P \le 0.5C$. Именно этим объясняются случаи, когда динамическая грузоподъемность может существенно превышать статическую (см., например, табл. 20.1.1).

Комплект сдвоенных (специально подобранных и скомплектованных на заводе-изготовителе) радиально-упорных подшипников по схемам X, О и Т (см. рис. 20.3.2) рассматривают как один двухрядный. Суммарную динамическую грузоподъемность C_{Σ} комплекта, состоящую из двух шариковых подшипников, принимают равной $1,62C_r$, а из двух роликовых $-1,71C_r$, где C_r — динамическая грузоподъемность одного подшипника. При установке подшипников по схеме T принимают $C_{\Sigma} = 1,4C_r$. Однако данные соотношения не распространяются на сдвоенные подшипники незаводской комплектации. В этом случае всю нагрузку в опоре (и радиальную, и осевую) условно прикладывают к одному, более нагру-

женному подшипнику. Радиальные подшипники сдваивать не рекомендуется.

Эквивалентная динамическая нагрузка P – это такая условная нагрузка, при которой обеспечиваются такие же ресурс и надежность, как и при действительных условиях нагружения (для радиальных и радиально-упорных подшипников это радиальная P_r , нагрузка; а для упорных и упорно-радиальных — осевая P_a). Для радиальных и радиально-упорных подшипников эквивалентная динамическая радиальная нагрузка

$$P = P_r = (XVF_r + YF_a)K_{\pi}K_T,$$

для упорных подшипников

$$P = P_a = F_a K_{\pi} K_T$$

для упорно-радиальных подшипников

$$P = P_a = (XF_r + YF_a)K_{\pi}K_T.$$

Здесь X, Y — коэффициенты радиальной и осевой динамической нагрузки; V — коэффициент вращения; K_{χ} — коэффициент динамичности нагрузки; K_{χ} — температурный коэффициент.

Коэффициент вращения V учитывает влияние на ресурс подшипника качения интенсивности и числа циклов контактных напряжений внутреннего кольца. Если внутреннее кольцо подшипника вращается по отношению к вектору нагрузки, то принимают V=1 (например, для подшипников валов редукторов или вращающихся осей).

Если внутреннее кольцо подшипника неподвижно по отношению к вектору нагрузки, то принимают V=1,2 (например, для подшипников, установленных в сателлит планетарной передачи, канатный блок или в шкив ременной передачи, расположенный на разгрузочной втулке). Исключение составляют сферические подшипники, для которых всегда V=1. В стандартах ISO влияние вращения колец не учитывают.

Коэффициенты X и Y (см. табл. 20.16.3–20.16.5) зависят от конструкции подшипника и параметра осевого нагружения. Параметр осевого нагружения e равен предельному значению отношения F_a / (VF_r), при котором осевая нагрузка не уменьшает ресурс подшипника. В шариковых радиально-упорных подшипниках с малыми углами контакта (α < 18°) под действием осевой нагрузки действительный угол контакта изменяется, поэтому e зависит не только от номинального угла контакта, но и от осевой силы F_a . При определении эквивалентной динамической радиальной нагрузки для комплектов подшипников, сдвоенных по схемам X и O, коэффициенты X и Y принимают как для двухрядных подшипников, а для схемы T — как для однорядных.

Коэффициент $K_{_{\rm J}}$ учитывает динамичность нагрузки и равен приблизительно отношению кратковременной перегрузки к номинальной расчетной нагрузке. Ориентировочные значения коэффициента $K_{_{\rm J}}$ даны в табл. 20.16.6. В табл. 20.16.7 приведены значения температурного коэффициента $K_{_{\rm T}}$ для подшипников, выполненных из стали марки ШХ15.

Скорректированный расчетный ресурс L_{na} определяют с учетом уровня требуемой надежности, специ-

альных свойств материала и конкретных условий эксплуатации:

$$L_{na} = a_1 a_{23} L_{10}$$
,

где n в индексе обозначает разность между $100\,\%$ -ной и заданной надежностью; a_1 — коэффициент надежности, корректирующий ресурс в зависимости от требуемой надежности; a_{23} — коэффициент, корректирующий ресурс в зависимости от условий работы, особых свойств материала и (или) конструкции подшипника. Ресурс L_{na} выражают в миллионах оборотов.

Для обычных условий принята 90%-ная вероятность безотказной работы (S=0.9), в этом случае $a_1=1$ Для более ответственных узлов, например в авиационной и космической технике, атомной энергетике, S>0.9. В этом случае коэффициент надежности вычисляют по формуле

$$a_1 = (\ln S / \ln 0.9)^{2/3}$$

Расчетный ресурс системы, состоящей из k подшипников, находят по формуле

$$L_{\text{CHCT}} = \left(\sum_{1}^{k} L_i^{-10/9}\right)^{-9/10},$$

где L_i – расчетный ресурс i-го подшипника системы.

Значения a_{23} для подшипников, изготовленных в странах СНГ, приведены в табл. 20.16.8 в зависимости от условий применения.

При переменных режимах нагружения расчет ведут по эквивалентной динамической нагрузке:

$$P_E = \sqrt[3]{\sum (P_i^3 L_i / L_{na})},$$

где P_i — эквивалентная нагрузка подшипника на i-м режиме нагружения; L_i — наработка подшипника на i-м режиме нагружения; L_{na} — требуемый ресурс подшипника. Наработку и ресурс выражают в миллионах оборотов или часах. При расчете радиальных и радиально-упорных подшипников $P_i = P_{ri}$, а при расчете упорных и упорно-радиальных подшипников $P_i = P_{ai}$.

Если для механизма известен типовой режим нагружения, то P_E находят, используя коэффициент эквивалентности K_E (см. табл. 20.16.9):

$$P_E = K_E P$$
,

где P — эквивалентная нагрузка, найденная при действии в опорах наибольших сил заданного типового режима нагружения.

Для шариковых радиально-упорных подшипников с номинальным углом контакта $\alpha < 18^\circ$ сначала находят соответствующую эквивалентную радиальную $F_{rE} = K_E F_r$ и осевую $F_{AE} = K_E F_A$ силу и по ним ведут расчет как при постоянной нагрузке. (Это связано с тем, что в этих подшипниках с пропорциональным изменением радиальных и осевых нагрузок изменяются коэффициенты e и Y.) Далее по формулам

$$C_{\text{TP}} = [L_{na}/(a_1 a_{23})]^{1/3} P_E;$$

 $C_{\text{TP}} = [L_{na}/(a_1 a_{23})]^{3/10} P_E$

находят требуемую динамическую грузоподъемность для шариковых и роликовых подшипников соответственно.

При этом требуемая динамическая грузоподъемность $C_{\rm тp}$ должна быть не менее указанного в каталоге значения C, а эквивалентная нагрузка P, найденная при действии наибольших сил на заданном режиме, не должна превышать 0.5C и C_0 .

Статическая грузоподъемность

Статическую нагрузку, превышение которой вызывает появление недопустимых остаточных деформаций в деталях подшипника, называют базовой статической грузоподъемностью. Базовые радиальная статическая грузоподъемность C_{0r} и осевая статическая грузоподъемность C_{0a} вычислены для всех стандартных подшипников и указаны в каталогах. При действии на радиальные и радиально-упорные подшипники одновременно радиальной F_r и осевой F_a нагрузок расчеты ведут по эквивалентной радиальной статической нагрузке P_{0r} , которая вызывает такие же контактные напряжения, как и действительная нагрузка:

$$P_{0r} = \max \{ (X_0 F_r + Y_0 F_a), F_r \},$$

а для упорно-радиальных и упорных подшипников — по эквивалентной осевой статической нагрузке P_{0a} :

$$P_{0a} = X_0 F_r + Y_0 F_a,$$

где X_0 – коэффициент статической радиальной нагрузки; Y_0 – коэффициент статической осевой нагрузки (см. табл. 20.16.10).

Обычно при действии статической нагрузки должны выполняться условия $P_{0r} \leq C_{0r}$, $P_{0a} \leq C_{0a}$. Однако, если все точки рабочих поверхностей дорожек качения колец подвергаются контактным напряжениям, то допустимо условие $P_0 \leq 2C_0$, а при повышенных требованиях к надежности и плавности работы следует принимать $P_0 \leq 0.67C_0$. Нагрузку условно считают статической, если частота вращения кольца подшипника менее 1 мин^{-1} , а также при колебательном движении. Базовая статическая грузоподъемность сдвоенных подшипников равна удвоенному значению статической грузоподъемности одного подшипника.

Предельная частота вращения

Значения предельной частоты вращения, указанные в каталогах, относятся к подшипникам класса точности 0 в зависимости от смазочного материала. Применение подшипников более высоких классов точности с массивными сепараторами при смазывании масляным туманом позволяет повысить предельную частоту вращения в 2–3 раза.

Смазывание подшипников

Для смазывания подшипников используют пластичные, жидкие и твердые смазочные материалы. Пластичные смазочные материалы более экономичны, хорошо защищают подшипник от коррозии, не требуют сложных уплотнений и могут работать длительное время без замены. В корпусах подшипников предусматривают свободное пространство, которое заполняют смазочным мате-

риалом в зависимости от частоты вращения на 1/3—2/3 свободного объема корпуса. Для подшипников общего назначения рекомендуют использовать пластичные смазочные материалы ЦИАТИМ-201, Литол 24, ЛЗ-31 или солидолы. Жидкие смазочные материалы в большей степени, чем пластичные, снижают момент трения и, следовательно, температуру подшипника, допускают более высокие предельные частоты вращения и способствуют лучшему удалению продуктов износа. В качестве жидких смазочных материалов обычно используют минеральные масла различных марок, которые применяют для смазывания сопряженных деталей и подшипников из общей масляной ванны: индустриальные, трансмиссионные, турбинные, авиационные и др.

В настоящее время в качестве смазочного материала применяют современные синтетические и полусинтетические масла. Выбор сорта масла зависит от размеров подшипников, частоты вращения, нагрузки, рабочей температуры и состояния окружающей среды. Вязкость масла должна быть тем выше, чем больше нагрузка, температура и ниже частота вращения подшипника. Способы подачи жидкого смазочного материала зависят от конструкции механизма, расположения подшипников, частоты их вращения, требований к надежности системы смазки и т. д. При

окружных скоростях колец свыше 15 м/с рекомендуется использовать только жидкие смазочные материалы. Смазывание окунанием в масляную ванну применяют для подшипников горизонтальных валов.

Для смазывания подшипников редукторов и коробок передач, как правило, бывает достаточно масляного тумана, который образуется при погружении в масло по меньшей мере одного из зубчатых колес. Для защиты подшипников от избытка масла иногда используют маслоотражательные кольца (см. рис. $20.8.1, \infty$).

Для высокоскоростных подшипников используют принудительное смазывание масляным туманом, который подается струей сжатого воздуха со скоростью не менее 15 м/с. При этом способе подшипниковый узел эффективно смазывается и охлаждается.

Для подшипников, работающих в экстремальных условиях (вакуум, высокие температуры, агрессивные среды) применяют твердые смазочные материалы. Наибольшее распространение получили: дисульфид молибдена, графит, фторопласт, а также их композиции, покрытия из свинца, серебра, никеля, кобальта, индия и золота.

В среднем при рабочей температуре до 50 °C жидкое масло следует менять один раз в год, при 100 °C — через каждые три месяца.

20.1. Подшипники шариковые радиальные однорядные

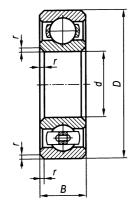


Рис. 20.1.1. Подшипник шариковый радиальный однорядный

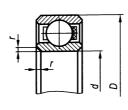


Рис. 20.1.2. Подшипник шариковый радиальный однорядный гибкий

d	D	В	r	Z	C,	C _{0r}	$n \cdot 10^{-3}$	Обозначение
	М	M		_	к	Н	мин ⁻¹	
	· ·				7.50	7.00	4.00	806
30	42	7	0,3	21	7,50	7,20	4,98	
40	52	8	0,3	23	9,10	9,60	4,98	807
45	62	9	0,3	21	10,65	11,98	4,98	809
55	72	11	0,3	21	13,87	16,83	4,98	811
60	80	13	0,3	23	15,48	19,25	4,98	812
75	100	15	0,6	21	22,58	28,69	4,50	815
90	120	18	0,6	23	34,30	46,60	4,50	818
110	150	24	0,6	21	51,50	69,00	3,48	822
120	160	24	0,6	23	53,92	77,00	3,00	824
150	200	30	0,6	23	92,12	134,38	2,52	830
180	240	35	1,0	23	121,60	182,91	2,52	836
190	250	36	1,1	23	136,78	212,75	2,52	838
220	300	45	1,5	23	182,33	302,26	2,52	844
240	320	48	1,5	23	179,10	307,99	1,98	848
300	400	60	1,5	23	252,43	502,88	1,98	860
310	420	60	1,5	23	252,43	502,88	1,98	862
360	480	72	2,1	23	338,45	731,64	1,98	872

Таблица 20.1.2. Подшипники шариковые однорядные гибкие (ГОСТ 23179 – 78)

Примечание. Z – число тел качения.

Таблица 20.1.1. Подшипники шариковые радиальные однорядные (ГОСТ 8338 – 75)

d	D	В	r	C _r	C _{0r}	n·10 ⁻³ ,	Обозна-	d	D	В	r	C _r ,	C_{0r} ,	$n \cdot 10^{-3}$	Обозна-	d	D	В	r	C _r	C _{0r}	$n \cdot 10^{-3}$	Обозна-
	<u></u> М	M		К	Н	ми н ⁻¹	чение		М	М		к	Н	мин ⁻¹	чение		М	М		к	Н	мин -1	чение
		Page	ерная се	nua 100				70	110	20	2,0	37,7	31,0	6,0/7,0	114	35	72	17	2,0	25,5	15,3	9,0/11	207
1 40	ı 26 l	<i>газ</i> ме	;рпая се; I 0.5	4,62	1,96	30/36	1 100	75	115	20	2,0	39,7	33,5	5,6/6,7	115	40	80	18	2,0	32,0	19,0	8,5/10	208
10	28	8	0,5	5,07	2,36	26/32	101	80	125	22	2,0	47,7	40,0	5,3/6,3	116	45	85	19	2,0	33,2	21,6	7,5/9,0	209
12		9	0,5	5,59	2,85	22/28	102	85	130	22	2,0	49,4	43.0	5.0/6.0	117	50	90	20	2,0	35,1	23,5	7,0/8,5	210
15	32	10	0,5	6,05	3,25	19/24	103	90	140	24	2,5	58.5	50,0	4.8/5.6	118	55	100	21	2,5	43,6	29,0	6,3/7,5	211
17	35		- , -	9,36	5,00	17/20	104	95	145	24	2,5	60,5	54.0	4,5/5,3	119	60	110	22	2,5	52,0	32,5	6,0/7,0	212
20	42	12	1,0		6,50	15/18	105	100	150	24	2,5	60.5	54,0	4.3/5.0	3 1	65	120	23	2,5	56,0	40,5	5,3/6,3	213
25	47	12	1,0	11,2	8,30	12/15	106	100	100		,о азмерная			,,-		70	125	24	2,5	61,8	45,0	5,0/6,0	214
30	55	13	1,5	13,3	· '	10/13	107	10	30	ı a	1 1,0	5,90	2,65	1 24/30	200	75	130	25	2,5	66,3	49,0	4,8/5,6	215
35	62	14	1,5	15,9	10,2	9,5/12	107	12	32	10	1,0	6,89	3,1	22/28	201	80	140	26	3,0	70,2	55,0	4,5/5,3	216
40	68	15	1,5	16,8	11,6	l '	109	15	35	11	1,0	7.80	3,75	19/24	202	85	150	28	3,0	83,2	64,0	4,3/5,0	217
45	75	16	1,5	20,8	14,6	9,0/11		17	40	12	1,0	9.56	4,75	17/20	203	90	160	30	3,0	95,6	73,5	3,8/4,5	218
50	80	16	1,5	21,6	16,0	8,5/10	110	20	47	14	1,5	12.7	6,55	15/18	204	95	170	32	3,5	108		3,6/4,3	219
55	90	18	2,0	28,1	21,2	7,5/9,0	111	20			1,5	14.0	7,8	12/15	205	55			, о,о азмерная			1 - 1 - 1 - 1 -	
60	95	18	2,0	29,6	,	6,7/8,0	112	25	52	15	1 '	· ′		10/13	203	12	ı 37 I	ı 12	1 1,5	9,75	4,65	19/24	ı 301
65	100	18	2,0	30,7	25,0	6,3/7,5	113	30	62	16	1,5	19,5	11,2	10/13	200	12	5/	12_	1,5	5,75	7,00	10/24	

Примечания: 1. Здесь и далее в аналогичных таблицах в числителе указана предельная частота вращения *п* для пластичного смазочного материала, а в знаменателе – для жидкого. 2. Подшипники, отмеченные знаком «*», выпускаются опытными партиями.

20.1. Подшипники шариковые радиальные однорядные (продолжение)

Окончание табл. 20.1.1

	1 -	Τ_	1	T _	Τ.	T	Т	11	1		1	,					,	·				икончание	таол. 20.1.1
d	D	В	<u></u>	C,	C _{0r}	n·10 ⁻³	Обозна-	d	D	В	r	C _r	C _{0r}	$\int n \cdot 10^{-3}$	Обозна-	d	D	В	r	C _r	C _{0r}	$n \cdot 10^{-3}$	Обозна-
		ММ			кН	мин ⁻¹	чение	ļ	,	мм			кН	мин ⁻¹	чение		N.	4M			кН	Мин -1	чение
15		13	1,5	11,4	5,4	17/20	302	30	47	9	0,5	7,59	4,55	14/17	1000906	35	47	7	0,5	4,75	3,20	13/16	1000807
17	47	14	1,5	13,5	6,65	16/19	303	35	55	10	1,0	10,4	6,20	11/14	1000907	40	52	7	0,5	4,94	3,45	11/14	1000808
20	52	15	2,0	15,9	7,8	13/16	304	40	62	12	1,0	13,8	9,30	10/13	1000908	60	78	10	0,5	8,71	7,35	7,5/9,0	1000812
25	62	17	2,0	22,5	1 1	11/14	305	45	68	12	1,0	14,3	8,15	9,0/11	1000909	65	85	10	1,0	11,7	9,15	7,0/8,5,0	1000813
30	72	19	2,0	28,1	16,0	9,0/11	306	55	80	13	1,5	16,0	11,4	8,0/9,5	1000911	70	90	10	1,0	12,1	10,0	6,7/8,0	1000814
35	80	21	2,5	33,2	19,0	8,5/10	307	60	85	13	1,5	16,5	12,0	7,5/9,0	1000912	80	100	10	1,0	12,4	10,8	6,0/7,0	1000816
40	90	23	2,5	41,0	24,0	7,5/9,0	308	65	90	13	1,5	17,4	13,4	6,7/8,0	1000913	85	110	13	1,5	19,5	16,6	5,3/6,3	1000817*
45	100	25	2,5	52,7	31,5	6,7/8,0	309	75	105	16	1,5	24,3	19,3	6,0/7,0	1000915	90	115	13	1,5	19,5	17,0	5,3/6,3	1000818
50	110	27	3,0	61,8	38,0	6,3/7,5	310	80	110	16	1,5	27,5	20,4	5,6/6,7	1000916	95	120	13	1,5	19,9	17,6	5,0/6,0	1000819
55	120	29	3,0	71,5	45,0	5,6/6,7	311	85	120	18	2,0	31,9	30,0	5,3/6,3	1000917	105	130	13	1,5	20,8	19,6	4,5/5,3	1000821
60	130	31	3,5	81,9	52,0	5,0/6,0	312	90	125	18	2,0	33,2	31,5	5,0/6,0	1000918	110	140	16	1,5	28,1	26,0	4,3/5,0	1000822
65	140	33	3,5	92,3	60,0	4,8/5,6	313	95	130	18	2,0	33,8	33,5	4,8/5,6	1000919	120	150	16	1,5	29,1	28,0	3,8/4,5	1000824
70	150	35	3,5	104	68,0	4,5/5,3	314	100	140	20	2,0	44,9	41,5	4,5/5,3	1000920	140	175	18	2,0	39,0	46,5	3,4/4,0	1000828
75	160	37	3,5	114	76,5	4,3/5,0	315	105	145	20	2,0	46,5	44,0	4,3/5,0	1000921	150	190	20	2,0	48,8	61,0	3,0/3,6	1000830
80	170	39	3,5	124	86,5	3,8/4,5	316	110	150	20	2,0	46,5	45,0	4,0/4,8	1000922	160	220	20	2,0	49,4	64,0	2,8/3,4	1000832
			Размерн					120	165	22	2,0	55,3	57,0	3,6/4,3	1000924	170	215	22	2,0	61,8	78,0	2,6/3,2	1000834
17	62	17	2,0	22,9	11,8	12/15	403	130	180	24	2,5	65,3	67,0	3,4/4,0	1000926	180	225	22	2,0	62,4	81,5	2,4/3,0	1000836
20	72	19	2,0	30,7	16,6	10/13	404*	140	190	24	2,5	66,6	72,0	3,2/3,8	1000928	200	250	24	2,5	76,1	102,0	2,2/2,8	1000840
25	80	21	2,5	36,4	20,4	9,0/11	405	150	210	28	3,0	88,4	93,0	2,8/3,4	1000930			Pas	вмерная	г серия	7000100)	
30	90	23	2,5	47,0	26,7	8,5/10	406	160	220	28	3,0	92,3	98,0	2,6/3,2	1000932	15	32	8	0,5	5,59	2,85	22/28	7000102
35	100	25	2,5	55,3	31,0	7,0/8,5	407	170	230	28	3,0	93,6	106	2,4/3,0	1000934	17	35	8	0,5	6,05	3,25	19/24	7000103
40	110	27	3,0	63,7	36,5	6,7/8,0	408			Размер	ная сер	рия 700	0800			25	47	8	0,5	7,61	4,75	14/17	7000105
45	120	29	3,0	76,1	45,5	6,0/7,0	409	20	32	4	0,5	1,74	1,18	20/26	7000804	30	55	9	0,5	11,2	7,35	12/15	7000106
50	130	31	3,5	87,1	52,0	5,3/6,3	410	25	37	4	0,5	1,74	1,18	17/20	7000805	35	62	9	0,5	12,4	8,15	10/13	7000107
55	140	33	3,5	100	63,0	5,0/6,0	411	30	42	4	0,5	1,82	1,18	15/18	7000806	40	68	9	0,5	13,8	9,15	9,5/12	7000108
60	150	35	3,5	108	70,0	4,8/5,6	412	35	47	4	0,5	1,82	1,18	13/16	7000807	45	75	10	1,0	15,6	10,8	9,0/11	7000109
65	160	37	3,5	119	78,1	4,5/5,3	413	40	52	4	0,5	1,82	1,18	11/14	7000808	50	80	10	1,0	16,3	11,4	8,5/10	7000110
70	180	42	4,0	143	105	3,8/4,5	414	55	72	7	0,5	4,69	3,70	8,5/10	7000811	55	90	11	1,0	19,5	14,0	7,5/9,0	7000111
80	200	48	4,0	163	125	3,4/4,0	416	120	150	10	1,5	7,72	4,95	3,8/4,5	7000824	60	95	11	1,0	19,9	15,0	6,7/8,0	7000112
85	l 210 l	52 l	5,0 l	174 l	137 l	3,2/3,8 l	417	170	215	14	1,0	28,5	31,5	2,6/3,2	7000834	65	100	11	1,0	21,2	16,6	6,3/7,5	7000113
1			мерная							Размер	ная сер	ия 1000	0080		ŀ	70	110	13	1,0	28,1	25,0	6,0/7,0	7000114
15	28	7	0,5	4,03	2,04	24/30	1000902	15	24	5	0,5	1,56	0,83	28/34	1000802	75	115	13	1,0	28,6	27,0	5,6/6,7	7000115
17	30	7	0,5	4,36	2,32	22/28	1000903	20	32	7	0,5	2,70	1,50	19/24	1000804*	80	125	14	1,0	33,2	31,5	5,3/6,3	7000116
20	37	9	0,5	6,55	3,65	18/22	1000904	25	37	7	0,5	3,55	2,80	17/20	1000805	120	180	19	1,5	61,8	64,0	3,4/4,0	7000124
25	42	9	0,5	7,32	4,0	16/19	1000905	30	42	7	0,5	4,49	2,90	15/18	1000806	150	225	24	2,0	92,3	98,0	2,6/3,2	7000130
															II	L				L	l		

20.1. Подшипники шариковые радиальные однорядные (окончание)

Таблица 20.1.3. Подшипники шариковые радиальные однорядные с канавкой на наружном кольце под упорное пружинное кольцо (ГОСТ 2893–82)

d, O	бозначение подшипника
мм 50000	150000
15 50202 17 50203, 50303 20 50104, 50204, 50304 25 50105*, 50205 30 50106*, 50206, 50306, 50406 35 50107*, 50207, 50307, 50407 40 50108*, 50208, 50308, 50408 45 50209, 50309, 50409 55 50110, 50210, 50310, 50410 50 50211, 50311, 50411 60 50212, 50312, 50412 65 50213, 50313, 50413 70 50314 75 50115, 50215, 50315, 50315 80 50216, 50316, 50316	7

Примечания: 1. Размеры и характеристики подшипников приведены в табл. 20.1.1, при этом, например, характеристики подшипников 50217 и 150217 соответствуют характеристикам подшипника 217. 2. Подшипники серии 150000 отличаются от подшипников серии 50000 наличием с одной стороны защитной шайбы.

Таблица 20.1.4. Размеры канавок под упорное кольцо для подшипников размерных серий 50000 и 15000, мм

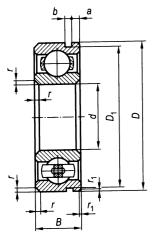


Рис. 20.1.3. Подшипник шариковый радиальный однорядный с канавкой на наружном кольце

D	D ₁	r	<i>r</i> ₁	а	b
35	33,2	1,0	0,5	2,05	1,3
40	38,1	1,0	0,5	2,05	1,3
47	44,6	1,5	0,5	2,45	1,3
52	49,7	2,0	2,0	2,45	1,3
55	52,6	1,5	1,5	2,08	1,3
62	59,6	2,0	2,0	3,25	1,9
68	64,8	1,5	1,5	2,49	1,9
72	68,8	2,0	2,0	3,25	1,9
80	76,8	2,5	2,5	3,25	1,9
85	81,1	2,0	0,8	3,25	1,9
90	86,8	2,5	0,8	3,25	2,7
100	96,8	2,5	0,8	3,25	2,7
115	111,8	2,0	0,8	2,87	2,7
120	115,2	2,5	0,8	4,05	3,1
130	125,2	3,5	0,8	4,05	3,1
140	135,2	3,5	0,8	4,90	3,1
150	145,2	3,5	0,8	4,90	3,1

Таблица 20.1.5. Подшипники шариковые радиальные однорядные с одной (серия 60000) и двумя защитными шайбами (серия 80000) (ГОСТ 7242-81)

80000 02, 80202* 03, 80203, 80303* 04, 80204, 80304 05, 80205
03, 80203, 80303* 04, 80204, 80304
106, 80206, 80306* 107, 80207, 80307* 108, 80208, 80308 109, 80209, 80309 110*, 80211, 80311* 112, 80212, 80312 213, 80313* 114, 80214, 80314 115*, 80215, 80315 116*, 80316 217, 80317 118*, 80218
1

Таблица 20.1.6. Подшипники шариковые радиальные однорядные с односторонним (серия 160000) и двусторонним уплотнением (серия 180000) (ГОСТ 8882-75)

60211 и 80211 соответствуют характеристикам подшипника 211.

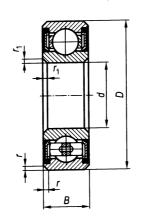


Рис. 20.1.5. Подшипник шариковый радиальный однорядный с двусторонним уплотнением

d,	Обозначение г	подшипника
ММ	160000	180000
15	160202	180202*, 180302
17	160203, 160303	180203, 18303
20	160204*, 160304*	180204, 180304*
25	160105, 160205	180105, 180205
30	160106*, 160206, 160306	180106*, 180206, 180306
35	160207, 160307	180207, 180307
40	160208	180208, 18308
45	160109, 160209*	180109, 180209, 180309
50	160310	180210, 180310
55	-	180211*
60	160112, 160212, 160312	180112, 180212, 180312
65	-	180213
70	-	180114*, 180314

Примечание. Размеры и характеристики подшипников приведены в табл. 20.1.1, при этом, например, характеристики подшипников 160310 и 180310 соответствуют характеристикам подшипника 310 при работе с пластичным смазочным материалом.

20.2. Подшипники радиальные сферические двухрядные

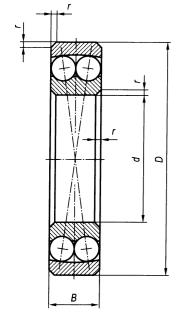


Рис. 20.2.2. Подшипник шариковый радиальный сферический двухрядный с закрепительной втулкой серий 11200, 11300, 11500 и 11600

Рис. 20.2.1. Подшипник шариковый радиальный сферический двухрядный серий 1200, 1300, 1500 и 1600

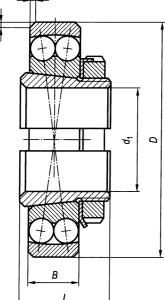


Таблица 20.2.1. Подшипники шариковые радиальные сферические двухрядные (ГОСТ 28428-90)

d	<i>d</i> ₁	D	В	r	L	C _r	C _{0r}	n·10 ⁻³ ,		05					
		N	1M			к	Н	мин ⁻¹	е	Обозначение					
				Pas	мерные с	epuu 120	0 u 11000	·							
17	l –	l 40	1 12	1,0	l –	7,93	2,0	18/22	0,31	1203					
20	_	47	14	1,5	_	9,95	2,6	15/18	0,27	1204					
25	20	52	15	1,5	26	12,1	3,3	13/16	0,27	1205, 11204					
30	25	62	16	1,5	27	15,6	4,7	10/13	0,24	1206, 11205					
35	30	72	17	2,0	29	15,9	5,2	9,0/11	0,23	1207, 11206					
40	35	80	18	2,0	31	19,0	6,6	8.5/10	0,22	1208, 11207					
45	40	85	19	2,0	33	21,6	7,5	7,5/9,0	0,21	1209, 11208					
50	45	90	20	2,0	35	22,9	8,3	7,0/8,5	0,21	1210, 11209					
55	50	100	21	2,5	37	26,5	10,3	6,3/7,5	0,20	1211, 11210					
60	55	110	22	2,5	38	30,2	12,0	5,6/6,7	0,19	1212, 11211					
65	60	120	23	2,5	40	31,2	13,0	5,3/6,3	0,17	1213, 11212					
	_				_										
, , ,	70 — 125 24 2,5 — 34,5 24,3 5,0/6,0 0,18 1214 Размерные серии 1300 и 11300														
17	17 - 47 14 1,5 - 12,5 3,1 14/17 0,33 1303														
	17 - 47 14 1,5 - 12,5 3,1 14/17 0,33 1303 20 - 52 15 2,0 - 12,5 3,3 12/15 0,29 1304														
30	25	72	19	2,0	31	21,2	6,4	9,0/11	0,26	1306, 11305					
35	30	80	21	2,5	35	25,1	8,0	7,5/9,0	0,25	1307, 11306					
40	35	90	23	2,5	36	29,6	9,7	6,7/8,0	0,24	1308, 11307					
45	40	100	25	2,5	39	37,7	12,8	6,3/7,5	0,25	1309, 11308					
50	45	110	27	3,0	42	43,6	14,5	5,6/6,7	0,24	1310, 11309					
55	50	120	29	3,0	45	50,7	18,0	5,0/6,0	0,23	1311, 11310					
60	55	130	31	3,5	47	57,2	21,0	4,5/5,3	0,23	1312, 11311					
65	60	140	33	3,5	50	61,8	23,3	4,3/5,0	0,23	1313, 11312*					
70	_	150	35	3,5	_	74,1	28,1	4,0/4,8	0,22	1314					
	,				мерные с	epuu 1500		.,0, .,0 1	0,						
20	- 1	47	18	1,5	· –	12,5	3,2	14/17	0,48	1504					
25	-	52	18	1,5	-	12,4	3,5	11/14	0,43	1505					
30	25	62	20	1,5	31	15,3	4,6	9,5/12	0,39	1506, 11505					
35	30	72	23	2,0	35	21,6	6,6	8,5/10	0,37	1507,11506					
40	_	80	23	2,0	-	22,5	7,5	7,5/9,0	0,33	1508					
45	40	85	23	2,0	39	23,4	8,3	7,0/8,5	0,31	1509, 11508*					
50				2,0	42	23,4	8,7	6,3/7,5	0,28	1510, 11509*					
60	_	110	28	2,5	_	33,8	13,0	5,3/6,3	0,28	1512					
65	60	120	31	2,5	50	43,6	16,8	5,0/6,0	0,28	1513, 11512					
	•		•		иерные с	epuu 1600		, ,- ,	, '						
20	-	52	21	2,0	- 1	18,2	4,6	11/14	0,52	1604					
25	-	62	24	2,0	- [24,2	6,4	9,5/12	0,47	1605					
	l	Пра попи													

Примечания: 1. Для подшипников, устанавливаемых на валу с помощью закрепительной втулки, указаны длина L втулки и диаметр d_1 посадочного отверстия втулки на вал. 2. Здесь и далее e- параметр осевого нагружения.

20.2. Подшипники радиальные сферические двухрядные (окончание)

Окончание табл. 20.2.1

Таблица 20.2.2.	Подшипники роликовые радиальные двухрядные 53000 (ГОСТ 24696–81),
	3000 и 113000 (ГОСТ 5721-75)

d	<i>d</i> ₁	D	В	r	1	C _r	C _{0r}	$n \cdot 10^{-3}$	е	Обозна-
		М	М			К	Η	мин ⁻¹		чение
30	_	72	27	2,0	_	31,2	8,70	8,5/10	0,44	1606
35	30	80	31	2,5	43	39,7	11,0	7,0/8,5	0,46	1607,11606
40	-	90	33	2,5	-	44,9	13,2	6,3/7,5	0,43	1608
45	_	100	36	2,5	_	53,8	16,5	5,6/6,7	0,43	1609
50	45	110	40	3,0	55	63,7	19,9	5,3/6,3	0,43	1610,11609
55	_	120	43	3,0	_	76,1	23,6	4,5/5,6	0,41	1611
60	55	130	46	3,5	62	87,1	28,1	4,0/5,0	0,40	1612,11611
65	60	140	48	3,5	65	95,6	32,3	3,6/4,5	0,38	1613,11612*
60	_	150	35	3,5	-	78	27,6	3,2/4,0	0,41	1412
''				Размер	оная сери	я 1100				
25	_	47	12	1,0	- '	7,5	2,3	15/18	0,20	1105
30	-	55	13	1,5	-	9,3	3,2	12/15	0,19	1106

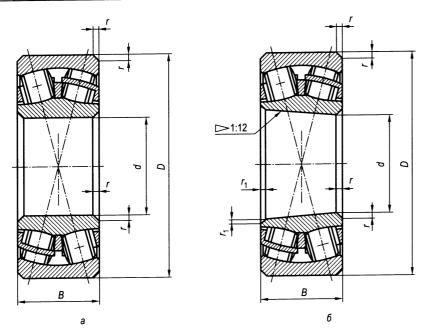


Рис. 20.2.3. Подшипники роликовые радиальные сферические двухрядные серий 53000, 3000 (a) и 113000 (б)

			30001	110000	(1001	J. 2. 10	,	
d	D	В	r	C _r	C _{0r}	е	$n \cdot 10^{-3}$	Обозна-
	М	IM		К	Н	·	мин ⁻¹	чение
			Размері	ные сери	น 53300 น	53500		
75	160	37	2,1	235	300	0,35	2,4/3,2	53315H
80	140	33	3,0	176	228	0,23	2,8/3,6	53516
90	160	40	3,0	253	340	0,25	2,2/3,0	53518
95	170	43	3,5	282	375	0,25	2,2/3,0	53519
100	180	46	3,5	311	415	0,25	2,0/2,8	53520
				мерная с				
40	90	33	2,5	115	122	0,40	4,3/5,3	53608
50	110	40	3,0	176	200	0,39	3,4/4,3	53610
55	120	43	3,0	199	232	0,38	3,0/3,8	53611
60	130	46	3,5	235	280	0,38	2,8/3,6	53612
70	150	51	3,5	311	380	0,37	2,2/3,0	53614H
75	160	55	3,5	345	430	0,36	2,0/2,8	53615
80	170	58	3,5	374	455	0,36	1,9/2,6	53616
90	190	64	4,0	477	610	0,36	1,8/2,4	53618H
95	200	67	4,0	518	670	0,35	1,7/2,2	53619
100	215	73	4,0	610	800	0,35	1,7/2,2	53620
				ные сери			4.5/5.0	. 250011
40	80	23	2,0	68,4			4,5/5,6	3508H
45	85	23	2,0	76,8	77,0	0,29	4,3/5,3	3509 3514
70	125	31	2,5	158,4	206,4	0,2	2,6/3,4	
80	140	33	3,0	192	259,6	0,25	2,2/3,0	3516, 113516 3517, 113517
85	150	36	3,0	219,6	286	0,25	2,0/2,8	3518, 113518
90	160	40	3,0	259,2	349,8 374	0,27 0,27	1,9/2,6 1,9/2,6	3519, 113316
95	170	43	3,5	294	466,4		1,8/2,4	3520, 113520
100	180	46	3,5	330 ные сери			1,0/2,4	3320, 113320
40		. 22		ные сери 115,9			4,3/5,3	3608, 113608
40	90	33 36	2,5 2,5	139,1	152,4	0,42	3,8/4,8	3609
45	100	40	2,5 3,0	173	206	0,41	3,4/4,3	3610
50	110	43	3,0	207,4	240,7	0,42	3,0/3,8	3611
55	120 130	43	3,5	239,1	261,1	0,40	2,8/3,6	3612
60	140	48	3,5	268.4	289,7	0,37	2,4/3,2	3613
65 70	150	51	3,5 3,5	329,4	369,2	0,37	2,2/3,0	3614
70 75	160	55	3,5 3,5	366	422,3	0,38	2,0/2,8	3615, 113615
80	170	55 58	3,5	392,0	480	0,36	1,9/2,6	3616H, 113616
85	180	60	4,0	397	481	0,37	1,8/2,4	3617
90	190	64	4,0	445.3	550,8	0,47	1,8/2,4	3618
100	215	73	4,0	580	713	0,37	1,7/2,2	3620H
100	213		7,0			0,0.		

Примечания: 1. Подшипники 113000 имеют посадочное отверстие на вал с конусностью 1:12 (наименьший размер диаметра отверстия равен d). 2. Подшипники с буквой Н в обозначении имеют на наружном кольце смазочную канавку с отверстиями.

20.3. Подшипники шариковые радиально-упорные

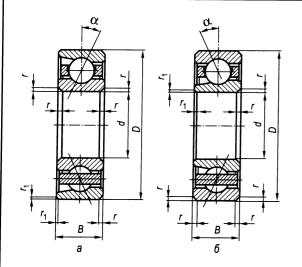


Рис. 20.3.1. Подшипники шариковые радиально-упорные однорядные размерных серий 36000, 46000 и 66000 (a) и 36000К, 46000К (б)

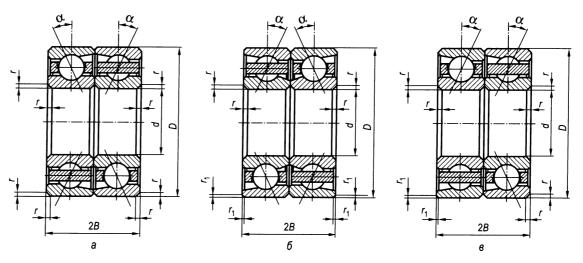


Рис. 20.3.2. Схемы установки сдвоенных подшипников: a – схема X; δ – схема O; e – схема T

Таблица 20.3.1. Подшипники шариковые радиально-упорные однорядные (ГОСТ 831-75) и сдвоенные (ГОСТ 832-78)

	d	D	В	r	<i>r</i> ₁	C _r	C _{0r}	n · 10 ^{−3} ,	Обозна-	Схемы ком- плектации	d	D	В	r	<i>r</i> ₁	C,	C _{0r}	n·10 ⁻³ ,	Обозна-	Схемы ком- плектации	d	D	В	r	<i>r</i> ₁	C _r	C _{0r}	n · 10 ^{−3} ,	Обозна-	Схемы ком-
			ММ			кН		мин ⁻¹	чение	сдвоенных подшипников			ММ				кН	мин ^{–1}	чение	сдвоенных подшипников			ММ			к	H	мин ⁻¹	чение	сдвоенных подшипников
					Разі	лерная се	рия 3	36100, α =	15°		30	62	16	1,5	0,8	24,2	12,0	20/30	36206K	T	Размерная серия 36300, α = 12°								= 12°	
	17	35				6,76	· 1	36/48	36103K	1	35	72	17	2,0	1,0	39,1	15,6	18/26	36207K	0	17	47	14	1,5	0,8	15,9	8,05	12/17	36303*	1 - 1
	20	42	12	1 ′	1 ′		5,2	30/40	36104K	O, X, T	40	80	18	2,0	1,0	41,0	20,0	16/22	36208K	O, T	40	90	23	2,5	1,2	53,9	36,0	11/15	36308	-
	25	47	1	1			6,3	26/36	36105K	O,T*	45		1		1 '	42,3		15/20	36209K	O,T	90	190	43	4,0	2,0	174,2	146,4	5,0/7,1	36318	-
- 1	30	55				14,3 8		22/32	36106K	0	50		1			35,5		14/19	36210K	-	i				Раз	мерная	г серия	46100, α = .	25°	j
	35	62				· '	0,6	20/28	36107K	О, Т		55 100 21 2,5 1,2 55,3 39,1						12/17	36211K	-	40	68	15	1,5	0,8	15,9	11,6	15/20	46108K	1 0
- '	10	68					2,2	18/25	36108K	O, T	80	140	1 26	-			l 76,9	8,0/12	36216K	-	45	75	16	1,5	0,8	22,0	15,3	14/19	46109K	0*
- 1	45	75	16			′	6,0	16/22	36109K	O, T				Pá	змер	ная сеј	рия 3620	$00, \alpha = 12^{\circ}$			50	80	16	1,5	0,8	23,2	19,6	13/18	46110K	0
- 1	50	80	16				8,3	15/20	36110K	T*	20		1	1 ′	1 '		9,00	22/30	36204	0	55	90	18	2,0	1,0	32,5	23,6	11/16	46111K	0
- 1	55	90					5,0	13/18	36111K	O, T	30	62		'	1 '	1 '	14,1	16/22	36206	0	60	95	18	2,0	1,0	33,5	25,5	11/16	46112K	O*
	- 1	95				35,5 2		12/17	36112K	O, T*	40	80		'	1 '	1 ′	26,1	12/17	36208	Х	65	100	18	2,0	1,0	34,0	27,5	10/15	46113K	0
- 1			- 1		′ 1	36,0 2		11/16	36113K	O*, T	50	90				43,2	1 1	10/14	36210	0	70	110	20	2,0 l	1,0	44,0	34,5	9,0/13	46114K	1 0
						46,8 3		10/16	36114K	O, T*				2,5			46,2	8,5/12	36212	T					Разі	мерная	серия 4	16100, $\alpha = 2$	26°	Î
						45,5 3		10/15	36115K	0	65						54,8	8,0/11	36213	T	30	55	13	1,5	0,8	14,5	10,1	11/14	46106	-
						58,0 4		9,0/13	36116K	T*							64,4	7,5/10	36214	O, T	35	62	14	1,5	0,8	18,1	12,9	9,5/12	46107*	-
1	90 1	140 I	24 1	2,5 l		72,016	•	•	36118K	O*, T							67,6	7,1/9,5	36215	T	40	68	15	1,5	0,8	18,9	14,1	9,0/11	46108	-
						•	'	36200, α =			1 I						86,4	6,3/8,5	36217	0	45	75	16	1,5	0,8	27,6	17,2	8,0/10	46109	-
- []	- 1					9,23 4,			36203K	O, X, T							97,5	5,8/8,0	36218	-	50	80	16	1,5	0,8	27,1	22,4	7,0/9,0	46110*	-
	5	52	15	1,5	0,8	13,5 8,	00	24/34	36205K	0	95	170	32	3,5	2,0	134,0	111,6	5,4/7,5	36219	0	55	90	18	2,0	1,0	32,6	24,8	6,3/8,5	46111	-

20.3. Подшипники шариковые радиально-упорные (окончание)

Окончание табл. 20.3.1

d	D	В	r	r	C,	C _{0r}	n·10 ⁻³	Обозна-	Схемы ком-	d	D	В	r	r	C _r	C _{0r}	$n \cdot 10^{-3}$	Обозна-	Схемы ком- плектации
		М	 М		кI		мин -1	чение	сдвоенных подшипников			ММ			к	Н	мин -1	чение	сдвоенных подшипников
				4.0			6.0/7.5	46112		60	130	31	3,5	2,0	100.0	72,4	4,8/6,3	46312	X, T
60	95	18	2,0	1,0	37,4	31,1	5.0/6.7	46114	-	65	140	33	3.5		113,0		4,3/5,8	46313	X
70	110	20	2,0	1,0	46,1	36,5 42,8	4.8/6,3	46115	_	70	150	35	3,5			94,5	4,0/5,3	46314	-
75	115	20	2,0	1,0	47,3	52	4,8/6,3	46116	_	١٬ٽ	00		Разме	оная с	ерия 66	5200, α	= 36°		
80	125	22	2,0	1,0	59,2		4,3/5,6	46117	_	17	40	l 12	1.0	0,5		5,8	14/19	66203	T*
85	130	22	2,0	1,0	57,4	54,1 57,0	3.8/5.3	46118	_	20	47	14	1,5	0,8	13,4	8.1	11/16	66204*	-
90	140	24	2,5	1,2	I 68,0 ерия 46			40110	' -	25	52	15	1,5	0.8	14.6	9.4	10/14	66205*	_
						200, a. 8,8	- 20 I 13/18	46204	ı 0*	30	62	16	1.5	0,8	20,2	13,1	8,5/12	66206	_
20	47	14	1,5	0,8		9,6	12/15	46205	X	35	72	17	2,0	1,0	27,0	18,5	7,5/10	66207	-
25	52	15	1,5	0,8	13,7	13,8	10/13	46206	l ŝ l	40	80	18	2,0	1.0	32.0	22,9	6,7/9,0	66208	-
30	62	16	1,5	0,8	29.0	19,3	9.0/11	46207	Ϊ́TΙ	45	85	19	2,0	1.0	36,9	26,1	6,3/8,5	66209*	-
35	72	17	2,0	1,0	36.8	25.5	8.0/10	46208	l i l	50	90	20	2,0	1.0	37,5	28,0	5,6/7,5	66210*	O*, X*
40	80	18	2,0	1,0 1,0	38.7	27,1	7,0/9,0	46209	l †	55	100	21	2,5	1,2	46.3	35,1	5,3/7,0	66211	-
45	85	19 20	2,0	1,0	40.6	29.3	6,3/8,5	46210	l † 1	60	110	22	2.5	1,2	1 56,0	43,7	4,8/6,3	66212	I –
50	90	20	2,0	1,0	50.3	37.1	6,0/7,5	46211	l †	"			Разме	оная с	ерия 6	6300, α	= 36°		
55	100	22	2,5	1,2	60.8	44.0	5,3/7,1	46212	l i '	17	1 47	l 14	1 1.5	8,0	17,3	8,38	22/31	66303	-
60	110		2,5 3,5	2,0	113.0		4,3/5,8	46213	l i	20	52	15	2,0	1,0	18,5	11,0	10/15	66304	-
65	140	33 25		1,2	78.4	63.3	4,3/5,8	46215	l i	25	62	17	2,0	1,0	25,1	15,6	9,0/12	66305	T
75	130		2,5 3.0	1,2	88.4	75,3	4.0/4.5	46216	Ö	35	80	21	2,5	1,2	38,3	24,4	7,0/9,5	66307*	T
80	140	26		1,5	98.0	81.0	3,8/5,0	46217	_	40	90	23	2,5	1,2	50,5	33,2	6,3/8,5	66308	-
85	150	28 30	3,0		114,0		3,6/4,8	46218	_	45	100	25	2,5	1,2	59,4	40,5	5,6/7,5	66309	T
90	160				• 114,0 ерия 46			. 40210		55	120	29	3,0	1,5	80,5	57,5	4,5/6,0	66311*	O, T*
1 47	1 47		Размер I 1.5	оная се 1 0.8	врия 40 16,1	18.20	- 20 I 14/19	I 46303	1 0	70	150	35	3.5	2,0	1119,0	87,8	3,6/4,8	66314	I -
17	47 52	14 15	2,0	1,0	17.8	9,9	12/17	46304	_				Разме	рная (серия 6	6400, α	: = 36°		
20	62	17	2,0	1,0	26.9	16.0	10/14	46305	0	30	I 90	23	1 2,5	1,2	43,8		6,5/9,0	66406	I I
25	72	19	2,0	1.0	32,6	20.3	9.0/12	46306	О.Т	40	110	27	3,0	1,5	72,2	45,8	5,0/7,0	66408	X
30	80	21	2,5	1,2	42.6	25.7	8.0/10	46307	0, T	45	120	29	3,0	1,5	81,6	51,0	4,8/6,6	66409	T
	90	23	2,5	1,2		33.6	7,0/9,0	46308	X, T	55	140	33	3,5	2,0	105,0	68,3	4,0/5,5	66411	
40	100	25	2,5	1,2		41.0	6.3/8.5	46309	x̂, t	60	150	35	3,5	2,0	125,0	89,8	3,7/5,1	66412	X, T
50	1100	27	3.0	1,5		48.8	5.6/7.5	46310	-	70	180	42	4,0	2,0		124,8		66414	-
55	120	29	3,0	1,5		58.7	5.0/7.0	46311	T*	90	225	54	5,0	2,5	208,0	188	2,5/3,4	66418	-
55	120	23	3,0	1,5	102,0	00,1) V u T cocr	U	l			h 2	2 4	4 0500	HOMOTING CC	OTRATCTRVA	OTHERO

Таблица 20.3.3. Подшипники шариковые радиально-упорные однорядные с разъемным наружным кольцом, α = 26° (ГОСТ 8995 – 75)

d	D	В	r	C _r	C _{0r}	n · 10 −3,	Обозна- чение
		им		К	H	мин ^{–1}	чение
45 55 65 90 100	85 100 120 160 200	19 21 23 30 38	2,0 2,5 2,5 3,0 3,5	50,3 64,4 78,0 111,0 174,0	28,3 38,6 50,6 76,2 125,0	10/12,5 8,0/10 6,3/8,0 6,3/5,0 4,0/3,2	116209 116211 116213 116218 116222

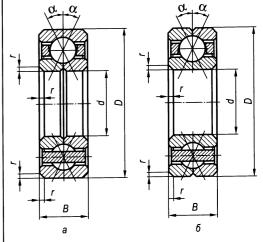


Рис. 20.3.3. Подшипник шариковый радиально-упорный с разъемным внутренним (a) и наружным (б) кольцом

Примечание. Обозначение подшипников, сдвоенных по схемам О, X, и T состоит соответственно из цифры 2, 3 и 4 и обозначения соответствующего однорядного подшипника. Например, комплект из двух подшипников 36108K, сдвоенных по схеме О, имеет обозначение 236108K, а по схеме Т – соответственно 436108K.

Таблица 20.3.2. Подшипники шариковые радиально-упорные с разъемным внутренним кольцом, α = 26° (ГОСТ 8995–75)

d D B r	C_r C_{0r}	n · 10 ^{−3} ,	Обозна-	d	D	В	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ^{−3} ,	Обозна-	d	D	В	r	C _r	C _{0r}	$n \cdot 10^{-3}$,	Обозна- чение
MM	кН	мин -1	чение		N	ИМ		кŀ	1	мин ^{–1}	чение			IM		K		м ин ⁻¹	
Размерна 15 32 9 0,5 40 68 15 1,5 70 110 20 2,0 95 145 24 2,5	7,2 3,25 22,1 12,6 59,9 41,2 86,8 65,1 9,0 = 126200 50,3 28,3 52,8 30,5 65,4 38,6 75,4 44,2	30/36 10/13 7,5/9,0 5,0/6,3	126102 126108 126114 126119 126209 126210 126211 126212	65 75 90 100 40 55 60 75 90 100	120 130 160 180 80 100 110 130 160 180	23 25 30 34 18 21 22 25 30 34	2,5 2,5 3,0 3,5 азмерна 2,0 2,5 2,5 2,5 3,0 3,0	78,0 101,9 144,3 184,6 19 серия 47,8 65,4 75,4 101,9 144,3 184,6	50,6 65,9 93,3 121,9 176200 26,6 38,6 43,5 65,9 92,7 120,6	7,0/9,0 6,3/8,0 5,0/6,3 4,0/5,0 10/13 8,5/10 7,5/9,5 6,3/8,0 5,0/6,3 4,0/5,0	126213 126215 126218 126220 176208 176211 176212 176215 176218 176220	17 20 25 35 40 45 50 55 65 85 100	47 52 62 80 90 100 110 120 140 180 215	76 14 15 17 21 23 25 27 29 33 41 47	азмерна 1,5 2,0 2,0 2,5 2,5 2,5 3,0 3,0 4,0	9 Cepun 1 20,9 23,1 32,5 52,0 61,4 79,8 93,3 107,6 146,9 211,9 276,9	76300 8,9 10,0 14,5 25,0 30,1 41,1 48,8 57,3 83,8 137,4 196,9	16/20 14/18 13/16 10/13 8,0/10 8,0/10 6,3/8,0 6,0/7,5 5,0/6,3 3,2/4,0 2,8/3,6	176303 176304 176305 176307 176308 176309 176310 176311 176313 176317 176320

20.4. Подшипники роликовые радиальные однорядные

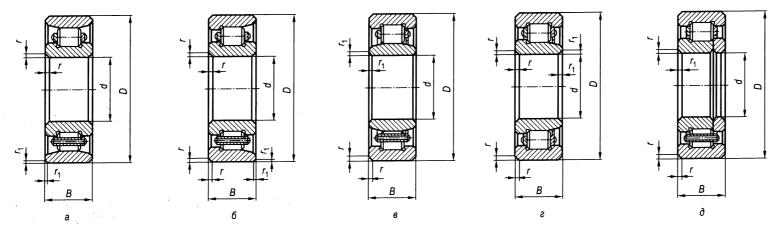


Рис. 20.4.1. Подшипники роликовые радиальные однорядные размерных серий 2000 (a), 12000 (б), 32000 (в), 42000 (г) и 92000 (д)

Таблица 20.4.1. Подшипники радиальные с короткими цилиндрическими роликами однорядные (ГОСТ 8328-75)

d	D	В	r	<i>r</i> ₁	C _r	C _{0r}	n · 10 ^{−3} ,	Обозначение подшипника	d	D	В	r	<i>r</i> ₁	C _r	C _{0r}	n·10 ⁻³ ,	Обозначение подшипника
		MM	1		к	н	мин ^{–1}				ММ	1		κŀ	1	мин -1	
	Pá	змерн	ые сери	u 2100	, 12100), 32100)		50	90	20	2,0	2,0	45,7	49,5	7,0/8,5	2210, 12210, 32210, 42210
20	ı 42	ı 12	ı 1.0 ı	0,5	8,8	ı 9,0 ı	16,0/20,0	2104	55	100	21	2,5	2,0		61,5	6,3/7,5	2211, 12211, 32211, 42211
30	55	13	1,5	0.8	17,9		12,0/15,0		60	110	22	2,5	2,5	64,4		5,6/6,7	2212, 12212, 32212, 42212
35	62	14	1,5	0,8	21,6		10,0/13,0	2107, 32107*	65	120	23	2,5	2,5	76,5	86,0	5,3/6,3	2213, 12213, 32213, 42213
40	68	15	1,5	1,0	25,1		9,5/12,0	32108*	70	125	24	2,5	2,5	79,2		5,0/6,0	2214, 12214, 32214, 42214
45	75	16	1,5	1,0	31,4		9,0/11,0	32109	75	130	25	2,5	2,5	91,3	114	4,8/5,6	2215, 32215, 42215
50	80	16	1,5	1,0	30,8	33,5	8,5/10,0	2110, 32110	80 85	140	26	3,0	3,0	106	123	4,5/5,3	2216, 32216, 42216, 92216*
55	90	18	2,0	1,5	34,7			2111, 32111		150	28	3,0	3,0	119	141	4,3/5,0	2217, 42217, 92217
65	100	18	18 2,0 1,5 38,0 50,5 6,3/7,5 2113, 32113				2113, 32113	90	160	30 l	3,5 l	3,5		190 l		2218, 12218, 32218, 42218, 92218	
70	70 110 20 2,0 1,5 56,1 69,0 6,0/7,0 32114							32114	Pa), 1230	0, 3230	0, 4230	0, 92300	
75	115		2,0	1,5	58,3		5,6/6,7	12115, 32115	25	62	17	2,0	2,0		36,5		42305A
80	125	22	2,0	1,5	66,0		5,3/6,3	32116	30	72	19	2,0	2,0	36,9		8,5/10	2306, 32306, 42306
85	130		2,0	1,5	68,2	89,0	5,0/6,0	32117*	35	80	21	2,5	2,0	44,6		8,0/9,5	2307, 12307, 32307*, 42307, 92307
90	140		2,5	2,0	80,9	107,9	4,8/5,6	32118	40	90	23	2,5	2,5	56,1	53,0	6,7/8,0	2308, 12308, 32308
95	145		2,5	2,0		112,0		32119	40	90	23	2,5	2,5	80,5		6,7/8,0	42308A
P	змерны	ые сери	ıu 2200,	12200	, 32200), 42200	, 92200		45	100	25 27	2,5	2,5		68,0	6,3/7,5	2309, 12309, 32309, 42309, 92309
20	47	14	1,5	1,0	14,7	13,0	15/18	2204, 12204, 32204, 42204	50	110	27	3,0	3,0	88,0		5,6/6,7	2310, 12310
25	52	15	1,5	1,0	16,8	15,5	12/15	2205, 32205	50	110	27	3,0	3,0		104,3		32310A, 42310A
25	52	15	1,5	1,0	28,6		12/15	42205A	55 60	120	29	3,0	3,0		109,5	5,0/6,0	2311, 12311, 32311, 42311, 92311
30	62	16	1,5	1,0	22,4		10/13	2206, 32206, 42206, 92206		130	31	3,5	3,5	123	125	4,8/5,6	2312, 12312, 42312, 92312
35	72	17	2,0	1,0	31,9		9,0/11	2207, 12207, 32207, 42207, 92207		140	33	3,5	3,5	138	139	4,5/5,3	2313, 32313, 42313, 92313
40	80	18	2,0	2,0	41,8		8,5/10	2208, 12208, 32208, 42208, 92208*	70	150	35	3,5	3,5	151	167	4,0/4,8	2314, 32314, 42314, 92314
45	85 19 2,0 2,0 44,0 46,0 7,5/9,0 2209, 32209, 42209						2209, 32209, 42209	75	160	37	3,5	3,5	183	182	4,5/5,3	2315, 12315, 32315, 42315, 92315	

20.4. Подшипники роликовые радиальные однорядные (окончание)

