

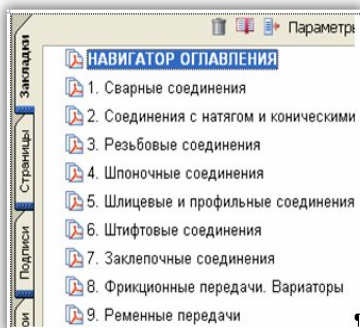
УВАЖАЕМЫЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ!

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



Щелчком по ней левой кнопкой мыши Вы открываете **НАВИГАТОР ОГЛАВЛЕНИЯ**,



с помощью которого можно перейти непосредственно к нужному разделу **ОГЛАВЛЕНИЯ** атласа.

Навигация по разделам, и подразделам выполняется из **ОГЛАВЛЕНИЯ** атласа щелчком левой кнопки мыши по нужному пункту.

Если Вы работаете с атласом, и Вам нужно быстро вернуться к его **ОГЛАВЛЕНИЮ**, щелкните левой кнопкой мыши по нужному разделу **НАВИГАТОРА ОГЛАВЛЕНИЯ**, и Вы снова перейдете к

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 брызгалки и дымки	.....
1.4. Сварной шпур: червячного ресурсора	.....
1.5. Конструктивные элементы сварных рам	.....
1.6. Сварные рамы	.....
2. Соединения с натягом и коническими колесами	.....
2.1. Основные отклонения в допусках	.....
2.2. Примеры соединений с натягом	.....
2.3. Соединения зубчатых конических колесами	.....
2.4. Соединения разрезными коническими колесами	.....
3. Резьбовые соединения	.....
3.1. Резьбы назидрические	.....
3.2. Резьбы конические	.....
3.3. Резьбы метрические	.....
3.4. Сбег, нарезки, проточки и