Окончание табл. 20.4.1

Таблица 20.4.2. Подшипники роликовые игольчатые однорядные (ГОСТ 4657-82)

d	D	В	r	<i>r</i> ₁	C _r	C _{0r}	n · 10 ^{−3} ,	Обозначение подшипника									
		MN			к	Н	мин ⁻¹	Ооозначение подшипника									
80	170	39	3,5	3,5	190	205	3,6/4,3	2316, 12316, 32316,42316									
85	180	41	4,0	4,0	212	239	3,4/4,0	2317, 32317, 42317, 92317									
	190		4,0	4,0		262	3,2/3,8	2318, 12318, 32318, 42318									
	•					42400,											
45	120	29	3,0	3,0	106	109	5,6/6,7	32409*, 42409									
50	130	31	3,5	3,5	130	122,5	5,0/6,0	12410, 32410, 42410, 92410*									
55	140	33	3,5	3,5	142	135,5	4,8/5,6	2411, 42411									
60	150	35	3,5	3,5	168	166	4,3/5,0	32412, 42412, 92412									
65	160	37	3,5	3,5	183	199	4,0/4,8	2413, 32413, 42413									
70	180	42	4,0	4,0	229	255,5	3,6/4,3	3214									
75	190	45	4,0	4,0	264	271,5	3,4/4,0	42415, 92415									
80	200	48	4,0	4,0	303	314	3,2/3,8	2416, 12416, 32416									
85	210	52	5,0	5,0	319	357,5	3,0/3,6	32417, 42417, 92417									
90	l 225 l		l 5,0 l	5,0		l 408 l		12418, 32418									
	Размер	оные се				42500, 9											
25	52	18	1,5	1,0	22,9	23,0	11/14	2505, 32505*, 42505									
30	62	20	1,5	1,0	31,9	34,0	9,5/12	32506, 42506									
35	72	23	2,0	1,0	47,3	52,5	8,5/10	32507, 42507									
35	72	23	2,0	1,0	59,4	63,0	8,5/10	12507A									
40	80	23	2,0	2,0	56,1	63,0	7,5/9,0	32508									
45	85	23	2,0	2,0	59,4	68,5	7,0/8,5	32509*									
50	90	23	2,0	2,0	62,7	73,0	6,3/7,5	32510*									
55	100	25	2,5	2,0	73,7	86,5	6,0/7,0	32511, 42511*									
60	110	28	2,5	2,5	93,5	123	5,3/6,3	32512, 92512									
65	120	31	2,5	2,5	110	138	4,8/5,6	32513, 92513*									
70	125	31	2,5	2,5	117	147,5	4,8/5,6	32514*, 92514									
70	125	31	2,5	2,5	154	193,5	4,8/5,6	12514A*									
75	130	31	2,5	2,5	125	159	4,5/5,3	32515*									
80	140	33	3,0	3,0	147	208	4,0/4,8	32516, 42516									
85	150	36	3,0	3,0	168	220,5	3,8/4,5	32517*, 92517									
90	160	40	3,0	3,0	194	271,5	3,6/4,3	32518, 92518									
95	170	43	3,5	3,5		307,5		32519*									
	Размер	ные сер	ouu 2600	, 12600	32600,	42600, 9	92600										
25	62	24	2,0	2,0	41,8	40,0	9,0/11	12605, 32605									
30	72	27	2,0	2,0	51,1	47,5	8,0/9,5	42606									
35	80	31	2,5	2,0	58,3	62,0	7,0/8,5	32607, 42607									
40	90	33	2,5	2,5	80,9	83,5	6,3/7,5	32608									
45	100	36	2,5	2,5	96,8	109,5	5,6/6,7	2609, 12609, 32609, 42609, 92609									
50	110	40	3,0	3,0	121	131	5,0/6,0	32610, 92610									
55	120	43	3,0	3,0	138	160,5	4,8/5,6	2611, 32611*									
60	130	46	3,5	3,5	168	186,5	4,3/5,0	2612, 32612,42612									
65	140	48	3,5	3,5	190	211,5	4,0/4,8	12613, 32613, 42613, 92613									
70	150	51	3,5	3,5	212	262	3,8/4,5	2614, 32614, 42614, 92614									
75	160	55	3,5	3,5	260	328	3,4/4,0	2615, 32615, 42615									
80	170	58	3,5	3,5	275	328	3,2/3,8	32616, 42616, 92616									
85	180	60	4,0	4,0	297	377	3,0/3,6	32617									
90	190	64	4,0	4.0	330	393,5	2,8/3,4	*									
								2,0/3,4 32010, 42010									

d	D	В	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ^{−3} ,	Обозна-	d	D	В	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ^{−3} ,	Обозна-
	N	IM		К	Н	мин ^{–1}	чение		М	IM		К	Н	мин ^{–1}	чение
	F	азмер	ная се	рия 40	74100			25	42	17	0,5	26,3	49,8	5,0/6,3	4074905
17	35	18	0,5	27,0		6,7/8,5	4074103	35	55	20	1,0	39,0	81,1	4,0/5,0	4074907
20	42	22	1,0	31,7	61,5	6,3/8,0	4074104	60	85	25	1,5	60,8	168,5	3,2/4,0	4074912
25	47	22	1,0	35,0	73,2	5,0/6,3	4074105	65	90	25	1,5	73,1	189,2	2,5/3,2	4074913
30	55	25	1,5	46,8	99,4	4,5/5,6	4074106	75	105	30	1,5	100,0	259	2,2/2,8	4074915
35	62	27	1,5	52,1	128,0	4,0/5,0	4074107	80	110	30	1,5	83,0	272,8	2,2/2,8	4074916
40	68	28	1,5	57,9	142,1	3,4/4,3	4074108	85	120	35	2,0	110,0	365,2	2,0/2,6	4074917
45	75	30	1,5	58,8	178,5	3,2/4,0	4074109	90	125	35	2,0	114,4	391,8	2,0/2,6	4074918
50	80	30	1,5	63,0	188,5	2,6/3,2	4074110	95	130	35	2,0	116,6	406,7	1,8/2,2	4074919
55	90	35	2,0	76,7	232,2	2,6/3,2	4074111	100	140	40	2,0	127,0	486,5	1,6/2,0	4074920
60	95	35	2,0	80,4	246,7	2,2/2,8	4074112		Pas	мерна	я сері	ия 624	490		ł
65	100	35	2,0	84,5	262,0	2,0/2,6	4074113	20	37	30	0,5	33,5	51,0	9,5/15	4244904
70	110	40	2,0	110	368,6	1,8/2,2	4074114	25	42	30	0,5	36,6	59,0	8,5/13	4244905
75	115	40	2,0	115	381,3	1,6/2,0	4074115	30	47	17	0,5	23,2	35,5	7,5/11	4244906*
80	125	45	2,0	120,8	410,5	1,3/1,6	4074116	45	68	22	1,0	41,5	73,0	5,3/7,5	4244909*
85	130	45	2,0	124,7	427,7	1,3/1,6	4074117	50	72	22	1,0	43,0	80,0	5,0/7,0	4244910
	Ρ	азмер	ная се	рия 40	74900			55	80	25	1,5	56,0	100	4,5/6,3	4244911*
20	37	30	0,5	33,5	51,0	95/15	4074904	70	100	30	1,5	78,0	156	3,6/5,0	4244914

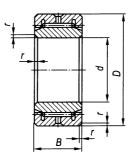


Рис. 20.4.2. Подшипник роликовый радиальный игольчатый однорядный

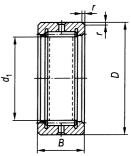


Рис. 20.4.3. Подшипник роликовый радиальный игольчатый однорядный без внутреннего кольца

Таблица 20.4.3. Подшипники роликовые игольчатые однорядные без внутреннего кольца (ГОСТ 4657–82)

d ₁	D	В	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ^{−3} ,	Обозна-	d ₁	D	В	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ^{−3} ,	Обозна-
	M	IM		К	Н	м ин −1	чение		N	4M		1	ťΗ	мин ⁻¹	чение
24	35	18	0,5	19,3	10,6	6,7/8,5	4024103	62	80	30	1,5	45,0	58,0	2,6/3,2	4024110
28	42	22	1,0	22,0	17,9	6,3/8,0	4024104	70	90	35	2,0	59,0	72,0	2,6/3,2	4024111
34	47	22	1,0	25,0	21,7	5,0/6,3	4024105	75	95	35	2,0	62,0	77,5	2,2/2,8	4024112
40	55	25	1,5	30,0	29,5	4,5/5,6	4024106	80	100	35	2,0	65,0	82,5	2,0/2,6	4024113
46	62	27	1,5	37,2	38,5	4,0/5,0	4024107	80	110	40	2,0	89,0	117,0	1,8/2,2	4024114
52	68	28	1,5	40,8	43,5	3,4/4,3	4024108	92	115	40	2,0	92,0	122,0	1,6/2,0	4024115
58	75	30	1,5	42,0	54,5	3,2/4,0	4024109	100	125	40	2,0	97,0	132,0	1,3/1,6	4024116
L												Ь			

20.5. Подшипники роликовые радиально-упорные конические

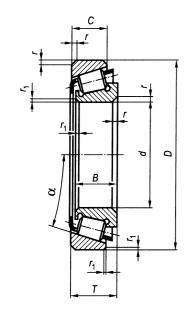


Рис. 20.5.1. Подшипник роликовый радиально-упорный конический однорядный

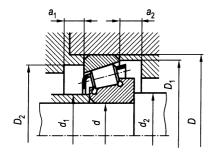


Рис. 20.5.2. Установочные размеры для роликового радиально-упорного конического однорядного подшипника

Таблица 20.5.1. Подшипники роликовые радиально-упорные конические однорядные (ГОСТ 27365-87)

d	D	Ь	С	Т	r	r ₁	d _{1max}	D _{1min}	a _{1min}	a _{2min}	C,	C _{0r}	e	n · 10 ^{−3} ,	Обозначе-
	L	L			L	MM			I	·		кН	e	мин ⁻¹	ние
							Po	змерная се	nua 200	7100	-				
20	42	15	12	15	1,0	0,3	1 29	змерная се 39	рия 2001 3	4,5	24,2	27,0	0,37	8,5/12	2007104A
25	47	15	11,5	15	1,0	0,3	31	44	3	4,5	27,0	32,5	0,43	8,0/11,0	2007105A
30	55	17	13	17	1,5	0,5	35	52	3	4,5	35,8	44.0	0,43	6,7/9,0	2007106A
35	62	17	15	18	1,5	0,5	40	59	3	4,5	32,0	42,4	0,27	6,0/8,0	2007107
40	68	19	14,5	19	1,5	0,5	45	65.5	4	4,5	52,8	71,0	0,37	5,3/7,0	2007108A
45	75	19	16	20	1,5	0.5	50	72	4	4,5	44.0	64.4	0.30	4,8/6,3	2007109
50	80	20	15,5	20	1,5	0,5	55	76	4	5,5	60,5	88,0	0,43	4,5/6,0	2007110A*
55	90	22	19	23	2,0	0,8	61	86	4	5,5	57,0	83,3	0,33	4,0/5,3	2007111
60	95	23	17.5	23	2.0	0,8	67	91	4	5,5	82,5	122.0	0,43	3,8/5,0	20071112A
65	100	22	19	23	2,0	0,8	71	96.5	4	5,5	61,0	118,9	0,38	3,4/4,5	2007113
70	110	24	20	25	2,0	0,8	76	105	5	6.0	77,6	132,0	0,28	3,2/4,3	2007114
75	115	24	20	25	2,0	0,8	82	110,5	5	7,0	78,3	138,3	0,30	3,0/4,3	2007115
80	125	27	23	29	2,0	0,8	87	120	6	7,0	102,0	171,5	0,34	2,6/3,6	2007116
85	130	29	22	29	2,0	0,8	94	125	6	8.0	140.0	224,0	0,44	2,6/3,6	2007117A
90	140	32	24	32	2,5	0,8	99	134,5	6	8,0	168,0	270,0	0,43	2,2/3,2	2007118A
95	145	30	26	32	2,5	0,8	105	140	6	8.0	149,5	212,1	0,36	2,2/3,2	2007119M
	0		. 20	. 02	. 2,0	. 0,0		- 140 мерная се	_	•	110,0	, .	. 0,00	,_,_,	2001 110
65	I 90 I	17	14	17	1,5	0,5	70	мерная се _і 87,8	рия 2007 I 3	900 4,5	45	83,9	0,35	3,8/5,0	2007913A
75	105	19	17	20	1,5	0,5	80	103	3	4,5	49	99,5	0,33	3,2/4,3	2007915
73	1 105	19	,	1 20	1 1,5	0,5					73	33,5	0,42	0,2/4,0 1	2007010
45		. 44 1		1 44 75				азмерная с			10.5	1 10 7	0,45	10/14	7202
15 17	35 40	11 12	9	11,75 13,25	1,0 1,5	0,3 0,5	19 22,5	32 37	2 3	3	10,5 19,0	10,7 18.6	0,45	9,0/13	7202 7203A
20	40	14	12	15,25		0,5	22,5 26	43,5	3	3	27,5	28,0	0,35	8,0/13 8,0/11	7203A 7204A
25	52	15	13	16,25	1,5 1,5	0,5	31	43,5 48,5	3	3	30,8	33,5	0,33	7,5/10	7205A
30	62	16	14	17,25	1,5	0,5	37	46,5 58,5	3	3	40.2	44.0	0,37	6,3/8,5	7206A
35	72	17	15	18,25	2,0	0,5	43	68,5	4	3	51,2	56,0	0,37	5,3/7,0	7200A 7207A
40	80	18	16	19,75	2,0	0,8	48	75,5	4	3,5	61,6	68,0	0,37	4,8/6,3	7208A
45	85	19	16	20,75	2,0	0,8	53	81,5	4	3,5	50	58,0	0,37	4,5/6,0	7209
50	90	20	17	20,75	2,0	0,8	57	86,5	4	3,5	76,5	91,5	0,41	4,3/5,6	7210A
55	100	21	18	22,75	2,5	0,8	63	95,0	5	4,5	65	80,9	0,43	3,8/5,0	72107
60	110	22	19	23.75	2,5	0,8	69	105.5	5	4,5	99	114	0,41	3,4/4,5	7212A
70	125	24	21	26,25	2,5	0,8	80	120	6	5,0	125	156	0,40	3,0/4,0	7214A
75	130	26	22	27,25	2,5	0,8	85	125	6	5,0	107	147,7	0,43	2,8/3,8	7215
80	140	26	22	28,25	3.0	1,0	90	134	6	6.0	151	183	0,39	2,4/3,4	7216A
85	150	28	24	30,50	3,0	1,0	96	143	7	6,5	176	220	0,43	2,2/3,2	7217A
90	160	30	26	32,50	3,0	1,0	102	153	7	6,5	194	245	0,43	2,2/3,2	7217A 7218A
95	170	32	27	34,50	3,5	1,0	110	163	7	7,5	193.2	230.3	0,43	1,9/2,8	7219M
100	180	34	29	37,00	3,5	1,2	114	170	7	8,0	185	256,7	0,41	1,9/2,8	7219101
100	100	J-	29	37,00	٥,٥	٦,٢	''*	1,0	′	0,0	100	200,1	0,40	1,0/2,0	1220

20.5. Подшипники роликовые радиально-упорные конические (продолжение)

Окончание табл. 20.5.1

The color The	_						· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Т			г				,		Ι.	Γ	Γ.		- I		Γ.	I, T	_						n ·10 ⁻³ ,	Обозначе-
Part	d	D	b	С	T	r	<i>r</i> ₁	d _{1max}	D _{1min}	a _{1min}	a _{2min}	C _r	C _{0r}	е	n·10 ⁻³ ,	Обозначе-	d	D	b	С	T	r	<i>r</i> ₁	d _{1max}	D _{1min}	a _{1min}	a _{2min}	C _r	C _{0r}	е	мин ⁻¹	
State Part													(H		МИН	1		Ι	Γ.,		00.5	0.0	· · · · · ·	00	442	7	0.5		Ï	0.43		7517Δ
25 52 22 18 22 15 0.8							Pas	вмерна	я серия	3007	200											1	l '								l	
No 10 12 12 13 1 1 1 20 0 8 8 1 20 0 8 8 1 20 0 8 8 1 20 0 8 8 1 20 0 8 8 1 20 20 0 20 0 20 20	25	52	22	18	22	1,5	0,5	30	49	4	4	47,3	56						_	l		l '								-,	' '	i
This is a continuation This is a continuat	50	90	32	24,5	32	2,0	0,8	57	87	5	7,5				1 ' '					l		'		l i					' '	,	' '	
Note Note	75	130	41	31	41	2,0						209	300	0,43	12,4/3,4	3007215A*	100	180	46	39	49	3,5	. ,				-	319	1 440 1	0,43	1,0/2,0	17520A
20 52 15 13 16,25 2,0 0,8 33 34,1 34,1 34,0 0,30 6,719 7305A 35 24 20 25,25 2,0 0,8 33 59 4 5 60,5 63 0,30 6,018,0 7605A 35 70 7005A 35 70							Ρ	азмерн	ная сер	ия 73(00																	21 5	1 37 1	0.30	17 5/10 N	17604
25 17 16 18,25 2,0 0,8 38 38 38 44,8 43,8 43,8 43,8 44,8 43,8 43,8 44,8 43,8 44,8 43,8 44,8 43,8 44,8	20	52	15	13	16,25	2,0	0,8	27	49		1		'	-,					l	'		1	l '	1 1				,			l ' '	i i
30 72 9 17 20,75 2.0 0.8 38 38 3 4,4 4,3 4,4	25	62	17	15	18,25	2,0	0,8	33	59	3		44,6			1 '					1	i '	'	l '	1 1		ı i	- 1	,-				1
Section Sect	30	72	19	17	20,75	2,0	0,8	38	68	3	'		, i	-,-			1	_	l		l '	l '	l ′	1			·			·	l	1
45 100 26 22 27.25 2,5 0,8 50 85 5 5 83 99,7 0,28 40,035 3,64,8 7310A 55 120 29 25 31,5 3,0 1,0 61 105 5 6 125 140 0,35 3,64,8 7310A 55 120 29 25 31,5 3,0 1,0 61 105 5 6 125 140 0,35 3,64,8 7310A 56 130 31 27 33,5 3,5 1,2 72 124 5 7,5 128 160,4 0,30 3,04,0 7312 66 130 31 27 33,5 3,5 1,2 72 124 5 7,5 128 160,4 0,30 3,04,0 7312 67 150 35 30 38 3,5 1,2 83 142 6 8 200 260 0,35 2,243,4 7314A 75 160 37 31 40 3,5 1,2 91 152 6 9 246 290 0,35 2,243,4 7314A 75 160 37 31 40 3,5 1,2 1 20 11 152 10 152 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	35	80	21	18	22,75	2,5	0,8	43	76	5	4,5		i i	•	1 '		1		-			l '	'	i I			' I	•			i	1
46 100 26 22 27.25 2.5 0.8 0.5 05 95 5 5 05 95.9 0.7 0.5 05 95.9 0.7 0.5 05 95.9 0.7 0.5 05 100 27 0.5 05 100 27 0.5 05 100 27 0.5 05 100 27 0.5 05 100 27 0.5 05 100 27 0.5 05 100 27 0.5 05 100 27 0.5 05 100 27 0.5 05 100 27 0.5 05 100 27 0.5 05 100 25 21 26,75 2.5 0.8 85 120 27 0.5 0.8 85 120 27 0.5 0.8 85 120 27 0.5 0.8 85 120 27 0.5 0.8 85 120 27 0.5 0.8 85 120 27 0.5 0.8 85 120 27 0.5 0.8 85 120 27 0.5 0.8 85 120 27 0.5 0.8 85 120 27 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.	40	90	23	20	25,25	2,5	0,8	50	86	5	-	,		- 1					1			1	′	1		_	_				I ' '	
50 110 27 23 29,25 3,0 1,0 61 114 5 6,5 124 163 0,35 3,24/3,17311A 55 120 29 25 31,5 3,0	45	100	26	22	27,25	2,5	0,8	55	95	5	1 1		'	· '	l			1			,	l ′	l '				l				l	! i
55 120 29 25 31,5 3,0 1,0 67 114 5 6.3 142 163 3,93 3,24 3,15 3,5 1,2 72 124 5 7,5 128 160,4 0,30 3,044,0 731 331 37 33,5 3,5 1,2 78 132 6 8 194 228 0,30 2,6/3,6 7313A 70 150 35 30 38 3,5 1,2 83 142 6 8 220 260 0,35 2,2/3,2 7315A 75 160 37 31 40 3,5 1,2 71 152 6 9 246 290 0,35 2,2/3,2 7315A 75 160 55 45 58 3,5 1,2 83 142 7 12 297 380 0,35 2,2/3,2 7315A 75 160 55 45 58 3,5 1,2 83 142 7 12 297 380 0,35 2,2/3,2 7315A 75 160 55 45 58 3,5 1,2 83 142 7 12 297 380 0,35 2,2/3,2 7315A 75 160 55 45 58 3,5 1,2 83 142 7 12 297 380 0,35 2,2/3,2 7315A 75 160 55 45 58 3,5 1,2 83 142 7 12 297 380 0,35 2,2/3,2 7315A 75 160 55 45 58 3,5 1,2 83 142 7 12 297 380 0,35 2,2/3,2 7315A 75 160 55 45 58 3,5 1,2 83 142 7 12 297 380 0,35 2,2/3,2 7315A 75 160 55 45 58 3,5 1,2 83 142 7 12 297 380 0,35 2,2/3,2 7315A 75 160 55 45 58 3,5 1,2 83 142 7 12 297 380 0,35 2,2/3,2 7315A 75 160 55 45 58 3,5 1,2 81 152 7 13 336 440 0,35 2,2/3,2 7315A 75 160 15	50	110	27	23	29,25	3,0	1,0	61	105	5	6				l			1					1	l 1							' '	1
66 140 31 27 33,5 3,5 1,2 72 124 5 7,5 128 104 0,30 3,04,0 131 27 33,5 3,5 1,2 33 3,5 3,5 1,2 33 3,5 3,5 1,2 33 3,5 3,5 1,2 33 3,5	55	120	29	25	31,5	3,0	1,0	67	114	5	′			-,	1 ' '	1		İ					1 '	-		'			1		l .	1
66 1 40 3 3 28 36 3,5 1,2 83 142 6 8 134 28 0.35 2,030 2,030 3,03	60	130	31	27	33,5	3,5	1,2	72	124	5	1 1		'	,	1 ' '			1	Į.	l	1 '		l	1 1			· ' I		1			1
76 160 37 31 40 3,5 1,2 91 152 6 9 246 290 0,35 2,2/3,2 7315A 85 180 41 35 44,5 4,0 1,5 102 167 7 10,5 230 324,1 0,31 1,9/2,8 7317 90 190 43 36 46,5 4,0 1,5 108 178 7 10,5 330 400 0,35 1,8/2,6 7318A 100 215 47 39 51,50 4,0 1,5 121 1202 7 12,5 290 448,7 0,318 1,7/2,4 7320 ***Passephas cepus 7500** ***Passephas cepu	65	140	33	28	36	3,5	1,2	78	132	6	l i			.,	' '		1	1				· ·	'							,	' '	1 1
75 160 37 31 40 3,5 1,2 91 152 6 9 240 290 1,031 1,9(2,8) 7317 40 1,031 1,9(2,8) 7317 40 1,00 215 73 160 37 26 4,0 1,5 102 167 7 10,5 330 324,1 0,31 1,9(2,8) 7317 40 1,00 215 73 160 37 26 4,0 1,5 102 167 7 10,5 330 324,1 0,31 1,9(2,8) 7318 4 100 215 73 160 77,5 1,00 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 1,00 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 1,00 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 1,00 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 1,00 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 1,00 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 1,00 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 1,00 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 1,00 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 1,00 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 1,00 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 1,00 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 14,0 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 14,0 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 14,0 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 14,0 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 14,0 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 14,0 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 77,5 14,0 1,5 121 120 2 12 14,5 572 780 0,35 1,6(2,2) 7620A 100 215 73 160 17,7 150 120 150 120 120 120 120 120 120 120 120 120 12	70	150	35	30	38	3,5	1	83		_				l '	' '			1				l '	1	1 1							l	1 1
85 180 41 35 44,5 4,0 1,5 102 167 7 10,5 230 324,1 10,3 1,92,8 731 100 215 47 39 51,50 4,0 1,5 121 202 7 12,5 290 448,7 0,318 1,72,4 7320 7 12,5 290 24,87 230 22,425 2,0 0,8 43 69 4 5,5 56 77,4 0,38 4,86,3 7508 48 23,5 19 24,75 2,0 0,8 53 82 4 5,5 60 80,9 0,42 4,56,0 7509 50 100 25 21 24,75 2,0 31 27 32,75 2,5 0,8 63 95 5 5,5 106 129 0,40 3,8/5,0 7511A 56 120 31 27 33,25 2,5 0,8 80 120 6 6 125 177,6 0,39 2,8/3,8 7514 7514 7515 751	75	160	37	31	40	3,5	1,2	91	152				1 1		i	1		ı				'	t				1			-,		1
90 190 43 36 46,5 4,0 1,5 108 178 7 10,5 350 400 0,3 1,6 1,6 1,7 108 178 7 12,5 290 448,7 0,318 1,7 12,4 17320	85	180	41	35	44,5	4,0	1,5	102	167	'	'		'	· '							· ·	l '	l '	1 1			_ ´		1	.,	l ' '	1 1
Размерная серия 7500 Размерная серия 7500 30 62 20,5 17 21,25 1,5 0,5 37 59 3 4 36,6 47,5 0,36 6,38,5 7506 40 90 23 17 21,25 2,0 0,8 43 69 4 5 53 70,3 0,35 5,3/7,0 7507 50 110 27 19 29,25 3,0 1,0 61 86 5 10 106 120 0,83 3,2/4,3 27310-4 40 80 23,5 20 24,75 2,0 0,8 48 76 4 5,5 60 77,4 0,38 4,8/6,3 7508 55 120 29 21 31,5 3,0 1,0 61 10 106 120 0,83 3,2/4,3 27311-4 45 85 23,5 19 24,75 2,0 0,8 57 87 4	90	190	43	36	46,5	4,0	1,5	108		1	1 1		l				100	[215	/3	1 60									•	0,00	11,0/2,2	,, 020, 1
Вамерная серия /ЗОИ 30 62 20.5 17 21.25 1,5 0,5 37 59 3 4 36.6 47.5 0,36 6,3/8,5 7506 40 90 23 17 25.25 2,5 0,8 50 76 5 8 78.2 91.9 0,83 4,0/5,3 27308A 40 80 23.5 20 24.75 2.0 0,8 48 76 4 5,5 56 77.4 0,38 4,8/6,3 7508 55 100 25 21 26.75 2.5 0,8 50 76 5 8 78.2 91.9 0,83 3,2/4,3 27310-14 45 85 23.5 19 24.75 2.0 0,8 53 82 4 5,5 60 80.9 0,42 4,5/6,0 7509 60 130 31 22 33.5 3,5 1,2 72 114 5 11,5 105 138 0,70 2,6/3,6 27315 55 100 25 21 26.75 2.5 0,8 63 95 5 5,5 106 129 0,40 3,8/5,0 7511A 66 110 28 24 29.75 2.5 0,8 69 106 5 5,5 125 160 0,40 3,4/4,5 7512A 67 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85 125 0,8 85 125 0,8 125 0,8 100 10.75 75 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85 125 6 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33.25 2.5 0,8 85	100	215	47	39	51,50	l 4,0	1,5	121	202	1 7	l 12,5l	290	1448,7	0,318	11,7/2,4	17320		. 70	. 40			•								0.72	15 0/6 3	127306
30 62 20,5 17 21,25 1,5 0,5 37 59 3 4 36,6 47,5 0,36 0,378,3 7500 35 72 23 20 24,25 2,0 0,8 43 69 4 5 53 70,3 0,35 5,377,0 7507 50 110 27 19 29,25 3,0 1,0 61 86 5 10 106 120 0,83 3,2/4,3 27310-40 80 23,5 20 24,75 2,0 0,8 48 76 4 5,5 56 77,4 0,38 4,8/6,3 7508 55 120 29 21 31,5 3,0 1,0 67 105 5 10,5 92 123 0,81 2,8/3,8 27311 45 85 23,5 19 24,75 2,0 0,8 53 82 4 5,5 60 80,9 0,42 4,5/6,0 7509 60 130 31 22 33,5 3,5 1,2 72 114 5 11,5 105 138 0,70 2,6/3,6 27312 55 100 25 21 26,75 2,5 0,8 63 95 5 5,5 106 129 0,40 3,8/5,0 7511A 65 120 31 27 32,75 2,5 0,8 69 106 5 5,5 125 160 0,40 3,4/4,5 7512A 65 120 31 27 33,25 2,5 0,8 80 120 6 6 125 177,6 0,39 2,8/3,8 7514 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 150 35 25 38 35 12 85 141 5 13 187 220 0,83 2,0/3,0 102731							P	азмері	ная сер		00					1==00	1	t	l	1	l '	l '	l '	1 1			1					
35 72 23 20 24,75 2,0 0,8 48 76 4 5,5 56 77,4 0,38 4,8/6,3 7508 55 120 29 21 31,5 3,0 1,0 67 105 5 10,5 92 123 0,81 2,8/3,8 27311 45 85 23,5 19 24,75 2,0 0,8 53 82 4 5,5 60 80,9 0,42 4,5/6,0 7509 60 130 31 22 33,5 3,5 1,2 72 114 5 11,5 105 138 0,70 2,6/3,6 27312 55 100 25 21 26,75 2,5 0,8 63 95 5 5,5 106 129 0,40 3,8/5,0 7511A 75 160 37 26 40 3,5 1,2 91 132 6 14 150 205,2 0,83 1,8/2,6 27315 60 110 28 24 29,75 2,5 0,8 69 106 5 5,5 125 160 0,40 3,4/4,5 7512A 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 70 125 31 27 33,25 2,5 0,8 80 120 6 6 125 177,6 0,39 2,8/3,8 7514 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 180 217 15 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 102730 (с большим углом конуса) 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 160 37 25 0,8 45 76 3 7,5 61,6 67 0,83 4,5/6,0 102730 (с большим углом конуса) 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 150 35 25 3,8 3,5 1,2 85 141 5 13 187 220 0,83 2,0/3,0 102731	30	62	20,5	17	21,25	1,5	0,5	37		3	1 1				1				l		1	1	1			1				,		1
40 80 23,5 20 24,75 2,0 0,8 48 76 4 5,5 60 80,9 0,42 4,5/6,0 7509 60 130 31 22 33,5 3,5 1,2 72 114 5 11,5 105 138 0,70 2,6/3,6 27312 50 90 23 19 24,75 2,0 0,8 57 87 4 5,5 82,5 100 0,43 4,3/5,6 7510A 55 100 25 21 26,75 2,5 0,8 63 95 5 5,5 106 129 0,40 3,8/5,0 7511A 75 160 37 26 40 3,5 1,2 91 132 6 14 150 205,2 0,83 1,8/2,6 27315 60 110 28 24 29,75 2,5 0,8 69 106 5 5,5 125 160 0,40 3,4/4,5 7512A 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 70 125 31 27 33,25 2,5 0,8 80 120 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 160 37 26 40 3,5 1,2 91 132 6 14 150 205,2 0,83 1,8/2,6 27315 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317	35	72	23	20	24,25	l '	l '			'	1 1		· '		1				1		l '	1	l '								Į.	1
45 85 23,5 19 24,75 2,0 0,8 53 82 4 5,5 60 60,9 0,42 4,370,0 7505 60 110 28 24 29,75 2,5 0,8 69 106 5 5,5 125 160 0,40 3,4/4,5 7512A 65 120 31 27 32,75 2,5 0,8 80 120 6 6 125 177,6 0,39 2,8/3,8 7514 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 120 152 152 7 16,5 130 187 220 0,83 2,0/3,0 102731 187 220 0,83 2,0/3,0 102731	40	80	23,5	20	24,75	1	1	1		l	1 1		,	1	1 ' '			1			i '		1				'				l ' '	1
50 90 23 19 24,75 2,0 0,8 57 87 4 5,5 82,5 100 0,43 4,375,104 75 160 37 26 40 3,5 1,2 91 132 6 14 150 205,2 0,83 1,8/2,6 27315 55 100 25 21 26,75 2,5 0,8 69 106 5 5,5 125 160 0,40 3,4/4,5 7512A 65 120 31 27 32,75 2,5 0,8 80 120 6 6 125 177,6 0,39 2,8/3,8 7514 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 160 37 26 40 3,5 1,2 91 132 6 14 150 205,2 0,83 1,8/2,6 27315 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 4,0 1,5 102 152 7 16,5 180 287,8 0,76 1,7/2,4 27317 85 180 41 30 44,5 120 120 120 120 120 120 120 120	45	85	23,5	19	24,75	2,0	i '				1 1		,-	,	1 ' '						' '	1	1							-,		1
55 100 25 21 26,75 2,5 0,8 63 95 5 5,5 106 129 0,40 3,6/3,6/7512A 60 110 28 24 29,75 2,5 0,8 69 106 5 5,5 125 160 0,40 3,4/4,5 7512A 65 120 31 27 32,75 2,5 0,8 80 120 6 6 125 177,6 0,39 2,8/3,8 7514 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A	50	90	23	19	24,75	2,0	0,8	57		-	'			· '	1	I				1		1	1	l 1					1 '		l ' '	
60 110 28 24 29,75 2,5 0,8 69 106 5 5,5 125 160 0,40 3,474,3 7512X 0.37 32,75 2,5 0,8 75 115 6 5,5 119 172,3 0,37 3,0/4,0 7513 Размерная серия 1027300 (с большим углом конуса) 70 125 31 27 33,25 2,5 0,8 80 120 6 6 125 177,6 0,39 2,8/3,8 7514 25 62 17 13 18,25 2,0 0,8 34 59 3 5 38 40 0,83 5,6/7,5 102730	55	100	25	21	26,75	2,5	0,8	63	1		'			i '				1		ł	1	1	ŀ						i '			1
70 125 31 27 33,25 2,5 0,8 80 120 6 6 125 177,6 0,39 2,8/3,8 7514 25 62 17 13 18,25 2,0 0,8 34 59 3 5 38 40 0,83 5,6/7,5 102730 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 35 80 21 15 22,75 2,5 0,8 45 76 3 7,5 61,6 67 0,83 4,5/6,0 102730 75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 75 16A	60	110	28	24	29,75	1	0,8	69		5	1 ' 1			1	1 ' '		85	1180	147	1 30	,						,			0,70	. ,,,, <u>,</u> ,,,	
70 125 31 27 33,25 2,5 0,8 80 120 6 6 161 212 0,43 2,6/3,6 7515A 35 80 21 15 22,75 2,5 0,8 45 76 3 7,5 61,6 67 0,83 4,5/6,0 102730 102731 1027	65	120	31	27	32,75		0,8				'		· '	'	1 ' '		25	1.00	1 47	1 42		•								0.83	15 6/7 5	I1027305A
75 130 31 27 33,25 2,5 0,8 85 125 6 6 161 212 0,43 2,0/3,0 7515A 35 05 21 16 22,7 2,5 0,8 2,0/3,0 102731	70	125	31	27	33,25	2,5	0,8	80		6			· '	'	1 ' '		1				,		1				•		'-		1	1
	75	130	31	27	33,25	2,5	0,8	85		1				'	1 ' '		ll .			l	1	1							1	•	1	
, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	80	140	33	28	35,25	3,0	1,0	90	134	6	7	187	245	0,43	2,4/3,4	/516A	70	150	35	25	38	3,5	1,2	65	141	ن	13	107		0,03	2,0/3,0	.02,014/1

20.5. Подшипники роликовые радиально-упорные конические (окончание)

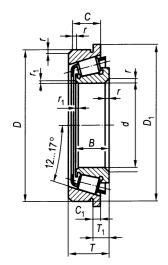


Рис. 20.5.3. Подшипник роликовый радиально-упорный конический однорядный с бортом на наружном кольце

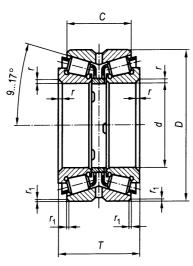


Рис. 20.5.4. Подшипник роликовый радиально-упорный конический двухрядный

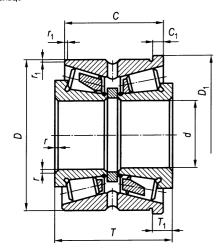


Рис. 20.5.5. Подшипник роликовый радиально-упорный конический двухрядный с бортом на наружном кольце

Таблица 20.5.2 . Подшипники роликовые радиально-упорные конические однорядные с бортом на наружном кольце (ГОСТ 27365-87)

d	D	D ₁	Т	В	С	<i>T</i> ₁	C ₁	r	<i>r</i> ₁	C _r	C _{0r}	е	<i>n</i> ·10 ^{−3} , мин ^{−1}	Обозначе- ние
						ММ								
15	35	38	11,75	11	9	5,25	2,5	1,0	0,3	10,5	10,7	0,45	10/14	67202
17	40	44	13,25	12	11	4,75	2,5	1,5	0,5	14,0	15,8	0,31	9/13	67203
20	47	51	15,25	14	12	6,25	3,0	1,5	0,5	27,5	28	0,35	8/11	67204A
35	72	77	18,25	17	15	7,25	4,0	2,0	0,8	38,5	45,7	0,37	5,3/6,7	67207
40	80	85	19,75	20	16	7,75	4,0	2,0	0,8	46,5	57,1	0,38	4,8/6,3	67208
50	90	96	24,75	24	20	9,25	4,5	2,0	0,8	82,5	100	0,43	4,3/5,6	67510A
60	110	117	29,75	28	24	10,75	5,0	2,5	0,8	125	160	0,40	3,4/4,5	67512A
65	120	127	32,75	31	27	11,75	6,0	2,5	0,8	119	172,3	0,37	2,8/3,8	67513

Таблица 20.5.3. Подшипники роликовые радиально-упорные двухрядные конические (ГОСТ 6364 – 78)

d	D	С	Т	r	<i>r</i> ₁	C _r	C _{0r}	е	<i>n</i> · 10 ^{−3} , мин ^{−1}	Обозначе- ние
			ММ			К	Η		мин	0
30	62	41	50	1,5	0,5	61,0	94,9	0,36	5,0/6,3	97506
35	72	46	55	2,0	0,8	90,9	141,0	0,35	4,0/5,0	97507
40	80	45	55	2,0	0,8	96,0	154,7	0,38	4,0/5,0	97508
45	85	45	55	2,0	0,8	100	146,8	0,42	4,0/5,0	97509
50	90	45	55	2,0	0,8	105	188,1	0,42	3,2/4,0	97510
55	100	48	60	2,5	0,8	156,4	211,0	0,36	3,2/4,0	97511M
60	110	55	65	2,5	0,8	214,3	320,0	0,39	2,8/3,6	97512A
70	125	62	75	2,5	0,8	210,0	351,6	0,39	2,6/3,2	97514
75	130	62	75	2,5	0,8	220,0	369,2	0,41	2,6/3,2	97515
80	140	65	80	3,0	1,0	320,6	450,0	0,40	2,2/2,8	97516A
90	160	78	96	3,0	1,0	320,0	588,9	0,39	2,0/2,6	97518
95	170	90	108	3,5	1,2	390,0	773,5	0,38	1,8/2,4	97519
100	180	92	112	3,5	1,2	547,0	880,0	0,40	1,7/2,2	97520

Таблица 20.5.4. Подшипники роликовые радиально-упорные конические двухрядные с бортом на наружном кольце

d	D	D ₁	Т	<i>T</i> ₁	С	C ₁	r	<i>r</i> ₁	C _r	C _{0r}	е	<i>n</i> · 10 ^{−3} , мин ^{−1}	Обозначе- ние
60	100	104,5	58	10	47,00	4,5	2,0	0,5	130,0	208,7	0,25	5,1	697712Л
70	120	127,0	71	11,11	59,88	6,0	2,5	0,8	187,2	325,2	0,25	4,4	697814Л
75	130	136,0	79	12	66,00	5,5	2,5	0,8	252,9	433,2	0,25	4,1	697815Л
80	140	147,0	85	13,93	69,14	6,2	3,0	0,8	249,4	446,8	0,25	3,8	697716Л
85	140	146,3	85	12,28	69,14	6,35	3,0	0,8	249,4	446,8	0,25	3,8	697817Л

20.6. Подшипники упорно-радиальные

Таблица 20.6.1. Подшипники шариковые упорно-радиальные одинарные (ГОСТ 29241–91, α = 60°)

d	D	Н	r	r ₁	C _a	C _{0a}	е	Обозна-
		ММ			H	tH .		чение
			Размер	ная сери	я 78200			
20	47	14	1,5	1,0	19,6	36,0	2,17	78204
25	52	15	1,5	1,0	22,0	44,0	2,17	78205
30	62	16	1,5	1,0	26,0	56,0	2,17	78206
35	72	17	2,0	1,0	30,0	71,0	2,17	78207
40	80	18	2,0	1,0	37,5	91,5	2,17	78208
45	85	19	2,0	1,0	38,0	96,5	2,17	78209
50	90	20	2,0	1,0	39,0	106,0	2,17	78210
55	100	21	2,5	1,5	40,5	114,0	2,17	78211
60	110	22	2,5	1,5	56,0	160,0	2,17	78212
65	120	23	2,5	1,5	57,0	170,0	2,17	78213
70	125	24	2,5	1,5	65,5	193,0	2,17	78214
75	130	25	2,5	1,5	67,0	208,0	2,17	78215
80	140	26	3,0	1,5	76,5	240,0	2,17	78216
85	150	28	3,0	1,5	88,0	280,0	2,17	78217
90	160	30	3,0	1,5	98,0	345,0	2,17	78218
95	170	32	3,5	2,0	110,0	355,0	2,17	78219
100	180	34	3,5	2,0	122,0	400,0	2,17	78220
			Размер	ная сери.	я 78300			
20	52	15	2,0	1,0	24,5	45,5	2,17	78304
25	62	17	2,0	1,0	28,5	58,5	2,17	78305
30	72	19	2,0	1,0	34,5	78,0	2,17	78306
35	80	21	2,5	1,5	36,5	86,5	2,17	78307
40	90	23	2,5	1,5	50,0	118,0	2,17	78308
45	100	25	2,5	1,5	58,5	146,0	2,17	78309
50	110	27	3,0	1,5	69,5	180,0	2,17	78310
55	120	29	3,0	1,5	80,0	208,0	2,17	78311
60	130	31	3,5	2,0	88,0	236,0	2,17	78312
65	140	33	3,5	2,0	100,0	280,0	2,17	78313
70	150	35	3,5	2,0	110,0	310,0	2,17	78314
75	160	37	3,5	2,0	125,0	365,0	2,17	78315
80	170	39	3,5	2,0	137,0	405,0	2,17	78316
85	180	41	4,0	2,0	160,0	465,0	2,17	78317
90	190	43	4,0	2,0	173,0	490,0	2,17	78318
95	200	45	4,0	2,0	183,0	510,0	2,17	78319
100	215	47	4,0	2,0	193,0	610,0	2,17	78320

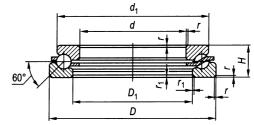


Рис. 20.6.1. Подшипник шариковый упорно-радиальный одинарный

Таблица 20.6.2. Подшипники шариковые упорно-радиальные одинарные нестандартные

d	D	Н	d ₁	D ₁	r	C _a	C _{0a}	е	n · 10 ⁻³ ,	Обозна-
		M	им			к	Н		мин -1	чение
90 120 150 160	120 155 190 200	22 25 31 311	112 145 180 190	98 129 160 170	1,5 1,5 1,5 1,5	50,6 75,9 107,0 110,3	139,6 226,8 341,5 366,4	2,17 2,17 2,17 2,17	2,9/3,9 2,4/3,4 2,0/3,0 1,9/2,8	168118 168124 168130 168132*

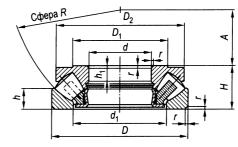


Рис. 20.6.2. Подшипник роликовый упорно-радиальный сферический

Таблица 20.6.3. Подшипники роликовые упорно-радиальные сферические (ГОСТ 9942-80)

d	D	D ₁	D ₂	d ₁	Н	h	h ₁	Α	r	C _a	C _{0a}	n · 10 ⁻³ ,	Обозна-
				М	И					к	Н	мин ⁻¹	чение
60 70 80 85 100 140	130 150 170 180 210 280	91 106 120 150 - 230	123 142 162 170 200 268	89 103 117 125 146 199	42 48 54 58 67 85	20 23 26 28 32 41	15 17 19 21 24 31	38 44 50 54 62 86	2,5 3,0 3,5 3,5 4,0 5,0	345 449 575 633 863 1400	450 585 735 850 1200 1750	2,6 2,2 2,0 1,9 1,6 0,8	9039412 9039414 9039416 9039417 9039420 9039428

Примечание. Предельная частота вращения указана при использовании жидкого смазочного материала.

20.7. Подшипники шариковые упорные

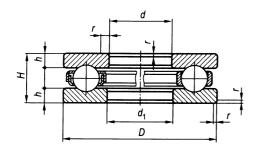


Рис. 20.7.1. Подшипник шариковый упорный одинарный размерных серий 1008000 и 8000H ($d_1 \ge d+2$)

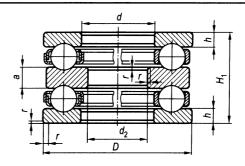


Рис. 20.7.2. Подшипник шариковый упорный двойной размерной серии 38000H

Таблица 20.7.1. Подшипники шариковые упорные одинарные (ГОСТ 7872-89) и двойные (ГОСТ 7872-89)

	d	d ₂	D	Н	H ₁	h	а	r	C _a	C _{0a}	$n \cdot 10^{-3}$	Обозначение	d	d ₂	D	Н	H ₁	h	а	r	C _a	C _{0a}	n ⋅ 10 ⁻³ ,	Обозначение
					мм				K	κH	мин ⁻¹						мм				۱	(H	мин ⁻¹	
ł						F	азмерн	ая сери	я 10089	00			30	25	52	16	29	4,8	7	1,0	25,5	47,5	3,6/4,3	8206H, 38206H
2	5	_	37	8	l –	2,3	-	0,5	8,1	15,8	5,0/6,7	1008905	35	30	62	18	34	5,0	8	1,5	35,1	67	3,0/4,0	8207H, 38207H
3	0	_	42	8	-	2,3	l –	0,5	8,7	18,7	4,8/6,3	1008906	40	30	68	19	36	5,2	9	1,5	46,8	98	2,8/3,8	8208H, 38208H
3	5	_	47	8	-	2,3	-	0,5	8,9	19,7	4,5/6,0	1008907	45	35	73	22	37	5,7	9	1,5	41,0	89	2,6/3,6	8209H, 38209H
4	0	_	52	9	-	2,6	-	0,5	8,0	18,7	4,3/5,6	1008908	50	40	78	22	39	6,3	9	1,5	49,4	106	2,4/3,4	8210H, 38210H
6	0	_	75	10	_	2,7	_	0,5	18,1	58,5	3,2/4,3	1008912	55	45	90	25	45	7,1	10	1,5	63,7	134	1,9/2,8	8211H, 38211H
7	5	-	90	10	-	2,7	- 1	0,5	16,6	55,7	2,8/3,8	1008915	60	50	95	26	46	7,3	10	1,5	65,0	150	1,9/2,8	8212H, 38212H
9	0	-	105	10	l –	1 2,7	 _	0,5	17,5	l 65,6 l	2,2/3,2	1008918	65	_	100	27	-	8,0	_	1,5	66,3	150	1,8/2,6	8213H
							Размер	ная сер	ия 8100)			70	55	105	27	47	8,0	10	1,5	70,0	160	1,8/2,6	8214H, 38214H
2	0	-	35	10	-	2,7	l – [']	0,5	12,7	21,2	5,6/7,5	8104H	75	_	110	27	_	8.0		1.5	71,5	170	1,7/2,4	8215H
2	5	- 1	42	11	_	3,2	_	1,0	15,9		4,8/6,3	8105H	80	65	115	28	48	8,3	10	1,5	80,0	190	1,7/2,4	8216H, 38216H
3	30 - 42 11 - 3,2 - 1,0 15,9 29,0 4,676,3 8105H		8106H	85	70	125	31	55	8,8	12	1,5	97,5	250	1,6/2,2	8217H, 38217H									
3	5	-	52	12	_	3,6	_	1,0	17,4	37,5	4,3/5,6	8107H	90		135	35	ا _	10,5	_	2,0	11,9	l 300 l		8218H
4	0	-	60	13	_	3,6	-	1,0	23,4	50,0	3,8/5,0	8108H	l					Рази	ерные	cepuu 8	300 u 3	8300		
4	5	-	65	14	_	4,1	_	1,0	24,2	57,0	3,4/4,5	8109H	25	_	52	18	l –	5,0	I	1,5	34.5	l 55 l	3,4/4,5	18305H
5	0	-	70	14		4,1	_	1,0	25,5	63,0	3,2/4,3	8110H	30	_	60	21	_	6,0	- 1	1,5	40,3	66,5	2,8/3,8	8306H
5	5	-	78	16	_	4,6	_	1,0	30,7	81,5	2,8/3,8	8111H	35	30	68	24	44	7,6	10	1,5	49.4	88	2,4/3,4	8307H, 38307H*
6	0	-	85	17	_	5,0	_	1,5	35,8	90,0	2,6/3,6	8112H	40	_	78	26	-	8,2	-	1,5	61,8	112	2,0/3,0	8308H
6	5	-	90	18	_	5,2	_	1,5	37,1	102	2,4/3,4	8113H	45	-	85	28	_	9,1	_	1,5	76,1	140	1,9/2,8	8309H
7	ן כ	-	95	18	_	5,2	_	1,5	38,0	111	2,4/3,4	8114H	50		95	31	_	10,1	-	2,0	88,4	173	1,8/2,6	8310H
7:	5	-	100	19	- 1	5,6	_	1,5	44,2	137	2,2/3,2	8115H	55	_	105	35	_	10,1	-	2,0	112	213	1,6/2,2	8311H
8)	-	105	19	_	5,6	_	1,5	44,9	140	2,0/3,0	8116H	60	_	110	35	_	10,5	-	2,0	112	213	1,6/2,2	8312H
8	5	-	110	19	_	5,6	_	1,5	46,2	150	2,0/3,0	8117H	65	-	115	36	_	12,0	_	2,0	114	249		8313H
9) I	-	120	22	-	6,5 l	_	1,5	59,2	190	1,8/2,6	8118H	70		125	40	_	13,0	_	2,0	135	300	1,4/1,9	8314H
						Рази	ерные	серии 8	200 u 38	8200			75	-	135	44	79	13,0	18	2,5	163	360	1,2/1,7	8315H
20)	15	40	14	26	40	6	1,0	22,5	37,5	4,5/6,0	8204H, 38204H	80	65	140	44	-	13,0	-	2,5	159	360		8316H, 38316H
2	5 1	20	47	15	28	42	7		27,6	50	4,0/5,3	8205H, 38205H	90	-	155	50	-	14,5	-	2,5	199	465	1,0/1,5	8318H

20.8. Способы установки и закрепления подшипников

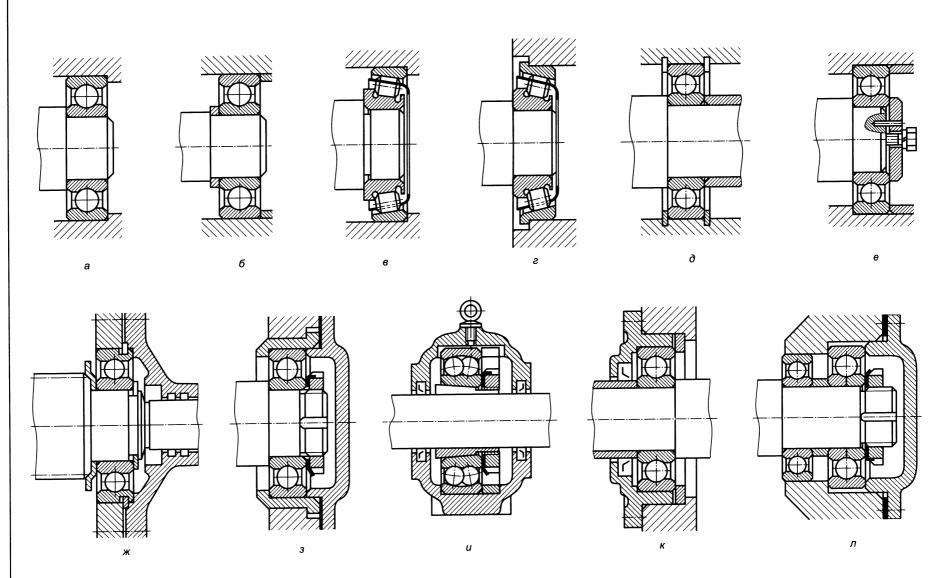
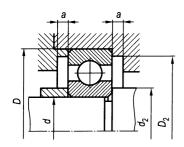


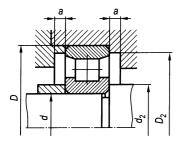
Рис. 20.8.1. Примеры закрепления подшипников на валу, осях и в корпусе

20.9. Установочные размеры и осевые зазоры в подшипниках

Таблица 20.9.1. Минимальный боковой зазор а для подшипника, мм

d	а
12-50	2
55-120	3
125-240	4





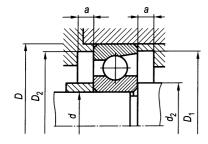


Рис. 20.9.1. Установочные размеры

Таблица 20.9.2. Размеры элементов вала (корпуса), мм

Координата фаски подшипника ⁷ ном	Наибольшая галтель вала (корпуса) R _{max}	Высота заплечиков вала (корпуса) h_{\min}^{\star}
0,3–0,5	0,2	1,0
0,8	0,5	2,0
1,0	0,6	2,5
>1,0	0,6r _{ном}	1,8 <i>r</i> _{ном}

 $[\]overline{*}$ Для вала $h_{\text{min}} = 0.5(d_2 - d)$, для окрпуса $h_{\text{min}} = 0.5(D - D_2)$; $h_{\text{min}} = 0.5(D - D_1)$.

Таблица 20.9.3. Осевые зазоры для регулируемых радиально-упорных шариковых подшипников

4	Осевой зазор* , мкм, при номиналь	ном угле контакта α, равном	/ **
d, mm	10–16°	≥20°	'max
До 30	20 40 / 30 50	10 20 / –	8 <i>d</i>
Св. 30 до 50	30 50 / 40 70	15 30 / –	7 d
» 50 » 80	40 70 / 50 100	20 40 / –	6 <i>d</i>
» 80 » 120	50 100 / 60 150	30 50 / –	5 <i>d</i>

^{*} В числителе для сдвоенных подшипников, в знаменателе для разнесенных подшипников.

Таблица 20.9.4. Осевые зазоры для регулируемых конических радиально-упорных роликовых подшипников

	4		Осевой зазор*, мкм, при номинал	ьном угле конуса α, равном	/ **
	d, mm		10–16°	≥20°	' max
	До 30		20 40 / 40 70	-	14 <i>d</i>
Св.	30 до	50	40 70 / 50 100	20 40 / –	12 <i>d</i>
»	50 »	80	50 100 / 80 150	30 50 / –	11 <i>d</i>
»	80 »	120	80 150 / 120 200	40 70 / –	10 <i>d</i>

^{*} В числителе для сдвоенных подшипников, в знаменателе для разнесенных подшипников.

^{**} Наибольшее расстояние между разнесенными подшипниками.

^{**} Наибольшее расстояние между разнесенными подшипниками.

20.10. Кольца пружинные упорные наружные

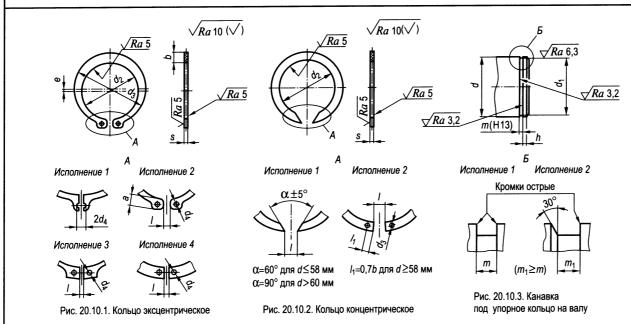


Таблица 20.10.1. Плоские эксцентрические кольца (ГОСТ 13942-86) и канавки под них, мм

Вал				ŀ	Сольцо)			Ka	навка	а	F_a^* ,	Вал				ŀ	Ольцо)			Ka	анавка	1	F_a^* ,
d	d ₂	<i>d</i> ₃	d ₄	s	b	а	1	е	<i>d</i> ₁	m	h	кН	d	d ₂	d ₃	d ₄	s	b	а	- 1	е	d ₁	m	h	кН
10	9,2	11,8	1,5	1,0	1,8	3,3	2,0	0,5	9,5	1,2	0,75	1,96	100	94,5	108,1	3,5	3,0	9,0	9,6	8,0	2,2	96,5	3,4	5,3	135
11	10,2	12,8	1,5	1,0	1,8	3,3	3,0	0,5	10,5	1,2	1,1	2,77	105	98,0	111,6	3,5	3,0	9,3	9,9	8,0	2,5	100	3,4	6,0	204
12	11,0	13,6	1,7	1,0	1,8	3,3	3,0	0,5	11,3	1,2	1,1	3,39	110	103,0	117,2	3,5	3,0	9,6	10,1	8,0	2,5	105	3,4	6,0	211
15	13,8	17,0	1,7	1,0	2,2	3,6	3,0	0,6	14,1	1,2	1,4	5,13	115	108,0	122,6	3,5	3,0	9,8	10,6	8,0	2,5	110	3,4	6,0	221
17	15,7	19,1	1,7	1,2	2,3	3,8	3,0	0,6	16,0	1,4	1,5	6,47			128,4		3,0	10,2	11,0	8,0	2,5	115	3,4	6,0	223
20	18,2	21,8	2,0	1,2	2,6	4,0	3,0	0,8	18,6	1,4	2,1	10,6	125	118,0	133,2	4,0	3,0	10,4	11,4	8,0	2,8	120	3,4	6,0	240
25	23,1	27,3	2,0	1,2	3,0	4,4	3,0	0,9	23,5	1,4	2,3				138,3		3,0	10,7	11,6	8,0	2,8	125	3,4	6,0	250
30	27,8	32,8	2,0	1,2	3,5	5,0	3,0	1,0	28,5	1,4	2,3				143,9		3,0	11,0	11,8	8,0	2,8	130	3,4	6,0	260
35	32,2	37,6	2,5	1,7	3,9	5,6	5,0	1,2	33,0	1,9	3,0				149,3		3,0	11,2	12,0	8,0	2,8	135	3,4	6,0	270
40	36,5	42,5	2,5	1,7	4,4	6,0	5,0	1,4	37,5	1,9	3,8	,-		,	154,9		3,0	11,5	12,2	8,0	2,8	140	3,4	6,0	280
45	41,5	48,1	2,5	1,7	4,7	6,7	5,0	1,4	42,5	1,9	3,8	, .			160,5	, i	3,0	11,8	13,0	8,0	2,8	145	3,4	7,5	289
50	45,8	53,0	2,5	2,0	5,1	6,9	5,0	1,5	47,0	2,2	4,5	57,0	155	147,5	165,3	4,0	3,0	12,0	13,0	8,0	3,1	150	3,4	7,5	299
55	50,8	58,6	2,5	2,0	5,4	7,2	5,0	1,5	52,0	2,2	4,5	62,9			170,7		3,0	12,2	13,3	8,0	3,1	155	3,4	7,5	308
60	55,8	64,0	2,5	2,0	5,8	7,4	5,0	1,7	57,0	2,2	4,5	00,0			175,8		3,0	12,5	13,5	8,0	3,1	160	3,4	7,5	318
65	60,8	70,0	3,0	2,5	6,3	7,8	5,0	1,7	62,0	2,8	4,5	'			181,6		3,0	12,9	-	8,0	3,1	165	3,4	7,5	328
70	65,6	75,4	3,0	2,5	6,6	8,1	6,0	1,7	67,0	2,8	4,5	80,6			186,6	'	3,0	12,9	- 1	8,0	3,1	170	3,4	7,5	338
75	70,6	80,6	3,0	2,5	7,0	8,4	6,0	1,7	72,0	2,8	4,5	86,4			192,8	'	3,0	13,5	-	8,0	3,1	175	3,4	7,5	347
80	75,0	85,8	3,0	2,5	7,4	8,6	6,0	1,7	76,5	2,8	5,3	107		'	197,8		3,0	13,5	-	8,0	3,1	180	3,4	7,5	358
85	79,5	91,1	3,0	2,5	7,8	8,7	6,0	2,0	81,5	2,8	5,3	114	1 1		203,8		3,0	14,0	-	8,0	3,1	185	3,4	7,5	368
90	84,5	96,5	3,0	2,5	8,2	8,8	6,0	2,0	86,5	3,4	5,3	121	200	192,0	213,8	4,0	3,0	14,0	-	8,0	3,1	195	3,4	7,5	387
95	89,5	102,3	3,5	3,0	8,6	9,4	6,0	2,2	91,5	3,4	5,3	128													
95	89,5	102,3	3,5	3,0	8,6	9,4	6,0	2,2	91,5	3,4	5,3	128												_	

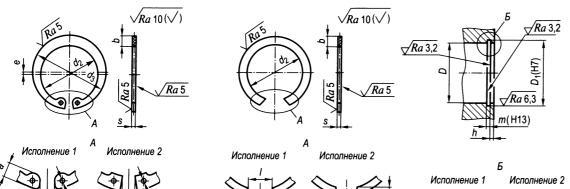
^{*} Допускаемая осевая сила.

Таблица 20.10.2. Плоские концентрические кольца (ГОСТ 13940–86) и канавки под них, мм

Вал									F*,
d	d ₂	d ₃	s	b	1	d ₁	m	h	кН
10	9,2	-	1,0	1,7	2,0	9,5	1,2	0,75	1,96
12	11,0	-	1,0	2,0	3,0	11,3	1,2	1,1	3,39
15	13,8	_	1,0	2,0	4,0	14,1	1,2	1,4	5,13
17	15,7	_	1,2	2,3	4,0	16,0	1,4	1,5	6,47
20	18,2	-	1,2	3,2	5,0	18,6	1,4	2,1	10,6
25	23,1	-	1,2	3,2	5,0	23,5	1,4	2,3	14,2
30	27,8	-	1,2	4,0	6,0	28,5	1,4	2,3	17,2
35	32,2	-	1,7	5,0	6,0	33,0	1,9	3,0	26,7
40	36,5	-	1,7	5,0	8,0	37,5	1,9	3,8	39,0
45	41,5	-	1,7	5,0	8,0	42,5	1,9	3,8	42,9
50	45,8	2,0	2,0	6,0	8,0	47,0	2,2	4,5	57,0
55	50,8	2,0	2,0	6,0	8,0	52,0	2,2	4,5	62,9
60	55,8	2,0	2,0	6,0	10	57,0	2,2	4,5	68,8
65	60,8	2,5	2,5	7,0	10	62,0	2,8	4,5	74,7
70	65,6	2,5	2,5	7,0	10	67,0	2,8	4,5	80,6
75	70,6	2,5	2,5	7,0	10	72,0	2,8	4,5	86,4
80	75,0	2,5	2,5	8,0	10	76,0	2,8	5,3	107
85	79,5	2,5	2,5	8,0	10	81,5	2,8	5,3	114
90	84,5	3,0	3,0	8,5	10	86,5	3,4	5,3	121
95	89,5	3,0	3,0	8,5	12	91,5	3,4	5,3	128
100	94,5	3,0	3,0	8,5	12	96,5	3,4	5,3	135
105	98,0	3,0	3,0	9,5	12	100	3,4	7,5	204
110	103,0	3,0	3,0	9,5	12	105	3,4	7,5	211
120	113,0	3,0	3,0	9,5	12	115	3,4	7,5	223
125	118,0	3,0	3,0	9,5	12	120	3,4	7,5	240
130	122,5	3,5	3,0	10,5	12	125	3,4	7,5	250
135	127,5	3,5	3,0	10,5	12	130	3,4	7,5	260
140	132,5	3,5	3,0	10,5	12	135	3,4	7,5	270
145	137,5	3,5	3,0	10,5	12	140	3,4	7,5	280
150	142,5	3,5	3,0	10,5	14	145	3,4	7,5	289
155	147,5	3,5	3,0	10,5	14	150	3,4	7,5	299
160	152,5	3,5	3,0	10,5	14	155	3,4	7,5	308
165	157,0	3,5	3,0	10,5	14	160	3,4	7,5	318
170	162,0	3,5	3,0	10,5	14	165	3,4	7,5	328
175	167,0	3,5	3,0	10,5	14	170	3,4	7,5	338
180	172,0	3,5	3,0	10,5	14	175	3,4	7,5	347
185	177,0	3,5	3,0	10,5	14	180	3,4	7,5	358
1 1	182,0	3,5	3,0	10,5	14	185	3,4	7,5	368
200	192,0	3,5	3,0	10,5	14	195	3,4	7,5	377

^{*} Допускаемая осевая сила.

20.11. Кольца пружинные упорные внутренние



Исполнение 3

Рис. 20.11.1. Кольцо эксцентрическое



Рис. 20.11.2. Кольцо концентрическое

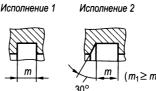


Рис. 20.11.3. Канавка под упорное кольцо в корпусе

Таблица 20.11.1. Плоские эксцентрические кольца (ГОСТ 13943–86) и канавки под них, мм

Отвер- стие D				ı	(ольц)			K	анавка	a	F.*,	φO				ı	(ольц	ס			К	анавка		F _a *,
Ğ Š	d ₂	d_3	d ₄	s	b	а	1	е	D_1	m	h	кН	Отве	d ₂	d ₃	d ₄	s	b	а	1	е	D_1	m	h] kH
20	21,8	18,4	2,0	1,0	2,3	4,2	6,0	0,6	21,4	1,2	2,1	11,0	78	82,5	72,5	3,0	2,0	6,8	8,5	18	1,5	81,0	2,2	4,5	93,5
21	22,8	19,2	2,0	1,0	2,4	4,2	6,0	0,6	22,4	1,2	2,1	11,8	80	85,5	74,5	3,0	2,0	7,0	8,5	18	1,5	83,5	2,2	5,3	112
22	23,8	20,2	2,0	1,0	2,5	4,2	6,0	0,7	23,4	1,2	2,1	12,7	85	90,5	79,1	3,5	2,0	7,2	8,6	20	1,5	88,5	2,2	5,3	119
24	25,9	22,1	2,0	1,2	2,6	4,4	7,0	0,7	25,5	1,4	2,3	14,5	90	95,5	83,9	3,5	2,0	7,6	8,6	20	1,8	93,5	2,2	5,3	126
25	26,9	23,1	2,0	1,2	2,7	4,5	7,0	0,8	26,5	1,4	2,3	14,7	95	100,5	87,9	3,5	2,0	8,1	8,8	20	1,8	98,5	2,2	5,3	133
26	28,0	24,0	2,0	1,2	2,8	4,7	7,0	0,8	27,5	1,4	2,3	15,5	98	103,5	90,5	3,5	2,0	8,3	9,0	20	1,8	101,5	2,2	5,3	137
28	30,2	26,0	2,0	1,2	2,9	4,8	8,0	0,8	29,5	1,4	2,3	17,2	100	105,5	92,3	3,5	2,0	8,4	9,0	20	1,8	103,5	2,2	5,3	139
30	32,2	28,0	2,0	1,2	3,0	4,8	8,0	0,9	31,5	1,4	2,3	18,0	105	111,0	97,2	3,5	2,5	8,7	9,2	22	1,8	109,0	2,8	6,0	168
32	34,5	29,9	2,5	1,2	3,2	5,4	9,0	0,9	33,8	1,4	2,7	23,5		116,0		3,5	2,5	9,0	10,4	22	2,1	114,0	2,8	6,0	176
35	37,8	32,8	2,5	1,2	3,4	5,4	10	0,9	37,0	1,4	3,0	28,2	115	121,5	107,1	3,5	2,5	9,3	10,5	22	2,1	119,0	2,8	6,0	183
37	39,8	34,6	2,5	1,2	3,6	5,5	10	1,0	39,0	1,4	3,0	29,8		126,5		4,0	2,5	9,7	11,0	22	2,1	124,0	2,8	6,0	191
40	43,5	37,7	2,5	1,7	3,9	5,8	12	1,0	42,5	1,9	3,8	40,4		131,5			2,5	10,0	11,0	22	2,4	129,0	2,8	6,0	197
42	45,5	39,3	2,5	1,7	4,1	5,9	12	1,0	44,5	1,9	3,8	43,0		136,5			2,5	10,2	11,0	24	2,4	134,0	2,8	6,0	207
45	48,5	42,1	2,5	1,7	4,2	6,2	14	1,0	47,5	1,9	3,8	45,2		146,5			2,5	10,7	11,2	24	2,4	144,0	2,8	6,0	222
47	50,6	44,0	2,5	1,7	4,4	6,4	14	1,1	49,5	1,9	3,8	47,2		151,5			2,5	10,9	11,4	24	2,4	149,0	2,8	6,0	230
52	56,2	49,4	2,5	1,7	4,7	6,7	16	1,3	55,0	1,9	4,5	62,9		157,5		4,0	3,0	11,2	12,0	28	2,7	155,0	. ,	7,5	298
55	59,2	51,8	2,5	1,7	5,0	6,8	16	1,3	58,0	1,9	4,5	66,4		167,5		4,0	3,0	11,6	13,0	28	2,7	165,0		7,5	319
58	62,2	54,4	2,5	1,7	5,2	6,9	16	1,3	61,0	1,9	4,5	69,6		172,5		.,.	3,0	11,8	13,0	28	2,8	170,0	3,4	7,5	328
62	66,2	57,8	2,5	1,7	5,5	7,3	16	1,3	65,0	1,9	4,5	74,7		182,5			3,0	12,7	-	28	3,1	180,0	3,4	7,5	348
65	69,2	60,2	3,0	1,7	5,8	7,6	16	1,3	68,0	1,9	4,5	' '		188,0			3,0	13,2	- 1	28	3,1	185,0	3,4	7,5	358
68	72,5	62,9	3,0	1,7	6,1	7,8	16	1,3	71,0	1,9	4,5			198,0			3,0	13,8	-	28	3,1	195,0	3,4	7,5	377
72	76,5	66,7	3,0	1,7	6,4	7,8	18	1,5	75,0	1,9	4,5	86,4	200	208,0	184,2	5,0	3,0	14,0	-	30	3,1	205,0	3,4	7,5	394
75	79,5	69,3	3,0	1,7	6,6	7,8	18	1,5	78,0	1,9	4,5	90,0													

^{*} Допускаемая осевая сила.

Таблица 20.11.2. Плоские концентрические кольца (ГОСТ 13941–86) и канавки под них, мм

	e G		Кол	тьцо				Канавк	a	F_a^* ,
	Отвер- стие <i>D</i>	d ₂	d_3	s	b	1	D_1	m	h	кН
	20	21,8	-	1,0	2,0	6,0	21,4	1,2	2,1	11,0
	21	22,8	-	1,0	2,0	6,0	22,4	1,2	2,1	11,8
	22	23,8	-	1,0	2,0	6,0	23,4	1,2	2,1	12,7
	24	25,9	-	1,2	2,5	7,0	25,5	1,4	2,3	14,5
	25	26,9	-	1,2	2,5	7,0	26,5	1,4	2,3	14,7
	26	28,0	-	1,2	2,5	7,0	27,5	1,4	2,3	15,5
	28	30,2	-	1,2	2,5	8,0	29,5	1,4	2,3	17,2
	30	32,2	-	1,2	2,5	8,0	31,5	1,4	2,3	18,0
ı	32	34,5	-	1,2	2,5	9,0	33,8	1,4	2,7	23,5
- 1	35	37,8	-	1,2	3,2	10	37,0	1,4	3,0	28,2
	37	39,8	-	1,2	3,2	10	39,0	1,4	3,0	29,8
-	40	43,5	-	1,7	4,0	12	42,5	1,9	3,8	40,4
- 1	42	45,5	-	1,7	4,0	12	44,5	1,9	3,8	43,0
	45	48,5	-	1,7	4,0	14	47,5	1,9	3,8	45,2
	47	50,6	-	1,7	4,0	14	49,5	1,9	3,8	47,2
	52	56,2	-	1,7	5,0	16	55,0	1,9	4,5	62,9
	55	59,2	-	1,7	5,0	16	58,0	1,9	4,5	66,4
	58	62,2	-	1,7	5,0	16	61,0	1,9	4,5	69,6
ĺ	62	66,2	-	1,7	5,0	16	65,0	1,9	4,5	74,7
1	65	69,2	-	1,7	5,0	16	68,0	1,9	4,5	78,2
Į	68	72,5	-	1,7	5,0	16	71,0	1,9	4,5	81,7
ı	72	76,5	-	1,7	5,0	18	75,0	1,9	4,5	86,4
.	75	79,5	-	1,7	5,0	18	78,0	1,9	4,5	90,0
H	78	82,5	2,0	2,0	6,0	18	81,0	2,2	4,5	93,5
П	80	85,5	2,0	2,0	6,0	18	83,5	2,2	5,3	112
11	85	90,5	2,0	2,0	6,0	20	88,5	2,2	5,3	119
П	90	95,5	2,0	2,0	6,0	20	93,5	2,2	5,3	126
П	95	100,5	2,0	2,0	6,0	20	98,5	2,2	5,3	133
П	98	103,5	2,0	2,0	6,0	20	101,5	2,2	5,3	137
П	100	105,5	2,0	2,0	6,0	20	103,5	2,2	5,3	139
Ш	105	111,0	2,5	2,5	7,0	22	109,0	2,8	6,0	168
Ш	110	116,0	2,5	2,5	7,0	22	114,0	2,8	6,0	176
П	115	121,5	2,5	2,5	7,0	22	119,0	2,8	6,0	183
П	120	126,5	2,5	2,5	7,0	22	124,0	2,8	6,0	191
П	125	131,5	2,5	2,5	7,0	22	129,0	2,8	6,0	197
Ш	130	136,5	2,5	2,5	8,0	24	134,0	2,8	6,0	207
П	140	146,5	2,5	2,5	8,0	24 24	144,0	2,8	6,0	222
	145	151,5	2,5	2,5	8,0		149,0	2,8	6,0	230 298
П	150 160	157,5	3,0 3,0	3,0	8,5	28 28	155,0 165,0	3,4	7,5	319
	165	167,5 172,5	3,0	3,0 3,0	8,5 8,5	28 28	170,0	3,4 3,4	7,5 7,5	319
	175	182,5	3,0	3,0	9,5	28	180,0	3,4	7,5 7,5	348
	180	188,0	3,0	3,0	9,5	28	185,0	3,4	7,5 7,5	358
	190	198,0	3,0	3,0	9,5	28	195,0	3,4	7,5 7,5	377
	200	208,0	3,0	3,0	9,5	30	205,0	3,4	7,5	394
П		200,0	3,0	3,0	3,5	50	200,0	٥,٦	,,5	357
L	[i		l			

^{*} Допускаемая осевая сила.

20.12. Втулки закрепительные

5 1:12 b b₁

Рис. 20.12.1. Втулка закрепительная

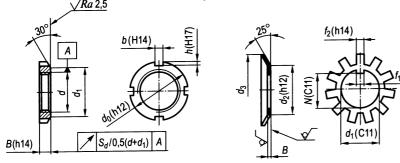


Рис. 20.12.2. Гайка

Рис. 20.12.3. Шайба стопорная

Таблица 20.12.1. Обозначение и размеры втулок закрепительных (ГОСТ 24208-80), мм

Обо	значение			L, MN	ı	d	4	4	ь	b ₁	D	1
ı	П	III	ı	11	111	u	d ₁	d ₂	b	D ₁	٦	
H204	H304	H2304	24	28	31	20	17	M20×1	4	8	32	11
H205	H305	H2305	26	29	35	25	20	M25×1,5	5	8	38	12
H206	H306	H2306	27	31	38	30	25	M30×1,5	5	8	45	12
H207	H307	H2307	29	35	43	35	30	M35×1,5	6	8	52	13
H208	H308	H2308	31	36	46	40	35	M40×1,5	6	10	58	14
H209	H309	H2309	33	39	50	45	40	M45×1,5	6	10	65	15
H210	H310	H2310	35	42	55	50	45	M50×1,5	6	10	70	17
H211	H311	H2311	37	45	59	55	50	M55×2	8	10	75	17
H212	H312	H2312	38	47	62	60	55	M60×2	8	10	80	17
H213	H313	H2313	40	50	65	65	60	M65×2	8	10	85	18
H214	H314	H2314	41	52	68	70	60	M70×2	8	12	92	19
H215	H315	H2315	43	55	73	75	65	M75×2	8	12	98	20
H216	H316	H2316	46	59	78	80	70	M80×2	10	12	105	22
H217	H317	H2317	50	63	82	85	75	M85×2	10	12	110	24
H218	H318	H2318	52	65	86	90	80	M90×2	10	14	120	24
H220	H320	H2320	58	71	97	100	90	M100×2	12	14	130	26
							L		L	L		L

Примечание. Здесь I – втулка для подшипников размерной серии диаметров 200,

II – то же для размерной серии 300, III – то же для размерных серий 300 и 600.

Таблица 20.12.2. Обозначение и размеры гаек (ГОСТ 8530 – 90), мм

Обозначение	d	d ₀	d ₁	В	b	h	S _d
KM4	M20×1	32	26	6	4	2,0	0,04
KM5	M25×1,5	38	32	7	5	2,0	0,04
км6	M30×1,5	45	38	7	5	2,0	0,04
KM7	M35×1,5	52	44	8	5	2,0	0,04
км8	M40×1,5	58	50	9	6	2,5	0,04
км9	M45×1,5	65	56	10	6	2,5	0,04
КМ10	M50×1,5	70	61	11	6	2,5	0,04
KM11	M55×2	75	67	11	7	3,0	0,05
KM12	M60×2	80	73	11	7	3,0	0,05
KM13	M65×2	85	79	12	7	3,0	0,05
KM14	M70×2	92	85	12	8	3,5	0,05
KM15	M75×2	98	90	13	8	3,5	0,05
KM16	M80×2	105	95	15	8	3,5	0,05
KM17	M85×2	110	102	16	8	3,5	0,05
КМ18	M90×2	120	108	16	10	4,0	0,05
KM20	M100×2	130	120	18	10	4,0	0,05

Таблица 20.12.3. Обозначение и размеры шайб (ГОСТ 8530-90), мм

Обозначение	d ₁	d ₂	d ₃	f ₁	f ₂	В	N	Число зубьев
MB4	20	26	26	4	4	1,00	18,5	11
MB5	25	32	42	5	5	1,25	23,0	13
MB6	30	38	49	5	5	1,25	27,5	13
MB7	35	44	57	6	5	1,25	32,5	13
MB8	40	50	62	6	6	1,25	37,5	13
MB9	45	56	69	6	6	1,25	42,5	13
MB10	50	61	74	6	6	1,25	47,5	13
MB11	55	67	81	8	7	1,50	52,5	17
MB12	60	73	86	8	7	1,50	57,5	17
MB13	65	79	92	8	7	1,50	62,5	17
MB14	70	85	98	8	8	1,50	66,5	17
MB15	75	90	104	8	8	1,50	71,5	17
MB16	80	95	112	10	8	1,80	76,5	17
MB17	85	102	119	10	8	1,80	81,5	17
MB18	90	108	126	10	10	1,80	86,5	17
MB19	95	113	133	10	10	1,80	91,5	17
MB20	100	120	142	12	10	1,80	96,5	17

20.13. Корпуса подшипников качения

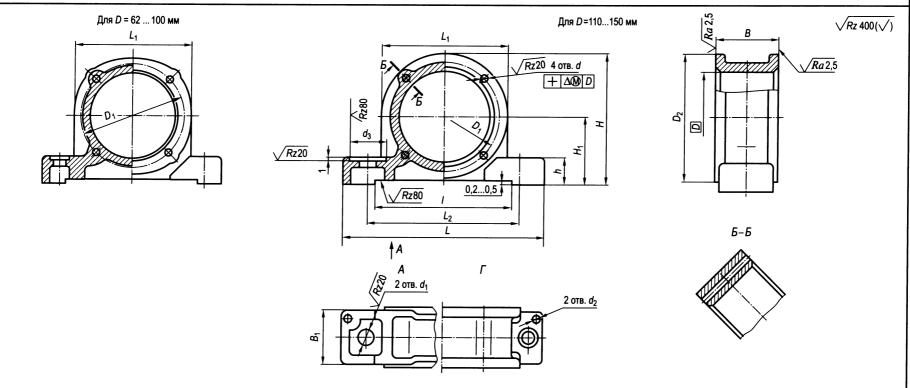
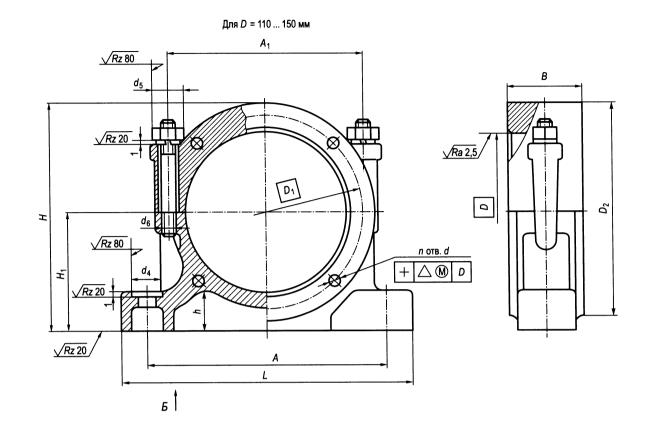


Таблица 20.13.1. Корпуса типа ШМ подшипников качения (ГОСТ 13218.1-80), мм

Обозначение корпуса	D	D ₁	d	Δ	<i>d</i> ₁	d ₂	d ₃	L ₂ ±0,2	В	B ₁	L	L ₁ =D ₂	1	Н	H ₁ ±0,05	h
ШМ62	62	80	9	0,10	13	6	24	110	35	40	145	85	98	90,5	48	17
ШМ72	72	90	9	0,10	13	6	26	125	40	42	160	92	110	101,0	52	18
ШМ80	80	100	9	0,10	15	6	30	140	45	46	175	110	124	113,0	58	20
ШМ90	90	110	11	0,12	15	6	30	155	48	46	190	125	144	130,5	68	22
ШМ100	100	120	11	0,12	17	8	32	165	52	52	210	135	148	139,5	72	25
ШМ110	110	130	11	0,12	17	8	32	180	55	52	225	155	164	157,5	80	28
ШМ 20	120	145	13	0,12	17	8	32	195	58	48	245	175	175	179,5	92	30
ШМ130	130	155	13	0,12	17	10	32	210	65	62	260	185	196	190,5	98	34
ШМ140	140	165	13	0,12	22	10	40	235	68	66	285	195	216	199,5	102	34
ШМ150	150	180	13	0,12	22	10	40	250	70	66	305	210	218	215,0	110	40

20.13. Корпуса подшипников качения (окончание)



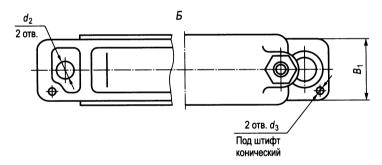
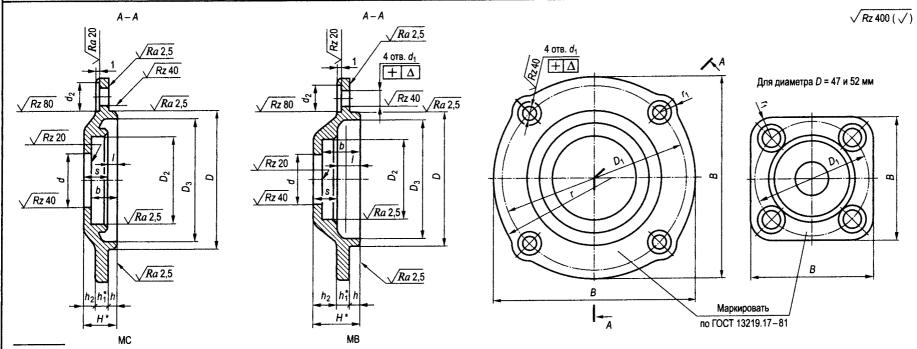


Таблица 20.13.2. Корпуса серии ШМ подшипников качения диаметром 47...150 мм (ГОСТ 13218-80), мм

Обозначение корпуса	D	D ₁	D ₂	d	A ₁	n	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	А	В	B ₁	L	Н	H ₁ +0,05	h	d ₆
РШ 110	110	130	155	11	130	4	17	8	32	30	180 ± 0,2	55	45	235	157,5	80	80	M16
РШ 120	120	145	175	13	145	4	17	8	32	30	195 ± 0,2	58	48	245	179,5	92	92	М16
РШ 130	130	155	185	13	155	4	17	110	32	30	210 ± 0,2	65	62	260	190,5	98	34	M16
РШ 140	140	165	195	13	165	4	22	110	40	30	235 ± 0,2	68	62	290	199,5	102	34	M16
РШ 150	150	180	210	13	180	4	22	110	40	30	250 ± 0,2	70	62	330	215,0	110	40	M16

20.14. Крышки корпусов подшипников качения



^{*} Размеры для справок.

Таблица 20.14.1. Крышки торцовые средние (МС) (ГОСТ 13219.7-81) и высокие (МВ) (ГОСТ 13219.9-81) с манжетным уплотнением, мм

Обозначение крышки	b	h	h ₂	1	D (h9)	d _{HOM} *	d H12	D_1	D ₂ (H9)	D_3	d ₁	d ₂	Δ	В	h	h ₁	s	r	<i>r</i> ₁
MC47×17 (MB47×17)	11 (18)	15 (22)	5 (12)	3 (10)	47	17	18	63	32	41	9	18	0,10	65	4	6	12	-	10,5
MC52×17 (MB52×17)	11 (18)	15 (22)	5 (12)	3 (10)	52	17	18	70	32	45	9	18	0,10	72	4	6	12	-	10,5
MC52×20 (MB52×20)	15 (22)	19 (26)	9 (16)	4 (11)	52	20	24	70	40	45	9	18	0,10	72	4	6	15	_	10,5
MC62×20 (MB62×20)	15 (23)	19 (27)	9 (17)	4 (12)	62	20	24	80	40	55	9	18	0,10	85	4	6	15	70	11,0
MC62×25 (MB62×25)	15 (23)	19 (27)	9 (17)	4 (12)	62	25	26	80	42	55	9	18	0,10	85	4	6	15	70	11,0
MC72×25 (MB72×25)	15 (23)	19 (27)	9 (17)	4 (12)	72	25	26	90	42	65	9	18	0,10	98	4	6	15	75	11,0
MC72×30 (MB72×30)	15 (24)	19 (28)	9 (18)	4 (13)	72	30	31	90	52	65	9	18	0,10	98	4	6	15	75	11,0
MC80×30 (MB80×30)	15 (24)	19 (28)	9 (18)	4 (13)	80	30	31	100	52	72	9	18	0,10	110	4	6	15	75	11,0
MC85×35 (MB85×35)	15 (25)	19 (29)	9 (19)	4 (14)	80	35	36	100	58	72	9	18	0,10	110	4	6	15	75	11,0
MC85×40 (MB47 17)	15 (25)	19 (29)	9 (19)	4 (14)	85	40	41	105	60	78	9	18	0,12	115	4	6	15	75	11,0
MC90×35 (MB90×35)	15 (25)	20 (30)	8 (18)	4 (14)	90	35	36	110	58	80	11	20	0,12	125	5	7	16	80	12,0
MC90×45 (MB90×45)	20 (31)	24 (35)	12 (23)	9 (20)	90	45	46	110	65	80	11	20	0,12	125	5	7	15	85	12,0
MC100×40 (MB100×40)	17 (28)	21 (32)	9 (20)	6 (17)	100	40	41	120	60	90	11	20	0,12	135	5	7	15	85	12,5
MC100×50 (MB100×50)			' '	` '	100	50	51	120	70	90	11	20	0,12	135	5	7	15	85	12,5

^{*} Диаметр вала или втулки.

20.15. Технические требования к деталям подшипниковых узлов

Таблица 20.15.1. Режимы работы подшипников

Интенсивность нагрузки <i>P/C</i>	Режим работы
До 0,07	Легкий
Св. 0,07 до 0,15	Нормальный
» 0,15 » 0,50	Тяжелый

Таблица 20.15.2. Рекомендуемые поля допусков валов для подшипников классов точности 0 и 6

Нагружение внутреннего кольца	Режим работы	Поле допуска
иркуляционное	Легкий Легкий, нормальный Тяжелый	js js5, k6, k5 m6, n6
І естное	Легкий, нормальный Нормальный, тяжелый	g6 g6, h6
Солебательное	На всех режимах	js6

Примечания: 1. Рекомендуемое поле допуска вала под закрепительные втулки – h8 или h9.

2. То же под упорные подшипники – js6.

Таблица 20.15.3. Рекомендуемые поля допусков отверстий корпусов для подшипников класса точности 0 и 6

Нагружение внутреннего кольца	Режим работы	Поле допуска
Циркуляционное	Легкий, нормальный Нормальный Тяжелый	H7, JS7, N7, H8, G7 JS7, N7 K7, H7, JS7
Местное	Легкий, нормальный Нормальный, тяжелый Тяжелый	H7, JS7, M7 H7, K7, M7 H7, JS7
Колебательное	На всех режимах	JS7

Примечание. Рекомендуемое поле допуска для разъемных корпусов H7, H6 или G7.

Таблица 20.15.4. Допуски торцового биения заплечиков валов и корпусов для подшипников класса точности 0

				Биение заплеч	иков, мкм, не более
	d(L	Э), мм	ļ	вала	корпуса
 —— Св.	3	до	6	12	18
»	6	»	10	15	22
»	10	»	18	18	27
»	18	»	30	21	33
»	30	»	50	25	39
»	50	»	80	30 35	46
»	80	»	120	35	54

Таблица 20.15.5. Допуски перпендикулярности базирующих торцов заплечиков валов и корпусов

	-1/5			Допуск, мкм, не более, для подшипников						
	a(L), мм		шариковых	роликовых					
 Св.	16	до	25	16	10					
»	25	»	40	20	12					
»	40	»	63	25	16					
»	63	»	100	30	20					
»	100	»	160	40	25					
»	160	»	250	50	30					

Таблица 20.15.6. Допуски соосности посадочных поверхностей валов и корпусов относительно общей оси

T	Допуск, мкм, н	а 1 мм длины
Тип подшипника	вала	корпуса
Радиальный шариковый Радиально-упорный шариковый Радиальный с короткими цилиндрическими роликами Радиально-упорный роликовый Игольчатый роликовый Сферический двухрядный	0,4 0,3 0,1 0,1 0,05 0,6	0,8 0,6 0,2 0,2 0,1 1,2

Таблица 20.15.7. Допуски цилиндричности посадочных поверхностей для подшипников класса точности 0

	d(D)				Допуск, мкм, не более, для квалитета				
<i>d</i> (<i>D</i>), мм				5	6	7			
Св. » »	10 18 30 50	до » »	18 30 50 80	4 4 5 6	5 6 8 9	9 10 12 15			
» » »	80 120 180	» » »	120 180 250	7 9 10	11 12 14	17 20 23			

Таблица 20.15.8. Максимальная шероховатость поверхностей деталей для посадки подшипников класса точности 0

				<i>Ra</i> , мкм, для				
	d(D)), мм		валов и отверстий корпусов из стали	торцов заплечиков из стали	отверстий корпусов и торцов заплечиков из чугуна		
	До	80		1,25	2,5	2,5		
Св.	80	до	500	2,5	2,5	Rz20		

20.16. Расчет и выбор подшипников качения

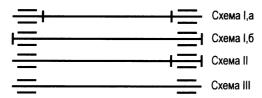


Рис. 20.16.1. Типовые схемы закрепления валов и осей

Таблица 20.16.1. Значения коэффициента минимальной осевой нагрузки е'

Типы подшипников	e'
Конический радиально-упорный	0,83e
Шариковый радиально-упорный:	,
$\alpha = 12^{\circ}$	$0.57(F_r/C_{0r})^{0.22}$
$\alpha = 15^{\circ}$	$0.58(F_r/C_{0r})^{0.14}$
$\alpha \ge 18^{\circ}$	e
	_

Примечание. Здесь α – номинальный угол контакта, e – параметр осевого нагружения, F_r – радиальная нагрузка, C_{0r} – базовая статическая грузоподъемность подшипника.

Таблица 20.16.2. Рекомендуемый расчетный ресурс подшипников L_h

Машины и оборудование	<i>L_h</i> , ч
Бытовые приборы и редко работающее оборудование	500
Сельскохозяйственные машины, механизмы с ручным приводом, легкие конвейеры, автомобили	≥4000
Червячные редукторы общего назначения	≥5000
Конвейеры поточного производства, лифты	≥8000
Волновые и глобоидные редукторы общего назначения	≥10000
Стационарные электродвигатели, элеваторы	≥12000
Цилиндрические, конические, коническо-цилиндрические и планетарные редукторы общего назначения	≥12500
Машины для непрерывной односменной работы; станки, железнодорожный транспорт	≥20000
Машины для круглосуточной работы (компрессоры, насосы, судовые приводы)	≥40000
Энергетические установки, шахтные насосы, оборудование морских судов	≥100000

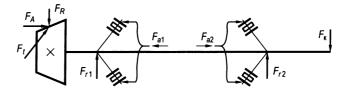


Рис. 20.16.2. Расчетная схема для определения осевых реакций опор

Таблица 20.16.3. Значения е, X, Y для радиальных и радиально-упорных шариковых подшипников

		Однорядные				Двухрядные			
α,°	е	F _a /(\	/F _r)≤e	$F_a/(VF_r)>e$		$F_a/(VF_r) \leq e$		$F_a/(VF_r) > e$	
		Х	Υ	Х	Υ	Х	Υ	X	Y
0	$0.28 (f_0 F_a / C_{0r})^{0.23}$	1	0	0,56	0,44/e	1,0	0	0,56	0,44/e
12	$0,41 (f_0 F_a / C_{0r})^{0,17}$	1	0	0,45	0,55/e	1,0	0,62/e	0,74	0,88/e
15	$0,46 (f_0 F_a / C_{0r})^{0,11}$	1	0	0,44	0,56/e	1,0	0,63/e	0,72	0,91/e
18	0,57	1	0	0,43	1,00	1,0	1,09	0,70	1,63
25	0,68	1	0	0,41	0,87	1,0	0,92	0,67	1,41
26	0,68	1	0	0,41	0,87	1,0	0,92	0,67	1,41
36	0,95	1	0	0,37	0,66	1,0	0,66	0,60	1,07
40	1,14	1	0	0,35	0,57	1,0	0,55	0,57	0,93

Примечания: 1. Для двухрядных подшипников здесь C_{0r} – статическая грузоподъемность одного ряда (половина статической грузоподъемности двухрядного подшипника).

2. Коэффициент f₀ определяют по формулам

 f_0 = 14,7 + 20 f_q при $f_q \le 0.09$; f_0 = 18,7 - 23,3 f_q при $f_q > 0.09$,

где f_g = 0,61 [(D-d) / (D+d)] $\cos \alpha$; D,d – соответственно наружный и внутренний диаметры подшипника.

Таблица 20.16.4. Значения *X*, *Y* для радиально-упорных конических, радиальных шариковых и роликовых самоустанавливающихся подшипников

		Однор	оядные		Двухрядные				
Тип подшипников	$F_a/(VF_r) \leq e$		$F_a/(VF_r)>e$		$F_a/(VF_r) \leq e$		$F_a/(VF_r)>e$		
	Х	Υ	Х	Υ	X	Υ	Х	Υ	
Радиально-упорные конические роликовые	1	0	0,4	0,60/e	1	0,68/e	0,67	1,0/e	
шариковые Шариковые	1	0	0,4	0,60/e	1	0,63/e	0,65	0,98/e	
самоустанавливающиеся Роликовые самоустанавливающиеся	1	0	0,4	0,60/ <i>e</i>	1	0,68/e	0,67	1,0/e	

20.16. Расчет и выбор подшипников качения (окончание)

Таблица 20.16.5. Значения X, Y для упорно-радиальных шариковых и упорно-радиальных самоустанавливающихся роликовых подшипников

	Один	арные	Двойные				
Тип подшипников	F _a /(√F _r) > e	$F_a/(VF_r) \le e$		$F_a/(VF_r)$ > e		
	Х	Υ	Χ	Υ	Χ	Υ	
Шариковые с углом контакта α=60°	0,92	1	1,9	0,54	0,92	1	
и e = 2,17 Роликовые	0,67	1	е	0,67	0,67	1	

Примечание. При $F_a/(VF_r)$ ≤ е одинарные подшипники не применяют.

Таблица 20.16.6. Значения коэффициента Кд

Характер нагрузки	Область применения	Кд
Спокойная	Маломощные кинематические редукторы и приводы. Ролики ленточных конвейеров. Механизмы ручных кранов и блоков. Тали, кошки, ручные лебедки. Приводы управления	1,0
Кратковременная перегрузка до 120%	Прецизионные зубчатые передачи. Металлорежущие станки (кроме строгальных, долбежных и шлифовальных). Гироскопы. Механизмы подъема кранов. Электротали и монорельсовые тележки. Лебедки с механическим приводом. Электродвигатели малой и средней мощности. Легкие вентиляторы и воздуходувки	1,1 – 1,2
То же до 150%	Зубчатые передачи. Редукторы всех типов. Буксы рельсового подвижного состава. Механизмы передвижения крановых тележек. Механизмы поворота кранов. Механизмы изменения вылета стрелы кранов. Шпиндели шлифовальных станков	1,3-1,5
То же до 180%	Центрифуги и сепараторы. Буксы и тяговые двигатели электровозов. Механизмы и ходовые колеса кранов и дорожных машин. Строгальные и долбежные станки. Мощные электрические машины	1,5-1,8
То же до 250%	Дробилки и копры. Кривошипно-шатунные механизмы. Валки и адъюстаж прокатных станов. Мощные вентиляторы	1,8-2,5
То же до 300%	Тяжелые ковочные машины. Лесопильные рамы. Холодильное оборудование. Валки и роликовые контейнеры крупносортных станов, блюмингов и слябингов	2,5-3,0

Таблица 20.16.7. Значения температурного коэффицинта Кт

t,°C	≤100	125	150	175	200	225	250
K _T	1	1,05	1,1	1,15	1,25	1,35	1,4

Таблица 20.16.8. Средние значения коэффициента a₂₃

Тип попинацияся	Условия применения*				
Тип подшипников	1	2	3		
Шариковые (кроме сферических)	0,75	1,0	1,3		
Роликовые конические	0,65	0,9	1,2		
Роликовые цилиндрические и шариковые сферические	0,55	0,8	1,1		
Роликовые сферические	0,35	0,6	0,9		

* Здесь 1 — обычные условия (наличие гидродинамического режима смазки и отсутствие повышенных перекосов колец не гарантировано), для подшипников из стали ШХ15, полученной без очистки металла от неметаллических включений; 2 — гидродинамический режим смазки в контакте; 3 — то же для случая, когда тела качения и кольца изготовлены из стали электрошлакового или вакуумно-дугового переплава.

 $ag{Taблица} 20.16.9. ext{ 3-haчe-ния коэффициента эквивалентности } K_{F}$

Типовой режим нагружения	Обозначение	K _E
Постоянный	0	1,00
Тяжелый	I	0,80
Средний равновероятный	11	0,63
Средний нормальный	Ш	0,56
Легкий	IV	0,50
Особо легкий	V	0,49

Таблица 20.16.10. Значения коэффициентов статической нагрузки X_0 и Y_0

Turning	Одно	рядные	Двухрядные		
Типы подшипников	<i>X</i> ₀	Υ ₀	<i>X</i> ₀	Y ₀	
Шариковые радиальные	0,6	0,5	0,6	0,5	
Шариковые радиально-упорные	0,5	0,55-0,33tgα	1,0	$ 1,1-0,70$ tg α	
Конические радиально-упорные	0,5	0,33/e	1,0	0,66/e	
Шариковые и роликовые сферические (самоустанавливающиеся)	-	-	1,0	0,66/ <i>e</i>	
Упорно-радиальные	2,3 tgα	1	-	-	
Упорные	0	1	-	-	

21. МУФТЫ ПРИВОДОВ

Муфтами приводов называют устройства, соединяющие валы совместно работающих агрегатов и передающие вращающий момент. По этим признакам муфты классифицируют. Основной характеристикой нагруженности муфты является вращающий момент [7, 9].

21.1. Муфты глухие. Эти муфты применяют для передачи вращающего момента *T* при соосных валах. В таблицах значения *T* указаны для муфт, изготовленных из стали 40. Сборка фланцевой муфты возможна с помощью болтов, поставленных в отверстия с зазором и без зазора. Втулочные муфты исполнения 1 (см. рис. 21.1.2) имеют крепление втулки с валами коническими штифтами; исполнений 2 и 3 — призматическими и сегментными шпонками; исполнений 4 — шлицевыми соединениями. Центрирование втулки относительно валов выполнено по наружному диаметру шлицев.

21.2. Муфты компенсирующие жесткие. Втулки и обоймы зубчатых муфт (см. рис. 21.2.1) изготавливают из стали марок 40, 45 и 50 с термообработкой до твердости рабочих поверхностей зубьев 42...51 HRC₃. Болты фланцевого соединения — из стали 35. Муфта работает с жидким смазочным материалом, имеющим большую вязкость. Допускаемые радиальные и угловые смещения валов составляют соответственно 1...3,5 мм и 30'...1°. На рис. 21.2.2 представлена зубчатая муфта с неметаллической (пластмассовой) неразъемной обоймой, не требующая смазывания.

Цепные муфты состоят из двух звездочек – полумуфт; одно- (см. рис. 21.2.3) или двухрядной (см. рис. 21.2.4) цепи, охватывающей обе звездочки; и кожуха, заполненного маслом. Боковой и радиальный зазоры между цепью и звездочками обуславливают компенсирующие свойства муфты. Радиальные и угловые смещения валов не превышают 0,7 мм и 1° соответственно; твердость рабочих поверхностей звездочек составляет 40...45 HRC₃; материал кожуха – алюминиевый сплав.

Одинарные шарнирные муфты (см. рис. 21.2.5) применяют при угловом смещении валов до 45°. Недостаток муфты - неравномерность вращения ведомого вала. Избежать этого можно применением синхронной шарнирной муфты (см. рис. 21.2.6). На конце одного вала находится чашка 1 со сферической полостью, на конце другого – шар 3. На сферической полости чашки и на шаре выполнены канавки постоянной глубины одна против другой, В каждой паре канавок помещен один шар. Шары держатся сепаратором 4 в общей плоскости, проходящей через центр сферы, образуя шарниры. Рычагом 2, связанным с валами, сепаратор поворачивается так, чтобы шары располагались в плоскости биссектрисы угла между валами, обеспечивая синхронное вращение валов. Число шаров равно 6, муфта допускает угол перекоса валов до 35°.

21.3. Муфты компенсирующие упругие. Муфты выпускают с неметаллическими упругими элементами (резиновыми, резинокордными); в муфтах с резиновыми

звездочками лучи последних работают через один на сжатие. Материал полумуфт — сталь или чугун, звездочек — резина с $\sigma_{\rm B}=8,0$ МПа; допускаемые радиальные и угловые смещения составляют 0,2 мм и 1°30′ соответственно. Звездочку муфты, приведенной на рис. 21.3.2, выпускают двух типов: рабочая поверхность лучей очерчена по сфере (первоначальный контакт в точке) и по цилиндру (контакт по линии); угловое смещение валов со звездочкой первого типа — до 16° , второго — до 10° .

Муфты с торообразными резиновыми и резинокордными оболочками по ГОСТ 50892-6 имеют два исполнения, отличающиеся формой упругого элемента (см. табл. 21.3.3). Муфты с элементом в виде внутренней части тора (глобоидной формы) допускают большие частоты вращения и создают существенно меньшие силы на валы и опоры, обусловленные центробежными силами. При монтаже такой муфты (см. исполнение I) сначала с обеих сторон внутрь оболочки заводят полукольца и скрепляют их кольцами и винтами. Оболочки изготавливают из резины с $\sigma_{_{\rm R}}$ не менее 10 МПа и модулем упругости при 100 %-ном удлинении не ниже 5 МПа. В табл. 21.3.4 приведены параметры и размеры муфты с разрезной резинокордной оболочкой, обеспечивающей повышенную несущую способность. Допускаемые осевое, радиальное и угловое смещения валов составляют не более 4 мм, 2 мм и 2° соответственно.

Муфты с резинокордными лепестками, борты которых зажаты между фланцами полумуфт и внутренними кольцами (см. рис. 21.3.3), обладают высокими компенсирующими свойствами. Возможна замена лепестков без смещения полумуфт.

Муфты с упругими элементами переменного сечения (см. рис. 21.3.4 и 21.3.5) обеспечивают равномерное напряженное состояние при действии вращающего момента. У муфты, приведенной на рис. 21.3.4, упругий элемент имеет форму оболочек, а у муфты, представленной на рис. 22.3.5, — форму конической шайбы, привулканизированной к коническим кольцам, которые винтами скреплены с полумуфтами. Допускаемые радиальное и угловое смещения валов составляют 0,8...3 мм и 1...2° соответственно. В муфте, изображенной на рис. 21.3.6, упругие элементы изготовлены из резины. Муфты с шарами допускают угловое смещение валов до 16°.

Пальцевые муфты передают вращающий момент пальцами и упругими втулками или дисками. Во втулочно-пальцевой муфте (см. рис. 21.3.7) допускаемые радиальное и угловое смещения осей составляют не более 0,3 мм и 0,5°. Материал полумуфт – СЧ21, пальцев – сталь 45, упругих втулок – резина с сопротивлением разрыва не менее 8,0 МПа и твердостью 60...70 единиц по твердомеру ТМ2. Пальцевая муфта (см. рис. 22.3.8) имеет особую форму резинового диска (утолщения под

пальцами), что обеспечивает оптимальное распределение в нем напряжений. На рис. 21.3.9 показана муфта с резинометаллическим диском в форме многоугольника, в вершинах углов которого завулканизированы металлические скобы и втулки. Резиновые участки имеют круглое или квадратное сечение. Муфта, представленная на рис. 21.3.10, имеет резинокордный диск, обеспечивающий высокую несущую способность. Для всех муфт с диском допустимые осевое, радиальное и угловое смещения валов составляют 1...3 мм, 0,2...1 мм и <1,5°. В муфтах с дисками участки между пальцами работают через одно на сжатие и растяжение.

На рис. 21.3.11-21.3.13 представлены муфты с металлическими упругими элементами переменной крутильной жесткости, получаемой благодаря форме гнезда для упругого элемента. На рис. 21.3.11 в муфте исполнения І упругий элемент состоит из пакета пластин, расположенных радиально и закрепленных в одной полумуфте. При этом внешние концы пакетов входят в пазы трапецеидального профиля на другой полумуфте. При увеличении вращающего момента точка приложения окружной силы перемещается к центру муфты, уменьшая длину пластин и увеличивая крутильную жесткость муфты. В муфте исполнения II пакеты пластин расположены параллельно оси муфты, а пазы в полумуфтах очерчены дугами окружности. На рис. 21.3.12 в муфте упругий элемент выполнен в виде цилиндрических стержней, уложенных в отверстия, образующие которых очерчены дугами окружности. Наконец на рис. 21.3.13 упругий элемент муфты состоит из нескольких секций зигзагообразной (змеевидной) ленточной пружины, расположенной в пазах на полумуфтах, профили которых очерчены дугами окружности. Для всех муфт допускаемые радиального и углового смещения валов составляют 0.8...2 мм и $<1.5^{\circ}$ соответственно.

21.4. Муфты сцепные. Представлены элементы кулачковых муфт. Передача вращающего момента осуществляется зацеплением кулачков или зубьев ведущей полумуфты с кулачками или зубьями ведомой. Преимущества таких муфт: малые габаритные размеры, простота конструкции и изготовления, низкая стоимость. Полумуфты на торцовых поверхностях снабжены выступами-кулачками. Прямоугольный профиль применяют в муфтах для ручного включения при остановленных валах. Осевая составляющая силы от давления на кулачках не возникает. Трапецеидальный профиль, облегчающий включение и выключение, используют для передачи больших вращающих моментов, причем симметричный для передачи моментов в обоих направлениях, а несимметричный – в одном. Число кулачков изменяется от 6 до 12. Треугольный профиль удобен для передачи небольших вращающих моментов. Число кулачков составляет 15...60. Для облегчения включения муфт с прямоугольным и трапецеидальным профилем кулачков последние выполняют с дополнительными скосами.

В муфтах с механическим переключением одна из полумуфт имеет внешние, а другая — внутренние зубья при одинаковых модуле и числе зубьев. На рис. 21.4.6, a при расцеплении муфты промежуточная втулка центрируется по пояску на левой полумуфте, а на рис. 21.4.6, δ для центрирования промежуточной втулки при расцеплении муфты на левом конце подвижной полумуфты установлен подшип-

ник качения, входящий в кольцо в промежуточной втулке. Зубчатая муфта с мелким торцовым зубом (см. рис. 21.4.7) управляется короткоходовой магнитной системой.

21.5. Муфты предохранительные. Эти муфты предохраняют детали машин от перегрузок. Муфты с разрушающимся элементом в виде цилиндрического штифта, работающего на срез (см. рис. 21.5.1), применяют в машинах с редкими случайными перегрузками. Втулки *I* (см. рис. 21.5.1, *a*) изготавливают из стали 40X с твердостью 50...60 HRC₃, штифт *2* – из стали марок У8А, У10А, 40, 50, 60. Для облегчения замены штифта на наружную поверхность полумуфт наносят риски *3*, при совмещении которых отверстия втулок совпадают. Возможны применения штифтов с проточкой в рабочей зоне (см. рис. 21.5.1, *6*). Такие штифты проще удалять, так как заусенец не выступает за пределы диаметра штифта.

На рис. 21.5.2 представлена предохранительная шариковая муфта по ГОСТ 15621–77*. На втулке *I*, соединенной с валом шпонкой (см. табл. 21.5.4, исполнение I) или шлицами (см. табл. 21.5.4, исполнения II, III), установлены свободно полумуфта *4*, а на шлицах – полумуфта *6*. Полумуфты *4* и *6* соединены шариками *5*, поджатыми пружинами *7*. Гайка *9*, перемещая нажимную шайбу *8* по шлицам, сжимает пружины *7*. Шпонка *3* и пружинное кольцо *2* служат для установки детали передачи на полумуфте *4*. При перегрузках полумуфты *4* и *6* проворачиваются одна относительно другой, при этом шарики *5* перемещаются в цилиндрических отверстиях параллельно продольной оси муфты, сжимая пружины *7*.

В предохранительной фрикционной муфте (см. рис. 21.5.3) полумуфты 3 и 9 установлены на одном валу. Силы трения, действующие между фрикционными дисками 4 и 5, передают вращающий момент. Внутренние диски 4 соединены шлицами с полумуфтой 9, внешние 5 – с полумуфтой 3. Для сжатия дисков служат пружины 6. Силу сжатия регулируют гайкой 8, перемещая нажимную шайбу 7 по шлицам. Шпонка 2 и пружиное кольцо 1 служат для установки детали передачи (зубчатое колесо, шкив ременной передачи, звездочка цепной передачи) на полумуфте 3. Полумуфта 3 установлена на валу свободно, а полумуфта 9 – на шпонке (исполнение I) или на шлицах (исполнение II).

21.6. Муфты центробежные. Эти муфты соединяют (или разъединяют) валы при достижении ведущим валом заданной угловой скорости. Колодочная муфта без сжимных пружин немецкой фирмы "Вулкан" (см. рис. 21.6.1, табл. 21.6.1) служит для соединения со шкивом клиноременной передачи. По мере разгона ведущей полумуфты 1 колодки 2 под действием центробежных сил смещаются в радиальном направлении и прижимаются к рабочей поверхности ведомой полумуфты 3, создавая силу трения, необходимую для ее вращения. Крышка 4 предохраняет колодки от осевых смещений. Замену колодок проводят без разборки муфты, после снятия крышки. Колодочная муфта с отжимными пружинами (см. рис. 21.6.2, табл. 21.6.2) соединяет установленную на муфте деталь передачи (зубчатое колесо, шкив ременной передачи, звездочку цепной передачи) с валом. Колодки 3, имеющие фрикционные накладки, отжимаются от рабочей поверхности ведомой полумуфты 4 цилиндрическими пружинами сжатия 2. Пружины регулируют винтами 1. Предусмотрен подвод смазочного материала к опоре скольжения 5.

В центробежной муфте с дробью и диском неменкой фирмы "Штромаг" (см. рис. 21.6.3, табл. 21.6.3 и 22.6.4) ведущую полумуфту устанавливают на валу на шпонке. Полумуфта выполнена в виде ступицы 1 и соединенного с ней корпуса 5, состоящего из двух частей. На наружной поверхности корпуса 5 выполнены радиальные ребра 4, увеличивающие поверхность охлаждения корпуса, на внутренней – радиальные ребра, повышающие сцепление с рабочей смесью. Уплотнения 6 защищают внутреннюю полость корпуса 5 от попадания загрязнений. Ведомая полумуфта выполнена в виде ступицы 2, установленной на ступице 1 на двух опорах качения. На ступице 2 закреплен диск 3 с лопастями, а на шпонке 7 – деталь 8 передачи (зубчатое колесо, шкив ременной передачи, звездочку цепной передачи). Внутреннюю полость корпуса 5 через отверстия заполняют рабочей смесью крошки стальной проволоки с графитом. Отверстие закрывает пробка 9. С увеличением количества рабочей смеси в муфте возрастает ее нагрузочная способность, но сокращается время полного сцепления муфты. В процессе работы муфты происходит износ рабочей смеси, поэтому периодически смесь заменяют.

21.7. Муфты обгонные. Эти муфты служат для передачи вращающего момента только в одном направлении, когда угловые скорости ведущей и ведомой полумуфт равны. Муфты обгонные роликовые по ОСТ 27-60-721-84 выполняют с тремя и пятью роликами. В муфте с пятью роликами (см. рис. 21.7.1) наружная обойма 1 и внутренняя звездочка 2 соединены пятью цилиндрическими роликами 3, поджатыми пружинами сжатия 4 через толкатели 5. В муфте исполнения 2 установлено по два толкателя на каждый ролик, а на внутренней звездочке 2 над роликами размещены пластины 9 из закаленной стали. Торцовые шайбы 8 фиксируют пружинными кольцами 7. На наружной обойме 1 на шпонке 6 устанавливают деталь передачи (зубчатое колесо, шкив ременной передачи, звездочку цепной передачи). Муфты применяют или с плавающей наружной обоймой 1, или с центрированием (например, подшипниками) внешней обоймы 1 и внутренней звездочки 2. На рис. 21.7.2 дан пример встройки муфты в привод.

В роликовой муфте немецкой фирмы "Мальмеди" (см. рис. 21.7.3, табл. 21.7.2) центрирование внутренней звездочки и наружной обоймы осуществляют двумя шарикоподшипниками. Рабочая поверхность внутренней звездочки выполнена с пятью гранями. На гранях звездочки закреплены пружины, прижимающие ролики к обойме и звездочке.

В муфте с эксцентриками (см. рис. 21.7.4, табл. 21.7.3) ступица и обойма имеют цилиндрические рабочие поверхности, вместо роликов применены эксцентрики. Эксцентрики имеют пазы, которыми опираются на винтовую пружину, охватывающую ступицу, чем достигается ориентирование роликов в одном положении.

В бесконтактной муфте (см. рис. 21.7.5) при достижении наружной звездочкой определенной скорости ролики под действием центробежной силы займут положение, обеспечивающее зазор s, и будут двигаться без контакта с внутренней обоймой, что снизит потери в механизме муфты. Этот зазор будет сохраняться в течение всего свободного хода. При снижении скорости движения ведущего элемента муфта автоматически включится.

21.8. Муфты комбинированные. Нередко от муфт требуется комплекс свойств, сочетание в одной конструкции различных функций. В этом случае объединяют различные по назначению муфты. Полученные в результате конструкции называют комбинированными муфтами. На рис. 21.8.1, a диаметр $D_{n,y}$ предохранительного устройства больше, чем диаметр $D_{\kappa M}$ компенсирующей муфты. Это позволяет разместить резьбовую пробку, предохраняющую штифт от выпадания, со стороны компенсирующей муфты и тем самым несколько сократить осевой размер муфты. На рис. 21.8.1, б штифт предохранительного устройства имеет канавки в местах среза. Срезанный участок штифта выталкивают в промежуток между полумуфтами компенсирующей и предохранительной муфт, после чего штифт устанавливают в новое положение. В муфте, приведенной на рис. 21.8.2, правая крышка зубчатой муфты выполнена разъемной.

На рис. 21.8.3 и 21.8.4 показаны варианты выполнения втулок для установки штифтов, стопорения резьбовой пробки и крепления полумуфт на валах.

На рис. 21.8.5 для удаления срезанного штифта на фланце *з* полумуфты выполнены лыски *4*. На рис. 21.8.6 радиальный размер упругой муфты больше, чем предохранительной, что позволяет установить штифт радиально и сократить осевой размер муфты. При этом срезанный участок штифта можно легко удалить в радиальном направлении. На рис. 21.8.7 для этого на фланце *з* наружной полумуфты *1* упругой муфты выполнена прорезь *2*.

На рис. 21.8.8 полумуфта *1* установлена на валу *5* на подшипнике скольжения *3*, имеющем бурт. Кулачки *2* выполнены непосредственно на полумуфте *1*. Подвижная полумуфта *4* кулачковой муфты и регулировочная втулка *7* установлены на валу *5* на направляющей шпонке *6*. Кулачки изображены в выключенном положении муфты.

На рис. 21.8.9 кулачки полумуфты I выполнены на сменной втулке 2, посаженной на ступицу полумуфты I с натягом. Возможно соединение сменной втулки 2 с полумуфтой I штифтами или штифтами с винтами.

На рис. 21.8.10 конструкции компенсирующих муфт не показаны. Кулачки полумуфт выполнены на сменных втулках 2, которые присоединены к полумуфтам 1 винтами. Вращающий момент передают штифты 6. На рис. 21.8.10, a корпус 3 шариковой муфты и регулировочная шайба 4 установлены на валу 5 на шлицах, а на рис. 21.8.10, 6 каждую из пружин 7 регулируют независимо винтом 8, что несколько уменьшает длину консольного участка вала 5.

На рис. 21.8.11 функции компенсирующей выполняет муфта со скользящим сухарем. Конструкции, при-

веденные на рис. 21.8.11, a, b, позволяют уменьшить длину консольного участка вала.

На рис. 21.8.12 пакеты плоских пружин закреплены своими концами в хвостовиках посредством штифтов. Левый неподвижный конец пакета соединен с полумуфтой пружинным кольцом.

На рис. 21.8.14 во фланцах 2 и 5 упругой муфты выполнены отверстия, в которые вставлены резинометаллические упругие элементы. Упругий элемент состоит из концентрических металлических втулок, привулканизованных к расположенной между ними резине 1. Внутренняя втулка 4 выполнена сплошной, а наружная состо-

ит из двух частей 3, имеющих упорные бурты. Муфта, представленная на рис. 21.8.15, имеет небольшой осевой размер.

На рис. 21.8.16 упругие муфты снабжены цилиндрическими неметаллическими вкладышами, работающими на сжатие через один. На рис. 21.8.17 и 21.8.18 представлены муфты, в которых упругие элементы выполнены в виде торообразных оболочек соответственно вогнутого и выпуклого профилей. Разрезные оболочки выпуклого профиля (см. рис. 21.8.18, a, δ) позволяют создать муфту с меньшим осевым размером, чем при использовании неразрезной оболочки (см. рис. 21.8.18, ϵ).

21.1. Муфты глухие

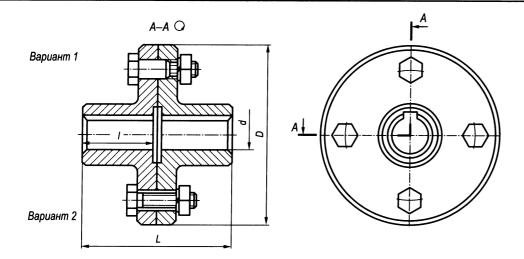


Рис. 21.1.1. Муфта фланцевая

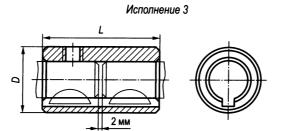
Таблица 21.1.2. Параметры и размеры втулочных муфт (ГОСТ 24246 – 96)

	•	Н⋅м, полнения			₁ , мм, 10лнений	D,	L, мм, для исполнений		
1	2	3	4	1 – 3	4	ММ	1 – 3	4	
1	_	_	_	6	_	10	25	_	
2	-	-	-	7	_	14	30	_	
4	-	11,2	–	9	_	16	35	-	
8	-	22,4	_	11	_	18	40	-	
16	-	45	-	14	-	28	45	_	
31,5	-	63	_	18	_	32	55	-	
50	71	100	140	20	16	38	65	45	
90	125	180	250	25	21	42	75	50	
125	180	250	355	28	23	48	90	55	
200	280	400	560	32	26	55	105	65	

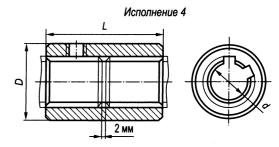
Таблица 21.1.1. Параметры и размеры фланцевых муфт (ГОСТ 20761-96)

		•	•		
<i>Т</i> , Н · м	d	D	1	L]
7,11°M		٨	м		z ₆
16	12	80	25	53	4
31,5	16	90	28	60	4
63	20	100	36	76	4
125	25	110	42	83	4
250	32	140	58	120	4
400	35	150	58	120	4
630	45	170	82	170	6
1000	50	180	82	170	6
1600	55	190	105	220	6

Исполнение 1



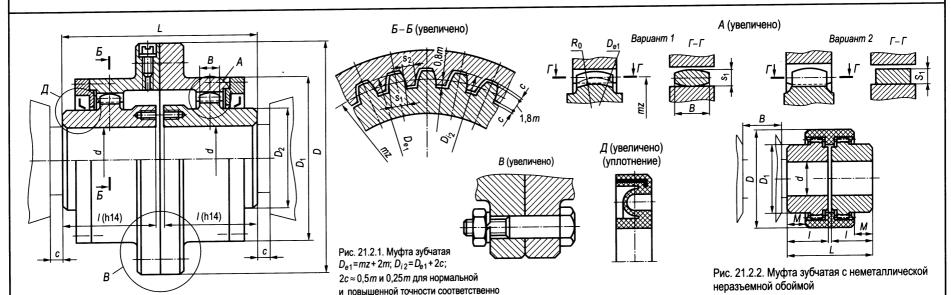
2 мм



Исполнение 2

Рис. 21.1.2. Муфта втулочная

21.2. Муфты компенсирующие жесткие



и повышенной точности соответственно

Таблица 21.2.1. Параметры и размеры зубчатых муфт (ГОСТ 5006 – 83)

Таблица 21.2.2. Параметры и размеры зубчатых муфт с неразъемной обоймой

	d	D	D ₁	D ₂	L	1	C, MM,	В,	n _{max} ,	J · 10 ⁶	Macca,	m,	z	T.11	n _{max} ,	В	1	L	М	D	D ₁	d
<i>T</i> , H⋅м			N	AM			не менее	ММ	мин ⁻¹	κΓ·M ²	кг	мм		<i>Т</i> , Н∙м	мин ⁻¹					мм		
1000	40	145	105	60	174	82	12	12	5400	0,05	6,7	2,5	30	10	14 000	15	23	50	6,5	40	25	4—14
1600	55	170	125	80	174	82	12	15	4800	0,06	9,2	2,5	38	16	11 800	16	25	54	8,5	48	32	8–19
2500	60	185	135	85	220	105	12	20	4500	0,08	10,2	3	36	20	10 600	17	26	56	7,5	52	36	10-24
4000	65	200	150	95	220	105	18	20	3720	0,15	15,2	3	40	45	8500	20	40	84	19	66	44	10–28
6300	80	230	175	115	270	130	18	20	3300	0,25	22,6	3	48	60	7500	20	40	84	18	76	50	12–32
10 000	100	270	200	145	340	165	18	25	2820	0,50	36,9	3	56	80	6700	20	40	84	18	83	58	14–38
16 000	120	300	230	175	345	165	25	30	2400	1,15	62,5	4	48									00.40
25 000	140	330	260	200	415	200	30	30	2100	2,25	100,0	4	56	100	6000	22	42	88	19	92	65	20–42
40 000	160	410	330	230	415	200	30	35	1740	6,00	164,3	6	46	140	5600	22	50	104	27	100	68	20–48
63 000	200	470	390	290	500	240	35	40	1200	10,50	228,0	6	56	380	4000	32	70	144	36	140	96	25–65

21.2. Муфты компенсирующие жесткие (продолжение)

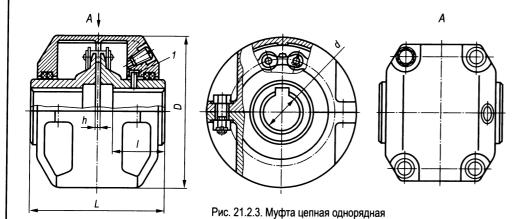
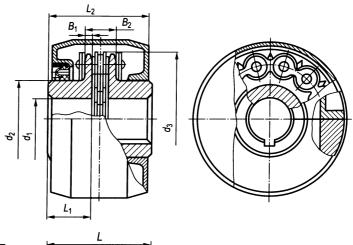


Таблица 21.2.3. Параметры и размеры цепных однорядных муфт (ГОСТ 20742-81)

	<i>Т</i> , Н∙м	d	D	L	1	n _{max} ,	Цепь	z*	<i>h</i> , мм	Масса, кг
	.,	N	им			Мин ⁻¹	(FOCT 13568–75)			•
	63	20, 22, 24	110	102	36	1620	ПР-19,50-3180	12	1,3	3,30
	63	25, 28	110	122	42	1620	ПР-19,50-3180	12	1,3	3,30
	125	25, 28	125	122	42	1380	ПР-25,4-6000	10	1,8	3,85
	125	30	125	162	58	1380	ПР-25,4-6000	10	1,8	4,10
	125	32	125	162	58	1380	ПР-25,4-6000	10	1,8	4,20
Ì	125	35, 36	125	162	58	1380	ПР-25,4-6000	10	1,8	4,85
ļ	250	32, 35, 36, (38)	140	162	58	1200	ПР-25,4-6000	12	1,8	5,05
	250	40, (42), 45	140	222	82	1200	ПР-25,4-6000	12	1,8	5,75
١	500	40, 42	200	222	82	1020	ПР-31,75-8850	14	2,0	12,85
	500	45, (48), 50	200	222	82	1020	ПР-31,75-8850	14	2,0	13,40
	500	(53), 55, (56)	200	222	82	1020	ПР-31,75-8850	14	2,0	14,00
	1000	50	210	224	82	780	ПР-38,1-12700	12	3,5	13,45
	1000	(53), 55, (56)	210	224	82	780	ПР-38,1-12700	12	3,5	14,70
	1000	60	210	284	105	780	ПР-50,8-22680	12	3,5	19,85
1	1000	63, (65), 70	210	284	105	780	ПР-50,8-22680	12	3,5	19,50
L	1000	71	210	284	105	780	ПР-50,8-22680	12	3,5	18,85

^{*} Число звеньев цепи (зубьев полумуфты).



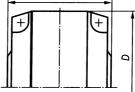
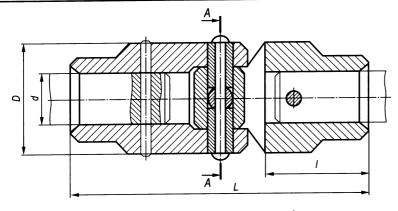


Рис. 21.2.4. Муфта цепная двухрядная

Таблица 21.2.4. Параметры и размеры цепных двухрядных муфт

<i>Т</i> , Н∙м	<i>d</i> ₁ , мм		d ₂	d ₃	L ₁	L ₂	B ₁	B ₂	D	L
7,11 W	min	max				мм				
36	10	16	25	40	25	55	5,2	15,4	52	54
48	12	20	32	46	25	55	5,2	15,4	57	54
73	12	20	32	58	25	55	5,2	15,4	68	54
121	16	25	40	61	32	71	7	20,9	75	70
193	16	32	50	77	32	71	7	20,9	90	70
272	16	32	50	86	42	92	8,7	25,3	100	91
394	20	40	63	102	46	102	10,5	30	120	100
810	25	50	80	122	62	140,4	15,4	47,2	140	138
1360	25	50	80	154	62	140,4	15,4	47,2	174	138
1860	32	63	100	186	63	142,4	15,4	47,2	210	212
4080	40	80	125	207	95	215,4	27,9	71,2	210	212
6160	40	80	125	255	95	215,4	22,9	71,2	280	212
9310	50	100	160	328	100	225,4	22,9	71,2	353	214

21.2. Муфты компенсирующие жесткие (окончание)



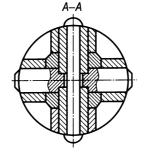


Таблица 21.2.6. Параметры и размеры шарнирных синхронных муфт

<i>T</i> , H · м	D	D ₁	D ₂	d	1
/, п·м			ММ		
1060	85	60	23,5	17,46	14
1500	93	65	25,4	19,05	18
1750	102	71	30	20,64	18,5
2300	110	76	32	22,22	20
3000	120	85	35	24,6	21,5
4150	133	93	38	26,99	25
6900	152	108	45	31,75	29
6900	175	125	50	36,51	33
15 000	197	140	57	41,27	36
20 000	219	154	64	46,04	36

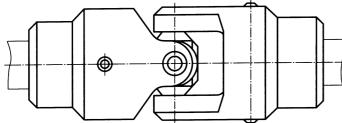
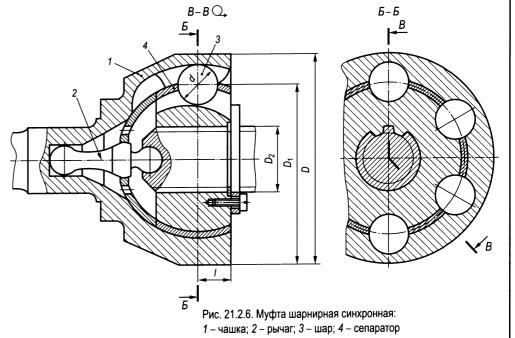


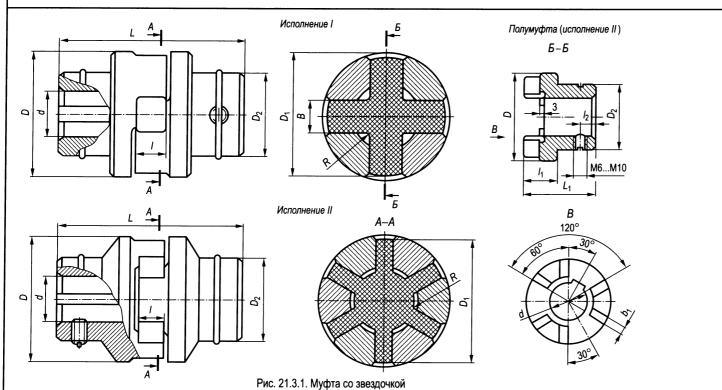
Рис. 21.2.5. Муфта шарнирная

Таблица 21.2.5. Параметры и размеры шарнирных муфт (ГОСТ 5147-80)

•	•	•			
d D L			1	J·10 ⁶ ,	Масса, кг
	М	М	кг∙м ²	Wacca, Ki	
8	16	54	18	0,196	0,057
9	16	54	18	0,196	0,051
10	16	56	20	0,198	0,058
10	20	60	20	1,560	0,100
11	20	60	20	1,560	0,094
12	20	70	25	1,560	0,102
12	25	76	25	1,290	0,170
14	25	76	25	1,290	0,150
16	32	88	28	4,840	0,390
18	32	88	28	4,840	0,367
20	40	112	28	4,840	0,653
20	40	112	36	12,900	0,720
22	40	112	36	12,900	0,667
	8 9 10 10 11 12 12 14 16 18 20 20	8 16 9 16 10 16 10 20 11 20 12 20 12 25 14 25 16 32 18 32 20 40 20 40	8 16 54 9 16 54 10 16 56 10 20 60 11 20 60 12 20 70 12 25 76 14 25 76 16 32 88 18 32 88 20 40 112 20 40 112	MM 8 16 54 18 9 16 54 18 10 16 56 20 10 20 60 20 11 20 60 20 12 20 70 25 12 25 76 25 14 25 76 25 16 32 88 28 18 32 88 28 20 40 112 28 20 40 112 36	MM KI · M² 8 16 54 18 0,196 9 16 54 18 0,196 10 16 56 20 0,198 10 20 60 20 1,560 11 20 60 20 1,560 12 20 70 25 1,560 12 25 76 25 1,290 14 25 76 25 1,290 16 32 88 28 4,840 18 32 88 28 4,840 20 40 112 28 4,840 20 40 112 36 12,900



21.3. Муфты компенсирующие упругие



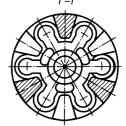


Рис. 21.3.2. Муфта со звездочкой фирмы «Пуль»

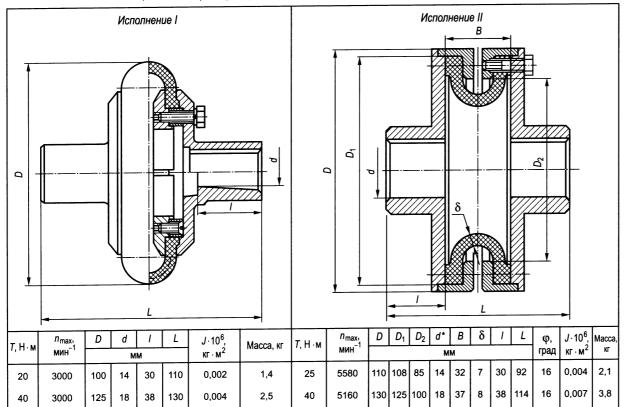
Таблица 21.3.1. Параметры и размеры муфт со звездочкой (ГОСТ 14084–76)

Таблица 21.3.2. Параметры и размеры муфт со звездочкой фирмы «Пуль»

<i>T</i> , H⋅M	n _{max} ,	D	D ₁	D_2	d	L	L ₁	1	11	12	В	b ₁	R	Macca,
.,	мин-1					Mi	И							кг
'		' '		•	Ис	полнение I								
2,5	6500	32	30	20	6 – 7	45,5	28	10,5	16	6	8,5	4	1,2	0,16
6,3	5000	45	42	22 – 26	10 – 14	59,5	35	10,5	16	8	10,5	5	1,6	0,3
1 .					Ист	толнение I	į.							.
16,0	4500	53	50	26 – 28	12 – 18	81,0	48	15,0	28	10	10,5	5	1,6	0,6
31,5	4000	71	70	30 – 34	16 – 22	101,0	58	15,0	28	10	12,5	6	1,6	0,9
63,0	3500	85	80	36 – 42	20 – 28	128,0	75	22,0	40	12	14,5	7	2,0	1,9
125,0	3000	105	100	45 – 55	25 – 36	148,0	85	22,0	40	12	16,5	8	2,0	3,5
250,0	2000	135	130	55 – 70	32 – 45	191,0	108	25,0	48	12	18,5	9	3,0	8,0
400,0	1500	166	160	63 – 75	38 – 45	196,0	113	30,0	56	12	20,5	10	3,0	12,0

<i>T</i> , H⋅м	d,	мм	D ₁	е	D ₂	D ₃	L	11
7,71	Чугун	Сталь			N	IM		
3,6	12	14	25	16	12	19	34	12
8,6	16	18	32	20	16	24	44	16
23	22	24	40	27	22	32	60	22
50	28	30	50	36	28	41	70	28
120	38	40	68	44	38	54	104	38
286	50	53	85	52	50	68	134	50

Таблица 21.3.3. Параметры и размеры муфт с торообразной оболочкой (ГОСТ 50892-96)



4,5

6,9

8,4

12

15

23,3

31

63

100

160

250

400

630

1000

4800

4200

3700

3180

2830

2520

2260

150 145 120 22

170 165 140 25

260 250 218 36 80

44

50

190 | 185 | 160 | 30 | 58 | 12,5 | 60 | 178 | 15,5

220 215 186 32 68 14,5 60 188 15,5

340 335 300 55 110 23 108 326 15,5 0,32 32,4

300 290 255 45 93 20 84 261

9 | 44 | 132 | 14,5 | 0,012

11 | 44 | 138 | 14,5 | 0,019

17 84 248 15,5 0,143

3,6

5,4

6,7

11,6

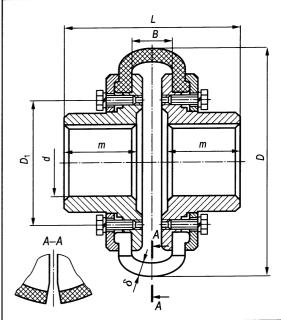
17,8

0,03

0,068

15,5 0,238 22,6

Таблица 21.3.4. Параметры и размеры муфты с торообразной оболочкой фирмы «Перифлекс»



<i>Т</i> , Н·м	л _{тах} , мин ⁻¹	D	<i>D</i> ₁	d	L	В	m	Масса, кг
			Γ		M		ī	
10	3000	104	50	12	64	16	28	1,1
30	3000	136	65	15	88	18	35	2,4
							ا	
70	3000	178	85	20	125	35	47	5,4
450	0500	040	440	25	150	38	59	9,3
150	2500	210	110	25	150	38	59	9,3
300	2000	263	140	30	174	44	67	17,5
300	2000	203	140	30	1/4	77	"	17,5
600	2000	310	180	38	200	42	75	28
							<u> </u>	

Примечание. Муфты исполнения I имеют угол закручивания 5,5°.

150

175

200

240

270

0.014

0.025

0.042

0,074

0,12

0.21

0,39

22

32 | 84

35 84 250

40 84

50 | 108 | 310

44

160

180 | 25 | 60

200 30 60

220

250

280

320

3000

2460

2460

1980

1980

1560

1560

80

125

200

250

315

500

800

^{*} Наименьший диаметр.

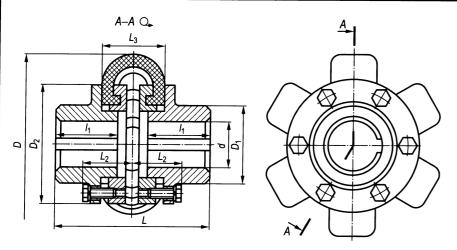


Рис. 21.3.3. Муфта с лепестками

Таблица 21.3.6. Параметры и размеры муфт с оболочками фирмы «Вулкан»

	<i>Т</i> , Н ⋅ м	n _{max} ,	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	d	L ₁	L ₂	L ₃	φ*,	Macca,
		мин ⁻¹					им	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		,	град	КГ
	400	5870	252	235	218	210	20	62	14	83	11,0	8,5
	630	5100	290	268	246	238	25	69	14	92	12,0	12,5
	1000	4480	330	304	278	270	30	80	16	106	13,0	18,1
l	1600	3890	380	354	328	317	40	103	16	132	13,5	30,7
	2500	3890	380	354	328	317	40	103	16	132	17,5	30,7
	4000	3330	445	420	392	375	50	126	21	162	17,0	51,4

Б-Б

Таблица 21.3.5. Параметры и размеры муфт с лепестками

Т, Н∙м	n _{max} ,	d,	мм	D	D ₁	D ₂	L	L ₁	L ₂	L ₃	n _B	d _B
.,	мин ⁻¹	min	max				ММ					l we
30	6200	9	22	100	40	72	85	32	36	45	3	M6×20
45	5500	10	28	125	50	83	89	35	36	45	4	M6×20
80	5100	15	35	135	60	93	118	48	36	45	6	M6×20
140	4100	18	50	165	80	122	138	58	36	45	8	M6×20
210	3700	20	55	187	90	148	157	65	36	45	10	M6×20
300	3200	22	60	216	95	175	167	70	36	45	12	M8×25
65	4300	14	30	160	60	105	121	46	53,5	70	3	M8×25
130	3900	15	35	176	70	120	131	51	53,5	70	4	M8×25
230	330	15	50	206	80	140	145	60	53,5	70	5	M8×25
300	3100	18	60	218	100	155	165	68	53,5	70	6	M8×25
1 .					Гол	овка				•		
500	2600	20	65	264	110	200	185	78	53,5	70	8	M8×25
800	2200	25	75	312	120	250	195	80	53,5	70	10	M8×25
1200	1900	30	90	360	140	300	235	98	53,5	70	12	M8×25
400	2100	25	70	322	105	195	190	70	80,5	110	3	M14×40
650	2000	30	80	335	120	212	210	78	80,5	110	4	M14×40
1200	2000	30	80	340	120	230	224	85	80,5	110	5	M14×40
1500	1800	32	95	385	155	260	240	93	80,5	110	6	M14×40
2650	1500	40	110	463	165	340	300	120	80,5	110	8	M14×40
4000	1300	45	120	537	175	415	350	140	80,5	110	10	M14×40
6000	1100	50	130	620	195	500	360	145	80,5	110	12	M14×40

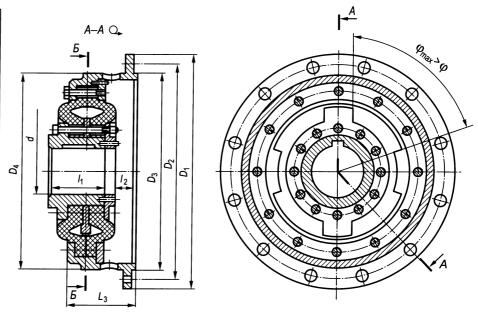


Рис. 21.3.4. Муфта с оболочками фирмы «Вулкан»

^{*} Угол закручивания полумуфт.

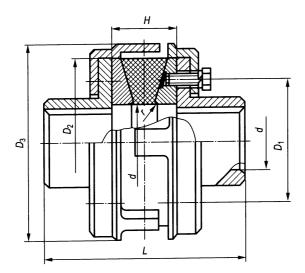


Рис. 21.3.5. Муфта с привулканизированной шайбой

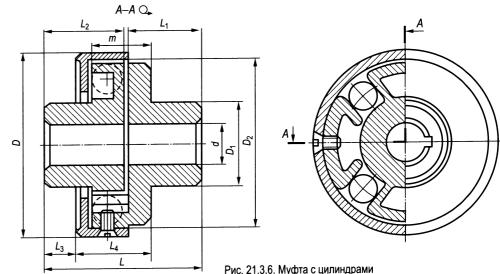


Рис. 21.3.6. Муфта с цилиндрами (шарами) фирмы «Пуль»

Таблица 21.3.7. Параметры и размеры муфты с привулканизированной шайбой

Т, Н∙м	<i>D</i> ₁	D ₂	<i>D</i> ₃	L	d	r	Н	d _B	Z _B
7,1118				ММ					
63	55	65	110	120	38	4,0	38	М6	6
100	110	75	125	135	40	4,0	45	М8	6
160	130	90	150	165	50	5,0	55	М8	8
250	150	100	172	180	60	6,0	60	М8	8
400	180	120	205	220	70	7,0	72	M10	8
630	210	140	240	250	85	8,5	85	M12	8
800	220	145	250	270	90	9,0	90	M12	8
1000	240	160	275	290	95	9,5	95	M16	8
1600	280	186	320	350	115	11,5	115	M16	8
2500	340	225	390	420	140	14,0	140	M20	8
4000	360	255	435	450	152	15,0	152	M20	12
6300	450	300	515	540	180	18,0	180	M24	12

Примечание. Угол закручивания ф=17°.

Таблица 21.3.8. Параметры и размеры муфт с цилиндрами (шарами) фирмы «Пуль»

		Н⋅м, иуфтыс	n _{max} ,	d	D	L	D ₁	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	m	d _{y.s}	,, мм
1	шарами	цилинд- рами	мин ⁻¹					MN	1				шара	цилинд- ра
	5,7	11,5	7100	18	68	60	38	29	29	11,5	25,5	20	12	10
	11,4	22,8	6700	22	82	70	45	34	34	14,5	29,5	24	14	12
	22,8	45,6	6300	28	95	82	55	40	40	17,5	34,5	29	17	15,5
	46,5	93,0	6000	42	117	98	65	48	48	22	40	34	20	19
	93,0	186	5500	50	142	123	75	60	60	27	50	43	26	24
	18,6	372	5000	60	174	155	90	76	76	34	61	53	34	32,5
	32,2	644	4500	70	204	186	105	91	91	42	71	62	40	38
	51,3	1026	4000	80	234	214	120	105	105	49	80	71	47	45

Примечание. Число упругих элементов равно 4.

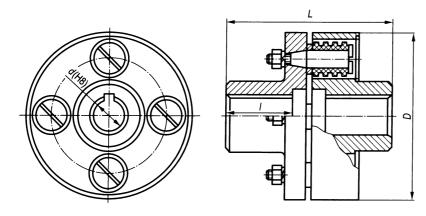


Рис. 21.3.7. Муфта втулочно-пальцевая

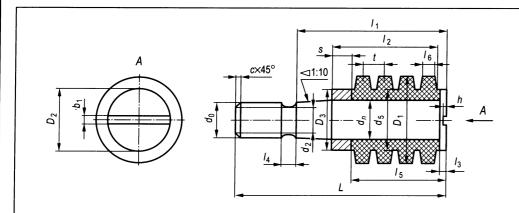


Таблица 21.3.10. Размеры пальцев втулок (ГОСТ 21424-93), мм

L						Па	альцы							улки орные		Втулки	упруги	е	
	d _n	D_2	L	d ₀	d ₂	11	12	13	14	h	b ₁	С	<i>D</i> ₃	s	d ₅	D ₁	15	16	t
- 1	8	12	21	М6	4,5	19,5	13	1,5	6	1	1,5	1	12	3	12	16	10	2,5	5
İ	10	15	45	M8	6,8	30	19	2	8	1,5	2	1,6	15	4	14	19	15	2,5	5
1	14	20	66	M10	7,8	47	33	2	8	1,5	2	1,6	20	5	20	26	28	3,5	7
-	18	25	85	M12	9,5	62	42	3	8	2	3	1,6	25	6	25	35	36	4,5	9
١	24	32	106	M16	13	79	52	3	10	2	3	2	32	8	32	45	44	6	11
1	30	38	140	M24	19,5	100	66	4	12	3	5	2,5	38	10	40	56	56	7,5	14
-	38	48	170	M30	25	124	84	4	16	3	5	2,5	48	12	50	71	71	9,5	18
L	45	56	210	M36	30	153	103	5	16	4	8	3	56	15	60	85	88	11,5	22

Таблица 21.3.9. Параметры и размеры втулочно-пальцевых муфт (ГОСТ 21424-93)

		1	т	 	Т	Macca,				
<i>T</i> , H⋅M	d	D	L	1 /	n _{max} ,	1				
			4M	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	мин ⁻¹	КГ				
6,3	9	71	l _	l _	8820	0,58				
6,3	10	71	43	20	8820	0,60				
6,3	11	71	43	20	8820	0,59				
16	12	75	53	25	7620	0,70				
16	14	75	53	25	7620	0,68				
16	16	75	59	28	7620	0,75				
31,5	16	90	60	28	6360	1,52				
31,5	18	90	60	28	6360	1,40				
31,5	_	90	60	28	6360	1,38				
63	20	100	76	36	5700	2,02				
63	22	100	76	36	5700	2,04				
63	_	100	76	36	5700	1,96				
125	25	120	89	42	4620	3,97				
125	28	120	89	42	4620	4,13				
125		120	121	58	4620	4,37				
250	32	140	121	58	3780	5,91				
250	_	140	121	58	3780	6,21				
250	36	140	121	58	3780	6,25				
250	_	140	121	58	3780	6,28				
250	40	140	169	82	3780	6,63				
250		140	169	82	3780	6,86				
250	45	140	169	82	3780	6,80				
500	40	170	169	82	3600	11,75				
500	-	170	169	82	3600	12,10				
500	45	170	169	82	3600	12,60				
710	45	190	170	82	3000	14,31				
710	_	190	170	82	3000	14,70				
710	50	190	170	82	3000	15,21				
710	-	190	170	82	3000	15,34				
710 1000	56	190	170	82	3000	15,22				
1000	50	220 220	170 170	82 82	3000 2880	18,87				
1000	_ 56	220	170	82	2880	19,91 19,75				
1000	50	220	216	105	2880	21,93				
1000	63	220	216	105	2880	26,09				
1000	_	220	216	105	2880	28,65				
1000	_	220	216	105	2880	29,81				
2000	63	250	218	105	2280	31,98				
2000	_	250	218	105	2280	31,64				
2000	_ 1	250	218	105	2280	34,65				
2000	71	250	218	105	2280	34,48				
2000	_]	250	218	105	2280	35,06				
2000	80	250	268	130	2280	36,07				
2000	_	250	268	130	2280	38,45				
2000	90	250	268	130	2280	40,03				
4000	80	320	270	130	1800	66,71				
4000	_	320	270	130	1800	69,01				
4000	90	320	270	130	1800	71,61				
4000	_	320	270	130	1800	74,11				

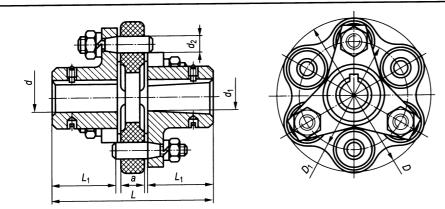
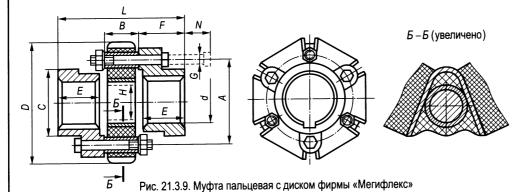


Рис. 21.3.8. Муфта пальцевая с диском



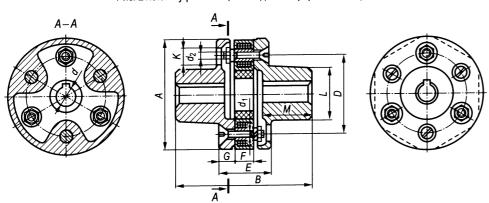


Рис. 21.3.10. Муфта пальцевая с диском фирмы «Страфлекс»

Таблица 21.3.11. Параметры и размеры пальцевой муфты с диском (ГОСТ 25021 – 93)

<i>T</i> , H⋅M	D	D ₁	d	d ₁	d ₂	а	L	L ₁
/, □·M				M	М			
4,0 8,0 16,0 31,5 63,0	56 63 80 100 125	40 45 57 71 90	11 14 18 22 28	12 18 20 24 30	8 10 12 12 16	12 14 16 18 20	70 80 90 105 125	22 28 32 40 50

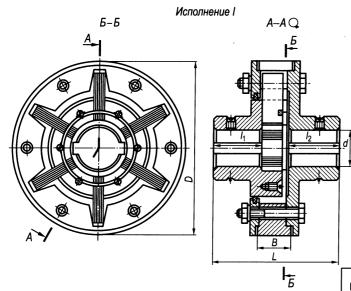
Таблица 21.3.12. Параметры и размеры пальцевой муфты с диском фирмы «Мегифлекс»

<i>Т</i> , Н·м	Α	В	С	d	Ε	F	Н	D	L	N	G	z ₆
/, 11 W						MM	1					Ů
12	45	22	32	20	21	24	10	59	70	22	М6	4
20	55	25	40	25	23,5	21,5	10	70	80	29,5	M8	4
40	65	28	45	30	25	31	30	91	90	31	M8	6
80	76	30	50	35	34	40	30	108	110	28	M10	6
100	85	36	63	45	36	42	42	118	120	36	M10	6
160	100	46	70	50	45	52	44	142	150	42	M12	6
210	132	50	98	68	53	60	61	188	170	40	M14	6
400	150	56	114	78	66	77	66	207	210	45	M16	6
550	170	62	125	86	67	79	72	235	220	55	M20	6
800	186	68	140	96	71	86	80	250	240	68	M20	6
1200	210	78	153	110	86	101	100	285	280	65	M24	8
1800	240	86	193	130	94	112	118	318	310	74	M24	8

Таблица 21.3.13. Параметры и размеры пальцевой муфты с диском фирмы «Страфлекс»

<i>Т</i> , Н·м	n _{max} ,	Α	В	d	D	Ε	F	G	d ₁	d ₂	Κ	L	М
/, II WI	мин ⁻¹						М	М					
75	6000	78	80	30	50	32	12	8	7,8	_	-	41	32
100	5500	98	116	32	65	43	15	14	10	6	16	46	45
150	5500	98	116	32	65	43	15	14	10	6	16	46	45
200	5000	124	146	42	85	54	18	18	12	8	20	58	54
300	5000	124	146	42	85	54	18	18	12	8	20	58	54
400	4500	144	177	50	100	65	21	22	14	10	23	68	65
600	4500	144	177	50	100	65	21	22	14	10	23	68	65
800	3500	182	214	70	132	82	26	28	16	12	30	92	80
1200	3500	182	214	70	132	82	26	28	16	12	30	92	80
1600	2800	232	280	100	170	102	32	35	20	14	32	126	110
2400	2800	232	280	100	170	102	32	35	20	14	32	126	110
3200	2400	268	340	110	190	130	42	44	24	16	37	142	123
4800	2400	268	340	110	190	130	42	44	24	16	37	142	123
6000	2000	330	424	145	240	136	48	44	24	16	37	184	160

21.3. Муфты компенсирующие упругие (окончание)



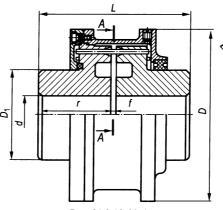


Рис. 21.3.12. Муфта со стержнями

A-A

Т, Н·м

n_{max},

мин-1 5000 20

Рис. 21.3.13. Муфта со змеевидной пружиной

Macca.

2,3

3,8

Таблица 21.3.14. Параметры и размеры муфт с пакетом пластин (исполнение /)

Таблица 21.3.15. Параметры и размеры муфт с пакетом пластин (исполнение //)

 D_1

D

d

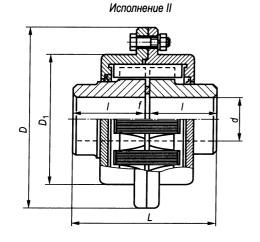


Рис. 21.3.11. Муфты с пакетом пластин

Τ,	n _{max} ,	d	D	D_1	L	<i>I</i> ₁	12	13	С
Н∙м	мин ⁻¹				MM				
72	4200	25	120	45	82	14	48	55	4
270	3500	40	170	70	125	28	50	62	3
570	2100	55	210	100	145	37	62	82	3
2300	1650	80	290	140	205	57	87	120	3
6850	1250	120	368	205	290	87	105	165	3
8600	1000	150	436	260	360	117	117	200	3

	Табли	ца 21.3.	16. Г	Іарам	етры	и раз	меры	муф	т со сте	ржнями			
	Т,	n _{max} ,	d	D	L	D_1	1	f	Macca,	J·10 ⁶ ,		T,	n _{max} ,
	Н∙м	мин ⁻¹					ММ		КГ	кг∙м ²	ı	Н⋅м	мин ⁻¹
	86	5400	32	126	114	60	55	4	6,2	0,011		72	3600
	143	4300	40	155	124	78	60	4	11,5	0,027		215	2500
i	286	3800	50	170	145	90	70	5	14,5	0,043		570	2300
	573	3300	60	196	155	100	75	5	19	0,077		1070	1700
	1150	2250	80	280	186	135	90	6	50	0,425		1800	1650
	2150	2250	90	280	206	160	100	6	59	0,475		3600	1400
	4300	1900	105	350	256	190	125	6	108	1,36		7200	1000

5,5 2800 | 45

Таблица 21.3.17. Параметры и размеры муфт со змеевидной пружиной

ე ⁶ ,]	T,	n _{max} ,	d	D	L	D ₁	f	Macca,	
м ²	1	Н⋅м	мин ⁻¹			MN	4		ΚΓ	
11		72	3600	25-40	120	90	70	2–4	3,8	
27		215	2500	35-50	155	110	90	2–4	7,5	
43		570	2300	55-70	195	140	105	2–5	15	
77	١.	1070	1700	60-90	280	160	150	2–5	35	
25		1800	1650	70–90	280	180	150	3–6	37	
75	H	3600	1400	80–115	350	200	185	3–6	68	
6		7200	1000	100—140	430	260	225	3–6	130	

21.4. Муфты сцепные

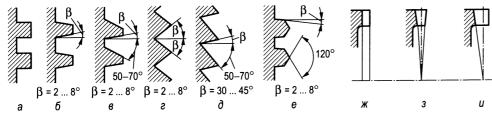


Рис. 21.4.1. Профили кулачков в торцовом (a-e) и осевом (ж-u) сечениях

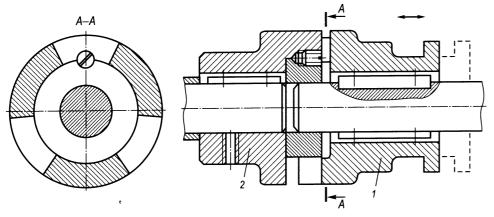


Рис. 21.4.3. Муфта кулачковая с центрирующей втулкой: 1, 2 – подвижная и неподвижная (ведущая) полумуфты соответственно

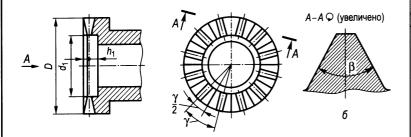


Рис. 21.4.4. Муфты с кулачковым V-образным мелким (мышиным) зубом (а) и его профиль (б)

 \sqrt{Ra} 2,5

 $(\theta_1 + \theta_2) \pm 10'$

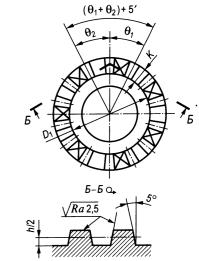


Рис. 21.4.2. Формы кулачков

Таблица 21.4.2. Размеры кулачков

, 40			٠.	p	
	1	кулачков	зых муф	т	7
D	d ₁	h ₁	γ	T*,	7
	ММ		$\frac{\gamma}{2}$	Н∙м	7
40	28	8	6°	<u>340</u>	7
1 40	20	"		360	9
50	32	8	5°	810	9
			ا ۔ ا	920 1310	9
60	40	8	4°30′	1560	
		۱ ۵	4900/	2160	5
70	46	10	4°06′	2560	5
80	50	10	3°36′	<u>3540</u>	5
00	30	'0	3 30	4000	5
90	56	10	3°36′	<u>5100</u>	7
			L	6050	7
* B unce	_ 1ИТОПО Л	па В=60)°a в з⊦	аменателе лля	'-

Таблица 21.4.1. Параметры и размеры

В числителе для β=60°, а в знаменателе для β = 90°; для сцепных муфт значение T составляет 0,5 от табличного.

	D	К	h	θ_1	θ_2
Z		ММ		91	52
7	35	6	4	25°43′	25°43′
7	40	7	4	25°43′	25°43′
7	45	7	4	25°43′	25°43′
7	50	8	4	25°43′	25°43′
9	55	8	4	20°	20°
9	60	10	4	20°	20°
9	70	10	4	20°	20°
5	40	5–8	4	36°	36°
5	45	5–10	4	36°	36°
5	50	5–10	4	36°	36°
5	55	5–10	4	36°	36°
7	60	5–10	6	25°43′	25°43′
7	70	5–10	6	25°43′	25°43′
7	80	5–10	6	25°43′	25°43′
7	90	5–10	6	25°43′	25°43′

21.4. Муфты сцепные (продолжение)

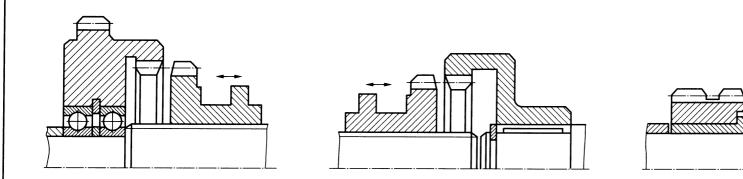


Рис. 21.4.5. Функционирование и варианты компоновки зубчатых муфт с механическим переключением

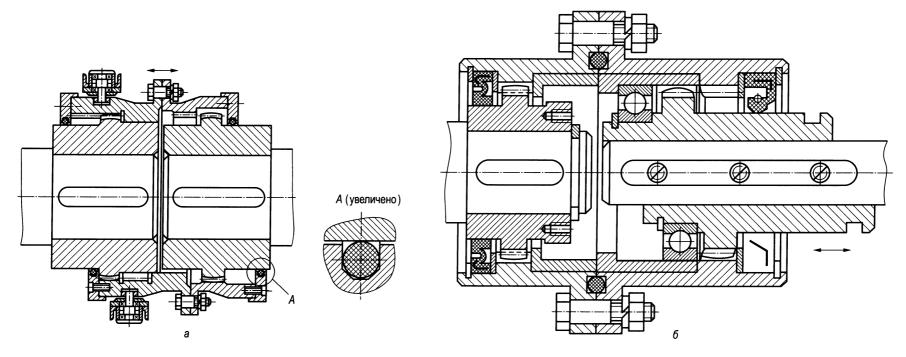
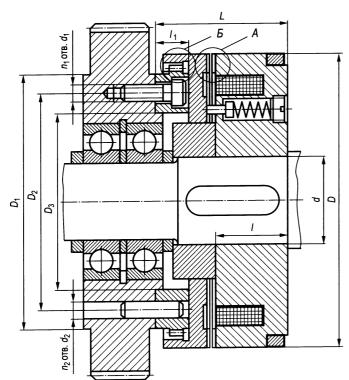


Рис. 21.4.6. Муфты зубчатые с промежуточной втулкой: а – центрирование втулки по пояску одной из полумуфт; б – то же при помощи подшипника качения, входящего в кольцо и перемещающегося в промежуточной втулке

21.4. Муфты сцепные (окончание)





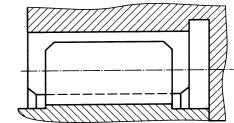
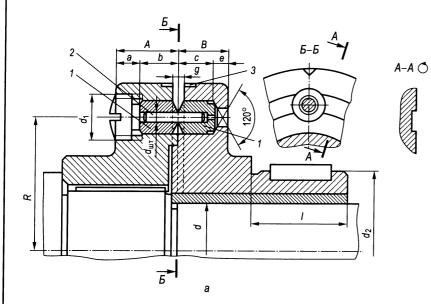


Рис. 21.4.7. Муфта зубчатая с электромагнитным управлением

Таблица 21.4.3. Параметры и размеры муфты с электромагнитным управлением

	n _{max} ,	d	D	<i>D</i> ₁	D ₂	D ₃	$n_1 \times d_1$	$n_2 \times d_2$	L	ı	<i>l</i> ₁	Macca,	J · 10) ⁶ , кг∙м ²
<i>T</i> , H⋅м	мин ⁻¹				L	N	MM					КГ	якоря	корпуса
20	5500	8-30	75	64	55	45	4×M4	2×4	33	18	8	0,87	0,00025	0,0004
50	4500	10-40	90	75	64	53	4×M5	2×5	40	23,5	9	1,5	0,0006	0,0011
100	4000	14-45	105	85	75	65	4×M5	2×5	45	26	10,5	2,3	0,0014	0,0023
160	3500	18–50	115	100	85	70	4×M6	2×6	50	28,5	12,5	3	0,0023	0,0036
250	3300	20-55	125	105	90	75	4×M6	2×8	58	33	15,5	4,25	0,0035	0,006
400	3000	25-60	140	115	100	85	6×M6	2×10	67	39	17	6,2	0,0068	0,011
630	2500	30-70	160	130	115	95	6×M8	2×10	75	42	19,5	8,9	0,0125	0,021
1000	2200	35–80	185	155	135	115	6×M8	2×12	85	49	21	14	0,030	0,043
1600	2000	40–95	215	180	155	130	6×M10	2×12	100	58	25,5	20	0,055	0,083
2500	1700	50-110	250	210	180	150	6×M12	2×14	115	66	29	34	0,11	0,19
4000	1500	60-125	280	235	205	175	8×M12	2×12	130	70	32	48	0,21	0,34

21.5. Муфты предохранительные



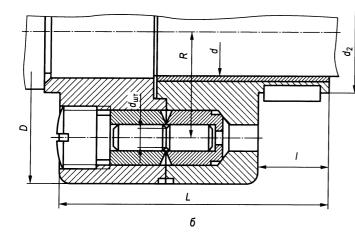


Рис. 21.5.1. Муфты с разрушающимся штифтом, параллельным оси муфты: a – гладкий штифт; δ – штифт с V-образной канавкой; 1 – втулки; 2 – штифт; 3 – риска

Таблица 21.5.1. Параметры и размеры муфт с гладким штифтом, мм

F _{cp} , H	d _{шт}	d ₁	d ₂	d	А	В	а	b	С	е	ı	g
690	1,5	M16	5	10	22	16	10	12	11	5	8	1
1275	2,0	M16	5	10	22	16	10	12	11	5	8	1
2850	3,0	M20	8	15	30	25	12	18	17	8	10	1,5
5200	4,0	M20	8	15	30	25	12	18	17	8	10	1,5
8100	5,0	M20	8	15	30	25	12	18	17	8	10	1,5
11 770	6,0	M30	12	25	50	45	22	28	26	19	16	2
20 600	8,0	M30	12	25	50	45	22	28	26	19	16	2
32 360	_	M30	12	25	50	45	22	28	26	19	16	2
55 000	13,0	M48	18	40	75	64	33	42	39	25	28	3
83 400	16,0	M48	18	40	75	64	33	42	39	25	28	3
130 000	20,0	M48	18	40	75	64	33	42	39	25	28	3

Таблица 21.5.2. Параметры и размеры муфт со штифтом и с V-образной канавкой

<i>Т</i> , Н · м	Е Ц	d	d _{шт}	d ₂	D	R	L	1
7, H · M	F _{cp} , H				ММ			
30	690	25	1,5	45	100	35,0	70	25
30	690	28	1,5	45	100	35,0	70	25
50	1275	28	2,0	45	100	35,0	70	25
50	1275	30	2,0	45	100	35,0	70	25
155	2850	35	3,0	60	125	45,0	100	30
155	2850	40	3,0	60	125	45,0	100	30
270	5200	40	4,0	60	125	45,0	100	30
270	5200	45	4,0	60	125	45,0	100	30
430	8100	45	5,0	60	125	45,0	100	30
825	11 770	50	6,0	75	160	57,5	140	35
825	11 770	55	6,0	75	160	57,5	140	35
1300	20 600	55	8,0	75	160	57,5	140	35
1300	20 600	60	8,0	75	160	57,5	140	35
2050	3236	60	10,0	75	160	57,5	140	35
		L	1	i	i			i

Таблица 21.5.3. Значения коэффициента пропорциональности $k_0 = \tau_{\rm B}/\sigma_{\rm BP}$

4		<i>k</i> ₀ при удл	инении, %	
<i>d</i> _{шт} , мм	15–20	22–30	24–25	29,9–31,4
	для гладк	их штифтов	для штифтов с V-о	бразной канавкой
2-3	0,78-0,80	0,80-0,81	_	_
4-5	0,68-0,72	0,75-0,76	0,86-0,95	0,92-1,06
6–8	0,68-0,72	0,75-0,78	0,86-0,95	0,92-1,10

21.5. Муфты предохранительные (продолжение)

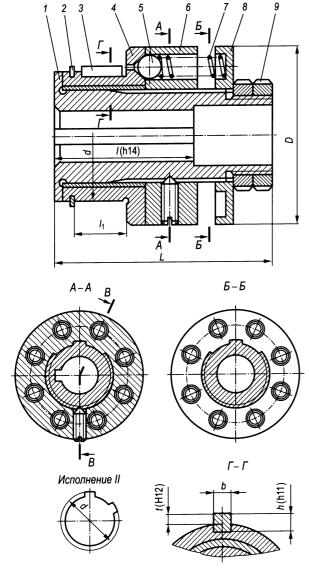


Рис. 21.5.2. Муфта предохранительная шариковая:

1 – втулка; 2 – пружинное кольцо; 3 – шпонка; 4, 6 – полумуфты;

5 – шарик; 7 – пружина; 8 – нажимная шайба; 9 – гайка

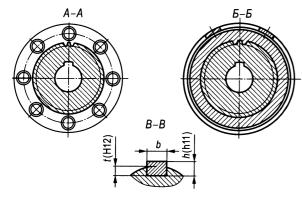
Таблица 21.5.4. Параметры и размеры предохранительных шариковых муфт (ГОСТ 15621–77*)

	<i>d</i> , мм,	для исполн	ения		D	L	<i>I</i> ₁		мм, ля	b*	h	t		Mac-
<i>Т</i> , Н∙м				d ₁ , мм				испол	нения		L		<i>n</i> , мин ⁻¹	ca,
	I	11	III		MN	и, не бол	ee	1	Inill		мм	г		КГ
4,0	8, 9	_	_	36	45	67	12	20	_	3	3	1,8	1620	0,48
4,0	10	_	_	36	45	67	12	23	_	3	3	1,8	1620	0,48
6,3	9	-	_	42	48	75	14	20	_	4	4	2,5	1260	0,60
6,3	10, 11	_	_	42	48	75	14	23	_	4	4	2,5	1260	0,60
10,0	12, 14	14	12, 14	50	36	80	16	30	25	5	5	3	1020	0,91
16,0	16	16	15	50	36	90	18	40	28	5	5	3	1020	1,05
25,0	14	14	14	65	71	100	21	30	25	6	6	3,5	780	1,80
25,0	16,18,(19)	16	15, 17	65	71	100	21	40	28	6	6	3,5	780	1,80
40,0	18, (19)	-	17	65	71	120	24	40	28	6	6	3,5	780	2,00
40,0	20, 22	20, 22	20, 22	65	71	120	24	50	36	6	6	3,5	780	2,00
63,0	20,22,(24)	20, 22	20, 22	70	80	120	28	50	36	8	7	4,0	600	2,50
63,0	25	25	25	70	80	120	28	60	42	8	7	4,0	600	2,50
100,0	(24)	-	-	85	95	150	32	50	36	10	8	5	480	4,80
100,0	25, 28	25, 28	25, 28	85	95	150	32	60	42	10	8	5	480	4,80
100,0	(30)	_	30	85	95	150	32	80	58	10	8	5	480	4,80
160,0	23,(30),32	28, 32	28,30,32	85	100	190	36	60	42	10	8	5	480	6,80
160,0	_	-	_	85	100	190	36	80	58	10	8	5	480	6,80
250,0	32,36,(38)	38	35, 38	100	125	220	42	80	58	12	8	5	420	11,50
250,0	40	-	40	100	125	220	42	110	82	12	8	5	420	11,50
400	(38)	33	33	100	155	260	48	80	58	14	9	5,5	300	19,60
400	40, (42), 45, (48)	42, 48	40,32,45	100	155	260	48	110	82	14	9	5,5	300	19,60

Примечание. Размеры в круглых скобках являются менее предпочтительными для применения.

^{*} Предельное отклонение по ГОСТ 23360-78*.

21.5. Муфты предохранительные (окончание)



Исполнение I



Исполнение II

Исполнение III

Рис. 21.5.3. Муфта предохранительная фрикционная: 1 – пружинное кольцо; 2 – шпонка; 3, 9 – полумуфты; 4,5 – фрикционные диски; 6 – пружина; 7 – нажимная шайба; 8 – гайка

Таблица 21.5.5. Параметры и размеры (мм) фрикционных муфт (ГОСТ 15622-77)

T,	d, Mi	и, для испол	пнения	d ₁ ,	D	L	11	/, для исг	мм, полнения	b	h	t	<i>п</i> , мин ⁻¹	Mac-
Н∙м		11	Ш	ММ	M	ім, не бол	iee	1	II n III		мм		//, мин	са, кг
6,3	9	_	_	32	50	75	14	20	_	4	4	1,5	3000	0,64
6,3	10, 11	_	_	32	50	75	14	23	_	4	4	1,5	3000	0,64
10,0	11	_	_	38	50	80	16	23	-	5	5	2,0	2520	0,68
10,0	12, 14	14	12, 13	38	50	80	16	30	25	5	5	2,0	2520	0,75
16,0	-	_	-	38	50	83	18	30	25	5	5	2,0	2520	0,75
16,0	16	16	15	38	50	83	18	40	28	5	5	2,0	2520	0,75
25,0	14	14	13	45	60	90	21	30	25	6	6	2,5	1520	1,10
25,0	16,18,(19)	16	15, 17	45	60	90	21	40	28	6	6	2,5	1520	1,10
40,0	18, (19)	_	17	45	60	95	24	40	28	6	6	2,5	1520	1,20
40,0	20, 22	20, 22	20, 22	45	60	95	24	50	36	6	6	2,5	1520	1,20
63,0	20,22,(24)	20, 22	20, 22	55	85	120	28	50	36	8	7	4,0	1020	2,00
63,0	25	25	25	55	85	120	28	60	42	8	7	4,0	1020	2,00
100,0	(24)	_	-	655	105	125	32	50	36	10	8	5,0	1020	3,60
100,0	25, 28	25, 28	25, 28	65	105	125	32	60	42	10	8	5,0	1020	3,60
100,0	(30)	_	30	65	105	125	32	80	58	10	8	5,0	1020	3,60
160,0	28	28	28	70	115	150	36	60	42	10	8	5,0	780	3,80
160,0	(30), 32	30	30, 32	70	115	150	36	80	58	10	8	5,0	780	3,80
250,0	32,36,(38)	32, 38	32, 35, 38	70	135	160	42	80	58	12	8	5,0	600	5,00
250,0	40	_	40	70	135	160	42	110	82	12	8	5,0	600	5,00
400,0	(38)	38	38	90	162	180	48	80	58	14	9	5,5	420	5,00
400,0	40, (42), 45, 48	42, 48	40, 42, 45	90	162	180	48	110	82	14	9	5,5	420	5,00

Примечание. Размеры в круглых скобках являются менее предпочтительными для применения.

^{*} Предельное отклонение по ГОСТ 23360–78*.

21.6. Муфты центробежные

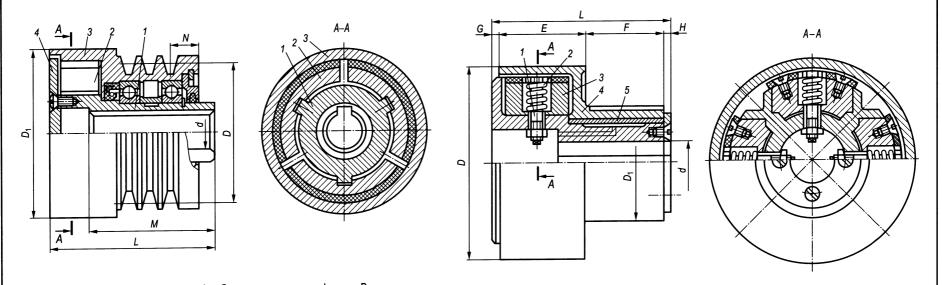


Рис. 21.6.1. Колодочная муфта без отжимных пружин фирмы «Вулкан»: 1 – ведущая полумуфта; 2 – колодка; 3 – ведомая полумуфта; 4 – крышка

Рис. 21.6.2. Колодочная муфта с отжимными пружинами:

1 – регулировочный винт; 2 – пружина; 3 – колодка;

4 – ведомая полумуфта; 5 – опора скольжения

Таблица 21.6.1. Размеры колодочных муфт без отжимных пружин фирмы «Вулкан», мм

D ₁	D	d	L	М	N	D ₁	D	d	L	М	N
96	89	20	78	68	19,0	125	106	30	94	80	24,5
96	89	20	78	68	19,0	125	106	30	99	80	24,5
96	89	20	78	68	19,0	125	106	30	104	80	24,5
96	89	20	86	75	19,0	125	106	30	115	80	24,5
96	89	20	93	75	19,0	125	106	30	126	80	24,5
116	109	27	94	82	19,0	170	150	50	111	98	32,5
116	109	27	97	87	19,0	170	150	50	111	104	32,5
116	109	27	102	90	19,0	170	150	50	123	110	32,5
116	109	27	107	90	19,0	170	150	50	123	110	32,5
125	106	30	88	78	24,5	170	150	50	123	110	32,5
125	106	30	88	78	24,5	170	150	50	130	110	32,5
125	106	30	88	78	24,5	170	150	50	138	110	32,5

Таблица 21.6.2. Размеры колодочных муфт с отжимными пружинами, мм

D	d	D ₁	L	Ε	F	Н
100	12–22	57–66	117	54	57	3,2
127	19–32	70–82	143	62	63	4,8
152	25–38	76–91	155	70	76	4,8
178	28-44	85–100	181	80	80	4,8
203	28-54	92–117	195	84	100	4,8
254	38–70	100–146	228	92	127	4,8
304	41–80	136–184	268	100	152	6,3
356	48–100	155–210	303	114	178	6,3
406	57–114	171–228	348	127	203	9,5
456	63–133	190–260	384	135	228	9,5
508	70–146	210–286	428	143	254	12,7
610	80–178	254–343	495	165	304	12,7

21.6. Муфты центробежные (окончание)

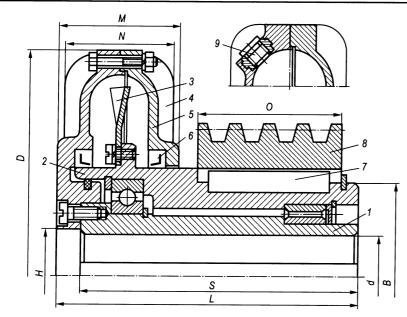


Рис. 21.6.3. Муфта центробежная с дробью и диском фирмы «Штромаг»:

Таблица 21.6.3. Размеры центробежных муфт с дробью и диском фирмы «Штромаг», мм

Обозна- чение		d max	D	М	N	Н	1	F	Ε	L	В	s	0	<i>I</i> ₁	R
12	14	30	158,5	40	40,0	-	60	61	50	110	65	97,0	41	3	5
15	20	38	194,0	59	56,0	35	55	70	55	138	78	90,0	42	5	5
19	25	42	242,0	71	67,0	48	71	90	72	167	100	112,5	54	7	8
23	30	55	292,0	89	85,0	60	78	106	85	181	120	162,0	90	7	10
28	35	70	348,0	95	91,5	75	90	140	100	214	150	195,0	115	7	10
35	45	90	430,0	112	100,0	96	105	180	130	239	155	270,0	180	10	15
45	60	105	560,0	140	120,0	120	121	220	170	280	220	395,0	280	10	15

Таблица 21.6.4. Передаваемый муфтой момент в зависимости от массы наполнителя и частоты вращения

Обозна-				7,	Н∙м				Масса муфты	
чение	600	750	900	1000	1200	1500	1800	3000	без рабочей смеси, кг	наполнителя, кг
12	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07	0,1	0,25	2,5	0,2
12	0,25	0,4	0,5	0,7	1,0	1,5	2,2	6,0	2,5	0,4
12	1,1	1,8	2,6	3,1	4,6	7,1	10,2	28,0	2,5	0,6
12	1,7	2,7	4,0	4,8	7,0	11,0	16,0	43,0	2,5	0,7
15	1,6	2,6	3,7	4,5	6,6	10	15	40	6	0,5
15	3,5	5,5	8,0	9,8	14	22	32	87	6	0,7
15	5,8	9,2	13	16	24	37	53	145	6	1,0
15	1,1	6,8	11	15	19	27	43	170	6	1,1
19	6,1	9,7	14	17	25	39	56	160	12	0,5
19	13	20	29	36	52	81	115	320	12	0,7
19	20	32	47	57	83	130	185	510	12	1,0
19	24	37	53	63	98	150	220	610	12	2,3
23	6,4	10	15	18	26	41	58	-	15	2,0
23	19	30	43	53	77	120	170	-	15	3,0
23	37	58	84	105	150	235	335	-	15	4,0
23	58	90	130	160	230	360	520	-	15	5,0
28	12	19	27	33	48	75	110	-	28	3,0
28	27	42	60	74	110	170	240	-	28	4,0
28	47	74	105	130	190	300	430	-	28	5,0
28	72	115	165	200	290	450	650	-	28	6,0
28	100	160	230	280	410	640	910	-	28	7,0
35	28	45	65	80	115	180	-	-	55	5,0
35	86	140	195	240	350	550	-	-	55	7,5
35	170	270	390	480	700	1090	-	-	55	10,0
35	280	440	630	770	1130	1750	-	-	55	12,5
35	390	620	900	1100	1600	2500	-	-	55	15,0
45	74	120	170	210	300	-	-	-	105	10,0
45	250	390	560	690	1000	-	-	-	105	15,0
45	520	820	1180	1450	2100	-	-	-	105	20,0
45	870	1380	1980	2400	3500	-	-	-	105	15,0
45	1300	2050	2900	3590	5200	-	-	-	105	30,0
45	1700	2700	3900	4800	7000	-	-	-	105	35,0

^{1 –} ступица ведущей полумуфты; 2 – ступица ведомой полумуфты; 3 – диск;

^{4 –} ребро; 5 – корпус; 6 – уплотнение; 7 – шпонка; 8 – шкив; 9 – пробка

21.7. Муфты обгонные

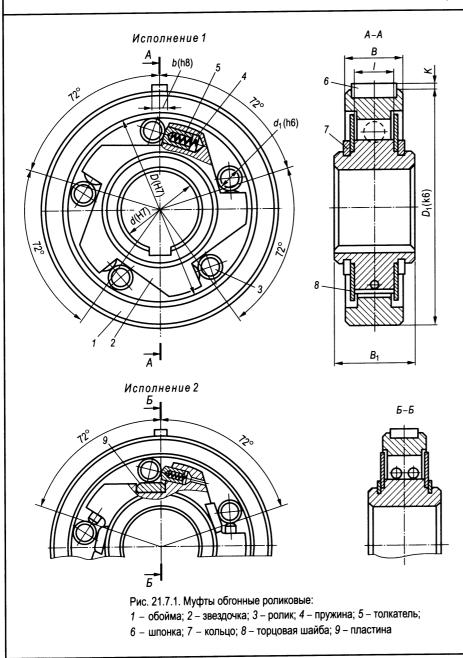


Таблица 21.7.1. Параметры и размеры муфт обгонных роликовых (ОСТ 27-60-721-84)

	D	d	D ₁	d ₁	В	B ₁	b	e	К	Масса, кг
<i>Т</i> , Н⋅м				Α	Widcod , Ki					
56,0	80	25	105	10	25	35	6	18	2,6	1,55
56,0	80	30	105	10	25	35	6	18	2,6	1,62
56,0	80	35	105	10	25	35	6	18	2,6	1,62
125,0	100	30	130	13	30	45	8	24	3,2	2,70
125,0	100	35	130	13	30	45	8	24	3,2	2,80
125,0	100	40	130	13	30	45	8	24	3,2	2,80
224,0	125	35	160	16	35	55	8	28	3,2	5,60
224,0	125	40	160	16	35	55	8	28	3,2	5,60
224,0	125	45	160	16	35	55	8	28	3,2	5,70
224,0	125	50	160	16	35	55	8	28	3,2	5,70
				Ис	полнени	e 2				
400,0	160	70	200	20	40	60	12	32	3,8	9,10
800,0	200	90	250	25	50	70	12	40	3,8	16,00

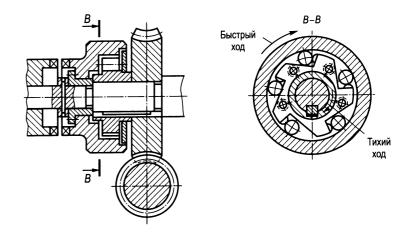


Рис. 21.7.2. Пример встройки роликовой обгонной муфты

21.7. Муфты обгонные (окончание)

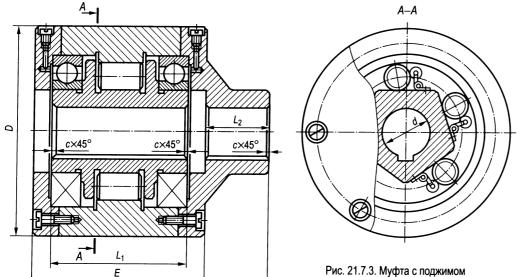


Таблица 21.7.2. Параметры и размеры муфт с поджимом роликов фирмы «Мальмеди»

<i>T</i> ,	<i>n</i> , мин ⁻¹	d	$egin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$							
60 90 120 160 250 340 480 680 1000 1450 2100 2900 4000 5700	3080 2560 2390 2120 1740 1660 1470 1190 960 910 800 735 620	20 25 30 35 40 45 55 65 70 80 90 110 120	90 105 110 125 145 155 170 195 220 255 270 305 330 380	48 56 50 58 62 70 72 76 96 102 116 122 145	35 42 42 48 52 60 70 75 100 116 122 145 157	93 108 103 117 125 142 156 164 205 216 246 258 306 330	64 72 66 73 77 85 91 94 114 120 134 138 165 176	1,5 1,5 1,5 1,5 2 2,5 2,5 3 3,5 3,5 3,5	3,0 4,4 4,9 6,7 9,5 12,5 15,8 22,0 33,5 48,0 56,0 84,0 119,0 160,0	

Рис. 21.7.3. Муфта с поджимом роликов фирмы «Мальмеди»

Таблица 21.7.3. Праметры и размеры муфты с эксцентриками, мм

<i>Т</i> , Н·м	d	В	D	L	Ε	F	D ₀	Н
130	20	68	88	70	1,0	30	73	13
490	32	85	130	88	1,5	45	92	16
1000	45	92	146	95	1,5	64	120	16
2600	60	120	180	126	3,0	80	160	20

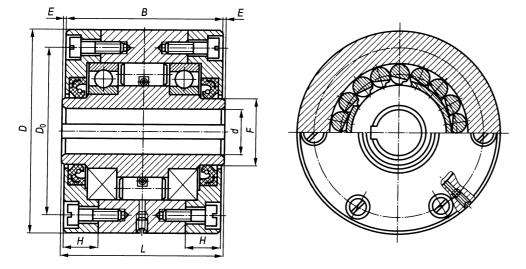
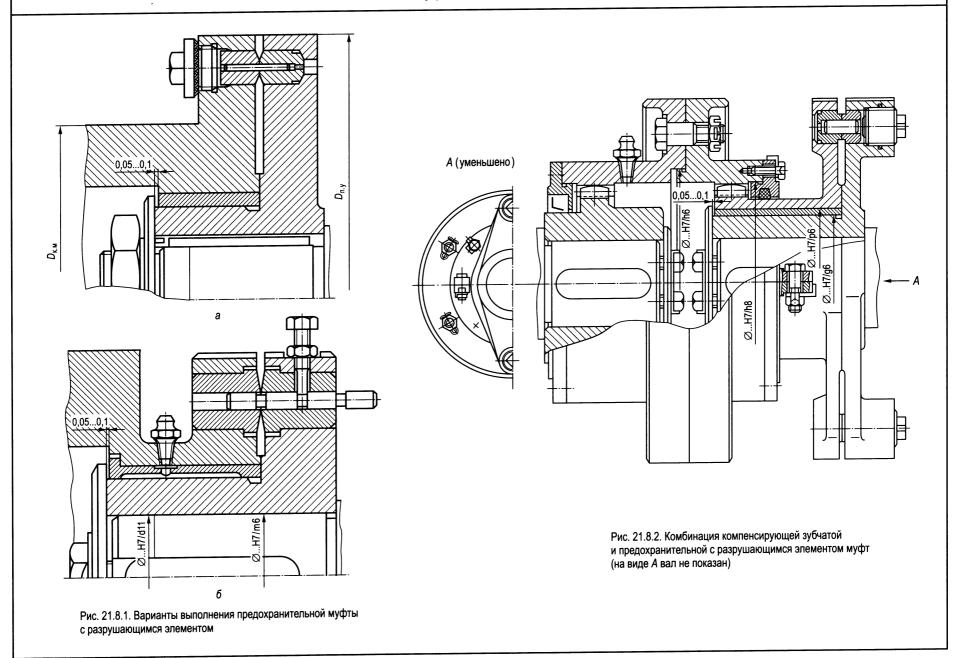
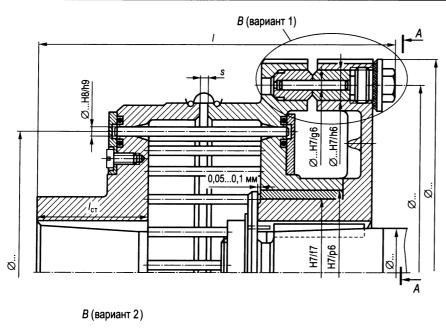


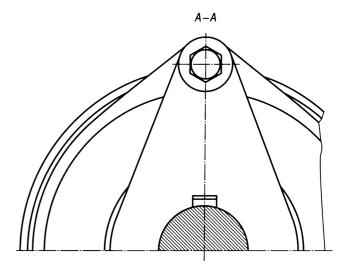
Рис. 21.7.4. Муфта с эксцентриками

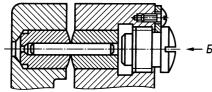
Рис. 21.7.5. Бесконтактная муфта

21.8. Муфты комбинированные









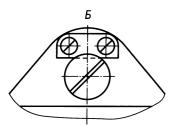


Рис. 21.8.3. Комбинация упругой со стальными стержнями и предохранительной с разрушающимися элементами муфт

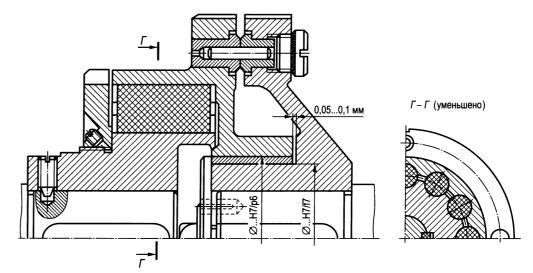


Рис. 21.8.4. Комбинация упругой с вкладышами и предохранительной с разрушающимися элементами муфт

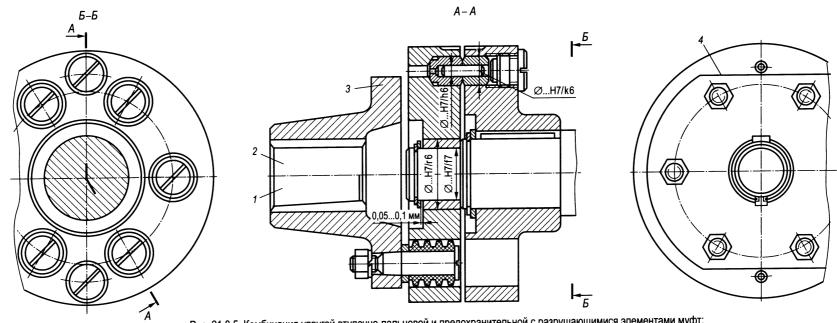
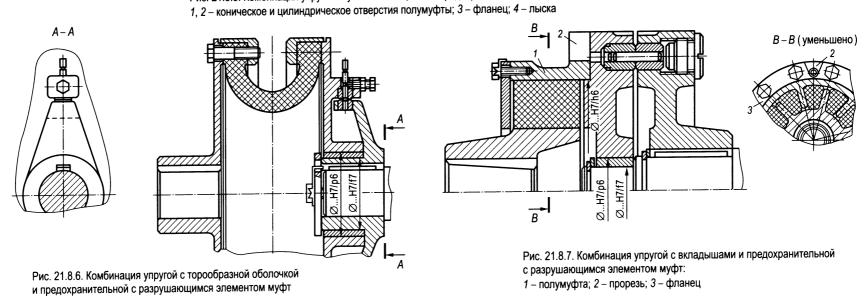
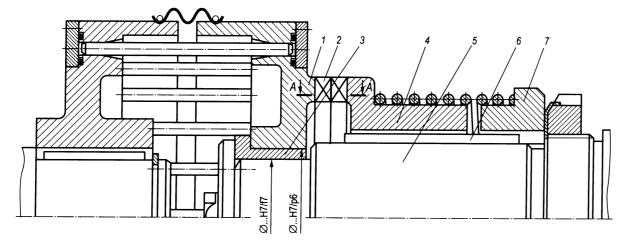


Рис. 21.8.5. Комбинация упругой втулочно-пальцевой и предохранительной с разрушающимися элементами муфт:





А-А (увеличено) **⁺**О

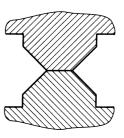
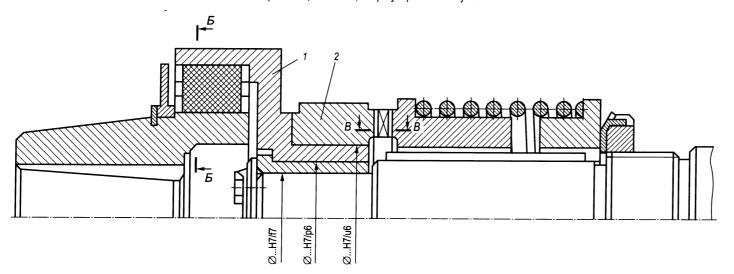


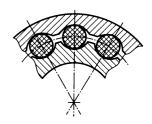
Рис. 21.8.8. Комбинация упругой со стальными стержнями и предохранительной кулачковой муфт:

1 – полумуфта; 2 – кулачок; 3 – подшипник скольжения; 4 – подвижная полумуфта; 5 – вал;

6 – направляющая шпонка; 7 – регулировочная втулка



Б-Б (уменьшено)



В−В (уменьшено) €

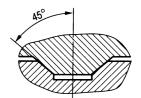
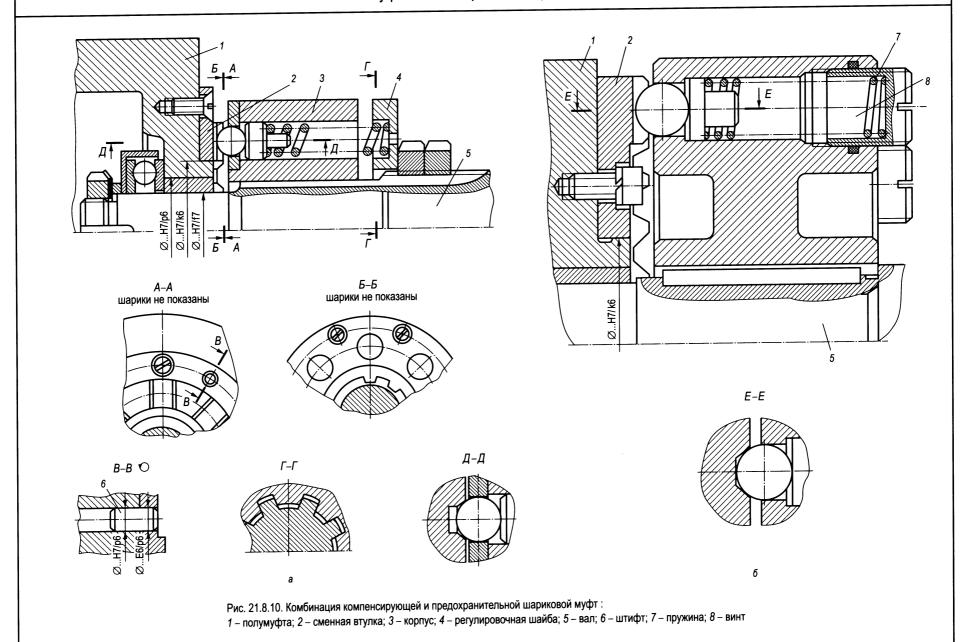
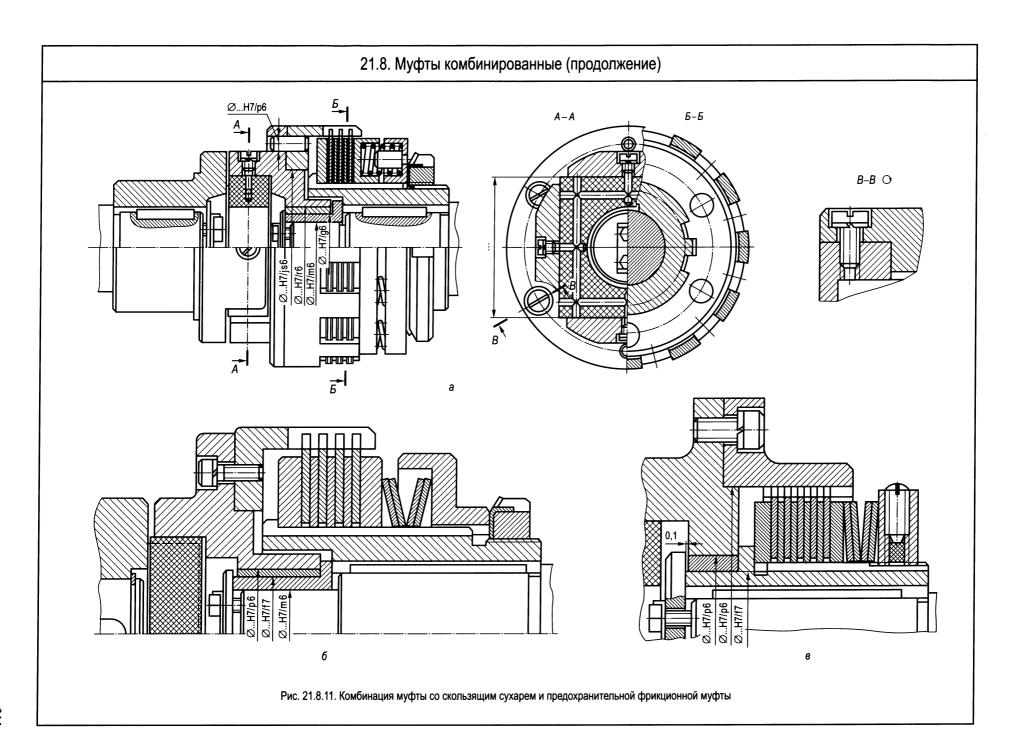
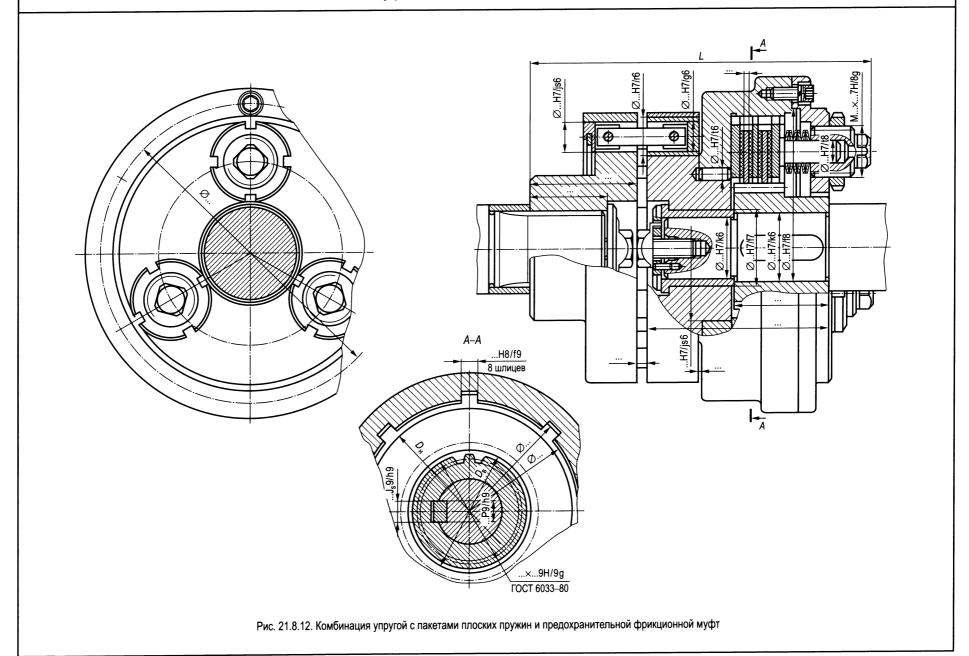


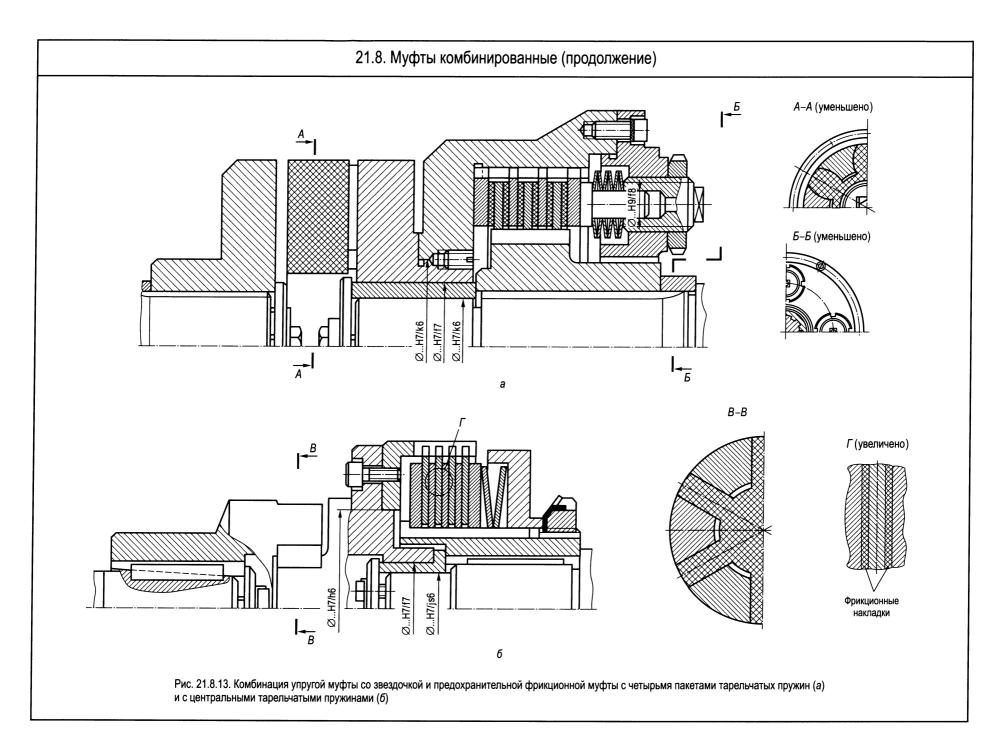
Рис. 21.8.9. Комбинация упругой с вкладышами и предохранительной кулачковой муфт:

1 – полумуфта; 2 – сменная втулка









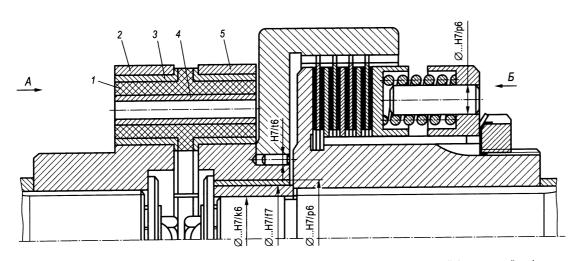
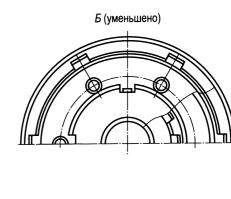


Рис. 21.8.14. Комбинация упругой с резинометаллическим элементом и предохранительной фрикционной муфт: 1 – резина; 2, 5 – фланцы полумуфт; 3, 4 – наружная и внутренняя втулки соответственно



А (уменьшено)

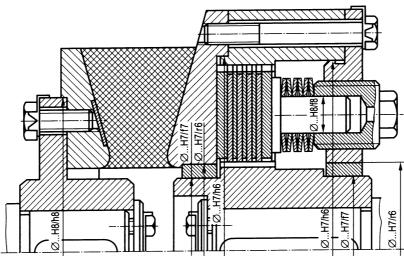
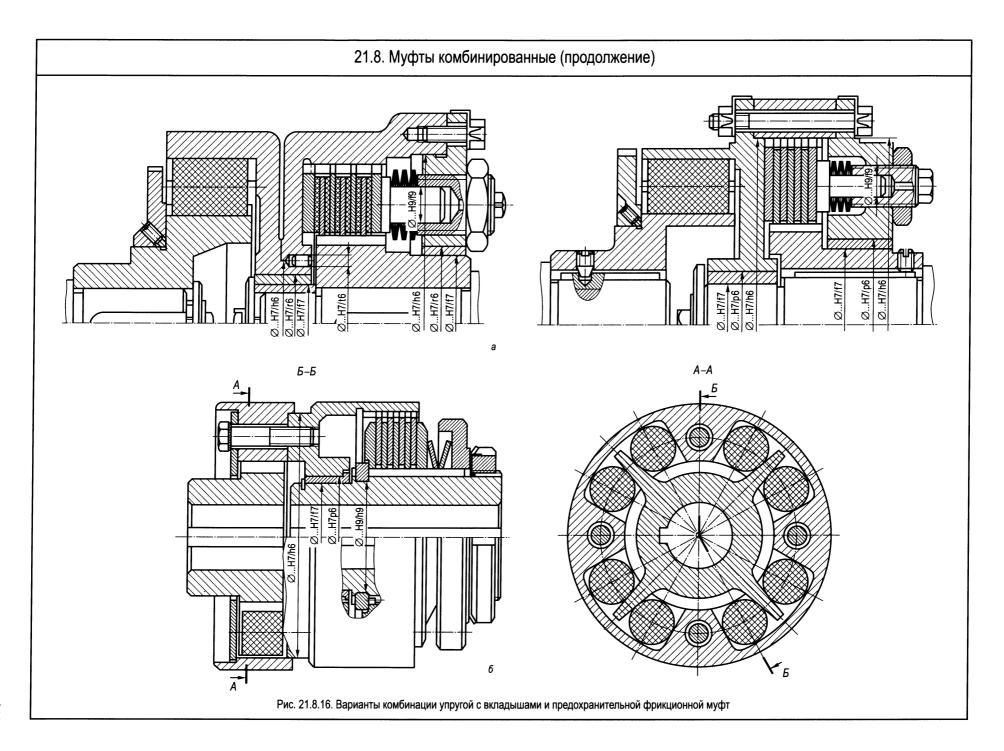
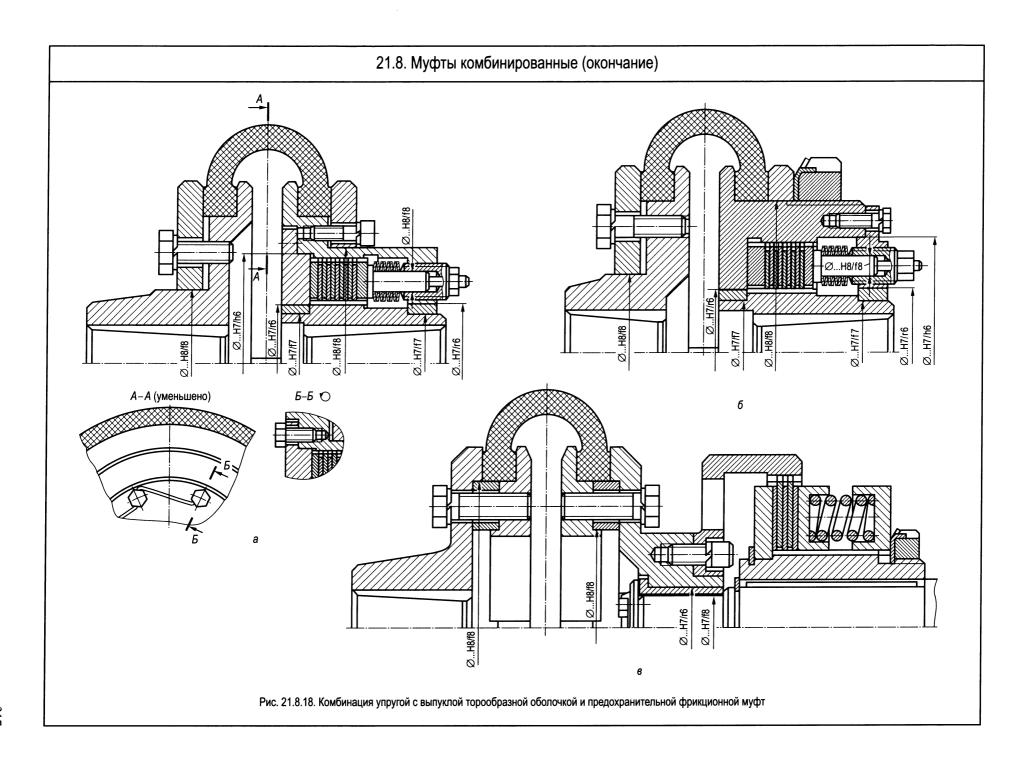


Рис. 21.8.15. Комбинация упругой с резинометаллической шайбой и предохранительной фрикционной муфт



21.8. Муфты комбинированные (продолжение) а Ø...H8/js7 Ø...H7/f8 б Рис. 21.8.17. Комбинация упругой с вогнутой торообразной оболочкой и предохранительной фрикционной муфт



22. ТРИБОТЕХНИКА

Триботехника рассматривает практические задачи трения, изнашивания и смазки, успешное решение которых повышает надежность и долговечность машин. Для смазывания подвижных соединений (узлов трения) обычно применяют жидкие смазочные масла (масла) и пластичные смазочные материалы (ПСМ) нефтяного происхождения. Введение в зону трения масел, обладающих хорошей проникающей способностью, уменьшает энергетические потери, снижает изнашивание, защищает от коррозии, увеличивает теплоотвод, удаляет продукты изнашивания [5, 7].

22.1. Индустриальные масла. Индустриальные масла преимущественно используют для смазывания технологического и другого промышленного оборудования. включая передачи зацеплением. Обозначение масла состоит из четырех групп знаков, разделенных дефисом. Первая буква обозначает тип масла: И – индустриальное; вторая буква (группа букв) – область назначения: Л – легко нагруженные узлы, Г – гидравлические системы, Н – направляющие скольжения, Т - тяжело нагруженные узлы; третья буква (группа букв) – принадлежность масла по эксплуатационным свойствам: А – без присадок, В – с антиокислительными и антикоррозийными присадками, С – масло типа В с противоизносными присадками, Д – масло типа С с противозадирными присадками, Е - масло типа В с противоскачковыми присадками; четвертая группа – средняя вязкость масла (см. табл. 22.1.1).

22.2. Трансмиссионные масла. Трансмиссионные масла предназначены для применения в узлах трения трансмиссии мобильной техники, а также для смазывания зубчатых редукторов и червячных передач общего назначения. Эксплуатация этих масел может проходить в диапазоне температур от -50 до 150°C. При холодном пуске в северных климатических условиях применяют маловязкие масла ($v_{100} \le 9 \text{ мм}^2/\text{c}$), при этом смазывающую способность обеспечивают противоизносные и противозадирные присадки. Обозначение масла состоит из букв ТМ – трансмиссионное масло; цифры, характеризующей эксплуатационную группу: 1 – без присадок, 2 – с противоизносными присадками, 3 - с противозадирными присадками умеренной эффективности, 4 - с противозадирными высокоэффективными присадками, 5 – с противоизносными и противозадирными высокоэффективными присадками, а также с многофункциональной композицией присадок; цифры, обозначающей класс вязкости: 9, 12, 18, 34 и строчной буквы (группы букв), например "3" – загущенное масло (см. табл. 22.2.1).

22.3. Полужидкие смазочные материалы. Полужидкие смазочные материалы применяют для смазывания при погружении зацепления в масляную ванну, уровень которой выше расположения уплотнений вращающихся деталей; в случае открытых зубчатых передач и для редукторов, работающих в запыленных условиях (горные, сельскохозяйственные машины и т. п.). Достоинства полужидких смазочных материалов: хорошая адгезионная и смазывающая способность; способность удержи-

ваться в негерметичных узлах трения и работать в широком диапазоне температур, давлений и скоростей; повышенная водостойкость и защита от коррозии; небольшой расход при значительном ресурсе. Однако для них характерна невысокая охлаждающая способность, затрудненное удаление продуктов изнашивания из зоны трения и пониженная проникающая способность в зону контакта.

22.4. Антифрикционные пластичные смазочные материалы. ПСМ состоят из жидкой основы (смазочное масло) и загустителя (обычно мыла жирных кислот). Загуститель образует жесткий каркас, в ячейках которого удерживается жидкое масло. Специфические свойства ПСМ определяют их преимущественное применение: в открытых и трудно герметизируемых узлах трения; в узлах с малым тепловым выделением, работающих в широком диапазоне температур, нагрузок и скоростей; при ресурсном смазывании; для длительной консервации. По назначению их делят на антифрикционные, консервационные и уплотнительные. Для узлов трения общего назначения используют в основном антифрикционные ПСМ, наиболее распространенные марки которых и основные их показатели приведены в табл. 22.4.1.

22.5. Выбор масла для смазывания зубчатых передач. Приведены приближенные рекомендации по выбору смазочных масел для закрытых зубчатых передач общего назначения в зависимости от скорости, нагрузки и ожидаемой температуры. Определяющим показателем режима смазки является относительная толщина масляного слоя $k = h(Ra_1 + Ra_2)$, где h – толщина смазочного слоя; Ra_1, Ra_2 — среднеарифметические отклонения профиля контактирующих поверхностей.

В тяжело нагруженных тихоходных (v < 2 м/с) зубчатых передачах имеет место граничная смазка ($k \le 1$), и вероятнее всего, может произойти заедание вследствие локального разрушения масляной пленки. Если масляная пленка не нарушена, наблюдается механическое изнашивание (истирание) как результат микрорезания вершинами микронеровностей. Решающее значение в этих условиях играет способность масла образовывать прочные граничные пленки, поэтому применяют вязкие масла с противозадирной и противоизносной присадками (см. табл. 23.5.1).

В среднескоростных ($\nu = 2...12$ м/с) зубчатых передачах имеет место, как правило, полужидкостная смазка, при которой наблюдаются отдельные касания вершин микронеровностей контактирующих поверхностей. В условиях полужидкостной смазки основным видом отказа является усталостное выкрашивание при некотором истирании, которое усиливается воздействием пусков и остановок под нагрузкой. В этом случае масло выбирают в зависимости от контактного напряжения и объемной температуры масла (см. табл. 22.5.1). Применяемые при этом противоиз-

носные присадки усиливают выкрашивание, а повышение вязкости масла увеличивает сопротивление контактной усталости.

Для высокоскоростных (v > 12 м/с) зубчатых передач характерна жидкостная смазка, а основной причиной выхода из строя является усталостное выкрашивание. Применяемое при этом циркуляционное смазывание обуславливает использование маловязких масел (см. табл. 22.5.1).

Во избежание больших энергетических потерь при смазывании погружением вязкость масла ограничивают в зависимости от параметра $5\cdot 10^{-6}~\sigma_H^3/v$ (см. рис. 22.5.1).

22.6. Выбор смазывающего материала для различных узлов трения. Закрытые среднескоростные ($v \le 6$ м/с) червячные передачи общего назначения смазывают вязкими индустриальными маслами с присадками в зависимости от скорости скольжения $v_{\rm ck}$ (см. табл. 22.6.1). Эти масла допускают объемную температуру до 110° С. Тяжело нагруженные червячные передачи, работающие в среде пыльного окружающего воздуха, можно смазывать полужидкими смазывающими материалами (см. табл. 22.6.3). Маломощные червячные передачи, в том числе приборные, смазывают ПСМ (см. табл. 22.6.4).

Наибольшее распространение получили приводные роликовые цепи. При их эксплуатации в шарнирах цепи наблюдается граничный режим трения, приводящий к механическому изнашиванию. Марку масла выбирают в зависимости от вида смазывания, скорости движения цепи, давления в шарнирах (см. табл. 22.6.2). В открытых передачах ($v \le 4$ м/с) применяют внутришарнирное смазывание с полужидкими смазочными материалами (например, "Торсиол-100") или ПСМ (например, "Литол-24", "Фиол-1"). При периодической работе в стационарных условиях или при скоростях движения v < 1 м/с цепи обычно смазывают индустриальными смазками с противоизносной присадкой при помощи ручной масленки, а при v = 1...5 м/с применяют капельное смазывание с помощью наливных масленок. В условиях непрерывной работы цепные передачи помещают в герметичный картер (см. табл. 22.6.2), причем при $v \le 10$ м/с смазывание проводят погружением цепи в масляную ванну, а при v > 10 м/с применяют циркуляционное струйное смазывание от насоса.

Для механизмов винт—гайка скольжения с механическим приводом применяют индустриальные масла в зависимости от скорости скольжения *v* и давлении на рабочей поверхности (см. табл. 22.6.3); для открытых передач или с ручным приводом используют ПСМ "Литол-24", ЦИАТИМ-201, "Униол-1"; для смазывания шариковых-винтовых механизмов — ПСМ "Фиол-1", ВНИИНП-231, ЦИАТИМ-203, ЛДС-3; для планетарных роликовых-винтовых механизмов — ПСМ "Роботемп" (ТУ 38.5901230—90) или ЛКС-2 (ТУ 38.5901230—90).

Постоянно работающие направляющие смазывают жидкими маслами с присадками, в том числе с противоскачковой, устраняющими истирание и скачкообразное движение. Марки масел указаны в табл. 22.6.4 в зависимости от их расположения в пространстве и нагрузки для скорости скольжения менее 0,8 м/с. Периодически эксплуатируемые направляющие обычно смазывают с помощью мембранной масленки (см. рис. 23.18.4) через каждые 8 ч. Марки масел указаны в табл. 22.6.4.

В связи с повышенным тепловыделением волновые зубчатые передачи принято смазывать жидкими маслами в зависимости от нагрузки и диаметра гибкого колеса (см. табл. 22.6.5). В передачах, имеющих горизонтальную ось, зубчатое зацепление обычно погружают в масляную ванну с уровнем масла по центру нижнего шарика гибкого подшипника. Для передач с вертикальной осью или работающих в повторно-кратковременном режиме конструктивно проще применять ПСМ типа "Литол-24", "Фиол-1", ЦИАТИМ-202, используя ресурсное смазывание.

22.7. Уплотнения. Уплотнение — это устройства для разделения внешней и внутренней сред, предотвращающее (или уменьшающее) утечку через подвижные или разъемные неподвижные соединения. Внешней средой, как правило, является запыленный воздух при атмосферном давлении, внутренней — смазочные материалы или масляный туман при избыточном давлении ≤ 0,1 МПа.

22.8. Плоские прокладки для герметизации неподвижных соединений. В результате механической обработки на контактирующих поверхностях неподвижных соединений образуются микронеровности, волнистость, отклонения от правильной геометрической формы. При контактировании таких поверхностей плоскость стыка покрывается сетью сквозных каналов, создающих негерметичность соединения. При затяжке стыка плоская прокладка деформируется, частично или полностью перекрывая сквозные каналы. Неметаллические прокладки требуют пониженных сил затяжки, однако они могут выдавливаться из открытых стыков, а при демонтаже соединения повреждаться. Деформация прокладки приводит к сближению поверхностей стыка, что в некоторых случаях недопустимо (например, в плоскости разъема корпуса и крышки редуктора). Металлические прокладки прочнее, температурный диапазон их шире, но стоимость выше, чем неметаллических (см. табл. 22.8.1). На рис. 22.8.2 и рис. 22.8.3 приведены характерные примеры плоских прокладок.

22.9. Резиновые армированные манжеты для валов. Эти манжеты являются контактными уплотнениями и обеспечивают достаточно высокую герметичность соединения (класс негерметичности в среднем 1-2, см. рис. 22.7.3). Они имеют низкую стоимость (выпуск массовый) и выдерживают высокие скорости скольжения (до 37 м/с). Наличие металлического каркаса обеспечивает в эксплуатации надежную осевую фиксацию (см. рис. 22.9.1). Для эксплуатации в загрязненной окружающей среде применяют манжеты с пыльником. Приведены требования к установке манжет и предельные отклонения посадочных мест (см. табл. 22.9.1), условия эксплуатации (см. табл. 22.9.2) и основные размеры манжет (см. табл. 22.9.3) по ГОСТ 8752-79. Прижатие кромки манжеты к валу обеспечивают силы упругости и браслетная пружина.

22.10. Примеры уплотнений подшипников качения. Манжеты по ГОСТ 8752—79 устанавливают браслетной пружиной во внутреннюю полость изделия непосредственно в корпус (см. рис. 22.10.1), крышку (см. рис. 22.10.4, *а*) или регулирующий винт (см. рис. 22.10.2). При высоком уровне масла применяют

сдвоенные манжеты с заполнением пространства между ними ПСМ 1–13 (см. рис. 22.10.3). При значительном загрязнении окружающей среды применяют манжеты с пыльником (см. рис. 22.10.4, a) или комбинированные (см. рис. 22.10.4, δ). Изображенный на рис. 22.10.4, δ маслоотражатель защищает подшипник от струй масла, выбрасываемых зубчатым зацеплени- ем. При повышенном давлении (до 0,3 МПа) внутренней полости используют манжеты с опорным конусом, препятствующим выворачиванию наружу кромки манжеты.

22.11. Контактные уплотнительные шайбы. Контактные уплотнительные шайбы изготавливают из стальной ленты так, чтобы рабочая торцовая кромка выступала за прижимную часть на 0,6 мм (см. рис. 22.11.1). При установке торцовая кромка прижимается к кольцу подшипника (см. рис. 22.11.2), препятствуя утечке из него ПСМ и защищая от загрязнений. Основные достоинства этих шайб – простота конструкции и компактность.

22.12. Уплотнения торцовые. В торцовых уплотнениях происходит трение скольжения по торцовым поверхностям деталей вала и корпуса. Такие уплотнения весьма эффективны: имеют низкий момент трения; могут работать в широком диапазоне перепада давлений уплотняемых сред, скоростей скольжения, температур; способны уплотнять различные среды, в том числе агрессивные. Однако конструктивно они сложны, имеют большие размеры и стоимость. Торцовые уплотнения отличаются большим разнообразием конструкций, приведены на табл. 22.12.1. В качестве примера на рис. 22.12.1 рассмотрено торцовое уплотнение для редуктора, работающего в среде загрязненного воздуха, а на рис. 22.12.2 – для насоса.

22.13. Лабиринтные уплотнения. Бесконтактные уплотнения соединений вал-корпус имеют небольшие зазоры в виде радиальных или осевых каналов цилиндрической формы. При скорости вала до 25 м/с каналы заполняют ПСМ 1-13. Это определяет минимальные энергетические потери, практически неограниченную долговечность узла, но низкий класс негерметичности (5-6). На рис. 22.13.1 изображено лабиринтное радиальное уплотнение подшипника, работающего на ПСМ. Кольцевые канавки (см. рис. 22.13.5) повышают герметичность узла. Лабиринтное осевое уплотнение (см. рис. 22.13.3) имеет составную втулку из внутренних гребней (дисков); внешние гребни установлены в сплошном корпусе; число ступеней (пар гребней) для узлов трения общего назначения составляет не более 3. Если позволяет масштаб производства, применяют штампованные диски (см. рис. 22.13.4). В лабиринтном комбинированном уплотнении (см. рис. 22.13.2) чередуются радиальные и осевые каналы, заполненные ПСМ. Острая кромка на периферии втулки служит пылеотбойником.

22.14. Крышки смотровых (заливных) лючков. Смотровые лючки позволяют наблюдать пятно контакта в процессе регулирования зацепления червячных или конических редукторов. Крышку заливных лючков можно дополнительно оборудовать отдушиной (см. рис. 22.14.1, а) для выравнивания давления внутри и снаружи редуктора. После окончания работы редуктор остывает, засасывая из окружающей среды загрязненный воздух, вызывающий абразивное изнашивание деталей передачи. Наличие в отдушине воздушного фильтра (см. рис. 22.14.1, б) позволяет очистить заса-

сываемый воздух. Входной канал отдушины располагают горизонтально, что снижает вероятность попадания в корпус влаги.

22.15. Герметики. Герметики представляют собой маловязкие пасты, обладающие хорошей проникающей способностью и адгезией. В процессе сборки они заполняют впадины микронеровностей, включая небольшие отклонения формы (до 0,5 мм). Герметики применяют для уплотнения неподвижных стыков, работающих без существенного избыточного давления (до 0,15 МПа) рабочей среды.

По составу герметики отличаются большим разнообразием. На рис. 22.15.1 приведен пример применения герметиков в коническо-цилиндрическом редукторе для герметизации плоских (разрезы E—E и E—E) и цилиндрических (разрез E—E) стыков, а также стопорения резьбовых соединений (разрез E—E, фрагмент E) при возможности их демонтажа с помощью обычных гаечных ключей. Повторный монтаж изделий, собранных на герметике, требует удаления его остатков, что составляет определенные неудобства.

22.16. Маслоуказатели. При смазывании закрытых передач погружением в масляную ванну необходимо контролировать уровень масла. Жезловые маслоуказатели (щупы) применяют в условиях стесненного обзора корпуса. По технологическим соображениям предпочтителен вертикально расположенный щуп (см. рис. 22.16.1, a), тогда как при большой высоте корпуса более выгоден наклонный щуп (см. рис. $22.16.1, \delta$).

Широкое распространение получили маслоуказатели с одной контрольной пробкой (рис. 22.16.2, a), маслоуказатели с двумя контрольными пробками используют реже (см. рис. 22.16.2, δ). Если при открытом отверстии уровень масла не обнаружен, то обычно используют в виде щупа Т-образную проволочку. Для снижения номенклатуры инструмента целесообразно нарезать одинаковую коническую резьбу во всех пробочных отверстиях. Маслоуказатели фонарного типа (см. рис. 22.16.3, a, δ) весьма удобны в обслуживании, если они расположены на достаточной для обзора высоте.

22.17. Масляные пробки. Отработанное масло сливают из картера через отверстие, расположенное в нижней части корпуса. Во избежание повреждения режущего инструмента на дне корпуса перед сливным отверстием делают небольшое углубление - приямок. Сливное отверстие закрывают магнитной пробкой с конической (см. рис. 22.17.1), реже с цилиндрической резьбой (см. рис. 22.17.2). Под пробку с цилиндрической резьбой ставят плоскую прокладку (см. 22.8); неметаллическую прокладку устанавливают в углубление (см. рис. 22.17.2, δ), чтобы она не выдавливалась при завинчивании. Для удаления из масла ферромагнитных частиц, образовавшихся в результате изнашивания трущихся поверхностей, сливную пробку оснащают магнитом. Заливные пробки целесообразно размещать с отдушиной и воздушным фильтром, очищающим от абразивных частиц засасываемый остывающим редуктором воздух. Заливные пробки могут иметь коническую (см. рис. 22.17.4), реже цилиндрическую резьбу (см. рис. 22.17.3).

22.18. Масленки. Капельная масленка служит для непрерывной дозированной подачи маловязкого масла. Во время пауз в работе подача масла масленкой с запорной иглой (см. рис. 22.18.1) может быть прекращена поворотом верхнего рычага в горизонтальное положение. Фитильная масленка (см. рис. 22.18.2) подает масло непрерывно. По мере расхода масла, контролируемого визуально благодаря прозрачному корпусу, масленки пополняют вручную. Периодическую подачу масла к редко работающим узлам трения (цепные передачи, направляющие) выполняют вручную с помощью мембранной масленки (см. рис. 22.18.4). Для удобства обслуживания труднодоступных узлов мембранные масленки оснащают гибким носиком.

Для периодической подачи ПСМ служат колпачковые масленки (см. рис. 22.18.5). При подвинчивании колпачка в масляный канал выдавливается определенная порция ПСМ. Периодическую подачу ПСМ под давлением до 3 МПа выполняет штуцер пресс-масленки (см. рис. 22.18.6, a и δ) — давлением ПСМ открывается обратный клапан пресс-масленки и ПСМ нагнетается в масляный канал. Пресс-масленки типа 3 (см. рис. 23.18.6, a) применяют для предотвращения самопроизвольного вытекания масла из смазочных каналов.

22.19. Смазывание цилиндрических редукторов. Для среднескоростных (v < 15 м/с) закрытых передач обычно применяют простую смазочную систему – погружением вращающихся деталей в жидкое масло, т. е. в масляную ванну (см. рис. 22.19.1). Во избежание больших барботажных потерь глубину погружения быстроходного колеса ограничивают ($h \approx 5 \, m$, где m – модуль зацепления); при этом тихоходное колесо может быть погружено на глубину до 1/3 своего диаметра. При скоростях колес v = 1...4 м/с (большее значение для масел повышенной вязкости) образуется струя брызг, смазывающая остальные детали, включая подшипники. При v > 15 м/с масло под действием центробежных сил сбрасывается с деталей и не поступает в зацепление в необходимом количестве; кроме того, резко возрастают барботажные потери. В этом случае переходят на циркуляционное смазывание. Заливную пробку-фильтр располагают в верхней точке корпуса, сливную - в нижней, контрольную - по уровню масла. Проходное сечение, отверстия под пробкой должно быть не менее 20 мм. Уклон дна, равный 2...3°, позволяет сливать отработанное масло практически без остатка. Покрытие герметиком неподвижных стыков разъемных соединений повышает их герметичность.

22.20. Смазывание соосных мотор-редукторов. На рис. 22.20.1 представлена простая система смазывания погружением в масляную ванну колеса быстроходной ступени на глубину h = (2...5)m. Скорость быстроходного колеса должна составлять 1...4 м/с, чтобы создать масляную струю брызг для смазывания тихоходной ступени и подшипников. Расстояние между дном корпуса и быстроходным колесом должно быть $b \ge 2h$.

На рис. 22.20.3 использована простая система смазывания погружением в масляную ванну колеса быстроходной ступени на глубину h = (2...5)m. Для примененного здесь масла повышенной вязкости скорость оказалась недостаточной, чтобы создать струю брызг для смазывания тихоходной ступени. В связи с этим консольно установлена вспомогательная шестерня, погружающаяся в масля-

ную ванну и смазывающая тихоходную ступень. Радиальное отверстие диаметром d=1,6 мм служит для подачи масла к оси вращающейся шестерни. Между дном корпуса и быстроходным колесом расстояние $b \ge 2h$.

22.21. Смазывание конических редукторов. При горизонтальном расположении оси колеса обычно применяют картерное смазывание, при котором коническое колесо погружается в масляную ванну на всю ширину зубчатого венца b (см. рис. 22.21.1). В случае вертикального расположения оси колеса последнее размещают над шестерней, которую погружают в масляную ванну так, чтобы нижний зуб шестерни находился в масле.

22.22. Смазывание планетарных редукторов. При горизонтальном расположении оси редуктора быстроходную ступень погружают в масляную ванну так, чтобы нижний зуб центрального колеса с внутренними зубьями находился в масле. При этом последующие ступени могут погружаться глубже, не увеличивая существенно барботажные потери. Если тихоходная ступень имеет меньший радиальный размер, то она будет смазываться брызгами масла. В случае вертикального расположения оси редуктора обычно применяют циркуляционное смазывание.

22.23. Смазывание червячных редукторов. Для работы в условиях повторно-кратковременного режима червячные передачи (см. рис. 22.23.1) смазывают погружением червяка в масляную ванну. В редукторах с нижним расположением червяка уровень масла поднимают до зацепления. Это резко снижает вероятность возникновения заедания, особенно при использовании безоловянистых бронз. Для повышения герметичности редуктора для червяка применяют сдвоенные манжетные уплотнения или используют полужидкие смазочные материалы (см. табл. 22.3.1).

Для повышения герметичности редуктора с верхним расположением червяка (см. рис. 22.23.2) используют полужидкие масла (см. табл. 22.3.1) или устанавливают на валу червячного колеса сдвоенные манжетные уплотнения (см. рис. 22.10.3).

В редукторе с вертикальной осью червячного колеса в условиях повторно-кратковременного режима работы червяк погружают в масляную ванну на глубину h = 3m (см. рис. 22.23.3), что снижает вероятность возникновения заедания при пусках. Для исключения утечек жидкого масла из такого редуктора подшипники червячного колеса отделяют от масляной ванны: нижний — фасонной крышкой с лабиринтным уплотнением, верхний — мазеудерживающим кольцом. В этом случае в полости подшипников червячного колеса при сборке закладывают ПСМ, а на валу червяка устанавливают сдвоенные манжетные уплотнения.

Наименьшие габаритные размеры двухступенчатого червячного редуктора дает такая компоновка, когда быстроходный червяк расположен над колесом, а тихоходный – под колесом (см. рис. 22.24.4). В условиях повторно-кратковременного режима быстроходный червяк целесообразно погрузить в масляную ванну на глубину h = (1...2)m. При продолжительной непрерывной работе в

масляную ванну погружают только тихоходный червяк на глубину h = (1...2) m.

22.24. Смазывание цепных передач. При периодической работе и скоростях движения $v \le 1$ м/с передачи смазывают жидким маслом через каждые 8 ч с помощью мембранной масленки (см. рис. 22.24.4). Для приводных цепей, движущихся со скоростью $v \le 4$ м/с, применяют внутришарнирное пластичное смазывание (см. рис. 22.24.1). Демонтированную цепь погружают в нагретый ПСМ, который проникает в ее шарниры. Эту операцию проделывают в сред-

нем через каждые 150 ч. Цепи $v \le 6$ м/с иногда смазывают с помощью масленок-капельниц. Приводные цепи при скорости движения до 10 м/с смазываются непрерывно путем погружения в масляную ванну герметичного картера (см. рис. 22.24.3). Глубина погружения не превышает ширину звена цепи. Наконец, для быстроходных приводных цепей ($v \ge 10$ м/с) применяют циркуляционное струйное смазывание (рис. 22.24.2). При этом масло поступает от насоса на внутреннюю поверхность цепи, а вся передача заключена в герметичный картер.

22.1. Индустриальные масла

Таблица 22.1.1. Основные показатели индустриальных масел

Обозначение (ГОСТ-17479.4-87)	ρ, кг/м ³	V ₄₀	ν ₅₀	θ ₃ , не более	θ _в , не менее	ИВ	Область применения
И-Л-А-7*	870	7	5	-18	140	_	Смазывание подшипников быстроходных ($n = 15 35 \cdot 10^3$ мин ⁻¹) машин легкой промышленности,
И-Л-A-10*	880	10	8	-15	150	_	контрольно-измерительных приборов
И-ЛГ-A-15*	880	15	12	-30	170	_	
И-Г-А-32*	890	32	20	-15	200	85	Рабочие жидкости гидравлических систем; смазывание легконагруженных механизмов технологических машин
И-Г-А-46*	890	46	30	_15	210	85	1 dec inc no 44 deciri in a contra co
И-Г-А-68*	900	68	40	-15	220	85	
И-Г-А-100*	910	100	51	-20	225	85	
и-л-с-3	835	3	2	-15	90	90	Смазывание подшипников и передач легконагруженных (о _н ≤ 600 МПа) высокоскоростных механизмов (<i>v</i> = 1215 м/с)
и-л-с-5	850	5	4	-15	110	90	Similar in indication in the popular formation in the popular in the interest
и-л-с-10	880	10	7	-15	143	90	
И-Л-С-22	890	22	14	-15	170	90	
И-Г-С-32	880	27	18	-15	176	90	Рабочие жидкости гидравлических систем технологических машин; смазывание легконагруженных
И-Г-С-46	885	45	30	-15	200	90	среднескоростных зубчатых передач и механизмов (v = 212 м/c)
И-Г-С-68	890	80	49	-15	215	90	
И-Г-С-100	900	118	72	-15	220	90	Рабочие жидкости гидравлических систем тяжелых технологических машин; смазывание
И-Г-С-150	900	156	91	-15	225	90	средненагруженных (σ _H ≤ 900 МПа) зубчатых и цепных передач
И-Г-С-220	900	195	114	-15	230	90	
И-Т-С-320	910	320	182	-15	240	90	Смазывание тихоходных средненагруженных зубчатых и червячных передач
и-т-д-68	900	68	36	-10	190	90	Смазывание тяжелонагруженных зубчатых (σ _H ≤ 1600 МПа) и червячных передач,
и-т-д-100	910	100	76	-10	200	90	работающих при θ ≤ 90 °C
и-т-д-220	910	220	130	-10	210	90	
и-т-д-460	935	460	228	-10	200	_	Смазывание тяжелонагруженных зубчатых (σ _н ≤ 2100 МПа) и червячных передач,
и-т-д-680	955	680	330	-5	200	-	работающих при θ ≤ 130 °C

Примечание. Здесь и далее в аналогичных таблицах ρ – плотность; ν_{40} , ν_{50} – средняя кинематическая вязкость при 40 и 50 °C соответственно; θ_3 – температура застывания; θ_8 – температура вспышки; ИВ – индекс вязкости; σ_H – контактное напряжение; ν – скорость движения.

^{*} Базовые для изготовления масел с присадками.

22.2. Трансмиссионные масла

Таблица 22.2.1. Основные показатели трансмиссионных масел

Обозначение	ν ₁₀₀ ,	θ ₃ ,°C,	Индекс	Усло эксплу		Область применения
(FOCT 17479.2–85)	мм ² /с	не более	вязкости	σ _н , МПа	θ _{м.o} , °C	
Нигрол зимний*	20	-20	40	600	90	Слабонагруженные тихоходные зубчатые передачи с прямозубыми колесами и опоры скольжения; открытые зубчатые передачи и механизмы; механизмы с ручным приводом
Нигрол летний*	30	-5	40	600	90	Слабонагруженные тихоходные зубчатые передачи с прямозубыми колесами и опоры скольжения; открытые зубчатые передачи и механизмы; механизмы с ручным приводом
TM-1-18**	14,5	-15	80	900	100	Средненагруженные зубчатые передачи
TM-2-9	10	-40	80	1500	100	Средненагруженные прямозубые зубчатые передачи; червячные передачи; цепные и зубчатые муфты
TM-2-18	15	-18	80	1500	100	Средненагруженные прямозубые зубчатые передачи; червячные передачи; цепные и зубчатые муфты
TM-2-34	26,5	-20	80	2000	120	Тяжелонагруженные зубчатые передачи с цилиндрическими или коническими колесами; коробки передач автомобилей
TM-3-9 ₃	10	-40	90	2000	110	Тяжелонагруженные зубчатые передачи и коробки передач, эксплуатация которых происходит при низких температурах (всесезонно в северных районах и зимой в средней климатической зоне)
TM-3-18	15	-15	90	2000	130	Тяжелонагруженные зубчатые передачи с цилиндрическими или коническими колесами; червячные передачи (всесезонно в средней климатической зоне)
ТСп-15К (ГОСТ 23652 – 79)	16	-25	90	2000	130	Тяжелонагруженные зубчатые передачи с цилиндрическими или коническими колесами; червячные передачи (всесезонно в средней климатической зоне)
TM-4-9 ₃	9	-50	140	2000	130	Быстроходные зубчатые передачи (включая планетарные и гипоидные), эксплуатируемые при низких температурах
TM-4-18	14	-25	85	2000	130	Гипоидные и червячные передачи; тяжелонагруженные зубчатые передачи с косозубыми цилиндрическими или коническими колесами
TM-4-34	26,5	-20	85	2000	130	Гипоидные и червячные передачи; тяжелонагруженные зубчатые передачи с косозубыми цилиндрическими или коническими колесами
ТСзп- 8 (ТУ 38.101238 – 89)	8	-50	140	2000	120	Быстроходные зубчатые передачи (включая планетарные), эксплуатируемые при низких температурах
TM-5-12 ₃	12	-40	120	3000	150	Тяжелонагруженные гипоидные передачи (включая ударное нагружение)
TM-5-18	17,5	-25	100	3000	135	Тяжелонагруженные гипоидные передачи (включая ударное нагружение)

Примечание. Здесь ν₁₀₀ – средняя кинематическая вязкость при 100 °C; θ _{м.о} – объемная температура масла.

^{*} TУ 38.101529-75. ** Базовое для изготовления масел с присадками.

22.3. Полужидкие смазочные материалы

Таблица 22.3.1. Основные показатели полужидких смазочных материалов

Обозначение (ГОСТ; ТУ)	Диапазон применения, °С	η, Па∙с, при 0°С и 10 с ^{−1}	Характеристика	Область применения
ЦИАТИМ-208 (ГОСТ 16422–70)	- 4 0+70	18 000	Высокие адгезионные свойства и водостойкость; хорошая работоспособность	Тяжелонагруженные зубчатые и червячные передачи
Шахтол (ТУ38 УССР 201359–81)	-40+70	-	Высокая водостойкость, хорошие противоизносные и противозадирные свойства, механическая стабильность	Зубчатые редукторы горных машин
СТП-Л СТП-3 (ТУ38 УССР 201232–76)	-5+50 -50+50	-	Универсальный смазочный материал для эксплуатации в летний период То же в зимний период	Зубчатые тяговые редукторы тепловозов
ОЗП-1 (ТУЗ8 УССР 201117–76)	-90+70	-	Высокие адгезионные консервационные свойства и водостойкость	Открытые тяжелонагруженные зубчатые передачи технологических машин
Трансол-100 (ТУ38 УССР 201352–84)	-40+130	1200	Высокие термомеханическая стабильность и водостойкость; хорошие противоизносные и противозадирные свойства; возможность ресурсного смазывания	Червячные редукторы и зубчатые мотор-редукторы при $\sigma_H \le 400 \; \text{МПа}$
Трансол-200 (ТУ38 УССР 201352–84)	−30+130	1400	Высокие противозадирные свойства и химическая стабильность	Тяжелонагруженные зубчатые редукторы, в том числе планетарные; мотор-редукторы при $\sigma_H^{}\!\leq 2000{\rm M}\Pi a$
Трансол-300 (ТУ38 УССР 201352-84)	-30+110	1500	Универсальный полужидкий смазочный материал	Цилиндрические или конические закрытые зубчатые передачи сельскохозяйственных машин

22.4. Антифрикционные пластичные смазочные материалы

Таблица 22.4.1. Основные показатели ПСМ

Группа и сорт ПСМ (ГОСТ; ТУ; ОСТ)	Диапазон применения, °С	Примечание
	Материалы общего назначения	
Солидол синтетический (ГОСТ 4366 – 76):	1	Старые сорта (заменитель Литол-24)
Солидол С	-20+65	
Пресс-солидол С	-30+50	
Солидол жировой (ГОСТ 1033-79):		
Солидол Ж	-25+60	
Пресс-солидол Ж	-30+50	
Графитная (ГОСТ 3333-80)	-20+60	Для открытых узлов (тихоходные механизмы, цепные муфты и т. д.)
	ериалы общего назначения для повышенных темпо	ератур
1-13 жировая (ОСТ 38.01145-80)	-20+110	Старые сорта (заменитель Униол-1)
,	Многоцелевые материалы	
Литол-24 (ГОСТ 21150 – 80)	_40+130	Высокая стабильность, перспективный сорт
Фиол-1 (ТУ38 УССР 201247 – 80)	-40+120	Универсальный сорт общего назначения
,	Термостойкие материалы	
Униол-1 (ТУ38 УССР 201150-78)		Универсальный сорт общего назначения
ЦИАТИМ-221 (ГОСТ 9433-80)	-60+150	Универсальный сорт, в том числе для работы в вакууме
ВНИИНП-207 (ГОСТ 19774 – 74)	-60+200	Для малонагруженных механизмов, в ЗП и ПК
ВНИИНП-231 (ОСТ 38.01113-76)	-60+250	Для средненагруженных ПВГ и ЧП; тихоходных ПК и ПС
ВНИИНП-246 (ГОСТ 18852-73)	60+250	Для приборных ПК и ЗП, работающих в глубоком вакууме
ВНИИНП-269 (ТУ 38. 40158 – 73)	до +350	Высокотемпературный сорт
B/////// 255 (17 55) 15 (55 7 5)	Морозостойкие материалы	
ЦИАТИМ-201 (ГОСТ 6267-74)	-60+90	Морозостойкий сорт общего назначения
циатим-203 (ГОСТ 8773 – 73)	-50+90	Для средненагруженных ПК, ЗП, ЧП и ПВГ
Лита (ОСТ 38.01295 – 83):	-50+100	Для ЗП, ЧП, ПК, ПС и направляющих
Зимол (ТУ 38 УССР 201285-82)	-50+130	Для ЗП, ЧП, ПК, ПС
Grimosi (17 00 700). 201200 02,	Химически стойкие материалы	
ЦИАТИМ-205 (ГОСТ 8551-74)	-60+50	Взрывобезопасный сорт. Для неподвижных соединений и РС
HERMENIA EGG (1 GG) GGG (1 7)	Приборные материалы	
ОКБ-22-7 (ГОСТ 18179-72)	_60+120	Многоцелевой приборный сорт
ЦИАТИМ-202 (ГОСТ 11110 – 75)	_60+120	Для среднескоростных ПК и ЗП
GENERAL PRINTERS CONTINUES TO	Электроконтактные материалы	
ВНИИНП-502 (TУ 38. 40158 – 79)	40+100	Для скользящих слаботочных контактов

22.4. Антифрикционные пластичные смазочные материалы (окончание)

Окончание табл. 22.4.1

Группа и сорт ПСМ (ГОСТ; ТУ; ОСТ)	Диапазон применения, °C	Примечание
	Материалы для электромашин	
ВНИИП-242 (ГОСТ 20421-75)	-4 0+110	Для ПК ($d \cdot n \le 2.7 \cdot 10^5$ мм/мин)
ЛДС-3 (TУ 38 УССР 201473-87)	-40+120	Для ПК электродвигателей
	Авиационные материалы	
Эра (ТУ 38. 101950-83)	-60 +120	Для ПК, ЗП, ПВГ
	Космические материалы	
ВНИИП-274 (ГОСТ 19337-73)	-80+160	Для систем космических аппаратов
	Автомобильные материалы	
ЛСЦ-15 (ТУ 38 УССР 201224 –80)	_80+130	Для шлицев, шарниров, петель и т. п.
Шрус-4 (ТУ 38 УССР 201312-81)	-4 0+120	Для синхронных муфт
Фиол-2у (ТУ 38 УССР 201266-79)	-40+100	Для игольчатых ПК, шарнирных муфт
	Железнодорожные материалы	
Кулисная ЖК (ТУ 32ЦТ 549-83)	-30+80	Для грубых направляющих
Рельсовая ЖР (ТУ 32Ц 553-83)	-30+80	
	Морские материалы	
AMC-3 (FOCT 2712-75)	0+75	Консервационный сорт. Для морских механизмов
	Индустриальные материалы	
Униол-2 (ГОСТ 23510 – 79)	-30+160	Для направляющих металлургического и кузнечно-прессового оборудования
Сиол (ТУ 38. 10152-74)	До +100	Для высокоскоростных ПК (n ≤ 16 000 мин $^{-1}$)
Старт (ТУ 38. 401204-81)	-4 0+140	Для высокоскоростных ПК ($d \cdot n \le 6 \cdot 10^5$ мм/мин)
	Буровые материалы	
Геол-1 (ТУ 38 УССР 201385-82)	-10+40	Для направляющих и РС бурильных труб
	Противозадирные материалы	
ЛС-1П (ТУ 38 УССР 201145 –77)	-4 0+130	Для узлов кузнечно-прессового и литейного оборудования
	Радиационно стойкие материалы	
ВНИИП-273 (ТУ 38. 101476-74)	-20+120	Для ПК, ПС, ЗП, ПВГ в условиях радиации

Пр и м е ч а н и е. В таблице приняты следующие условные обозначения: ПК – подшипники качения, ПС – подшипники скольжения, ЧП – червячные передачи, ПВГ – передачи винт – гайка скольжения, РС – резьбовые соединения, ЗП – зубчатые передачи.

22.5. Выбор масла для смазывания зубчатых передач общего назначения

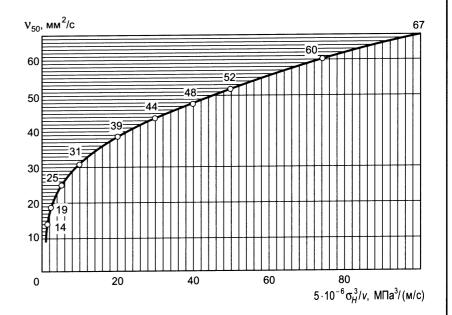
Таблица 22.5.1. Типы масел при смазывании погружением быстроходного колеса

_	Условия применения		
Тип масла	θ _{м.o} ,°C	σ _н , МПа	
	v<0,	52 м/с	
Полужидкие масла	≤ 90	≤ 600	
и-т-д	≤ 130	≤ 1600	
TM-4	≤ 150	≤ 2500	
TM-5	≤ 150	> 2500	
	v=2.	12 м/с	
И-Г-А	≤ 90	≤ 600	
и-г-с, и-т-с	≤ 90	≤ 900	
TM-1	≤ 90	≤ 1600	
и-т-д	≤ 130	≤ 1600	
TM-2	≤ 130	≤ 2100	
TM-3	≤ 150	≤ 2500	
TM-4	≤ 150	≤ 3000	
TM-5	≤ 150	> 3000	

Примечания: 1. Марки масел выбирают по значение v_{50} в зависимости от параметра $5 \cdot 10^{-6} \, \sigma_H^3/v$, МПа $^3/(\text{м/c})$ (см. рис 22.5.1 и 22.5.2). 2. Для многоступенчатых зубчатых передач вязкость масла определяют как полусумму значений вязкостей, рассчитанных для тихоходной и быстроходной ступеней. 3. При $\theta_{\text{м,o}} > 150\,^{\circ}\text{C}$ следует применять моторные или синтетические масла.

Таблица 22.5.2. Типы масел при циркуляционном смазывании и v>12...15 м/с

θ _{м.o} ,°C	Тип масла
≤110	Индустриальные (17479.4–87): И-Л-А ; И-Г-А; И-Л-С; И-Г-С
>110	Маловязкие специализированные: авиационные (ГОСТ 11552 – 76), турбинные (ГОСТ 9972 – 74), для судовых газовых турбин (ГОСТ 10289 – 79)



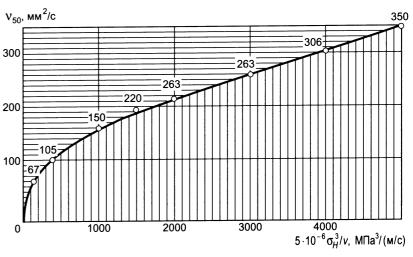


Рис. 22.5.1. Зависимость кинематической вязкости масла от параметра $5\cdot 10^{-6}\, \sigma_H^3/v$, МПа $^3/(\text{M/c})$

22.6. Выбор смазывающего материала для различных узлов трения

Таблица 22.6.1. Червячные передачи

	V _{CK}	Марка масла		
	До	0,8	}	и-т-д-680
Св.	0,8	до	2,5	и-т-д-460
»	2,5	»	4,0	И-Т-С-320
»	4,0	»	6,0	И-Г-С-220

Таблица 22.6.4. Направляющие скольжения

р, МПа	Марка масла при расположении направляющей		
μ,	горизонтальном	вертикальном	
До 0,5	и-н-Е-68	И-H-E-100	
Св. 0,5 до 1,2	И-Н-Е-68	И-H-E-220	
» 1,2 » 3	И-H-E-100	И-H-E-220	

Примечания: 1. $\theta_{\text{м.o.}}$ < 80 °C. 2. При точном движении и v < 0,2 м/мин применяют масло И–ГН–Е–32.

Таблица 22.6.5. Волновые зубчатые передачи

G MDs	Марка масла при диа	аметре гибкого колеса
$σ_H$, ΜΠ a	до 80	св. 80 до 160
До 800	И-Г-А-68	И-Г-А-68
Св. 800 до 1600	и-т-д-68	и-т-д-100

Примечание. $\theta_{\text{M,O}}$ < 110 °C.

Таблица 22.6.2. Цепные передачи

Вид	V*, M/C	Марка масла при давлении в шарнирах цепи, МГ				
смазывания	,	c 10	10-20	20-30	>30	
Ручное	<1	И-Г-С-46	и-т-д-68	и-т-д-100	и-т-д-220	
Капельное	1 – 5	И-Г-С-32	И-Г-С-46	и-т-д-68	и-т-д-100	
Погружением	<5	И-Г-С-32	И-Г-С-46	и-т-д-68	и-т-д-100	
»	5-10	И-Л-С-22	И-Г-С-32	И-Г-С-46	и-т-д-68	
Циркуляционное	> 10	И-Л-С-10	И-Л-С-22	И-Г-С-32	И-Г-С-46	

^{*} Скорость цепи.

Таблица 22.6.3. Передачи винт – гайка скольжения

V _{CK} , M/C	Марка масла при давлении на рабочей поверхности, МПа				
CK,	<3	3-6	6-9	9-12	
< 0,8	И-Г-С-100	И-Г-С-150	И-Г-С-220	И-Т-С-320	
0,8-2,5	И-Г-С-68	И-Г-С-100	И-Г-С-150	И-Г-С-220	
2,0-4,0	И-Г-С-46	И-Г-С-68	И-Г-С-100	И-Г-С-150	
3,5-6,0	И-Г-С-32	И-Г-С-46	И-Г-С-68	И-Г-С-100	

Примечание. Материал гайки – бронза.

Таблица 22.6.6. Марки смазывающих материалов для различных узлов трения

Узел трения	Марка ПСМ
Приводные муфты:	
компенсирующие (зубчатые, цепные)	Нигрол, ТМ-2-18, ТМ-2-34
упругие (со змеевидной пружиной, со стальными стержнями)	Литол-24, графитная смазка
подвижные (крестовые, шарнирные)	Шрус-4, Фиол-2у, №158
Шарниры, петли, шлицы	ЛСЦ-15, Шрус-4, Литол-24
Передача винт – гайка скольжения открытая	Литол-24, ЦИАТИМ-201, Униол-1, Лита
Шарико-винтовая передача	Фиол 1, ЦИАТИМ-203, ЛДС-3
Планетарная ролико-винтовая передача	Работемп, ЛКС-2
Приборные механизмы	ОКБ-122-7
Маломощные быстроходные зубчатые передачи	Фиол-2у, № 158, ЦИАТИМ-202
Зубчатые и червячные передачи, работающие в пыльной среде	Трансол-200, Трансол-100
Конические передачи с круговыми зубьями, гипоидные передачи	TM-5-12, TM-4-18
Подшипники качения*	Литол-24, Фиол-1, ЛДС-3, Циатим -202 при $t_{\rm BO3}$ = -5 +30° C 1-13, Униол-1, Циатим-221 при $t_{\rm BO3}$ > 30° C Циатим-201, Циатим-203 при $t_{\rm BO3}$ < -5 ° C
Подшипники скольжения при жидкостной смазке	И-Г-А-32, И-Л-С-22 и другие маловязкие индустриальные масл

Примечание. Для консервации машин при длительном хранении или транспортировке применяют ПСМ «Пушечная» (ГОСТ 19537–83).

^{*} Для подшипников качения, установленных в передаче, применяют те же ПСМ, что и для самой передачи.

22.7. Уплотнения



Рис 22.7.1. Типы уплотнений (в двойной рамке приведены уплотнения, имеющие преимущественное применение)

Таблица 22.7.1. Диапазоны параметров уплотнений

			Класс
рис. 22.7.1) не боле		°C	негерметичности
20	1	−50+ 200	1-2
40	0,5	−20+ 1 50	2-1
0,1	37	–200+ 150	2-2
50	20	−150 + 450	4-2
50	12,5	-10 + 400	3-2
5	20	−150 + 450	2-2
10	-	-250+ 600	1-1
	40 0,1 50 50 5	40 0,5 0,1 37 50 20 50 12,5 5 20	40 0,5 -20+ 150 0,1 37 -200+ 150 50 20 -150+ 450 50 12,5 -10+ 400 5 20 -150+ 450

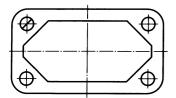


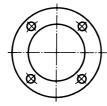
Рис 22.7.2. Функции распределения утечек для уплотнений с индексом 1-7 (см. рис. 22.7.1)

Таблица 22.7.2. Классы негерметичности

Классы	Q̄, мм³/ (м⋅с)	Визуальная оценка	Характерные типы уплотнений
1–1	10 ⁻⁴ –5·10 ⁻⁴	Невидимое отпотевание	Прокладки металлические, мембраны резиновые,
1–2	5·10 ⁻⁴ –5·10 ⁻³	Невидимое отпотевание	прокладки неметаллические
2–1	5·10 ⁻³ –5·10 ⁻²	Подтекание без каплеобразования	Уплотнения неподвижные при высоких нагрузках,
2–2	5·10 ⁻² -5·10 ⁻¹	Подтекание без каплеобразования	неметаллические уплотнения в подвижных соединениях
3–1	0,5 - 2,5	Подтекание с каплеобразованием	Уплотнения в подвижных соединениях при высоких
3–2	2,5 – 10	Подтекание с каплеобразованием	нагрузках, уплотнения манжетные высокоскоростные при вращательном движении
4–1	10 – 50	Капельные утечки	Уплотнения торцовые и набивочные
4–2	50 – 100	Частые капли	при вращательном движении, уплотнения набивочные в подвижных соединениях
5	100 – 1000	Непрерывные утечки	Уплотнения бесконтактные в подвижных соединениях

22.8. Плоские прокладки для герметизации неподвижных соединений





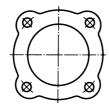


Рис. 22.8.1. Конфигурация плоских прокладок в зависимости от формы фланца

Таблица 22.8.1. Основные показатели плоских прокладок

Материалы прокладки	Рабочая среда	<i>Е</i> , МПа	Диапазон применения, °С	Область применения
Бензомаслостойкие резины	Нефтепродукты	6–20	-40+100	В условиях низкого рабочего давления для герметизации стыков, имеющих
Фторопласт-4 (ГОСТ 10007–80)	Все жидкие и газообразные среды	450–850	-269+260 (кратко- времно); -195+200	макронеровности (волнистость, неплосткостность) и допускающих взаимные сближения контактирующих поверхностей под действием
Паронит марки ПМБ	Нефтепродукты	(24)·10 ⁴	+200	нормальных сил, или недостаточно жестких
(FOCT 481–80)	Минеральные масла	(24)·10 ⁴	+150	фланцев
Картон прокладочный (ГОСТ 9347-74)	Масла, бензин	(56)·10 ⁴	+100	
Фибра (ГОСТ 14613–89)	Керосин, бензин, спирт, ацетон	(68)·10 ⁴	+70	
Алюминий (ГОСТ 21631–76)	Нефтепродукты	7 ·10 ⁴	-253 + 150	В условиях повышенных значений рабочего давления и температуры уплотняемой
Медь (ГОСТ 495–92)	Масла, криогенные жидкости	12·10 ⁴	-253+250	среды
Сталь углеродистая (ГОСТ 1050–88)	Нефтепродукты, масла, водяной пар	2,0·10 ⁵	-40+550	

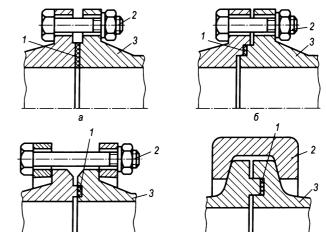


Рис. 22.8.2. Фланцевые соединения с прокладками:

- a открытыми; δ закрытыми замком; ϵ закрытыми в канавке шип паз;
- ε то же с бугельным обжатием; 1 прокладка; 2 болтовой или бугельный силовой элемент; 3 фланец трубопровода

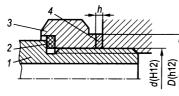


Рис. 22.8.3. Уплотнение трубопроводов плоскими прокладками:

1 – штуцер; 2 – прокладка исполнения I (паронит, картон, фибра); 3 – гайка накидная; 4 – прокладка исполнения II (медь, алюминий)

Таблица 22.8.2. Размеры прокладок, мм

Резьба		d исп	олнения	D испо	лнения	h испол	тнения
метрическая (ГОСТ 8724-81)	трубная (ГОСТ 6357-81)	1	II	1	II	ı	II
M8×1 M10×1,5 - M16×1,5 - M16×1,5 - M20×1,5 - M27×2	- G1/8 - G1/4 - G3/8 - G1/2 - G3/4	8 10 12 14 16 17 20 21 27 34	8,1 10,1 12,1 14,1 16,1 17,1 20,1 21,1 27,1 34,1	12 14 18 20 22 23 26 26 32 39	12 14 17 19 21 22 25 26 32 39	1,0 1,0 1,5 1,5 1,5 1,5 1,5 1,5 2,0	2,5 2,5 3,0 3,0 4,0 4,0 4,0 4,0 5,0

22.9. Резиновые армированные манжеты для валов

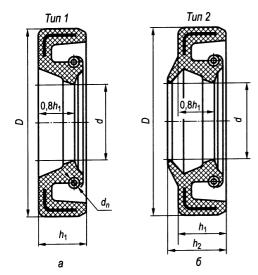


Рис. 22.9.1. Резиновые армированные манжеты классов негерметичности 2–1 ... 3–1: a – однокромочная; δ – то же с пыльником

Таблица 22.9.1. Предельные несоосность ε посадочного места относительно оси вала и радиальное биение Δr для манжет (ГОСТ 8752–79)

ε, мм	<i>п</i> , мин ^{–1}	Δr , mm
0,10	До 1000	0,18
0,15	Св. 1000 до 2000	0,15
0,20	» 2000 » 3000	0,12
0,25	» 3000 » 4000	0,10
	0,10 0,15 0,20	0,10 До 1000 0,15 Св.1000 до 2000 0,20 » 2000 » 3000

Пример условного обозначения

Манжета типа 1 для вала диаметром 50 мм и наружным диаметром 70 мм из резины группы 3:

Манжета 1 - 50×70 - 3 ГОСТ 8752 - 79

Требования к установке манжет

- 1. Избыточное давление рабочей среды 0,06...0,1 МПа.
- 2. Твердость поверхности стального вала: 30HRC_3 при $v \le 4$ м/с; 50 HRC_3 при v > 4 м/с; 55 HRC_3 при наличии абразива.
- 3. Параметры шероховатости для сопряженных с манжетой поверхностей по ГОСТ 2789–73: для вала Ra=0,32...0,63 мкм при v≤5 м/с, 0,16...0,32 мкм при v>5 м/с и 1,25...2,5 мкм при v≤1 м/с; для отверстия в корпусе Ra=2,5 мкм.
- 4. Отклонение под контактной кромкой для вала h10, для отверстия H9.
- 5. Материал для смазывания манжеты перед установкой в изделие: ПСМ 1–13, для резин групп 1... 3, 6 (ОСТ 38.01145–80) и ЦИАТИМ-221 для резин групп 4 и 5 (ГОСТ 9439–80).
- 6. Температура эксплуатации манжет в соответствии с данными табл. 22.9.2.
- 7. Отклонения формы поверхности вала под манжетой в соответствии с данными табл. 22.9.1.
- 8. Браслетные пружины по ОСТ 23.1-77-71.

Таблица 22.9.2. Условия эксплуатации манжет

	ппы	Рабочая среда,				
) 6 (CKTB)	5 (СКФ)	4 (СКФ)	3 (CKH)	2 (CKH)	1 (CKH)	параметры
160	170	150	100	100	100	Моторные масла
130	170	150	100	100	100	Трансмиссионные масла
130	150	150	80	80	80	Гипоидные масла
СГ	СГ	150	90	90	90	Соляровые масла
СГ	СГ	100	90	90	90	Нефтяные ПСМ
СГ	н	150	н	СГ	Н	Дизельные топлива
Н	90	Н	Н	СГ	н	Вода техническая
СГ	СГ	Н	н	н	н	Тормозные жидкости
- 55	- 20	- 45	- 60	- 30	- 45	θ _{min} , °C
37	37	22	12	12	12	v, m/c
C + C	Н 90 СГ – 20	150 H H – 45	H H H - 60	CГ СГ Н – 30	H H H – 45	Дизельные топлива Вода техническая Тормозные жидкости θ_{min} , °C

Примечания: 1. СКН, СКФ, СКТВ – синтетические каучуки нитрильные, фторосодержащие, силоксановые; СГ – необходимо согласование; Н – резина не совместима со средой. 2. Срок службы манжет из резин групп 1...3 составляет 1000 ч, а групп 4...6 – 2500 ч. 3. θ – температура рабочей среды.

Таблица 22.9.3. Основные размеры манжет, мм

d	D	h ₁	h ₂	d	D	h ₁	h ₂
6	22	7	10	58	80	10	14
7	22	7	10	60	85	10	14
8	22	7	10	63	90	10	14
9	22	7	10	65	90	10	14
10	26	7	10	70	95	10	14
11	26	7	10	71	95	10	14
12	28	7	10	75	100	10	14
13	28	7	10	80	105	10	14
14	28	7	10	85	110	12	16
15	30	7	10	90	120	12	16
16	30	7	10	92	120	12	16
17	32	7	10	95	120	12	16
18	35	7	10	100	125	12	16
19	35	7	10	105	130	12	16
20	40	10	14	110	135	12	16
21	40	10	14	115	145	12	16
22	40	10	14	120	150	12	16
24	40	10	14	125	155	12	16
25	42	10	14	130	160	15	20
26	45	10	14	140	170	15	20
28	47	10	14	150	180	15	20
30	52	10	14	160	190	15	20
32	52	10	14	170	200	15	20
35	58	10	14	180	220	15	20
36	58	10	14	190	230	15	20
38	58	10	14	200	240	15	20
40	60	10	14	210	250	15	20
42	62	10	14	220	260	15	20
45	65	10	14	230	270	15	20
48	70	10	14	240	280	15	20
50	70	10	14	250	290	15	20
52	70	10	14	260	300	18	24
55	70	10	14	280	320	18	24
56	80	10	14	300	340	18	24
	•	-					

22.10. Примеры уплотнений подшипников качения

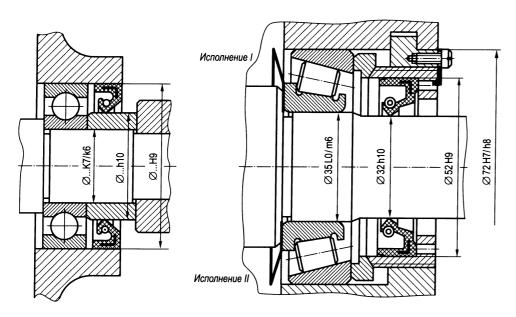
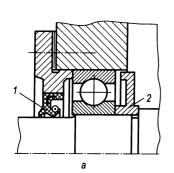


Рис. 22.10.1. Манжета, установленная в корпус

Рис. 22.10.2. Манжета, установленная в регулирующее устройство



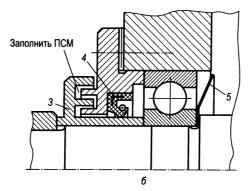


Рис. 22.10.4. Уплотнения, используемые при значительном загрязнении окружающей среды: a — манжета с пыльником; b — комбинированное; b — манжета; b — мазеудерживающая шайба; b — лабиринтное уплотнение; b — манжетное уплотнение; b — штампованный маслоотражатель

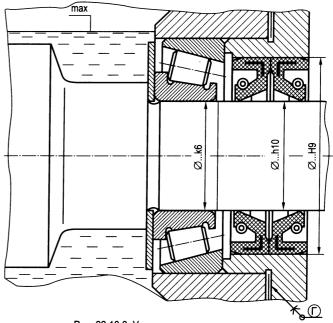


Рис. 22.10.3. Установка сдвоенных манжет (— покрыть герметиком)

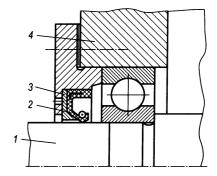


Рис. 22.10.5. Манжета с опорным конусом при повышенном давлении (до 0,3 МПа) внутри корпуса:

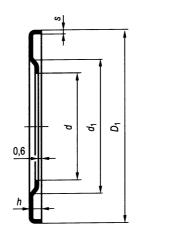
1 – вал; 2 – манжета; 3 – опорный конус; 4 – корпус

22.11. Контактные уплотнительные шайбы

Таблица 22.11.1. Основные размеры, мм

I	иеры ипника			Исполнение I		Исполнение II	
d	D	s	h	d ₁	D ₁	d ₂	D ₂
20	47	0,3	2,5	41,2	29	25,7	37
20	52	0,3	2,5	44,8	33	27,2	40
25	52	0,3	2,5	47,0	36	31,5	42
25	62	0,3	2,5	54,8	40	32,2	47
30	62	0,3	2,5	56,2	44	36,3	47
30	72	0,3	2,5	64,8	48	37,2	56
35	72	0,3	2,5	64,8	48	43,0	56
35	80	0,3	3,0	70,7	54	45,0	65
40	80	0,3	3,0	72,7	57	48,0	62
40	90	0,3	3,0	80,5	60	51,0	70
45	85	0,3	3,0	77,8	61	53,0	68
45	100	0,3	3,0	90,8	75	56,0	80
50	90	0,3	3,0	82,8	67	57,7	73
50	110	0,3	3,0	98,9	80	62,0	86
55	100	0,3	3,0	90,9	75	64,5	80
55	120	0,3	3,0	108,0	89	67,0	93
60	110	0,3	3,0	100,8	85	70,0	85
60	130	0,3	3,0	117,5	95	73,0	102
65	120	0,3	3,0	110,5	90	74,5	95
65	140	0,5	3,5	127,5	100	72,5	110
70	125	0,3	3,5	115,8	95	79,5	102
70	150	0,5	3,5	137,0	110	82,6	120

Исполнение I



Исполнение II

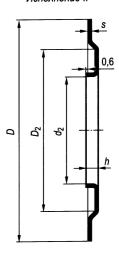


Рис. 22.11.1. Контактные уплотнительные шайбы: исполнение I – для валов; исполнение II – для корпусов

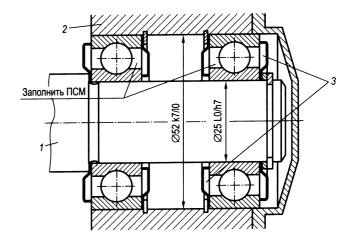
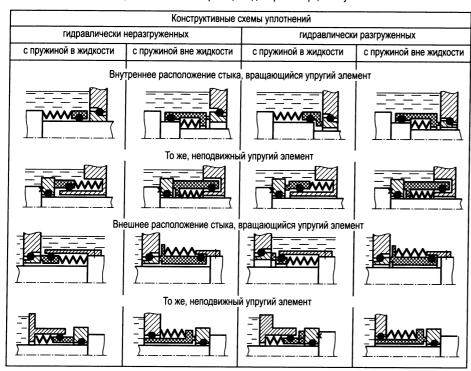


Рис. 22.11.2. Натяжной ролик ременной передачи:

- 1 неподвижная ось; 2 вращающийся ролик;
- 3 контактные уплотнительные шайбы

22.12. Уплотнения торцовые

Таблица 22.12.1. Классификация одинарных торцовых уплотнителей



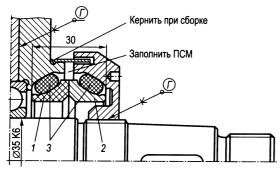


Рис. 22.12.1. Торцовое уплотнение вала редуктора, используемого в строительстве: 1 — неподвижное кольцо из углеграфита 2П-1000Ф; 2 — вращающееся кольцо из стали 95X18 (55HRC₃); 3 — уплотнительные резиновые кольца круглого сечения 050-060-58 по ГОСТ 9833—73 (для их деформирования осевое перемещение гайки составляет 3...4 мм)

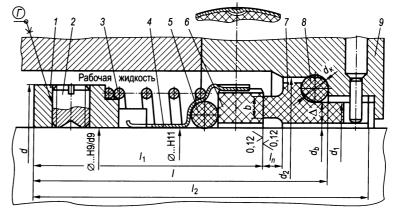


Рис. 22.12.2. Торцовое уплотнение типа 211 (ВНИИгидромаш):

- 1 втулка упругого элемента; 2 винт установочный; 3 пружина центральная;
- 4 поводок-обойма; 5, 8 уплотнительное резиновое кольцо (вторичное уплотнение);
- 6 вращающееся кольцо пары трения, установленное упруго; 7 неподвижное кольцо, установленное свободно для компенсации биений стыка пары трения; 9 корпус

Таблица 22.12.2. Основные размеры, мм

d _b	d	d ₁	d ₂	I	4	12
30	44	39	46	49,5	38,5	56
40	56	52	60	55	40,5	61,5
48	64	58	68	60	46,5	66,5

Условия эксплуатации

- Преимущественное применение для насосов
 Давление нейтральной рабочей жидкости...... р ≤ 1,6 МПа
- 4. Параметрpv ≤ 50 MПа · м/с
- 5. Давление от пружины на поверхности
- 6. Материал пары трения ГАКК 55/40

Примечание. ГАКК – силицированный графит (алюмокарбидкремниевый).

Таблица 22.12.3. Конструктивные соотношения, мм

d _b	b	d _K	δ*
От 10 до 20	2–3	4,6	0,5-0,7
Св. 20 до 40	3–4	4,6	0,5-0,7
» 40 » 80	4–5	5,8	0,7–1,3
» 80 » 150	5–7	5,8	1,3-2,0

* Деформация сжатия уплотнительного кольца.

22.13. Лабиринтные уплотнения

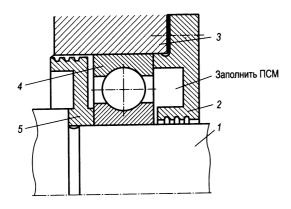


Рис. 22.13.1. Лабиринтное радиальное уплотнение:

1 – вал; 2 – крышка; 3 – корпус; 4 – подшипник;

5 - мазеудерживающее кольцо

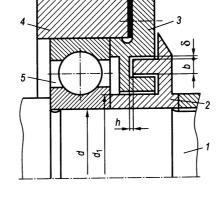


Рис. 22.13.2. Лабиринтное комбинированное уплотнение: 1 – вал; 2 – втулка; 3 – крышка; 4 – корпус; 5 – подшипник

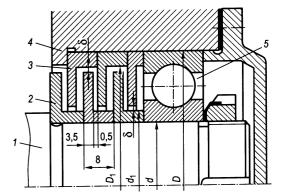
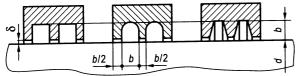


Рис. 22.13.3. Лабиринтное осевое уплотнение ($D_1 = D - 10$ мм), остальные размеры см. в табл. 22.13.2: 1 – вал; 2 – внутренний гребень; 3 – наружный гребень; 4 – корпус; 5 – подшипник



(d – диаметр вала; δ – зазор; b – ширина канавки)

Рис. 22.13.5. Варианты исполнения лабиринтных канавок

Таблица 22.13.1. Размеры лабиринтных канавок, мм

d	δ	b	z*
20–64	0,3	2	3
65–94	0,4	2,5	4
95–119	0,5	3	5
120–180	0,6	4	6

^{*} Число канавок.



d	d ₁	δ	b
25	40	0,3	6,9
30	45	0,3	6,9
35	50	0,3	6,9
40	55	0,3	6,9
45	60	0,4	6,7
50	65	0,4	6,7
55	70	0,4	6,7
60	80	0,4	6,7
65	85	0,4	6,7
70	90	0,4	6,7
75	95	0,4	6,7
80	100	0,4	6,7
90	110	0,4	6,7

Примечание. Для всех приведенных в таблице размеров $h=2,5\pm1$ мм.

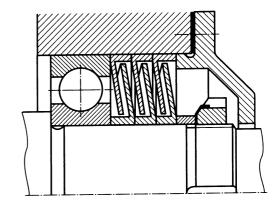


Рис. 22.13.4. Лабиринтное осевое уплотнение набором штампованных дисков

22.14. Крышки смотровых (заливных) лючков

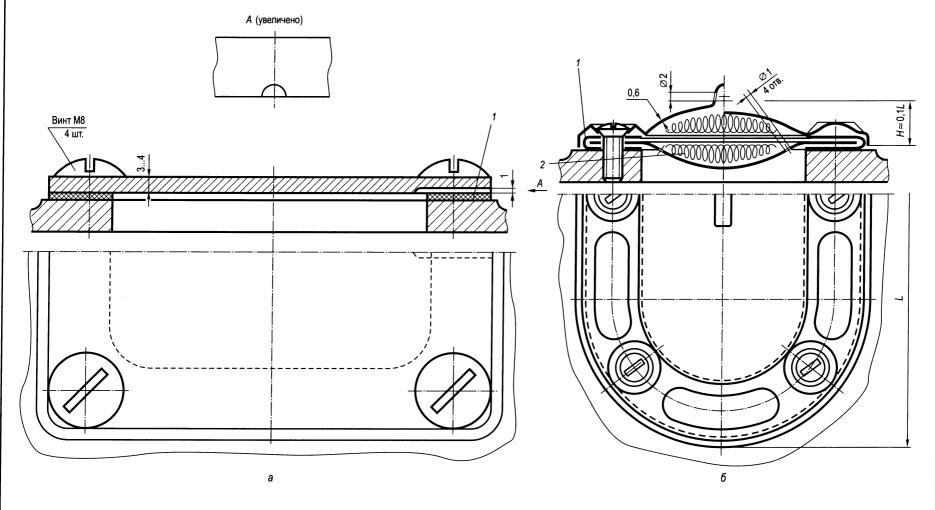
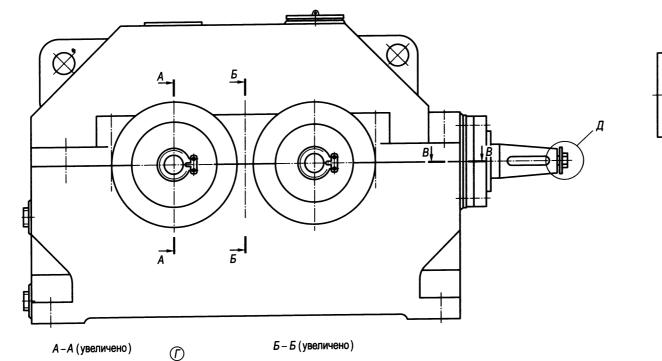
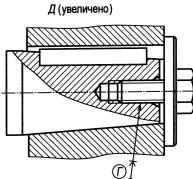


Рис. 22.14.1. Крышки смотровых (заливных) лючков:

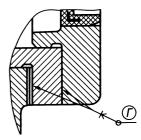
- a плоская с отдушиной; δ штампованная с воздушным фильтром и отдушиной;
- 1 резиновые плоские прокладки; 2 хлопчатобумажные нити

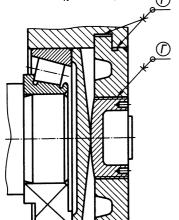
22.15. Герметики





В-В (увеличено)





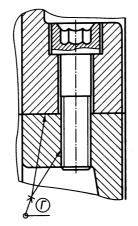


Таблица 22.15.1. Основные показатели герметиков

Марка	Марка ГОСТ; ТУ		Рабочая среда
Тиоколовый У-3ОМ	ГОСТ 13489-79	- 60 +130	Нефтепродукты, кислоты
Анатер м 17М	Ty 6-01-2-728-84	- 60 +150	Вода, нефтепродукты
Анатерм 117В	ТУ 6-01-2-787 – 86	- 40 +100	То же

Рис. 22.15.1. Применение герметика Анатерм 117В для герметизации стыков и стопорения резьбовых соединений в коническо-цилиндрическом редукторе (— Герметик Анатерм 117В)

22.16. Маслоуказатели

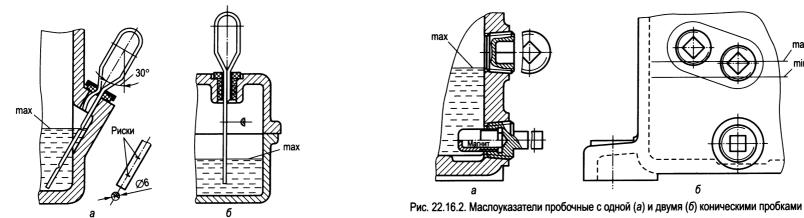
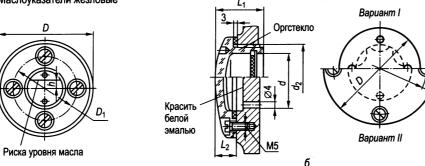


Рис. 22.16.1. Маслоуказатели жезловые



c×45° 2 фаски Основная плоскость

Рис. 22.16.3. Маслоуказатели фонарные:

а – круглый с охранным кольцом; б – с глазком из прозрачной пластмассы

Рис. 22.16.4. Коническая пробка

Таблица 22.16.1. Размеры маслоуказателя с охранным кольцом, мм

d	D	D ₁	h	Число винтов
20	.55	40	6	4
32	70	53	8	4
50	90	72	12	8

Таблица 22.16.2. Размеры маслоуказателя с глазком из пластмассы, мм

		Резь	ба*			
d	D	Обозна- чение	d ₂	d ₃	L ₁	L ₂
16	30	M22×1,5	. 22	_	20	_
20	40	M27×1,5	27	_	22	-
32	50	M39×1,5	39	-	26	: _
50	70	M60×2	60	_	32	-
32	60	-	-	49	-	12
50	80	-	-	69	-	16

Таблица 22.16.3. Размеры конической пробки, мм

max

Рез	ьба*					
Обозна- чение	d	L	Н	b	С	S
K1/2	21,2	8,13	13,5	4	1,6	. 8
K3/4	26,6	8,61	14,0	4,5	1,6	12
K1	33,2	10,16	17,5	5	2,0	14

^{*} По ГОСТ 6111 – 52.

22.17. Масляные пробки

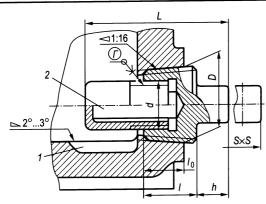


Рис. 22.17.1. Магнитная пробка с конической резьбой для маслоспускного отверстия:

1 – приямок; 2 – магнит

Таблица 22.17.1. Размеры магнитной пробки с конической резьбой, мм

Pe:	вьба*				Резьб	ia*		
Обозна чение	· D	L	- /	I _o	Обозна- чение	d	h	S×S
K1/2 K3/4 K1	21,2 26,6 33,2	42	13,5 14 17,5	8,6	M12×1 M16×1 M20×1	12 16 20	8 10 12	12×12 14×14 17×17

^{*} По ГОСТ 6111–52.

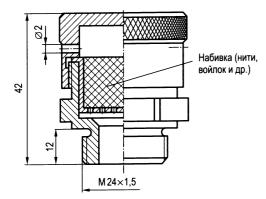


Рис. 22.17.3. Заливная цилиндрическая пробка-отдушина с воздушным фильтром

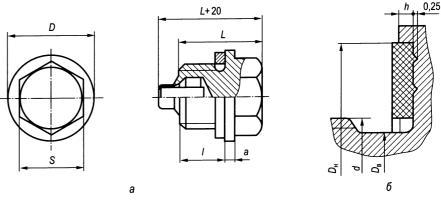


Рис. 22.17.2. Магнитная пробка с цилиндрической резьбой для маслоспускного отверстия с плоской медной прокладкой (a) и с плоской неметаллической прокладкой (б)

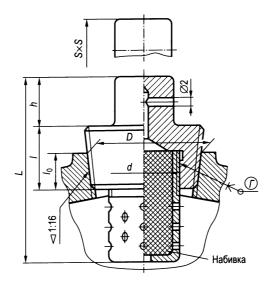


Рис. 22.17.4. Заливная коническая пробка-отдушина с воздушным фильтром

Таблица 22.17.2. Размеры магнитной пробки с цилиндрической резьбой, мм

Резьба	*								
Обозна- чение	d	D	L	I	а	S	D _H	Dв	h
M20×1,5 M24×1,5 M27×2 M30×2 M33×2 M36×3 M42×3	20 27 27 30 33 36 42	30 34 38 42 45 50 55	28 28 34 36 36 45 47	12 12 16 16 16 24 24	4 4 4 4 5 5	22 22 27 32 32 36 41	26 30 32 36 40 43 49	18 22 24 27 31 33 38	1,25 1,25 1,75 1,75 1,75 1,75 1,75

Таблица 22.17.3. Размеры конической пробки-отдушины, мм

Резь	ба*				Резьб	āa*		
Обозна- чение	D	L	<i>'</i>	I _o	Обозна- чение	d	h	S×S
K1/2 K3/4 K1	21,2 26,6 33,2	40 42 48	13,5 14 17,5	8,1 8,6 10,2	M12×1 M16×1 M20×1	12 16 20	8 10 12	12×12 14×14 17×17

^{*} По ГОСТ 6111-52.

22.18. Масленки

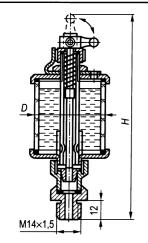


Рис. 22.18.1. Наливная капельная масленка с запорной иглой

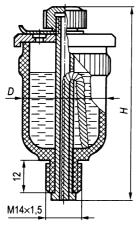


Рис. 22.18.2. Фитильная масленка

Таблица 22.18.1. Размеры капельной масленки



Рис. 22.18.5. Колпачковая

масленка

		•	
Nº	V, см ³	Н	D
масленки	V, CM	М	М
12 25 50	12 25 50	62 70 80	28 38 48

маспенки

Таблица 22.18.4. Размеры колпачковой масленки (ГОСТ 20905–75)

Nº	V, см ³	Резьба	а	b	h	Н	D	S
масленки	V, CM	Обозначение	d			ММ		
1,6 3,2 6,3 12,5 25 50 100 200 400	1,6 3,2 6,3 12,5 25 50 100 200 400	M10×1 M10×1 M10×1 M14×1,5 M14×1,5 M14×1,5 M14×1,5 M20×1,5 M20×1,5	10 10 10 14 14 14 14 20 20	10 10 10 12 12 12 12 15	14 15 18 20 26 32 40 47 60	14 15 17 20 24 30 38 48 60	18 22 31 38 48 58 68 85 110	12 12 12 17 17 17 17 22 22

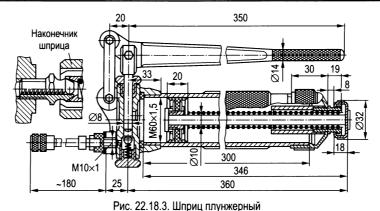


Таблица 22.18.3. Размеры

V, см³ 0,05 0,10 0,15 0,20 60 75 85 95 100 110 130 135 200 250 300 300

мембранной масленки, мм

Таблица 22.18.6. Размеры пресс-масленки типа 2, мм

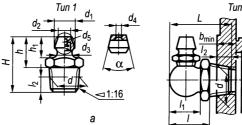
I	Ø18 ·	M12
. 22.18.	4. Мембра	анная масл

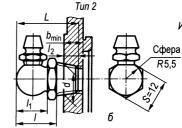
a

Рис. ленка

Таблица 22.18.7. Размеры пресс-масленки типа 3, мм

Группа	Резь	ба	,	,	1.	h		№ мас-	Н	n	D_1	h	d
Ē	Обозначение	d	_		'1	12	L	мас- пенки	- ' '		<i>D</i> 1	"	L u
Α	K1/8	10,272	22	14	10,5	4,572		1	6	8	6	1_	3
Б	M6×1	6	20	13	10,5	4		3	12 20	12 18	10 16	1,5	6
В	M10×1	10	22	14	10,5	-		4	30	28	25	3,5	18





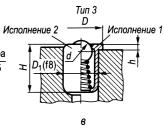


Рис. 22.18.6. Пресс-масленки (ГОСТ 19853–74) (а – прямая; б – угловая; в – под запрессовку)

Таблица 22.18.5. Размеры пресс-масленки типа 1

Груп-	Nº	Рез	ьба	Н	h	h ₁	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	α,	12	d _S
па	мас- ленки	Обозначение	d				ММ				град	М	VI
А А Б Б В	1 2 1 2 -	K1/8 K1/4 M6×1* M6×1* M10×1	10,272 13,572 6 6 10	18 28 13 18 18	10 16 8 8 10	7 11,5 6 6 7	6,7 10 6,7 6,7 6,7	4,5 5,2 4,5 4,5 4,5	5,8 8 5,8 5,8 5,8	2 4,5 2 2 2	48 60 48 48 48	4,572 5,08 2 4 -	2,5 5 2,5 2,5 2,5 2,5

^{*} На конической поверхности.

22.19. Смазывание цилиндрических редукторов

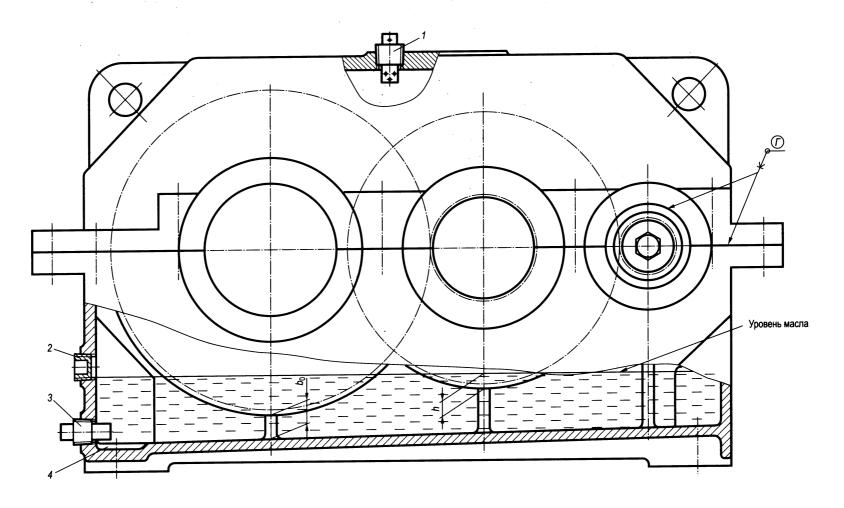


Рис. 22.19.1. Двухступенчатый редуктор по развернутой схеме с погружением быстроходного колеса в масляную ванну: 1 – заливная пробка-фильтр; 2 – контрольная пробка ; 3 – сливная пробка с магнитом; 4 – приямок ($h \cong 5m$; $b_0 \ge 2h$)

22.20. Смазывание соосных мотор-редукторов Рис. 22.20.1. Двухступенчатый соосный мотор-редуктор с разбрызгиванием масла быстроходной ступенью: 1 – заливная пробка-фильтр; 2 – манжетное уплотнение с пыльником; 3 – маслоотражатель; 4 – маслоуказатель; 5 – сливная пробка с магнитом; 6 – манжетное уплотнение ($h \approx 5m; \, b_0 \ge 2h$)

22.20. Смазывание соосных мотор-редукторов (окончание) <u>ПУ-</u>2 Ø...H9/f9 Ø...H7/p6 $\Delta I = (1...2) \delta$ o O Рис. 22.20.2. Двухступенчатый соосный мотор-редуктор со смазывающей вспомогательной шестерней: 1 – заливная пробка-фильтр; 2 – манжетное уплотнение с пыльником; 3 – вспомогательная шестерня; 4 – маслоуказатель; 5 – сливная пробка с магнитом; 6 – манжетное уплотнение ($h \approx 5m$; $b_0 \ge 2h$)

22.21. Смазывание конических редукторов

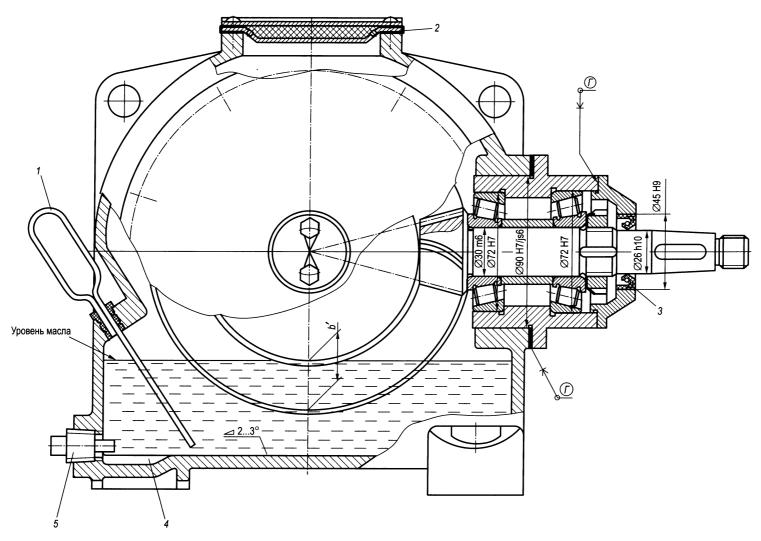


Рис. 22.21.1. Конический редуктор с погружением колеса в масляную ванну на всю ширину *b*′ зубчатого венца:
1 – маслоуказатель; 2 – крышка-отдушина с воздушным фильтром; 3 – уплотнение манжетное; 4 – приямок; 5 – сливная пробка с магнитом

22.22. Смазывание планетарных редукторов

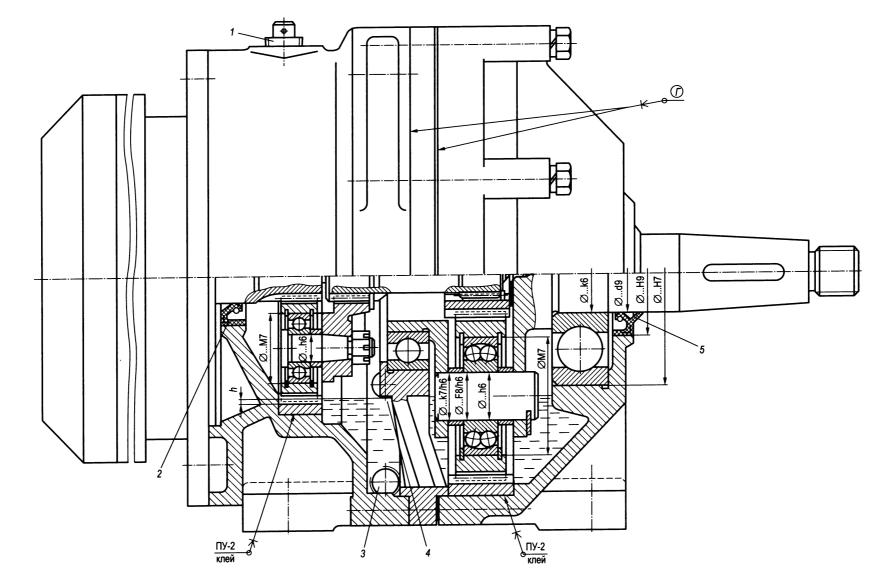
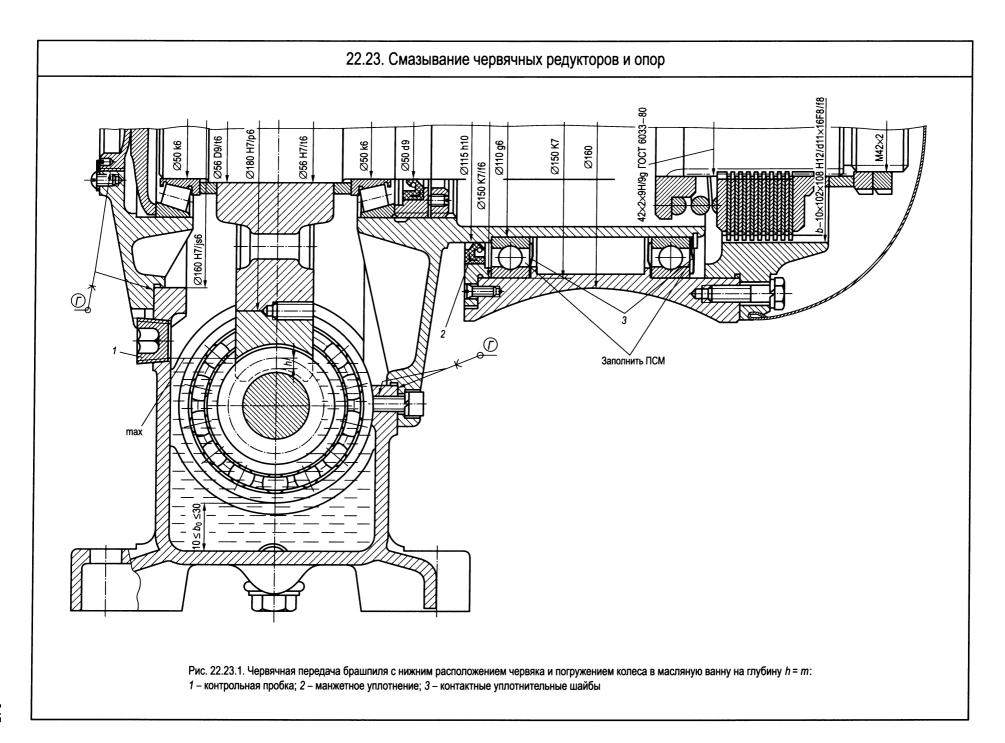
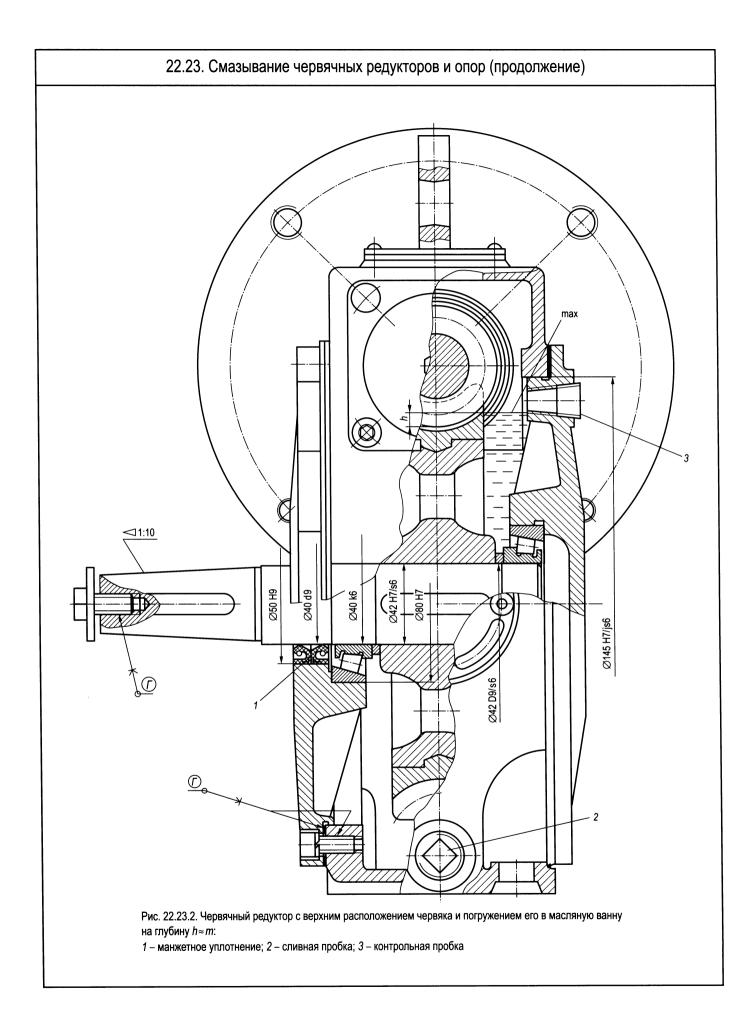


Рис. 22.22.1. Планетарный двухступенчатый мотор-редуктор с погружением в масляную ванну быстроходного сателлита на глубину *h* =(2...5)*m* : 1 – заливная пробка-фильтр; 2 – манжетное уплотнение; 3 – сливная пробка с магнитом; 4 – контрольная пробка; 5 – манжетное уплотнение с пыльником





22.23. Смазывание червячных редукторов и опор (продолжение)

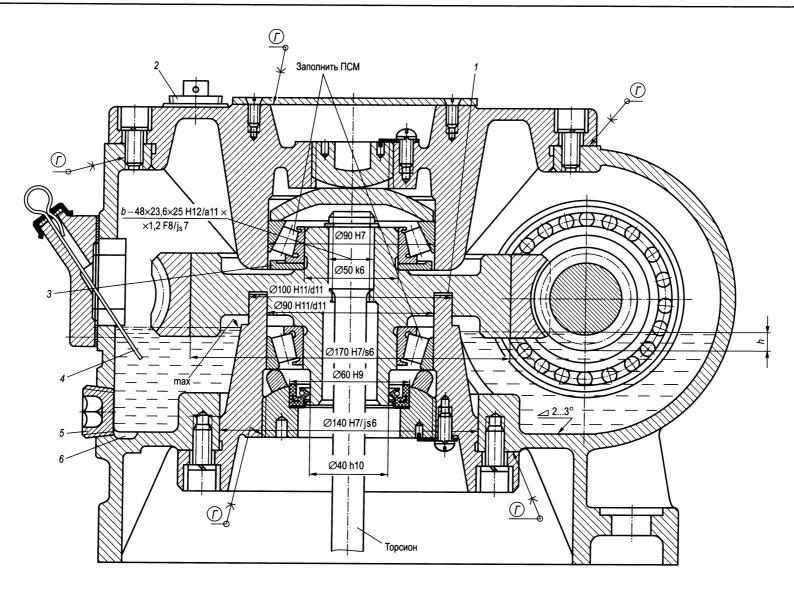


Рис. 22.23.3. Червячный редуктор с вертикальной осью червячного колеса и погружением червяка в масляную ванну на глубину h = 3m:

^{1 –} лабиринтное уплотнение; 2 – заливная пробка-отдушина; 3 – мазеудерживающее кольцо; 4 – маслоуказатель;

^{5 –} пробка сливная; 6 – приямок

22.23. Смазывание червячных редукторов и опор (окончание)

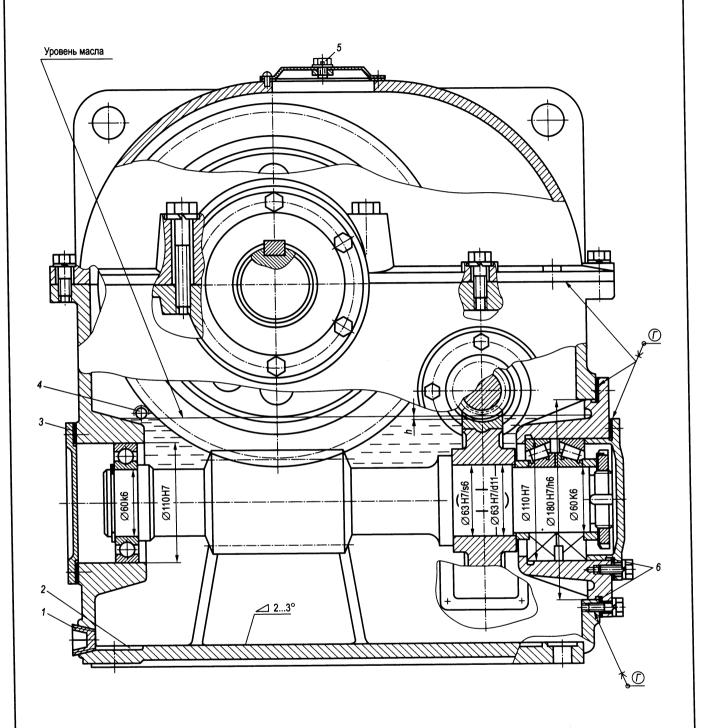


Рис. 22.23.4. Двухступенчатый червячный редуктор с погружением быстроходного червяка в масляную ванну на глубину h = (1...2) m: 1 – сливная пробка; 2 – приямок; 3 – резиновая плоская прокладка; 4 – контрольная пробка; 5 – заливная пробка-отдушина;

^{6 -} металлические регулировочные прокладки

22.24. Смазывание цепных передач

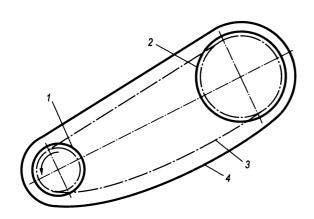


Рис. 22.24.1. Пластичное внутришарнирное смазывание:
1 – звездочка ведущая; 2 – звездочка ведомая; 3 – приводная роликовая цепь;
4 – ограждение

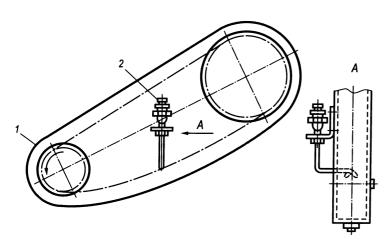


Рис. 22.24.3. Капельное смазывание фитильной масленкой: 1 – ограждение; 2 – масленка-капельница

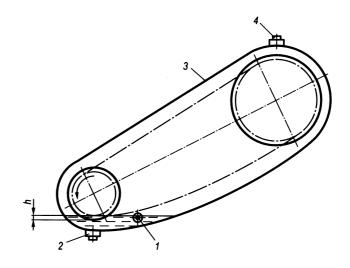


Рис. 22.24.2. Погружение цепи в масляную ванну:

1 – маслоуказатель; 2 – сливная пробка с магнитом; 3 – герметичный картер;

4 – заливная пробка (h – глубина погружения на ширину звена цепи)

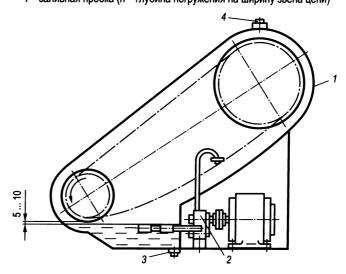


Рис. 22.24.4. Циркуляционное смазывание с помощью масляного насоса: 1 – герметичный картер; 2 – масляный насос; 3 – сливная пробка; 4 – заливная пробка

23. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ

Ниже приведены справочные данные для конструирования литых деталей, зависимости для определения размеров корпусов редукторов и коробок, а также варианты конструкций редукторов одного типа (зубчатого цилиндрического, коническо-цилиндрического, червячного и др.) [4].

- **23.1.** Справочные данные для конструирования литых деталей. Приведены данные для определения формовочных уклонов в зависимости от высоты поверхности металлической отливки, данные о минимальных диаметрах литых отверстий и рекомендуемые соотношения переходных участков и сопряжений стенок одинаковой и разных толщин.
- 23.2. Рекомендуемые размеры редуктора. В табл. 23.2.1 приведены зависимости для определения размеров основных элементов корпуса и крышки редуктора, которые используют при конструировании редуктора по любому из пяти вариантов, приведенных на рис. 23.2.1. В качестве базовой выбрана конструкция корпуса одноступенчатого цилиндрического редуктора.

На рис. 23.2.1, a—e конструкции имеют горизонтальную плоскость разъема, проходящую через оси валов, наличие которой упрощает сборку редуктора.

У редуктора, изображенного на рис. 23.2.1, а предельно сближены стенки корпуса и крышки, что снижает металлоемкость конструкции, но одновременно и жесткость корпуса. У редуктора на рис. 23.2.1, в максимальная масса, но и максимальная жесткость корпуса. Конструкция, приведенная на рис. 23.2.1, б, занимает промежуточное положение между вариантами а и в. У крышки корпуса стенки предельно сближены, у корпуса – раздвинуты, что обеспечивает его достаточную жесткость; при этом технологически он не столь сложен, как корпус, приведенный на рис. 23.2.1, в. Редуктор, представленный на рис. 23.2.1, г, не имеет горизонтальной плоскости разъема. Для его сборки используют две боковые отъемные крышки. Такой корпус наиболее часто применяют для червячных редукторов и мотор-редукторов всех типов. Редуктор на рис. 23.2.1, д имеет верхнюю отъемную крышку для сборки. Неразъемный корпус такого редуктора обладает достаточной жесткостью, при этом нет необходимости в высокой точности обработки плоскости разъема (как в вариантах a-2) и использовании тяжело нагруженных винтов, стягивающих эти плоскости (как в вариантах a-e). Такую форму корпуса часто используют для коробок передач.

23.3. Элементы корпуса редуктора. Вариант конструкции прилива, представленный на рис. 24.3.1, a, используют для корпуса, изображенного на рис. 23.2.1, b, варианты b и b — для корпуса, показанного на рис. 23.2.1, b, а варианты b и b — для корпуса, приведенного на рис. 23.2.1, a. В вариантах a, b, b (см. рис. 23.3.1) использованы врезные (закладные) крышки подшипников, в вариантах b и b — привертные. На рис. 23.3.2 показаны варианты выполнения штифтов, центрирующих корпус и крышку. Штифты с резьбовым отверстием или резьбовой

цапфой применяют для глухих отверстий. Варианты выполнения фланцев для привертных крышек подшипников, позволяющие экономить металл, но отличающиеся сложностью изготовления, приведены на рис. 23.3.4.

Приливы под крепежные детали, стягивающие корпус и крышку редуктора, показаны на рис. 23.3.5. Их размещают на продольных фланцах корпуса. Ширина фланца зависит от формы головки винта. Наружный шестигранник требует большего места под ключ.

Вариант a (см. рис. 23.3.6) выполнения мест крепления корпуса к плите (раме) используют для редукторов, приведенных на рис. 23.2.1, a; варианты δ и ϵ — для редукторов, показанных на рис. 23.2.1, δ — δ . На рис. 23.3.6, δ ниша угловая, а на рис. 24.3.6, ϵ — расположена на боковой стенке. На рис. 23.3.7 изображены варианты приливов для болтов, стягивающих корпус и крышку, размещаемых на боковых фланцах корпуса. Ширина фланца зависит от формы головки винта.

23.4. Конструирование корпуса цилиндрического редуктора. Показано, как по имеющимся размерам передач, валов и подшипников определяют основные размеры корпуса и крышки. Крышку и корпус редуктора, представленного на рис. 23.4.1, стягивают болтами, центрируют штифтами (см. комментарии к листу 23.2).

У редуктора, представленного на рис. 23.4.2, части корпуса стягивают винтами. Чаще всего применяют винты с внутренним шестигранником, позволяющие уменьшить размеры приливов (см. комментарии к листу 23.2).

- **23.5.** Корпус цилиндрического двухступенчатого редуктора. Конструкция корпуса соответствует третьему типу на рис. 23.2.1. Все детали крепления размещены в нишах. У корпуса большая жесткость, эстетичный внешний вид и хорошие виброакустические свойства (см. комментарии к листу 23.2).
- **23.6.** Конструирование корпуса цилиндрического двухступенчатого соосного редуктора. Вариант конструкции корпуса соответствует типу 3 (см. рис. 23.2.1, в). Для размещения внутренних опор входного и выходного валов в середине крышки корпуса отливают стенку, снабжают ее бобышкой. Бобышка имеет отъемную крышку (см. комментарии к листу 23.2).
- **23.7.** Конструирование корпуса коническо-цилиндрического редуктора. На рис. 23.7.1 показано, как по имеющимся размерам передач, валов и подшипников определяют основные размеры корпуса и крышки. От цилиндрического редуктора такого же типа (см. рис. 23.4.2) конструкцию отличает прилив, в котором размещен вал конической шестерни с подшипниками и стаканом (тип 2 на рис. 23.21).

На рис. 23.7.2 корпус не имеет плоскости разъема, проходящей через оси валов. Сборку осуществляют сверху, поэтому колеса установлены на шлицевых и конических участках валов. Такой корпус прост в изго-

товлении, а его жесткость высокая (см. комментарии к листу 23.2).

23.8. Конструирование корпуса червячного редуктора. На рис. 23.8.1 показано, как по имеющимся размерам передач, валов и подшипников определяют основные размеры корпуса и крышки. Крышку и корпус стягивают болтами, центрируют штифтами (см. комментарии к листу 23.2).

На рис. 23.8.2 части корпуса редуктора стягивают винтами, центрируют штифтами. Возможно применение винтов с внутренним шестигранником, позволяющим уменьшить размеры приливов (см. комментарии к листу 23.2).

Все детали крепления редуктора, приведенного на рис. 23.8.3, размещены в нишах. У корпуса большая жесткость, эстетичный внешний вид и хорошие виброакустические свойства. Конструкцию можно применять как при верхнем, так и при нижнем расположении червяка (см. комментарии к листу 23.2).

На рис. 23.8.4 у корпуса редуктора нет горизонтальной плоскости разъема, что упрощает его изготовление. Сборку осуществляют через боковые окна, закрытые крышками. Диаметр окна больше максимального диаметра вер-

шин зубьев колеса $d_{\text{ам 2}}$, отверстия для винтов крепления боковых крышек могут быть глухими (см. Γ – Γ , вариант 1) или сквозными (см. Γ – Γ , вариант 2), в последнем случае винты необходимо ставить на герметик.

23.9. Конструирование крышки корпуса планетарного редуктора. Корпус не имеет горизонтальной плоскости разъема, его конструкция соответствует типу 4 на рис. 23.2.1. Приведены рекомендуемые соотношения размеров для разработки конструкции боковой крышки корпуса. Необходимые для размещения крепежных деталей приливы крышки и корпуса размещены в предложенной конструкции снаружи корпуса.

23.10. Конструирование боковой крышки корпуса. Корпус не имеет горизонтальной плоскости разьема, его конструкция соответствует типу 4 на рис. 23.2.1. Необходимые для размещения крепежных деталей приливы крышки и корпуса размещены внутри корпуса и крышки (в отличие от конструкции, приведенной на листе 23.9). Конструкция имеет эстетичный внешний вид.

23.11. Плита. Приведен чертеж плиты, используемой для установки электродвигателя, редуктора и электрооборудования.

23.1. Справочные данные для конструирования литых деталей

Таблица 23.1.1. Формовочные уклоны металлических отливок

B								
<i>h</i> , мм	β							
До 10	2°55'							
св. 10 до 16	1°55'							
>> 16 >> 25	1°30'							
>> 25 >> 40	1°05'							
>> 40 >> 63	45'							
>> 63 >> 100	35'							
>> 100 >> 250	25'							
>> 250 >> 630	20'							

Таблица 23.1.2. Минимальные размеры литых отверстий, мм

d -		
δ	d	
6-10	δ	
12-18	0,75δ	
20 – 30	0,5δ	
32 – 38	0,4δ	
40 – 50	0,35δ	

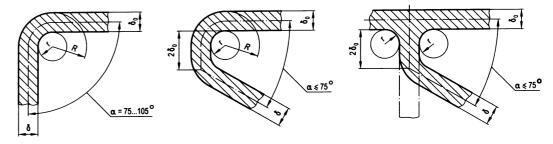


Рис. 23.1.1. Угловые сопряжения стенок одинаковой толщины ($\delta = \delta_0$; $r = (0,5...1)\delta$)

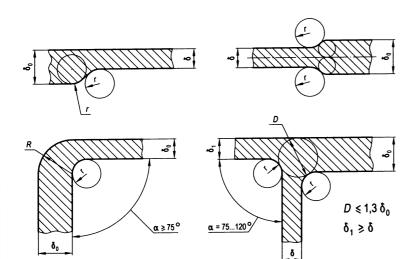


Рис. 23.1.2. Переходные участки, угловые и тавровые сопряжения стенок разной толщины при $\delta_0/\delta \leqslant 2$; $r=(0,5...1)\frac{\delta_0+\delta}{2}$

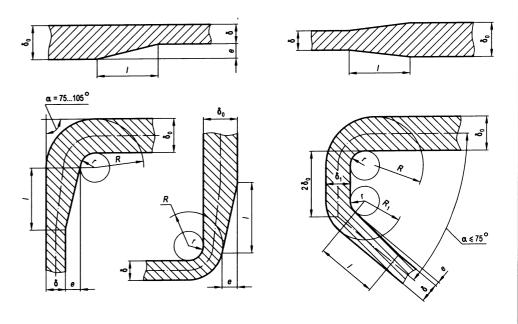


Рис. 23.1.3. Переходные участки и угловые сопряжения стенок разной толщины при $\delta_0/\delta > 2$; $r = (0.5...1) \frac{\delta_0 + \delta}{2}$ (для чугунных отливок $l \geqslant 4e$)

23.2. Рекомендуемые размеры корпуса редуктора

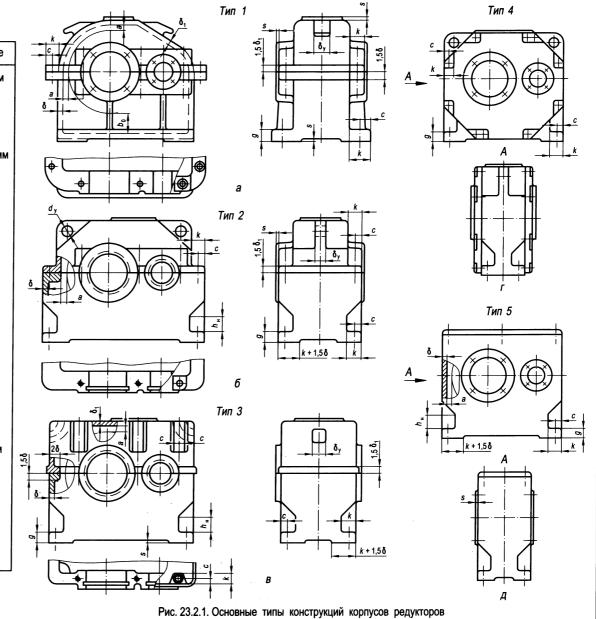
Таблица 23.2.1. Соотношения для вычисления размеров элементов корпуса и крышки редуктора

элементов корпуса и крышки редуктора			
Наименование	Обозначение	Соотношение	
Толщина стенки корпуса	δ	1,2 ⁴ √T ≥ 6 мм	
Толщина стенки крышки	δ_1	0,9 δ ≽ 6 мм	
Толщина фланца корпуса		1,5 δ	
Толщина фланца крышки	_	1,5 δ₁	
Толщина лапы корпуса	g	(2,32,4)δ	
Диаметр винтов, стягиваюших корпус и крышку	d	$1,25\sqrt[3]{T} \geqslant 10 \text{ MM}$	
Диаметр винтов крепления корпуса	d _K	1,5 d	
Диаметр штифтов	d _{ωτ}	(0,70,8) d	
Диаметр винтов крепления привертных крышек подшипников	d _B	см. 23.3	
Расстояние от оси винта до плоского края	С	(1,11,2) d	
То же до края отверстия	C ₁	(11,1) <i>d</i>	
Ширина фланца при установке винта: с шестигранной головкой	k	2,7 <i>d</i>	
с шестигранным углублением	k ₁	2 c	
Ширина опорной поверхности корпуса (лапы корпуса)	-	<i>k</i> + 1,5 δ	
Толщина внутренних ребер	δ_p	(0,80,9)δ	
Толщина наружных ребер	δ_p	(0,91)δ	
Минимальный зазор между колесом и корпусом	а	δ	
Минимальное расстояние от колеса до дна корпуса	<i>b</i> ₀	4 a	
Минимальное расстояние между необработанной и обработанной поверхностями литой детали	s	0,5 δ	
Минимальный диаметр прилива корпуса вокруг подшипника качения (диаметр бобышки)	<i>D</i> ₁	1,25 <i>D</i> + 10 мм	
Число винтов крепления корпуса при: $a_{w\tau} < 315$ мм $315 < a_{w\tau} < 710$ мм	z	4 6	
Высота ниши при креплении винтами То же шпильками	h _н	$2,5 (d_{K} + \delta)$ $(22,5)d_{K}$	
Диаметр отверстия проушины	d _y	$3\delta_1$	
Толщина проушины (крюка)	δγ	(23)δ ₁	

 Π р и м е ч а н и е. Здесь T – момент на тихоходном валу редуктора,

 $H \cdot M$; $a_{w\tau}$ – межосевое расстояние тихоходной передачи редуктора;

D - наружный диаметр подшипника.



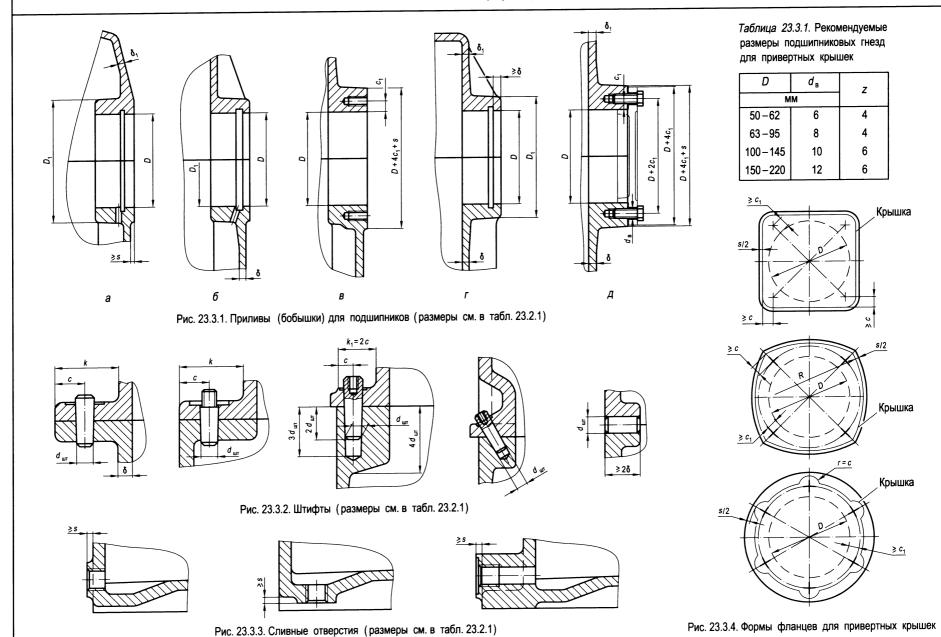
23.3. Элементы корпуса редуктора

6

Крышка

Крышка

Крышка



23.3. Элементы корпуса редуктора (окончание)

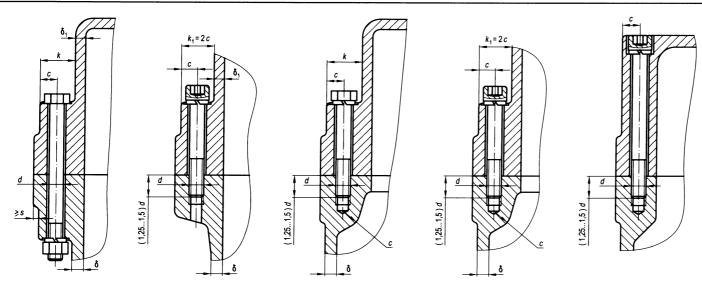
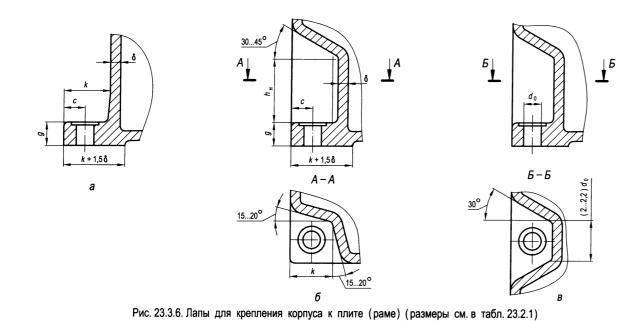
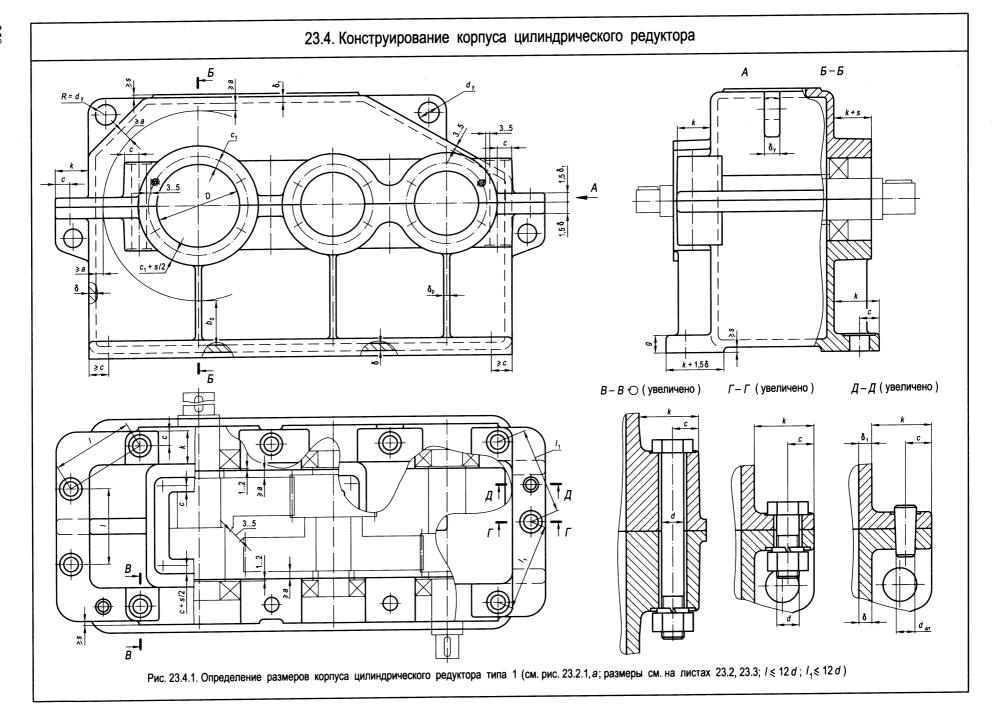
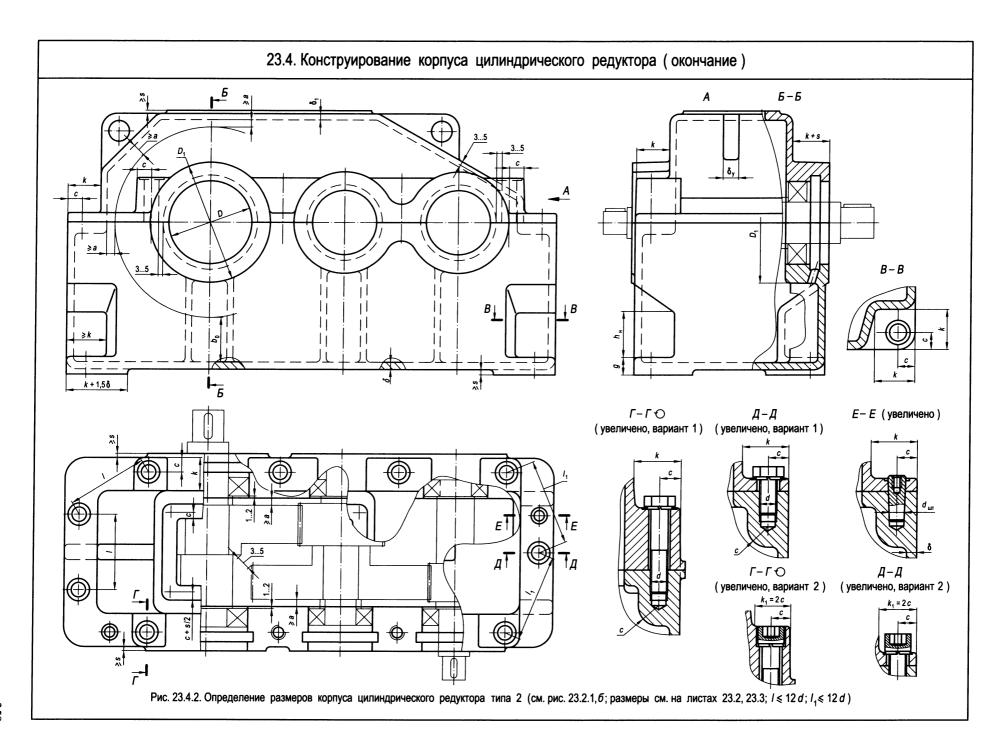


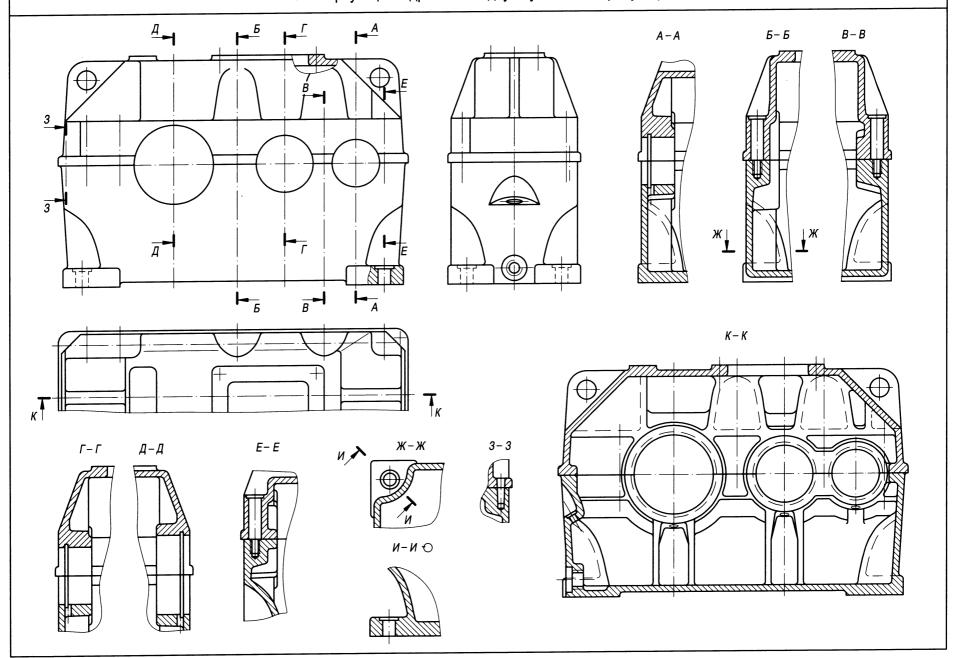
Рис. 23.3.5. Приливы под болты на продольных фланцах корпуса (размеры см. в табл. 23.2.1)

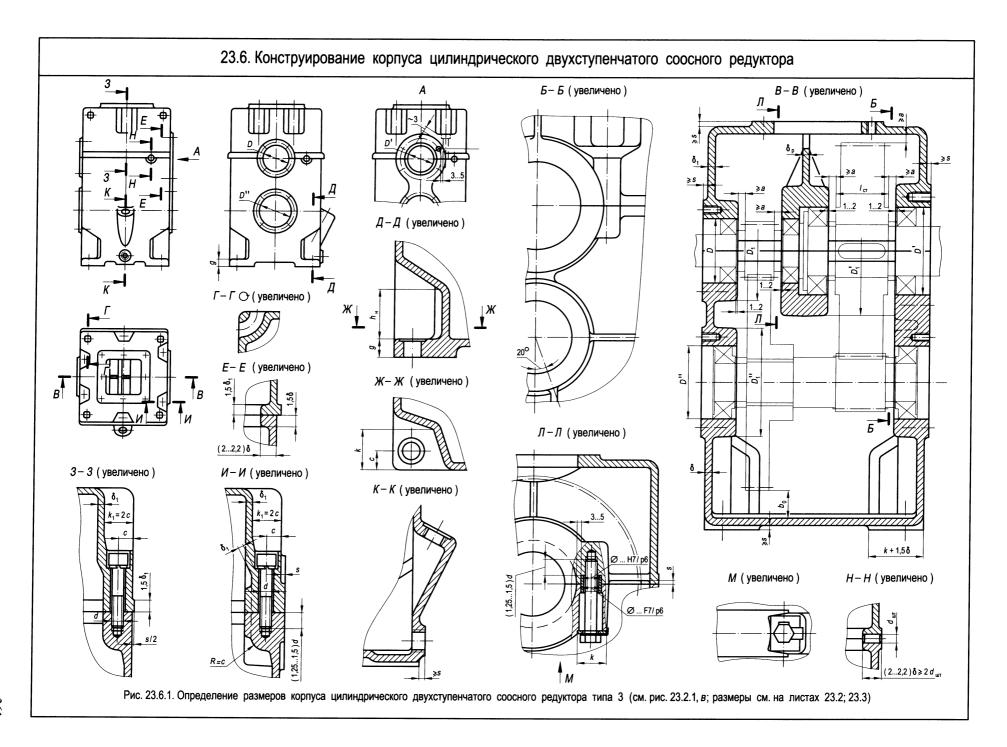


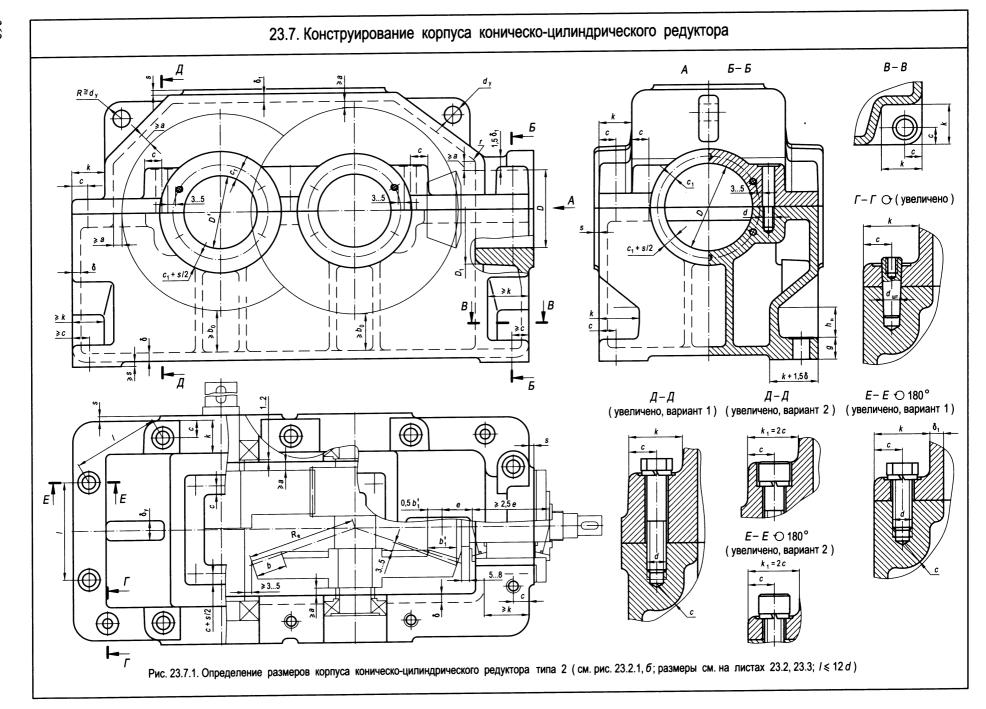


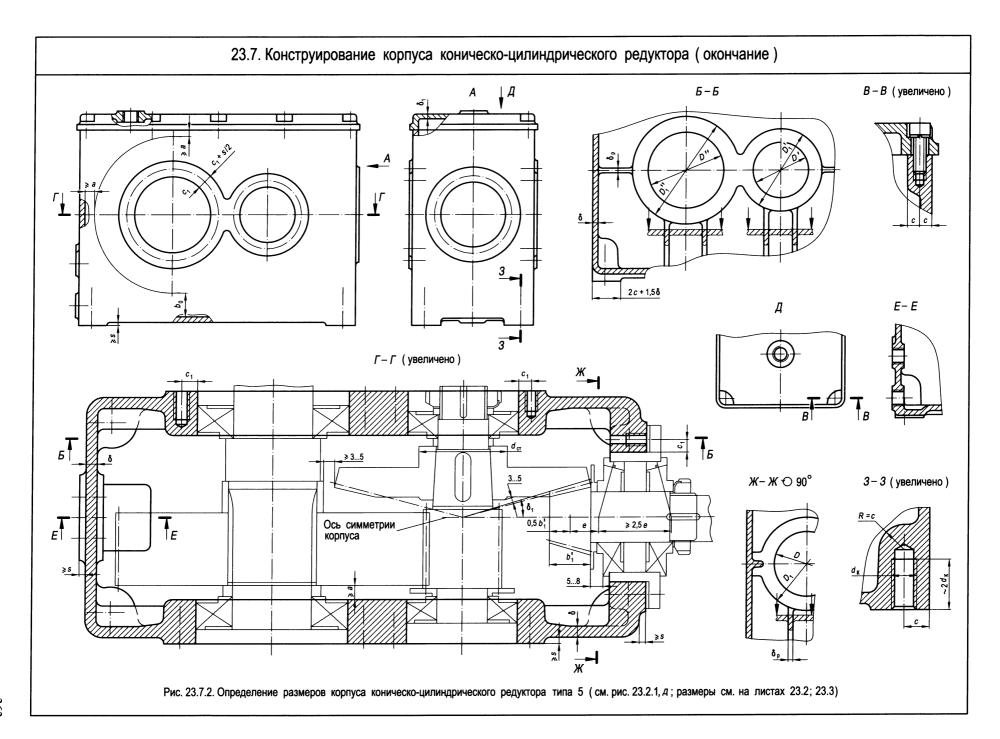


23.5. Корпус цилиндрического двухступенчатого редуктора



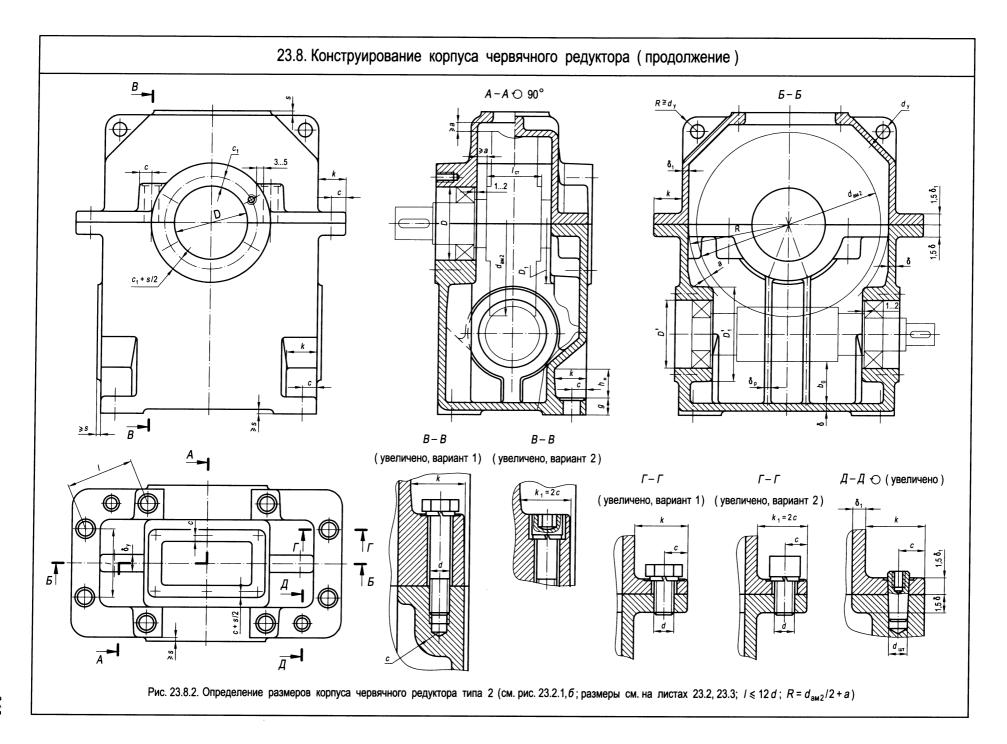




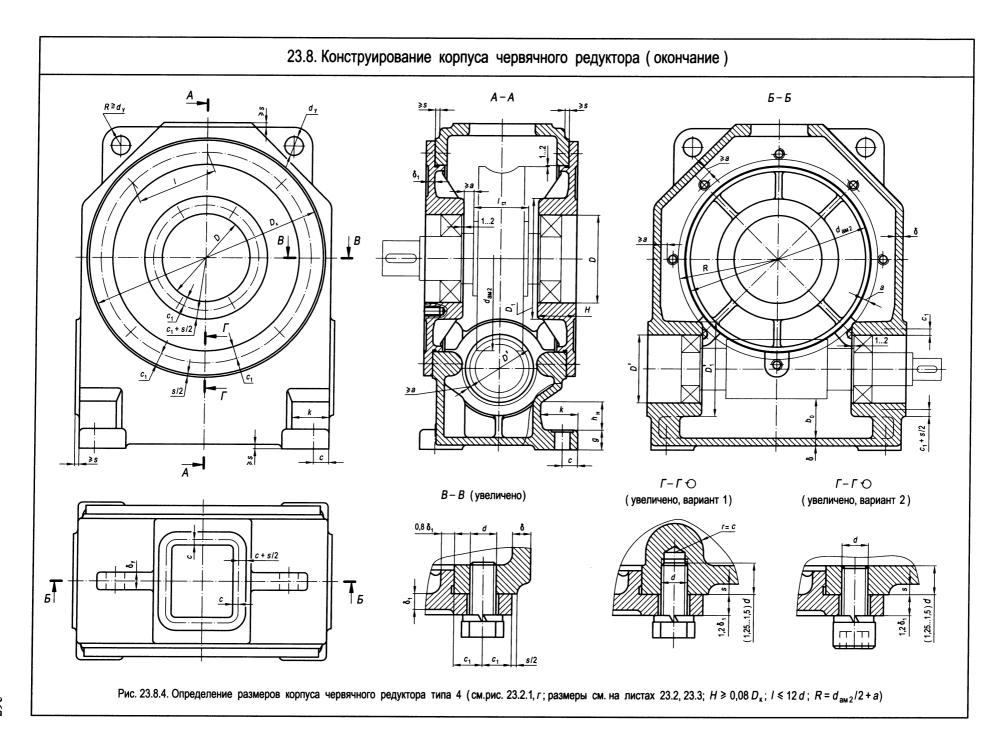


23.8. Конструирование корпуса червячного редуктора Б-Б A - Ak + 1,5δ B-B (увеличено) Д-Д ← (увеличено) Γ - Γ (увеличено)

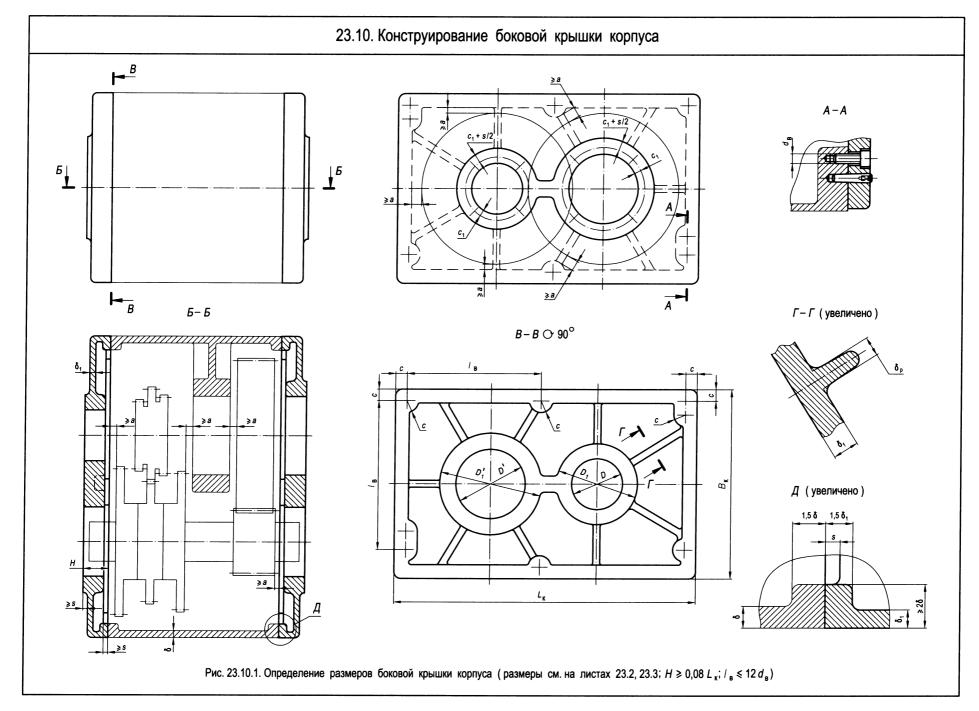
Рис. 23.8.1. Определение размеров корпуса червячного редуктора типа 1 (см. рис. 23.2.1, a; размеры см. на листах 23.2, 23.3; $l \le 12 d$; $R = d_{am2}/2 + a$)



23.8. Конструирование корпуса червячного редуктора (продолжение) Б-Б A-A • 90° Г-Г (увеличено) B-B (увеличено) $\mathcal{L} - \mathcal{L}$ (увеличено) Рис. 23.8.3. Определение размеров корпуса червячного редуктора типа 3 (см. рис. 23.2.1, B; размеры см. на листах 23.2, 23.3; $R = d_{\text{am}2}/2 + a$)



23.9. Конструирование крышки корпуса планетарного редуктора \nearrow B $c_1 + s/2$ Д-Д 🔿 (увеличено) Γ - Γ \bigcirc (увеличено) В – В ← (увеличено) $\mathcal{B} - \mathcal{B}$ (увеличено) Рис. 23.9.1. Определение размеров крышки корпуса планетарного редуктора (размеры см. на листах 23.2, 23.3; $H \ge 0.08 \, D_{\rm K}$; $I_{\rm B} \le 12 \, d_{\rm B}$)



23.11. Плита Б-Б **⊙** 90° A - A0,05/100 R 20 60 806 \sqrt{Ra} 12,5 866 912* Γ-Γ B – B 290 ± 0,5 210 ± 0,2 $220 \pm 0,2$ R 16 ÎΕ 8 отв. M 12 - 6H Д-Д R 20 T_A 400 ± 0,5 *969 B T_{B} Ж 6 отв. М 16 - 6H 260 ± 0,2 Ж 200 ± 0,2 4 OTB. Ø80 1. Неуказанные радиусы скруглений 5 мм. 2. Формовочные уклоны по ГОСТ 3212-80. 245 3.* Размеры для справок. 6 отв Ø 22/ 433 ± 0,5 4. Общие допуски по ГОСТ 30893.2-mK. 550 50 50 170 5. Отливку подвергнуть старению. 686

24. ПРУЖИНЫ ТАРЕЛЬЧАТЫЕ

Тарельчатые пружины имеют малую высоту при большом параметре [1, 7]. Имеются конструкции тарельчатых пружин с практически нулевой плоскостью на некотором участке их характеристики. Диски штампуют из листового и полосового проката или пружинной ленты из стали марки 60C2A, допускается изготовление пружин из сталей марок 60C2, 50XФA, 65C2BA, 70C3A по ГОСТ 14959–79).

Согласно ГОСТ 3057–90, в зависимости от характера нагружения тарельчатые пружины подразделяют на два класса:

I – пружины, имеющие при циклическом нагружении выносливость $N \ge 2 \cdot 10^6$ циклов, предварительную деформацию не менее 0,2s, рабочую – не более 0,6s;

II — пружины, имеющие при циклическом нагружении выносливость $N \ge 10^4$ циклов, предварительную деформацию не менее 0.2s, рабочую — не более 0.8s.

В зависимости от конструкции тарельчатые пружины делят на четыре типа:

- 1) пружины с наклонными кромками по наружному и внутреннему диаметрам;
- 2) пружины с наклонными кромками по наружному и внутреннему диаметрам и опорными плоскостями при толщине пружины более 1 мм;
- 3) пружины с параллельными кромками по наружному и внутреннему диаметрам;
- 4) пружины с параллельными кромками по наружному и внутреннему диаметрам и опорными плоскостями при толщине пружины более 1 мм.

Вид характеристики сила — перемещение у тарельчатых пружин определяется отношением s/t: при s/t < 0.6 характеристика линейная, при $s/t \ge 0.6$ — нелинейная.

24.1. Пружины тарельчатые без опорных плоскостей. На рис. 24.1.1 приведены чертежи пружин типа 1 и 3,

а в табл. 24.1.1 – в сокращении их размеры и основные параметры.

24.2. Пружины тарельчатые с опорными плоскостями. На рис. 24.2.1 даны эскизы пружин типа 2 и 4, а в табл. 24.2.1 — в сокращении их размеры и основные параметры. Согласно ГОСТ 3057—90, наибольший диаметр тарельчатых пружин $D_1 = 400$ мм.

При выборе пружин в случае статической нагрузки необходимо, чтобы деформация каждой тарелки не превышала 0,8s, а при динамической нагрузке — 0,6s. Пружины типа 1 и 2 находят более широкое применение благодаря простоте их изготовления. Пружины типа 3 и 4 делают только в особых случаях. При одинаковых размерах пружины типа 3 и 4 обладают более высокой нагрузочной способностью, чем типа 1 и 2.

На рис. 24.2.2 показаны применяемые схемы установки пружин в пакеты.

У одиночной пружины (см. рис. 24.2.2, a) при максимальной деформации s сила $F=F_{\rm max}$. В случае двух- и трехпараллельной сборки (см. рис. 24.2.2, b, b) силу F_n , действующую на пакет пружин при максимальной его деформации, определяют по зависимости $F_n=KFn$, где K- коэффициент, учитывающий влияние сухого трения между пружинами и равный 1,06 и 1,09 соответственно при двух- и трехпараллельной сборке; n- число пружин в пакете. Максимальную деформацию пакета пружин определяют по формуле $s_n=s$.

При последовательной установке пружин (см. рис. 24.2.2, ε , ∂) сила, действующая на пакет пружин, $F_n = F$, а перемещение торцев пакета $s_n = ns$.

Пружины в пакет устанавливают при помощи гильзы или направляющего стержня.

24.1. Пружины тарельчатые без опорных плоскостей

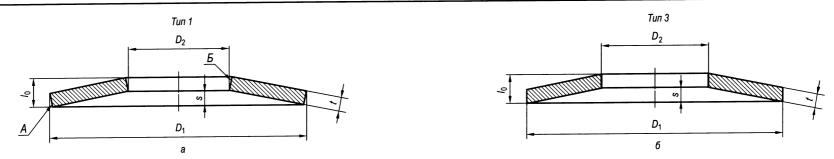


Рис. 24.1.1. Пружины тарельчатые с наклонными (а) и параллельными (б) кромками по наружному и внутреннему диаметру

Таблица 24.1.1. Параметры и размеры тарельчатых пружин типа 1 и 3 (ГОСТ 3057–90), мм

E		_				s	<i>F</i> , H,	при дефор	мации	F _{max} ,	D ₁	_		s	1_	$\frac{s}{t}$	<i>F</i> , H, при деформации		
F _{max} ,	D ₁	D ₂	t	s	10	<u>s</u> t	0,2 s	0,6 s	0,8 s	H	υ1	D ₂	,	8	10	t	0,2 s	0,6 s	0,8 s
132	8,0	3.55	0.30	0,25	0.55	0,8	39	94	114	500	18,0	9,00	0,60	0,55	1,15	0,9	155	357	424
132	14,0	7,20	0,35	0,45	0.80	1,3	58	115	126	630	10,0	4,20	0,60	0,25	0,85	0,4	148	415	539
140	6,3	3,55	0.30	0,14	0,44	0,5	32	87	112	630	16,0	8,00	0,67	0,43	1,10	0,6	172	444	557
140	8,0	4,10	0.30	0.25	0.55	0,8	42	101	122	630	20,0	10,00	0,67	0,63	1,30	0,9	204	466	551
160	10.0	4.00	0,40	0.20	0,60	0,5	36	99	127	630	25,0	12,20	0,70	0,90	1,60	1,3	281	562	614
160	12,5	6,20	0,35	0,45	0,80	1,3	70	142	155	710	10,0	4,75	0,60	0,25	0,85	0,4	156	435	565
160	16,0	8,20	0,40	0,50	0,90	1,3	71	144	158	710	14,0	5,60	0,70	0,34	1,04	0,5	168	460	591
200	10.0	4,00	0.40	0,25	0,65	0,6	50	129	162	710	20,0	10,00	0,70	0,65	1,35	0,9	238	546	647
250	9,0	5,60	0,40	0,20	0,60	0,5	59	160	205	710	22,4	9,00	0,75	0,70	1,45	0,9	232	530	629
250	10,0	5,00	0.40	0,30	0,70	0,8	71	175	215	710	31,5	16,30	0,80	1,05	1,85	1,3	326	647	703
250	14,0	7.00	0,50	0,30	0,80	0,6	64	167	210	800	22,4	9,00	0,80	0,65	1,45	0,8	236	569	691
250	18,0	9,20	0.45	0,60	1,05	1,3	103	202	218	900	12,5	6,30	0,70	0,30	1,00	0,4	197	549	712
250	20,0	10,20	0,50	0,65	1,15	1,3	120	239	261	900	22,4	12,50	0,80	0,60	1,40	0,8	244	603	741
315	9,0	5,60	0,40	0,25	0,65	0,6	80	207	260	900	35,5	18,30	0,90	1,15	2,05	1,3	387	778	851
315	20,0	8,00	0,55	0,65	1,20	1,2	131	272	305	1000	16,0	9,00	0,80	0,35	1,15	0,4	227	630	816
355	9,0	5,60	0,50	0,15	0,65	0,3	77	224	294	1000	20,0	10,00	0,80	0,65	1,45	0,8	322	777	944
355	10,0	4,00	0,50	0,25	0,75	0,5	89	242	311	1000	25,0	10,50	0,90	0,70	1,60	0,8	287	700	856
355	12,5	6,30	0,50	0,35	0,85	0,7	100	253	314	1120	25,0	14,00	0,90	0,70	1,60	0,8	332	812	993
355	20,0	10,00	0,55	0,65	1,20	1,2	143	297	332	1120	40,0	20,40	1,00	1,30	2,30	1,3	479	955	1040
400	8.0	3,70	0,50	0,17	0,67	0,3	91	260	341	1250	28,0	12,00	1,00	0,80	1,80	0,8	367	888	1081
400	10,0	5,00	0,50	0,25	0,75	0,5	97	264	338	1400	20,0	10,00	0,85	0,65	1,50	0,8	373	916	1123
450	16,0	8,00	0,60	0,40	1,00	0,7	117	299	374	1400	25,0	10,00	1,00	0,70	1,70	0,7	366	923	1145
450	20,0	8,00	0,60	0,70	1,30	1,2	181	378	425	1400	31,5	12,5	1,05	1,00	2,05	1,0	464	1057	1246
450	22,5	11,20	0,60	0,80	1,40	1,3	205	403	435	1600	16,0	8,0	1,00	0,30	1,30	0,3	328	947	1245
500	10,0	5,00	0,55	0,23	0,78	0,4	113	317	411	1600	20,0	9,0	1,00	0,50	1,50	0,5	370	1005	1290
500	12,5	7,50	0,50	0,40	0,90	0,8	141	342	417										

24.1. Пружины тарельчатые без опорных плоскостей (окончание)

Окончание табл. 24.1.1

H	F _{max}	Τ,	T_	Ι		l .	s	<i>F</i> , H	, при дефор	мации	F _{max} ,			Ι.		Ι.,	s	<i>F</i> , H,	, при дефор	мации
1800 50,0 25,4 1,25 1,60 2,85 1,3 722 1450 1586 6300 50,0 20,0 2,20 1,30 3.50 0.6 1670 4400 5577 1800 25,0 14,0 1,00 0.50 1590 0.5 419 1139 1482 6300 63,0 20,0 2,20 1,30 3.50 0.6 1670 4460 5577 1800 25,0 14,0 1,00 0.80 1,80 0.8 537 1285 1585 7100 40,0 22,4 2,00 1,00 3,00 0.5 1670 4580 5858 48		D_1	D_2	l t	s	/0	t	0,2 s	0,6 s	0,8 s	H	D_1	D_2	t	s	′0	\overline{t}	0,2 s	0,6 s	0,8 s
1800 20,0 11,2 1,00 0,50 1,50 0,5 419 1139 1462 6300 63,0 31,5 2,10 2,05 4,15 1,0 2120 4780 5805 1800 31,5 18,0 1,00 1,00 3,00 3,00 3,5 18,0 3,5 18,0 3,5 1,00 3,00 3,5 1,00 3,00 3,5 1,00 3,00 3,5 1,00 3,00 3,5 1,00 3,00 3,5 1,00 3,00 3,00 3,5 1,00 3,00	1600	25,0	12,5	1,05	0,65	1,70	0,6	404	1051	1324	6300	40,0	20,0	2,00	1,00	3,00	0,5	1550	4220	5410
1800 25,0 14,0 1,00 0,80 1,80 0,8 531 1285 1565 7100 40,0 22.4 2,00 1,00 3,00 0,5 1670 4580 5881 1800 31.5 16,0 10,0 1,15 0,90 2,05 0,8 527 1285 1571 7100 450.0 2,00 2,00 2,00 2,00 2,00 1,00 3,00 0,5 1670 4580 5881 2000 20,0 1,00 1,00 0,05 1,55 0,4 446 1250 1630 7100 50,0 25,0 2,10 1,45 3,55 0,7 1900 4800 5971 2000 25,0 1,00 1,00 1,00 0,00 1,80 0,4 446 1250 1630 7100 63,0 31.5 2,20 2,00 4,20 0,9 2250 2210 2,00	1600	50,0	25,4	1,25	1,60	2,85	1,3	722	1450	1586	6300	50,0	20,0	2,20	1,30	3,50	0,6	1670	4400	5570
1800 31.5 16.0 1.15 0.90 2.05 0.8 527 1285 1571 7100 45.0 20.0 2.20 1.10 3.30 0.5 1700 4630 5944 2000 20.0 10.0 1.20 0.60 1.80 0.5 473 1286 1680 7100 80.0 25.0 2.10 1.45 3.55 0.7 1900 4800 597 2000 35.5 1.00 1.20 0.60 1.80 0.5 473 1286 1680 7100 80.0 40.0 2.20 2.20 4.20 0.9 2250 5210 6200 2000 35.5 1.00 1.30 0.95 2.25 0.7 552 1374 1685 7100 80.0 40.0 2.20 3.00 5.20 1.4 3070 5980 642 420 2.20 4.50 1.00 1.30 0.50 1.80 0.4 470 1326 1728 8000 30.5 2.20 2.20 3.50 6.00 1.4 3070 5980 642 2.20	1800	20,0	11,2	1,00	0,50	1,50	0,5	419	1139	1462	6300	63,0	31,5	2,10	2,05	4,15	1,0	2120	4780	5600
2000 20,0 10,2 1,10 0,45 1,55 0,4 446 1250 1630 7100 50,0 25,0 2,10 1,45 3,55 0,7 1900 4800 5977 2000 25,0 1,00 1,20 0,60 1,80 0,5 473 1286 1650 7100 63,0 31,5 2,20 2,00 4,20 0,9 2250 5210 6200 2000 35,5 14,0 1,30 0,95 2,25 0,7 552 1374 1989 7100 100,0 50,0 2,50 3,50 6,00 1,4 3070 5980 6420 2240 25,0 10,0 1,30 0,50 1,80 0,4 470 1326 1728 8000 35,5 20,0 2,20 0,70 2,90 0,3 1810 5200 6830 2500 25,0 10,0 1,50 1,00 0,3 3,13 1124 1292 8000 36,0 3,15 2,40 1,75 4,15 0,7 2,220 5520 6820 25,0 10,0 1,50 1,00 0,3 3,13 1124 214 2392 8000 63,0 31,5 2,40 1,75 4,15 0,7 2,220 5250 6820 25,0 10,0 1,40 0,55 1,95 0,4 648 1825 2375 8000 90,0 46,0 2,50 2,50 3,20 5,70 1,3 3580 7180 7860 2800 50,0 25,0 1,50 1,50 1,00 2,50 3,14 2,14 2382 8000 63,0 3,15 2,24 2,20 3,00 3,10 4,2130 5970 7756 2800 50,0 25,0 1,50 1,50 1,50 1,50 1,50 3,00 1,0 915 2044 2385 9000 45,0 18,0 2,5 2,5 3,45 0,4 1950 5520 7200 2800 28,0 15,0 1,50	1800	25,0	14,0	1,00	0,80	1,80	0,8	531	1285	1565	7100	40,0	22,4	2,00	1,00	3,00	0,5	1670	4560	5850
2000 25.0 10.0 12.0 15.0 15.0 0.60 1.80 0.5 473 12.66 16.50 7100 63.0 31.5 2.20 2.00 4.20 0.99 22.50 5210 62.00 62.00 45.0 22.4 1.25 1.60 2.85 1.3 883 1773 1893 7100 100.0 50.0 2.50 3.50 6.00 1.4 3070 5890 64.20 2.20 2.00 4.20 0.00 5.20 1.4 3070 5890 64.20 2.20 2.20 2.20 2.20 2.20 1.4 3070 5890 64.20 2.20 2.20 2.20 2.20 2.20 1.4 3070 6800 7100 2.20 2.20 2.20 2.20 1.4 3070 6800 7100 2.20	1800	31,5	16,0	1,15	0,90	2,05	0,8	527	1285	1571	7100	45,0	20,0	2,20	1,10			1700		5940
2000 35,5	2000	20,0	10,2	1,10	0,45	1,55	0,4	446	1250	1630	7100	50,0	25,0					1900	1	5970
2000 45,0 22,4 1,25 1,60 2,85 1,3 883 1773 1939 7100 100,0 50,0 2,50 3,50 6,00 1,4 3470 6860 7100 2240 25,0 35,5 20,0 1,30 0,50 1,30 1,00 2,30 0,8 709 1739 2130 8000 40,0 22,4 2,20 0,85 3,05 0,4 1780 5020 6834 2500 65,0 2,50 3,00 1,50 1,50 2,00 3,50 1,3 1124 2214 2392 8000 63,0 31,5 2,40 1,75 4,15 0,7 2220 5520 6824 2800 25,0 1,00 1,40 0,55 1,95 0,4 648 1825 2375 8000 90,0 46,0 2,50 3,20 5,70 1,3 3560 7180 7866 2800 45,0 18,0 1,50 1,40 2,90 0,9 917 2103 2489 9000 40,0 25,0 2,2 0,90 3,10 0,4 2130 5970 7756 2800 56,0 28,5 1,50 1,50 1,50 3,00 1,0 915 2044 2385 9000 45,0 18,0 2,5 3,50 6,0 4,178 4,1			1 '	1 '	0,60		0,5			1650	7100		1 '	1			0,9		1	6200
2240 25.0 10.0 1,30 0,50 1,80 0,4 470 1326 1728 8000 35.5 20.0 2.20 0,70 2.90 0.3 1810 5200 6540 2500 60,0 30,0 1,50 2,00 3,50 1,3 1124 2214 2392 8000 63.0 31.5 2,40 1,75 4,15 0,7 2220 5520 6820 250 10,0 1,40 0,55 1,95 0,4 648 1825 2375 8000 90,0 46,0 2,50 3,20 5,70 1,3 3580 7180 7860 2800 25,0 1,50 1,50 1,50 1,50 1,50 3,00 1,0 915 2044 2385 9000 40,0 25,0 2,2 0,90 3,10 0,4 2130 5870 7750 2800 56,0 28,5 1,50 1,55 3,45 1,3 1237 2470 2685 9000 50,0 2,5 0,2 2,0 3,70 0,5 2110 5780 7444 3150 28,0 14,0 1,0 0,70 2,10 0,5 760 2067 2653 9000 71,0 28,0 2,5 3,50 6,00 1,4 4060 7810 3150 35,0 15,0 1,50 1,50 1,50 0,4 760 2400 2400 2400 2400 2400 25,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 6300 8315 28,0 14,0 1,40 0,55 1,95 0,4 762 2145 2795 10000 71,0 28,0 2,5 1,50 3,55 2,0 3,45 3,	2000				0,95		, ,		1374		11		1 '				1 '			
2500 35,5 20,0 1,30 1,00 2,30 0,8 709 1739 2130 8000 40,0 22,4 2,20 0,85 3,05 0,4 1780 5020 6842 2800 25,0 10,0 1,40 0,55 1,95 0,4 648 1825 2375 8000 90,0 46,0 2,50 3,20 5,70 1,3 3880 7180 7860 2800 45,0 18,0 1,50 1,50 1,50 3,00 1,0 915 2044 2385 9000 40,0 25,0 2,2 0,90 3,10 0,4 2130 5970 7780 2800 50,0 25,0 1,50 1,50 3,05 1,3 1237 2470 2885 9000 50,0 20,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2110 5780 7440 3150 35,0 1,50 1,50 1,00 2,50 0,7 895 2287 2866 9000 90,0 40,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2110 5780 7440 3150 35,0 1,50 1,50 1,00 2,50 0,7 895 2287 2866 9000 90,0 40,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2110 5780 7440 3150 35,0 1,50 1,50 1,15 2,65 0,8 910 2230 2730 9000 10,0 2,5 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 8810 3150 45,0 22,4 1,50 1,45 2,95 1,0 1060 2400 2820 10000 50,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 6300 8100 3150 45,0 1,0 1,40 0,55 1,95 0,4 762 2145 2795 10000 71,0 40,0 2,6 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 6300 8100 3550 45,0 1,0 1,40 0,55 1,95 0,4 762 2145 2795 10000 71,0 40,0 2,6 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 6300 8100 3550 45,0 18,0 1,50 1,50 0,0 5,0 0,4 762 2145 2795 10000 71,0 40,0 2,6 2,00 4,60 0,8 2840 6950 8520 3550 3550 35,5 6,0 1,40 4,00 0,55 1,95 0,4 762 2145 2795 10000 71,0 40,0 2,6 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 6300 8100 3550 45,0 18,0 1,50					1 '				1	1	II								1	
2500 60,0 30,0 1,50 2,00 3,50 1,3 11,24 2214 2329 8000 63,0 31,5 2,40 1,75 4,15 0,7 2220 5520 6820 250 10,0 1,40 0,55 1,95 0,4 648 825 2375 8000 90,0 46,0 2,50 2,2 0,90 3,10 0,4 2130 5970 7756 2800 50,0 25,0 1,50 1,50 1,50 3,00 1,0 915 2044 2385 9000 46,0 2,50 2,2 0,90 3,10 0,4 2130 5970 7756 2800 50,0 25,5 1,50 1,50 1,50 3,00 1,0 915 2044 2385 9000 46,0 2,50 2,2 0,90 3,10 0,4 2130 5970 7756 2800 56,0 28,5 1,50 1,95 3,45 1,3 1327 2470 2885 9000 50,0 20,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2110 5780 7444 3150 28,0 14,0 1,40 0,70 2,10 0,5 760 2067 2685 9000 71,0 28,0 2,6 2,15 4,75 0,8 2690 6440 7800 3150 35,0 15,0 1,50 1,00 2,50 0,7 885 2287 2885 9000 40,0 2,5 3,50 6,00 1,4 4060 7810 3150 35,0 45,0 1,50 1,15 2,65 0,8 910 2230 2730 9000 100,0 51,0 2,7 3,50 6,20 1,3 4050 8080 8810 3150 35,0 22,0 1,50 1,45 2,95 1,0 1060 2400 2820 10000 50,0 25,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 6300 8100 3550 25,0 1,4 40,0 4,0 0,55 1,95 0,4 762 2145 2795 10000 71,0 40,0 2,6 2,00 4,60 0,8 2840 6950 6820 3550 45,0 18,0 1,70 1,20 2,90 0,7 955 2400 2800 11200 56,0 22,4 2,8 1,30 4,10 0,5 2580 7199 9340 3350 45,0 18,0 1,50 1,50 1,50 3,00 1,0 1213 2710 3160 11200 50,0 22,4 2,8 1,30 4,10 0,5 2540 6990 9020 3000 4000 31,5 1,0 1,0 1,0 2,20 0,5 858 2360 3043 10000 80,0 31,5 2,8 2,45 5,25 0,9 3140 7370 8830 3550 45,0 18,0 1,50 1,50 3,00 1,0 1213 2710 3160 11200 45,0 25,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 6300 8100 3550 45,0 18,0 1,50 1,50 1,50 3,00 1,0 1213 2710 3160 11200 45,0 25,0 2,5 1,20 3			1 '		, ,						11						1		1	
2800 25,0 10,0 1,40 0,55 1,95 0,4 648 1825 2375 8000 90,0 46,0 2,50 3,20 5,70 1,3 3580 7180 7866 2800 50,0 25,0 1,5								ı	1		11						1 '	1	1	
2800 45,0 18,0 1,50 1,50 1,40 2,90 0,9 917 2103 2489 9000 40,0 25,0 2,2 0,90 3,10 0,4 2130 5970 7750 2800 50,0 25,0 1,50 1,50 3,00 1,0 915 2044 2385 9000 45,0 18,0 2,5 0,95 3,45 0,4 1950 5520 7200 43,150 28,0 14,0 1,40 0,70 2,10 0,5 760 2067 2653 9000 71,0 28,0 2,6 2,15 4,75 0,8 2690 6440 7800 3150 35,0 15,0 1,50 1,00 2,50 0,7 895 2287 2856 9000 71,0 28,0 2,6 2,15 4,75 0,8 2690 6440 7800 3150 40,0 20,0 1,50 1,50 1,00 2,50 0,7 895 2287 2856 9000 50,0 40,0 2,5 3,20 6,00 1,4 4060 7810 83150 45,0 15,0 1,50 1,00 2,50 1,50 1,00 2,50 0,7 895 2287 2856 9000 50,0 3,10 2,7 3,50 6,00 1,4 4060 7810 83150 45,0 12,0 1,40 0,55 1,95 0,4 762 2145 2795 10000 50,0 25,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 6300 8310 3550 25,0 14,0 1,40 0,55 1,95 0,4 762 2145 2795 10000 50,0 25,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 6300 8300 3550 28,0 12,0 1,50 1,00 0,70 2,20 0,5 8858 2360 3043 10000 80,0 31,5 2,8 2,45 5,25 0,9 3140 7370 8830 3550 45,0 18,0 17,0 1,20 2,90 0,7 955 2400 2980 11200 45,0 22,4 2,8 1,30 4,10 0,5 2540 6990 9020 40,0 2,0 1,50 1,50 1,50 3,00 1,0 1213 2710 3160 11200 45,0 22,4 2,8 1,30 4,10 0,5 2540 6990 9020 40,0 2,0 1,50 1,50 1,50 3,00 1,0 1213 2710 3160 11200 71,0 28,0 3,0 4,00 7,00 1,3 5110 10070 1088 4000 35,5 16,0 16,0 1,5 0,75 2,25 0,5 937 2550 3273 11200 110,0 50,0 3,0 4,00 7,00 1,3 5110 10070 1088 4000 35,5 16,0 16,0 1,50 2,66 0,7 1120 2874 3596 12500 45,0 25,0 2,5 1,50 3,55 0,5 220 7950 9680 4000 45,0 25,0 1,6 1,6 1,0 2,5 2,5 0,8 1304 1350 4390 12500 45,0 25,0 2,5 1,0 3,0 3,0 0,5 2720 7500 9680 4000 45,0 25,0 1,8 1,40 3,0 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 45,0 25,0 1,8 1,40 3,0 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 45,0 25,0 1,8 1,40 3,0 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 45,0 25,0 1,8 1,40 1,6 1,40 3,0 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 45,0 25,0 1,8 1,40 1,40 1,6 0,5 2,45 0,8 1304 3150 3830 14000 45,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 45,0 25,0 1,8 1,40 1,40 1,6 0,5 2,45 0,8 1304 3150 3490 14000 50,0 25,0 25							l	l	1		H			I					I .	
2800 50,0 25,0 1,50 3,00 1,0 915 2044 2385 9000 45,0 18,0 2,5 0,95 3,45 0,4 1950 5520 720 2800 56,0 28,5 1,50 1,95 3,45 1,3 1237 2470 2685 9000 50,0 2,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2110 5780 744 3150 35,0 15,0 1,50 1,00 2,50 0,7 895 2287 2856 9000 90,0 40,0 2,5 3,50 6,00 1,4 4060 7810 8315 45,0 22,4 1,50 1,15 2,65 0,8 910 2230 2730 9000 100,0 5,5 3,50 6,00 1,4 4060 7810 8315 45,0 22,4 1,50 1,4 2,95 1,0 1060 2230 2730 9000 100,0 50,0 2,5 13,3 40	1		1 '				,	1			11	1 '				1 '	1		1	
2800 56,0 28,5 1,50 1,95 3,45 1,3 1237 2470 2685 9900 50,0 20,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2110 5780 7440 3150 28,0 14,0 1,40 0,70 2,10 0,5 760 2067 2653 9900 71,0 28,0 2,6 2,15 4,75 0.8 2690 6440 7800 3150 35,0 16,0 1,50 1,15 2,65 0.8 910 2230 2730 9000 10,0 2,5 3,50 6,00 1,4 4060 7810 3150 40,0 20,0 1,50 1,15 2,65 0.8 910 2230 2730 9000 100,0 51,0 2,7 3,50 6,00 1,3 4050 8080 8810 3150 45,0 12,0 1,50 0,70 2,20 0,5 858 2360 3043 10000 51,0 2								ı	I .		ll .		1						1	
3150 28,0 14,0 1,40 0,70 2,10 0,5 760 2067 2653 9000 71,0 28,0 2,6 2,15 4,75 0,8 2690 6440 7800 3150 35,0 15,0 1,50 1,00 2,65 0,8 910 2230 2730 9000 10,0 51,0 2,7 3,50 6,00 1,4 4060 7810 8310 3150 45,0 22,4 1,50 1,45 2,95 1,0 1060 2400 2820 10000 50,0 25,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 6300 8100 3550 25,0 14,0 1,40 0,55 1,95 0,4 762 2145 2795 10000 71,0 40,0 2,6 2,00 4,60 0,8 2840 6950 8520 3550 28,0 12,0 1,50 0,70 2,20 0,5 858 2360 3043 10000 80,0 31,5 2,8 2,45 5,25 0,9 3140 7370 8833 3550 45,0 18,0 1,70 1,20 2,90 0,7 955 2400 2980 11200 56,0 22,4 2,8 1,30 4,10 0,5 2540 6990 9020 3550 45,0 12,0 1,5 0,75 2,25 0,5 937 2550 3273 11200 11,0 50,0 3,0 4,00 7,00 1,3 5110 10070 1088 4000 31,5 11,0 1,7 0,70 2,40 0,4 916 2565 3330 12500 40,0 25,0 2,5 1,35 4,15 0,5 2,25 0,8 1320 2767 3383 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 4000 50,0 25,0 25,0 1,60 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 2500 25,0 2,5 0,8 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 50,0 25,0 2,5 0,16 1,40 3,20 0,8 1132 2767 3383 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1024 4500 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3450 4100 50,0 3,5 1,50 1,50 3,50 0,8 1304 3150 3490 12500 50,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1024 4500 50,0 25,0 2,5 0,8 3,30 0,3 3660 7650 1003 4500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1024 4500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1024 4500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1024 4500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 3650 11100 50,0 3,15 16,0 1,8 1,45 3,25 0,8								1			11		, ,		1 '	1 '	,			
3150 35,0 15,0 1,50 1,50 1,00 2,50 0,7 895 2287 2856 9000 90,0 40,0 2,5 3,50 6,00 1,4 4060 7810 8310 3150 45,0 22,4 1,50 1,45 2,95 1,0 1060 2400 2820 10000 50,0 25,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 6300 8100 3550 25,0 14,0 1,40 0,55 1,95 0,4 762 2145 2795 10000 71,0 40,0 2,6 2,00 4,60 0,8 2840 6950 8520 3550 35,5 16,0 1,80 0,65 2,45 0,4 824 2342 2340 3060 11200 45,0 25,0 2,5 1,25 3,55 0,9 3140 7370 8833 3550 45,0 25,0 1,50 1,50 3,00 1,0 1213 2710 3160 11200 71,0 28,0 3,0 1,80 4,80 0,6 2920 7660 9680 4000 31,5 11,0 1,7 0,70 2,40 0,4 916 2565 3330 12500 40,0 25,0 2,5 0,80 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 35,5 16,0 1,6 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 2500 45,0 28,0 2,4 1,10 3,50 0,5 2720 7500 9680 4000 35,5 16,0 1,6 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 12500 45,0 28,0 2,4 1,10 3,50 0,5 2720 7500 9680 4500 25,0 2,5 1,50 1,50 3,00 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 2,6 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 1021 4500 25,0 2,5 1,50 3,55 4,15 0,75 2,25 0,5 377 2550 3,273 11200 10,0 25,0 2,5 0,80 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 35,5 16,0 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 2500 45,0 28,0 2,4 1,10 3,50 0,5 2720 7500 9680 4500 25,0 2,5 1,50 1,50 3,50 0,8 1132 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 1021 4500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1021 4500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1021 4500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1021 4500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3610 1021 4500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3610 1021 4500 50,0 28,0 2,8 1,10 3,9			1 '					L .	1	l								1	1	
3150 40,0 20,0 1,50 1,15 2,65 0,8 910 2230 2730 9000 100,0 51,0 2,7 3,50 6,20 1,3 4050 8080 8810 3150 45,0 22,4 1,50 1,45 2,95 1,0 1060 2400 2820 10000 50,0 25,0 2,5 1,20 3,70 0,5 2300 6300 8100 3550 25,0 14,0 1,40 0,55 1,95 0,4 762 2145 2795 10000 71,0 40,0 2,6 2,00 4,60 0,8 2840 6950 8520 3550 28,0 12,0 1,50 0,70 2,20 0,5 858 2360 3043 10000 80,0 31,5 2,8 2,45 5,25 0,9 3140 7370 8833 3550 38,5 16,0 1,80 0,65 2,45 0,4 824 2342 3060 11200 45,0 25,0 2,5 1,05 3,55 0,4 2580 7190 9344 3550 45,0 18,0 1,70 1,20 2,90 0,7 955 2400 2980 11200 56,0 22,4 2,8 1,30 4,10 0,5 2540 6990 9020 3550 45,0 25,0 1,50 1,50 3,00 1,0 1213 2710 3160 11200 71,0 28,0 3,0 1,80 4,80 0,6 2920 7660 9680 4000 28,0 12,0 1,55 0,75 2,25 0,5 937 2550 3273 11200 110,0 50,0 3,0 4,00 7,00 1,3 5110 10070 1088 4000 31,5 11,0 1,7 0,70 2,40 0,4 916 2565 3330 12500 40,0 25,0 2,5 0,80 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 35,5 16,0 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 12500 40,0 25,0 2,5 1,0 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 45,0 25,0 1,6 1,6 1,40 3,00 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,5 1,0 3,50 0,5 2720 7500 9680 4000 45,0 25,0 1,6 1,40 3,00 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,6 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 4000 50,0 25,0 1,6 1,40 3,00 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 4000 50,0 25,0 1,6 1,40 3,20 0,8 1132 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 4500 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 45,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 45,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 50,0 28,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 66,0 31,5 16,0 2,00 5,0 2,0 1,50 3,50 0,8 1628 4025 4949 14000 70,0 30,0 3,0 2,00 5,00 0,7 3580 9150 11430 5600 71,0 36,0 2,0 2,0 4,00 1,0 1866 4165 4860 14000 80,0 35,5 3,0 2,50 5,50 0,8 3920 9360 11302 5600 71,0 36,0 2,0 2,0 4,0 0,0 1,0 1866 4165 4860 14000 80,0 35,5 3,0 2,50 5,50 0,8 3920 9360 11302 5600 71,0 36,0 2,0 0,0 63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 130,0 60,0 3,5 4,50 8,0 1,3 6320 12650 13820 14650 13820 14650 1300 130,0					1 .				1	1									1	I I
3150			1 '		1 /		,	ı				, ,			, ,	1 '				
3550 25,0 14,0 1,40 0,55 1,95 0,4 762 2145 2795 10000 71,0 40,0 2,6 2,00 4,60 0,8 2840 6950 8520 3550 28,0 12,0 1,50 0,70 2,20 0,5 858 2360 3043 10000 80,0 31,5 2,8 2,45 5,25 0,9 3140 7370 8833 3550 35,5 16,0 1,80 0,65 2,45 0,4 824 2342 3060 11200 45,0 25,0 2,5 1,05 3,55 0,4 2580 7190 9340 3550 45,0 18,0 1,70 1,20 2,90 0,7 955 2400 2980 11200 56,0 22,4 2,8 1,30 4,10 0,5 2540 6990 9020 3550 45,0 25,0 1,50 1,50 3,00 1,0 1213 2710 3160 11200 71,0 28,0 3,0 1,80 4,80 0,6 2920 7660 9680 4000 28,0 12,0 1,5 0,75 2,25 0,5 937 2550 3273 11200 110,0 50,0 3,0 4,00 7,00 1,3 5110 10070 1088 4000 31,5 11,0 1,7 0,70 2,40 0,4 916 2565 3330 12500 45,0 25,0 2,5 0,80 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 35,5 16,0 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 12500 45,0 25,0 2,5 0,80 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 45,0 25,0 1,6 1,40 3,00 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 10241 4000 50,0 25,0 1,8 1,40 3,20 0,8 1132 2767 3383 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 10241 4500 25,0 14,0 1,6 0,50 2,10 0,3 996 2867 3760 12500 80,0 45,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 10241 4500 25,0 14,0 1,6 0,50 2,10 0,3 996 2867 3760 12500 80,0 45,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3020 8530 11120 4500 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 45,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3020 8530 11120 4500 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040	1										II ' '	1 ′		· '						
3550 28,0 12,0 1,50 0,70 2,20 0,5 858 2360 3043 10000 80,0 31,5 2,8 2,45 5,25 0,9 3140 7370 8830 3550 35,5 16,0 1,80 0,65 2,45 0,4 824 2342 3060 11200 45,0 25,0 2,5 1,05 3,55 0,4 2580 7190 9344 3550 45,0 25,0 1,50 1,50 3,00 1,0 1213 2710 3160 11200 71,0 28,0 3,0 1,80 4,80 0,6 2920 7660 9680 4000 28,0 12,0 1,5 0,75 2,25 0,5 937 2550 3273 11200 110,0 50,0 3,0 4,00 7,00 1,3 5110 10070 1088 4000 31,5 11,0 1,7 0,70 2,40 0,4 916 2565 3330 12500 40,0 25,0 2,5 0,80 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 35,5 16,0 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 12500 45,0 25,0 1,6 1,40 3,20 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 4000 50,0 2,0 1,8 1,40 3,20 0,8 1132 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 10210 4500 50,0 25,0 1,8 1,40 3,20 0,8 1132 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 10210 4500 50,0 25,0 1,8 1,40 3,20 0,8 1302 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 10210 4500 50,0 25,0 1,8 1,40 3,20 0,8 1302 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 10210 4500 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 45,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3020 8530 11120 4500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 31,5 16,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 50,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 10210 4500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 31,5 16,0 1,8 1,50 3,30 0,8 1490 3560 4300 14000 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 31,5 16,0 1,8 1,50 3,30 0,8 1490 3560 4300 14000 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 50,0 25,0 2,0 2,0 1,50 3,50 0,8 1628 4025 4949 14000 50,0 31,5 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 6000 31,5 16,0 2,0 0,6 3,6 2,6 3,0 3,1 1440 4155 5450 14000 90,0 45,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 6000 31,5 16,0 2,0 0,6 3,6 2,6 3,0 3,0 1440 4155 5450 14000 90,0 45,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 6000 31,5 16,0 2,0 0,6 3,6 2,6 3,0 3,0 1440 4155 5450 14000 90,0 45,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 12650 13820 13820 13820 13820 13820 13820 13820 13820 13820 13820								I			1				1	I .			1	
3550 35,5 16,0 1,80 0,65 2,45 0,4 824 2342 3060 11200 45,0 25,0 2,5 1,05 3,55 0,4 2580 7190 9340 3550 45,0 18,0 1,70 1,20 2,90 0,7 955 2400 2980 11200 56,0 22,4 2,8 1,30 4,10 0,5 2540 6990 9020 3550 45,0 25,0 1,50 1,50 3,00 1,0 1213 2710 3160 11200 71,0 28,0 3,0 1,80 4,80 0,6 2920 7660 9680 4000 28,0 12,0 1,5 0,75 2,25 0,5 937 2550 3273 11200 110,0 50,0 3,0 4,00 7,00 1,3 5110 10070 1088 4000 31,5 11,0 1,7 0,70 2,40 0,4 916 2565 3330 12500 40,0 25,0 2,5 0,80 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 35,5 16,0 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 12500 45,0 28,0 2,4 1,10 3,50 0,5 2720 7500 9680 4000 45,0 25,0 1,6 1,40 3,00 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 4000 50,0 20,0 1,8 1,40 3,20 0,8 1132 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 1021 4500 25,0 14,0 1,6 0,50 2,10 0,3 996 2867 3760 12500 80,0 45,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 1021 4500 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 45,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3020 8530 11120 4500 63,0 31,5 16,0 1,8 0,65 2,45 0,4 1110 3150 4115 14000 56,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3020 8530 11120 5000 50,0 28,0 1,8 1,50 3,30 0,8 1490 3560 4300 14000 63,0 31,5 16,0 1,8 0,65 2,45 0,4 1110 3150 4115 14000 56,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3020 8530 11120 5000 50,0 25,0 2,0 2,0 1,8 1,50 3,30 0,8 1490 3560 4300 14000 63,0 31,5 16,0 2,0 2,0 2,0 4,00 1,0 1866 4165 4860 14000 80,0 3,5 4,50 8,0 1,3 6320 12650 13820 5600 71,0 36,0 2,0 2,0 2,0 4,00 1,0 1866 4165 4860 14000 80,0 3,5 4,50 8,0 1,3 6320 12650 13820 5000 31,5 16,0 2,0 2,0 2,0 2,0 4,00 1,0 1866 4165 4860 14000 80,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 5000 31,5 16,0 2,0 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 90,0 45,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 1			'	1 '							1				1 '		1 - , -			
3550 45,0 18,0 1,70 1,20 2,90 0,7 955 2400 2980 11200 56,0 22,4 2,8 1,30 4,10 0,5 2540 6990 9020 3550 45,0 25,0 1,50 1,50 3,00 1,0 1213 2710 3160 11200 71,0 28,0 3,0 1,80 4,80 0,6 2920 7660 9680 4000 28,0 12,0 1,5 0,75 2,25 0,5 937 2550 3273 11200 110,0 50,0 3,0 4,00 7,00 1,3 5110 10070 1088 4000 31,5 11,0 1,7 0,70 2,40 0,4 916 2565 3330 12500 40,0 25,0 2,5 0,80 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 35,5 16,0 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 12500 45,0 28,0 2,4 1,10 3,50 0,5 2720 75500 9680 4000 45,0 25,0 1,6 1,40 3,00 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 4000 50,0 20,0 1,8 1,40 3,20 0,8 1132 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 1021 4500 25,0 14,0 1,6 0,50 2,10 0,3 996 2867 3760 12500 80,0 45,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 1021 4500 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 45,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3020 8530 11120 4500 63,0 31,5 16,0 1,8 2,35 4,15 1,3 2007 3990 4340 14000 45,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 31,5 16,0 1,8 2,35 4,15 1,3 2007 3990 4340 14000 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 31,5 16,0 1,8 0,65 2,45 0,4 1110 3150 4115 14000 56,0 31,5 2,8 1,40 4,20 0,5 3290 8960 11500 5000 50,0 25,0 2,0 2,0 1,50 3,50 0,8 1628 4025 4949 14000 70,0 30,0 3,0 2,00 5,00 0,7 3580 9150 11430 5600 60,0 25,0 2,0 2,0 2,00 4,00 1,0 1866 4165 4860 14000 80,0 35,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 6300 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 80,0 35,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 6300 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 80,0 35,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 6300 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 130,0 60,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 6300 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 130,0 60,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 13820 13820 1300 130,0 130									1						1 '				I .	
3550 45,0 25,0 1,50 1,50 1,50 3,00 1,0 1213 2710 3160 11200 71,0 28,0 3,0 1,80 4,80 0,6 2920 7660 9680 4000 28,0 12,0 1,5 0,75 2,25 0,5 937 2550 3273 11200 110,0 50,0 3,0 4,00 7,00 1,3 5110 10070 1088 4000 31,5 11,0 1,7 0,70 2,40 0,4 916 2565 3330 12500 40,0 25,0 2,5 0,80 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 35,5 16,0 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 12500 45,0 28,0 2,4 1,10 3,50 0,5 2720 7500 9680 4000 45,0 25,0 1,6 1,40 3,00 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 4000 50,0 20,0 1,8 1,40 3,20 0,8 1132 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 1021 4500 50,0 25,0 1,6 0,50 2,10 0,3 996 2867 3760 12500 80,0 45,0 3,0 2,10 5,10 0,7 3410 8610 1070 4500 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 45,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3020 8530 11120 4500 63,0 31,5 16,0 1,8 2,35 4,15 1,3 2007 3990 4340 14000 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 31,5 16,0 1,8 0,65 2,45 0,4 1110 3150 4115 14000 56,0 31,5 2,8 1,40 4,20 0,5 3290 8960 1150 5000 50,0 28,0 28,0 1,8 1,50 3,30 0,8 1490 3560 4300 14000 63,0 31,5 2,8 1,40 4,20 0,5 3290 8960 1150 5000 50,0 28,0 28,0 1,8 1,50 3,30 0,8 1490 3560 4300 14000 63,0 31,5 3,0 1,50 4,50 0,5 3170 8610 11050 5600 50,0 25,0 2,0 2,00 2,00 4,00 1,0 1866 4165 4860 14000 80,0 35,0 3,0 2,00 5,00 0,7 3580 9150 11430 5600 60,0 25,0 2,0 2,00 4,00 1,0 1866 4165 4860 14000 80,0 35,0 3,0 2,260 5,80 0,8 4080 9820 11940 5600 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 90,0 45,0 3,0 2,260 5,80 0,8 4080 9820 11940 5600 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 90,0 45,0 3,0 2,260 5,80 0,8 4080 9820 11940 5600 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 90,0 45,0 3,5 2,60 5,80 0,8 4080 9820 11940 5600 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 90,0 45,0 3,5 2,260 5,80 0,8 4080 9820 11940 5600 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 90,0 45,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 5450 14000 90,0 45,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 5450 14000 90,0 45,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820 12650 13820											II.								1	
4000 28,0 12,0 1,5 0,75 2,25 0,5 937 2550 3273 11200 110,0 50,0 3,0 4,00 7,00 1,3 5110 10070 1088 4000 31,5 11,0 1,7 0,70 2,40 0,4 916 2565 3330 12500 40,0 25,0 2,5 0,80 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 35,5 16,0 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 12500 45,0 28,0 2,4 1,10 3,50 0,5 2720 7500 9680 4000 45,0 25,0 1,6 1,40 3,00 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 4500 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 383	I	1 '	1 '						1			,								
4000 31,5 11,0 1,7 0,70 2,40 0,4 916 2565 3330 12500 40,0 25,0 2,5 0,80 3,30 0,3 2660 7650 1003 4000 35,5 16,0 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 12500 45,0 28,0 2,4 1,10 3,50 0,5 2720 7500 9680 4000 45,0 25,0 1,6 1,40 3,00 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 4000 50,0 20,0 1,8 1,40 3,20 0,8 1132 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 1024 4500 50,0 25,0 1,4 1,6 0,50 2,10 0,3 996 2867 </td <td></td> <td></td> <td></td> <td>1 '</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1 '</td> <td></td> <td>l .</td> <td></td> <td>10880</td>				1 '							1					1 '		l .		10880
4000 35,5 16,0 1,6 1,05 2,65 0,7 1120 2874 3596 12500 45,0 28,0 2,4 1,10 3,50 0,5 2720 7500 9680 4000 45,0 25,0 1,6 1,40 3,00 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 1034 4000 50,0 20,0 1,8 1,40 3,20 0,8 1132 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 10210 4500 25,0 14,0 1,6 0,50 2,10 0,3 996 2867 3760 12500 80,0 45,0 3,0 2,10 5,10 0,7 3410 8610 1070 4500 63,0 31,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 383												, ,						I		10030
4000 45,0 25,0 1,6 1,40 3,00 0,9 1239 2910 3490 12500 50,0 25,0 2,8 1,10 3,90 0,4 2820 7940 10340 4000 50,0 20,0 1,8 1,40 3,20 0,8 1132 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 10240 4500 25,0 14,0 1,6 0,50 2,10 0,3 996 2867 3760 12500 80,0 45,0 3,0 2,10 5,10 0,7 3410 8610 1070 4500 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 45,0 28,0 2,6 1,00 3,60 0,4 3020 8530 11120 4500 63,0 31,0 1,8 2,35 4,15 1,3 2007 3990 4340 14000 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040	1		1 '		· '										· ·	· '			1	9680
4000 50,0 20,0 1,8 1,40 3,20 0,8 1132 2767 3383 12500 56,0 28,0 2,8 1,35 4,15 0,5 2900 7940 10210 4500 25,0 14,0 1,6 0,50 2,10 0,3 996 2867 3760 12500 80,0 45,0 3,0 2,10 5,10 0,7 3410 8610 1070 4500 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 45,0 28,0 2,6 1,00 3,60 0,4 3020 8530 11120 4500 63,0 31,0 1,8 2,35 4,15 1,3 2007 3990 4340 14000 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 31,5 16,0 1,8 0,65 2,45 0,4 1110 3150 4															,					10340
4500 25,0 14,0 1,6 0,50 2,10 0,3 996 2867 3760 12500 80,0 45,0 3,0 2,10 5,10 0,7 3410 8610 10700 4500 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 45,0 28,0 2,6 1,00 3,60 0,4 3020 8530 11120 4500 63,0 31,0 1,8 2,35 4,15 1,3 2007 3990 4340 14000 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 31,5 16,0 1,8 0,65 2,45 0,4 1110 3150 4115 14000 56,0 31,5 2,8 1,40 4,20 0,5 3290 8960 11500 5000 50,0 28,0 1,8 1,50 3,30 0,8 1490 3560											1						0,5		7940	10210
4500 50,0 25,0 1,8 1,45 3,25 0,8 1304 3150 3830 14000 45,0 28,0 2,6 1,00 3,60 0,4 3020 8530 11120 4500 63,0 31,0 1,8 2,35 4,15 1,3 2007 3990 4340 14000 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 31,5 16,0 1,8 0,65 2,45 0,4 1110 3150 4115 14000 56,0 31,5 2,8 1,40 4,20 0,5 3290 8960 11500 5000 50,0 28,0 1,8 1,50 3,30 0,8 1490 3560 4300 14000 63,0 31,5 3,0 1,50 4,50 0,5 3170 8610 11050 5600 50,0 20,0 2,0 1,50 3,50 0,8 1628 4025 <td< td=""><td></td><td>,</td><td>,</td><td></td><td></td><td>, I</td><td>, ,</td><td></td><td></td><td>3760</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2,10</td><td>5,10</td><td></td><td>3410</td><td>8610</td><td>10700</td></td<>		,	,			, I	, ,			3760					2,10	5,10		3410	8610	10700
4500 63,0 31,0 1,8 2,35 4,15 1,3 2007 3990 4340 14000 50,0 28,0 2,8 1,10 3,90 0,4 3040 8580 11170 5000 31,5 16,0 1,8 0,65 2,45 0,4 1110 3150 4115 14000 56,0 31,5 2,8 1,40 4,20 0,5 3290 8960 11500 5000 50,0 28,0 1,8 1,50 3,30 0,8 1490 3560 4300 14000 63,0 31,5 3,0 1,50 4,50 0,5 3170 8610 11050 5600 50,0 20,0 2,0 1,50 3,50 0,8 1628 4025 4949 14000 70,0 30,0 3,0 2,00 5,00 0,7 3580 9150 11430 5600 71,0 36,0 2,0 2,60 4,60 1,3 2425 4835 <td< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1304</td><td>3150</td><td>3830</td><td>1</td><td></td><td>28,0</td><td>2,6</td><td>1,00</td><td>3,60</td><td>0,4</td><td>3020</td><td>8530</td><td>11120</td></td<>								1304	3150	3830	1		28,0	2,6	1,00	3,60	0,4	3020	8530	11120
5000 31,5 16,0 1,8 0,65 2,45 0,4 1110 3150 4115 14000 56,0 31,5 2,8 1,40 4,20 0,5 3290 8960 11500 5000 50,0 28,0 1,8 1,50 3,30 0,8 1490 3560 4300 14000 63,0 31,5 3,0 1,50 4,50 0,5 3170 8610 11050 5600 50,0 20,0 2,0 1,50 3,50 0,8 1628 4025 4949 14000 70,0 30,0 3,0 2,00 5,00 0,7 3580 9150 11430 5600 60,0 25,0 2,0 2,00 4,60 1,3 2425 4835 5260 14000 90,0 45,0 3,2 2,60 5,80 0,8 4080 9820 11940 6300 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 <t< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2007</td><td>3990</td><td>4340</td><td>14000</td><td>50,0</td><td>28,0</td><td>2,8</td><td>1,10</td><td>3,90</td><td>0,4</td><td>3040</td><td>8580</td><td>11170</td></t<>								2007	3990	4340	14000	50,0	28,0	2,8	1,10	3,90	0,4	3040	8580	11170
5000 50,0 28,0 1,8 1,50 3,30 0,8 1490 3560 4300 14000 63,0 31,5 3,0 1,50 4,50 0,5 3170 8610 11050 5600 50,0 20,0 2,0 1,50 3,50 0,8 1628 4025 4949 14000 70,0 30,0 3,0 2,00 5,00 0,7 3580 9150 11430 5600 60,0 25,0 2,0 2,00 4,60 1,0 1866 4165 4860 14000 80,0 35,0 3,0 2,50 5,50 0,8 3920 9360 11320 5600 71,0 36,0 2,0 2,60 4,60 1,3 2425 4835 5260 14000 90,0 45,0 3,2 2,60 5,80 0,8 4080 9820 11940 6300 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 <t< td=""><td>5000</td><td>31,5</td><td>16,0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1110</td><td>3150</td><td>4115</td><td>14000</td><td>56,0</td><td>31,5</td><td></td><td>1,40</td><td>4,20</td><td>0,5</td><td>3290</td><td>8960</td><td>11500</td></t<>	5000	31,5	16,0					1110	3150	4115	14000	56,0	31,5		1,40	4,20	0,5	3290	8960	11500
5600 60,0 25,0 2,0 2,00 4,00 1,0 1866 4165 4860 14000 80,0 35,0 3,0 2,50 5,50 0,8 3920 9360 11320 5600 71,0 36,0 2,0 2,60 4,60 1,3 2425 4835 5260 14000 90,0 45,0 3,2 2,60 5,80 0,8 4080 9820 11940 6300 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 130,0 60,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820	5000				1,50			1490	3560	4300	14000	63,0	31,5	3,0	1,50	4,50	0,5	3170	8610	11050
5600 71,0 36,0 2,0 2,60 4,60 1,3 2425 4835 5260 14000 90,0 45,0 3,2 2,60 5,80 0,8 4080 9820 11940 6300 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 130,0 60,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820	5600	50,0	20,0		1,50	.,					14000					, ,	, ,			11430
6300 31,5 16,0 2,00 0,63 2,63 0,3 1440 4150 5450 14000 130,0 60,0 3,5 4,50 8,00 1,3 6320 12650 13820	5600	60,0	25,0	2,0	2,00	4,00	1,0	1866	4165	4860	14000	80,0	35,0				0,8		1 1	11320
	5600	71,0	36,0	2,0	2,60	4,60	1,3	2425	4835	5260	14000	90,0	45,0				, ,			11940
6300 35.5 20.0 1.80 0.95 2.75 0.5 1505 4050 5180			1 ' 1		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	, i					14000	130,0	60,0	3,5	4,50	8,00	1,3	6320	12650	13820
_	6300	35,5	20,0	1,80	0,95	2,75	0,5	1505	4050	5180										

24.2. Пружины тарельчатые с опорными плоскостями



Рис. 24.2.1. Пружины тарельчатые с наклонными (а) и параллельными (б) кромками по наружному и внутреннему диаметру

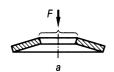
Таблица 24.2.1. Параметры и размеры тарельчатых пружин типа 2 и 4 при t > 1 (ГОСТ 3057–90), мм

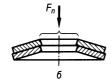
<u></u>							c	<i>F</i> , H,	при дефорі	мации	F _{max} ,	D	7	+	s	<i>I</i> ₀	b _{HOM}	$\frac{s}{t}$	<i>F</i> , H, при деформации		иации
F _{max} ,	D_1	D_2	t	s	10	b _{HOM}	<u>s</u> t	0,2 s	0,6 s	0,8 s	H	<i>D</i> ₁	D ₂	,	,	′0	ъ ном	ī	0,2 s	0,6 s	0,8 s
1200	40.0	20,4	1,00	1,30	2,30	0,5	1,3	530	1057	1151	4000	25,0	14,0	1,40	0,55	1,95	0,3	0,4	852	2399	3122
1200	. ,	12,0	1,00	0,80	1,80	0,3	0,8	393	952	1159	4000	28,0	12,0	1,50	0,70	2,20	0,3	0,5	919	2530	3262
1400	28,0	10,0	1,00	0,70	1,70	0,3	0.7	393	991	1230	4000	35,5	16,0	1,80	0,65	2,45	0,5	0,4	909	2584	3376
1400	25,0 31,5	12,5	1,05	1,00	2.05	0,5	1,0	512	1165	1373	4000	45,0	18,0	1,70	1,20	2,90	0,5	0,7	1020	2565	3180
1600	16,0	8,0	1,00	0,30	1,30	0,3	0.3	382	1103	1450	4000	45,0	25,0	1,50	1,50	3,00	0,5	1,0	1342	2996	3495
1800	20,0	9,0	1,00	0,50	1,50	0,3	0,5	410	1114	1430	4500	28,0	12,0	1,50	0,75	2,25	0,3	0,5	1005	2734	3509
1800 1800	25,0	12,5	1,05	0,65	1,70	0,3	0,6	444	1156	1455	4500	31,5	11,0	1,70	0,70	2,40	0,5	0,4	998	2794	3629
1800	50,0	25,4	1,25	1,60	2,85	0,5	1,3	781	1568	1715	4500	35,5	16,0	1,60	1,05	2,65	0,5	0,7	1235	3170	3967
2000	20,0	11,2	1,00	0,50	1,50	0,3	0,5	483	1313	1686	4500	45,0	25,0	1,60	1,40	3,00	0,5	0,9	1371	3219	3860
2000	25,0	14,0	1,00	0,80	1,80	0,3	0,8	593	1437	1750	4500	50,0	20,0	1,80	1,40	3,20	0,5	0,8	1201	2935	3590
2000	31,5	16,0	1,15	0,90	2,05	0,5	0,8	601	1466	1791	5000	25,0	14,0	1,60	0,50	2,10	0,3	0,3	1113	3205	4209
2240	20,0	10,0	1,10	0,45	1,55	0,3	0,4	503	1410	1830	5000	50,0	25,0	1,80	1,45	3,25	0,5	0,8	1412	3411	4148
2240	25,0	10,2	1,20	0,60	1,80	0,3	0,5	508	1381	1773	5000	63,0	31,0	1,80	2,35	4,15	0,7	1,3	2181	4340	4718
2240	35,5	14,0	1,30	0,95	2,25	0,5	0,7	600	1089	1844	5600	31,5	16,0	1,80	0,65	2,45	0,5	0,4	1263	3591	4692
2240	45,0	22,4	1,25	1,60	2,85	0,5	1,3	961	1575	2110	5600	50,0	28,0	1,80	1,50	3,30	0,5	0,8	1631	3895	4710
2360	25,0	10.0	1,30	0,50	1.80	0,3	0,4	504	976	1856	6300	50,0	20,0	2,00	1,50	3,50	0,5	0,8	1728	4270	5251
2800	35,5	20,0	1,30	1,00	2,30	0,5	0,8	811	1460	2435	6300	60,0	25,0	2,00	2,00	4,00	0,7	1,0	2007	4482	5229
2800	60,0	30,0	1,50	2,00	3,50	0,7	1,3	1230	1999	2618	6300	71,0	36,0	2,00	2,60	4,60	0,7	1,3	2620	5223	5686
3150	25,0	10,0	1,40	0,55	1,95	0,3	0,4	696	1960	2552	7100	31,5	16,0	2,00	0,63	2,63	0,5	0,3	1645	4734	6215
3150	45,0	18,0	1,50	1,40	2,90	0,5	0,9	979	2244	2657	7100	35,5	20,0	1,80	0,95	2,75	0,5	0,5	1721	4636	5926
3150	50,0	25,0	1,50	1,50	3.00	0,5	1,0	991	2212	2580	7100	40,0	20,0	2,00	1,00	3,00	0,5	0,5	1708	4647	5964
3150	56,0	28,5	1,50	1,95	3.45	0,7	1,3	1363	2718	2959	7100	50,0	20,0	2,20	1,30	3,50	0,5	0,6	1775	4672	5912
3550	28.0	14,0	1,40	0.70	2,10	0,3	0,5	825	2243	2879	7100	63,0	31,5	2,10	2,05	4,15	0,7	1,0	2315	5217	6119
3550	35,0	15,0	1,50	1,00	2,50	0,5	0,7	983	2512	3138	8000	40,0	22,4	2,00	1,00	3,00	0,5	0,5	1876	5105	6552
3550	40,0	20,0	1,50	1,15	2,65	0,5	0,8	1000	2454	3007	8000	45,0	20,0	2,20	1,10	3,30	0,5	0,5	1831	4982	6394
3550	45,0	22,4	1,50	1,15	2.95	0,5	1,0	1155	2613	3072	8000	50,0	25,0	2,10	1,45	3,55	0,5	0,7	2052	5195	6460
3550	45,0	22,4	1,50	1,70	2,00						L			<u></u>				L	L		

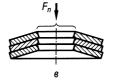
24.2. Пружины тарельчатые с опорными плоскостями (окончание)

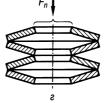
Окончание табл. 24.2.1

Fmax				l	Ι	Ι.	s	<i>F</i> , H, n	F, H, при деформации		F _{max} ,					Ι,		s	<i>F</i> , H, n	Н, при деформации		
H	D_1	D_2	t	s	10	D _{HOM}	$\frac{\overline{t}}{t}$	0,2 s	0,6 s	0,8 s	H	D_1	D_2	I I	s	′0	D _{HOM}	ī	0,2 s	0,6 s	0,8 s	
8000 8000 9000 9000 9000 10000 10000 10000 11200 11200 11200 12500 12500 12500 14000 14000	D ₁ 63,0 80,0 100,0 35,5 40,0 63,0 90,0 45,0 50,0 71,0 80,0 45,0 56,0 71,0 110,0 40,0 45,0 56,0 71,0	D ₂ 31,5 40,0 50,0 20,0 22,4 31,5 46,0 25,0 18,0 20,0 28,0 40,0 31,5 25,0 40,0 31,5 25,0 22,4 28,0 50,0 25,0 28,0	2,20 2,50 2,2 2,2 2,4 2,5 2,5 2,5 2,5 2,5 2,6 2,5 2,5 2,8 3,0 3,0 3,0 2,5	\$ 2,00 3,00 3,50 0,70 0,85 1,75 3,20 0,90 0,95 1,20 2,15 3,50 3,50 1,20 2,45 1,05 1,30 1,80 4,0 0,80 1,10	4,20 5,20 6,00 2,90 3,05 4,15 5,70 3,10 3,45 3,70 4,75 6,00 6,20 3,70 4,60 5,25 3,55 4,10 4,80 7,00 3,30 3,50	D _{HOM} 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,8 0,5 0,7 0,8 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 0,5 0,7 0,7 0,8 0,8 0,9 0,9 0,9 0,9 0,9 0,9 0,9 0,9 0,9 0,9	\$\frac{s}{t}\$ 0.9 1.4 1.4 0.3 0.4 0.7 1.3 0.4 0.5 0.8 1.4 1.3 0.5 0.8 0.9 0.4 0.5 0.9 1.3 0.3 0.3 0.5 0.9	0,2 s 2456 3279 3681 2069 1992 2419 3838 2445 2086 2240 2849 4304 4314 2487 3108 3300 2849 2740 3092 5375 3056 3067	0,6 s 5689 6395 7093 5950 5623 6029 7707 6852 5897 6136 6824 8294 8613 6812 7621 7751 7960 7544 8108 10600 8782 8461	T	Fmax' H 18000 18000 18000 18000 20000 20000 20000 20000 22400 22400 22400 22400 25000 25000 25000 25000 28000 28000 28000	D ₁ 50 56 90 125 50 56 63 71 140 63 80 90 100 150 63 71 80 100 112 71 80 100 112	D ₂ 30,0 28,0 50,0 64,0 31,5 22,4 25,0 28,0 72,0 31,5 36,0 32,0 56,0 70,0 35,5 28,0 31,5 40,0 56,0 40,0 63,0	t 3,0 3,2 3,2 3,5 3,5 3,5 3,5 3,5 4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 4,0	\$ 1,0 1,2 2,8 4,5 1,0 1,1 1,4 1,8 4,9 1,4 2,0 2,3 3,3 5,5 1,50 1,50 1,90 3,00 3,40 1,5 2,0 2,8 3,5	4,0 4,4 6,0 8,0 4,6 4,9 5,7 4,9 5,7 6,8 9,5 5,0 5,5 5,0 7,4 5,5 6,0 7,5	b _{ном} 0,5 0,7 0,8 0,8 0,5 0,7 0,7 0,7 1,0 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0	\$\frac{s}{t}\$ 0,3 0,4 0,9 1,3 0,3 0,4 0,5 1,3 0,4 0,5 0,6 0,9 1,4 0,4 0,5 0,8 0,4 0,5 0,7 0,9	<u> </u>			
14000 14000 14000 16000 16000 16000	50,0 56,0 80,0 45,0 50,0 56,0 63,0	25,0 28,0 45,0 28,0 28,0 31,5 31,5	2,8 2,8 3,0 2,6 2,8 2,8 3,0	1,10 1,35 2,10 1,00 1,10 1,40 1,50	3,90 4,15 5,10 3,60 3,90 4,20 4,50	0,5 0,7 0,7 0,5 0,5 0,7	0,4 0,5 0,7 0,4 0,4 0,5 0,5	3052 3194 3704 3407 3334 3696 3456	8597 8742 9342 9619 9391 10060 9401	11190 11250 11600 12530 12220 12910 12070	28000 28000 30000 30000 30000 30000 30000	112 160 71 80 90 100 125	82,0 28,0 31,5 35,5 50,0 63,0	4,0 4,3 4,5 4,5 4,5 4,2 4,5	5,5 5,6 1,3 1,6 2,1 2,9 3,7	9,9 5,8 6,1 6,6 7,1 8,2	0,8 1,0 0,7 0,7 0,8 0,8 0,8	0,9 1,3 0,3 0,4 0,5 0,7 0,8	10820 6344 6293 6923 8057 8898	21560 18370 17920 19050 20400 21350	23450 24180 23420 24560 25360 25880	
16000 16000 16000 16000	70,0 80,0 90,0 130,0	30,0 35,0 45,0 60,0	3,0 3,0 3,2 3,5	2,00 2,50 2,60 4,50	5,00 5,50 5,80 8,00	0,7 0,7 0,8 1,0	0,7 0,8 0,8 1,3	3820 4151 4361 6673	9763 9916 10510 13370	12190 11990 12760 14600	30000 35500 35500 35500 35500	180 80 90 100 125	92,0 40,0 45,0 36,0 71,0	4,8 4,5 4,5 4,8 4,5	6,2 1,7 2,1 2,5 3,8	11,0 6,2 6,6 7,3 8,3	1,0 0,7 0,8 0,8 0,8	1,3 0,4 0,5 0,5 0,8	12970 7497 7680 8155 10220	25940 21210 21130 22020 24300	28290 27660 27250 28120 29320	









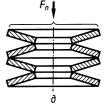


Рис. 24.2.2. Схемы сборки пружин в пакеты:

a – одиночная; δ , e – двух- и трехпараллельная соответственно; e, e – последовательные

Список литературы

- 1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. М.: Машиностроение, 1999.
- 2. Воскресенский В.А., Дьяков В.И. Расчет и проектирование опор скольжения: Справочник. М.: Машиностроение, 1980.
 - 3. Гаевик Д.Т. Подшипниковые опоры современных машин. М.: Машиностроение, 1985.
 - 4. Детали машин: Атлас конструкций. В 2 ч. / Под ред. Д.Н. Решетова. М.: Машиностроение, 1992.
 - 5. Кочаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. М.: Высшая школа, 1991.
- 6. *Леликов О.П.* Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин: Конспект лекций по курсу «Детали машин». М.: ACADEMA, 2003.
- 7. Машиностроение. Энциклопедия: В 40 т. Т. 4-1. Детали машин. Конструкционная прочность. Трение, износ, смазка. М.: Машиностроение, 1996.
 - 8. Решетов Д.Н. Детали машин. М.: Машиностроение, 1989.
 - 9. Ряховский О.А., Иванов С.С. Справочник по муфтам. Л.: Политехника, 1991.

Оглавление

предисловие
1. Сварные соединения
1.1. Конструктивные элементы сварных соединений и условные обозначения швов
1.2. Стальной прокат, используемый для изготовления сварных изделий
1.3. Сварные барабаны и шкивы
1.4. Сварной корпус червячного редуктора
1.5. Конструктивные элементы сварных рам
1.6. Сварные рамы
2. Соединения с натягом и коническими кольцами
2.1. Основные отклонения и допуски
2.2. Примеры соединений с натягом
2.3. Соединения упругими коническими кольцами
2.4. Соединения разрезными коническими кольцами
3. Резьбовые соединения
3.1. Резьбы цилиндрические
3.2. Резьбы конические
3.3. Резьба метрическая
3.3.1 Chara waterparts was a superpart of the superpart o
3.4. Сбеги, недорезы, проточки и фаски для метрической резьбы крепежных изделий
3.5. Резьба упорная
3.6. Резьба трапецеидальная однозаходная
3.7. Классы прочности и материалы болтов, винтов, шпилек и гаек
3.8. Крепежные изделия
3.9. Болты с шестигранной головкой
3.10. Винты общего назначения
3.11. Винты установочные
3.12. Шпильки общего назначения
3.13. Рым-болты и гнезда под них
3.14. Гайки общего и специального назначения
3.15. Гайки шестигранные
3.16. Гайки шлицевые и шайбы многолапчатые для их стопорения 48
3.17. Гайки специальные
3.18. Шайбы
3.19. Шплинты
3.20. Места под ключи гаечные
3.21. Стопорение гаек и винтов
3.22. Крепление машин к фундаменту
4. Шпоночные соединения
4.1. Соединения призматическими шпонками
4.2. Соединения призматическими высокими и сегментными шпонками
4.3. Примеры соединаций упроугоми
4.3. Примеры соединений шпонками
4.4. Направляющие качения
5. Шлицевые и профильные соединения
5.1. Соединения шлицевые прямобочные
5.2. Соединения шлицевые эвольвентные
5.3. Соединения шлицевые с треугольным профилем и профильные соединения
5.4. Примеры шлицевых соединений
6. Штифтовые соединения
6.1. Штифты цилиндрические
6.2. Штифты конические
6.3. Примеры штифтовых соединений
7. Заклепочные соединения
7.1. Типы стержневых заклепок
7.2. Заклепки пустотелые и полупустотелые. Специальные заклепки
7.3. Примеры соединений деталей машин заклепками
8. Фрикционные передачи. Вариаторы
8.1. Торовый вариатор
8.2. Многодисковый вариатор
8.3. Цепной вариатор
8.4. Вариатор с клиновым ремнем
1

9. F	Ременные передачи	84
	9.1. Схемы и способы натяжения ременных передач	86
	9.2. Конструкции и материалы плоских ремней	87
	9.3. Клиновые и поликлиновые ремни	88
	9.4. Клиновые вариаторные ремни	89
	9.5. Зубчатые ремни	90
	9.6. Шкивы плоскоременных передач	91
	9.7. Шкивы клиновых и поликлиновых ременных передач	92
	9.8. Шкивы клиноременных вариаторов	93
	9.9. Шкивы зубчато-ременных передач	94
10.	Редукторы зубчатые цилиндрические и коническо-цилиндрические	95
	10.1. Редуктор одноступенчатый цилиндрический	97
	10.2. Редуктор двухступенчатый цилиндрический, выполненный по развернутой схеме	99
	10.3. Редуктор двухступенчатый цилиндрический, выполненный по развернутой схеме с корпусом	
	без разъема	01
	10.4. Редуктор двухступенчатый цилиндрический с шевронными колесами	03
	10.5. Редуктор двухступенчатый цилиндрический с шевронными колесами и корпусом без разъема 1	05
	10.6. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный	07
	10.7. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с осями валов, расположенными в вертикальной	
	плоскости	09
	10.8. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления . 1	11
	10.9. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный внешнего зацепления 1	13
	10.10. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный с тихоходной ступенью	
	внутреннего зацепления	15
	10.11. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный с тихоходной ступенью	
	внутреннего зацепления без разъема корпуса	
	10.12. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный трехпоточный	
	10.13. Редуктор коническо-цилиндрический	20
	10.14. Редуктор коническо-цилиндрический без разъема корпуса	122
	10.15. Редуктор коническо-цилиндрический с верхним расположением быстроходного вала	124
11.	. Червячные и цилиндро-червячные редукторы	126
	11.1. Редуктор с нижним расположением червяка	128
	11.2. Редуктор червячный универсальный	129
	11.3. Мотор-редуктор с верхним расположением червяка	130
	11.4. Редуктор цилиндро-червячный	132
	11.5. Мотор-редуктор цилиндро-червячный	134
12	11.6. Редуктор двухступенчатый червячный	
14.	. Устройства для выравнивания нагрузки в двухступенчатых соосных зубчатых редукторах	138
	12.1. Выравнивание нагрузки с помощью упругих элементов, работающих на изгио	137
	12.3. Выравнивание нагрузки с помощью упругих элементов, расотающих на кручение	141
12	. Планетарные редукторы	142
15.	13.1. Кинематические схемы планетарных передач	
	13.2. Редуктор планетарный одноступенчатый	
	13.3. Редуктор планетарный двухступенчатый с двумя центральными колесами и двухвенцовыми	140
	сателлитами	147
	13.4. Редуктор планетарный двухступенчатый с двумя центральными колесами и составными сателлитами .	
	13.5. Редуктор планетарный двухступенчатый	
	13.6. Редуктор планетарный с тремя центральными колесами	152
	13.7. Редуктор планетарный с тремя центральными колесами и торсионными валами	154
	13.8. Редуктор планетарный цевочный	
	13.9. Редуктор планетарный прецессионный	
14	. Волновые редукторы	
	14.1. Редуктор волновой с кулачковым генератором волн	
	14.2. Мотор-редуктор волновой с дисковым генератором волн	
	14.3. Редуктор волновой фланцевый с пневмодвигателем	164
	14.4. Привод лебедки космического корабля	165
	14.5. Мотор-редуктор волновой с дисковым генератором волн и коротким гибким колесом	166
	14.6. Зубчатые колеса волновых редукторов	168
15	. Коробки передач	
	15.1. Варианты конструктивного исполнения передвижных блоков зубчатых колес	
	15.2. Способы переключения передвижных зубчатых колес	
	15.3. Сопряжения передвижных зубчатых колес с механизмами управления	
	15.4. Приводы ползунов и вилок механизмов управления	
	15.5. Оси, скалки, промежуточные валы механизмов управления	177

	15.6. Рукоятки с фиксацией	
	15.7. Механизмы передвижения зубчатых колес	. 181
	15.8. Блокировочные устройства	. 185
	15.9. Ручки	. 186
	15.10. Ступицы рукояток	
	15.11. Стержни рукояток под шаровые ручки	
	15.12. Маховички	102
	Цепные передачи	
	16.1. Цепи приводные роликовые	. 193
	16.2. Звездочки для приводных роликовых цепей	
	16.3. Цепи тяговые разборные	
	16.4. Звездочки для тяговых разборных цепей	
	16.5. Цепи тяговые пластинчатые	. 199
	16.6. Звездочки для тяговых пластинчатых цепей	. 200
	16.7. Звездочки натяжные	. 201
	16.8. Ограждения и смазывание цепной передачи	. 202
17.	Механизм винт-гайка	
	17.1. Роликовый механизм винт-гайка качения	206
	17.2. Шариковый механизм винт-гайка качения (ШВМ)	212
	17.2. Hapinoban meranum birit-tanka katenia (Hibbit)	217
10	17.3. Механизм винт-гайка скольжения	. 21/
10.	Валы и оси	
	18.1. Основные виды валов и осей	
	18.2. Концевые участки валов и осей	. 221
	18.3. Переходные участки валов и осей (галтели, канавки, фаски)	. 222
	18.4. Отверстия центровые	. 223
	18.5. Способы крепления зубчатых колес, полумуфт и шкивов на концевых участках валов	. 224
	18.6. Осевая фиксация зубчатых и червячных колес, звездочек и шкивов на валах и осях	225
	18.7. Входные (быстроходные) валы редукторов, мотор-редукторов и коробок передач	226
	18.8. Промежуточные валы зубчатых редукторов	228
	18.9. Выходные (тихоходные) валы редукторов	220
	18.10. Способы крепления осей	220
	10.10. Chocoola Reinlehn ocen	. 230
	18.11. Валы приводных барабанов ленточных конвейеров	. 231
10	18.12. Валы приводные со звездочками	. 233
19.	Подшипники скольжения	. 234
	19.1. Типы подшипников скольжения	
	19.2. Втулки и вкладыши металлические подшипников скольжения	. 237
	19.3. Корпуса подшипников скольжения	. 240
	19.4. Втулки и вкладыши неметаллические подшипников скольжения	. 242
	19.5. Примеры применения подшипников скольжения	. 243
	19.6. Шарнирные подшипники	246
	19.7. Пример применения шарнирных подшипников	247
20.	Подшипники качения	2/18
<i></i> 0.	20.1. Подшипники шариковые радиальные однорядные	
	20.2 Подишиники шариковые радильные однорядные	. 230
	20.2. Подшипники радиальные сферические двухрядные	
	20.3. Подшипники шариковые радиально-упорные	
	20.4. Подшипники роликовые радиальные однорядные	
	20.5. Подшипники роликовые радиально-упорные конические	
	20.6. Подшипники упорно-радиальные	
	20.7. Подшипники шариковые упорные	. 269
	20.8. Способы установки и закрепления подшипников	. 270
	20.9. Установочные размеры и осевые зазоры в подшипниках	
	20.10. Кольца пружинные упорные наружные	
	20.11. Кольца пружинные упорные внутренние	
	20.12. Втулки закрепительные	
	20.13. Корпуса подшипников качения	
	20.14. Крышки корпусов подшипников качения	. 277
	20.15. Технические требования к деталям подшипниковых узлов	. 278
	20.16. Расчет и выбор подшипников качения	. 279
21.	Муфты приводов	. 281
	21.1. Муфты глухие	. 285
	21.2. Муфты компенсирующие жесткие	
	21.3. Муфты компенсирующие упругие	
	21.4. Муфты сцепные	
	21.5. Муфты предохранительные	200
	21.6. Муфты центробежные	. 295

	217.16.1	204
	21.7. Муфты обгонные	
	21.8. Муфты комбинированные	
22.	Триботехника	
	22.1. Индустриальные масла	323
	22.2. Трансмиссионные масла	324
	22.3. Полужидкие смазочные материалы	325
	22.4. Антифрикционные пластичные смазочные материалы	
	22.5. Выбор масла для смазывания зубчатых передач общего назначения	
	22.6. Выбор смазывающего материала для различных узлов трения	
	22.7. Уплотнения	330
	22.8. Плоские прокладки для герметизации неподвижных соединений	331
	22.9. Резиновые армированные манжеты для валов	
	22.10. Примеры уплотнений подшипников качения	222
	22.11. Контактные уплотнительные шайбы	334
	22.12. Уплотнения торцовые	
	22.13. Лабиринтные уплотнения	336
	22.14. Крышки смотровых (заливных) лючков	. 337
	22.15. Герметики	. 338
	22.16. Маслоуказатели	. 339
	22.17. Масляные пробки	. 340
	22.18. Масленки	341
	22.19. Смазывание цилиндрических редукторов	. 342
	22.20. Смазывание соосных мотор-редукторов	
	22.21. Смазывание конических редукторов	
	22.22. Смазывание планетарных редукторов	346
	22.23. Смазывание червячных редукторов и опор	347
	22.24. Смазывание цепных передач	
23	. Конструктивные элементы литых деталей	352
23	23.1. Справочные данные для конструирования литых деталей	. 352 354
	23.2. Рекомендуемые размеры корпуса редуктора	. 337 255
	23.3. Элементы корпуса редуктора	. 330
	23.4. Конструирование корпуса цилиндрического редуктора	
	23.5. Корпус цилиндрического двухступенчатого редуктора	
	23.6. Конструирование корпуса цилиндрического двухступенчатого соосного редуктора	
	23.7. Конструирование корпуса коническо-цилиндрического редуктора	. 362
	23.8. Конструирование корпуса червячного редуктора	
	23.9. Конструирование крышки корпуса планетарного редуктора	
	23.10. Конструирование боковой крышки корпуса	. 369
	23.11. Плита	
24	. Пружины тарельчатые	
_	24.1. Пружины тарельчатые без опорных плоскостей	. 372
	24.2. Пружины тарельчатые с опорными плоскостями	
C_{r}	писок литературы	376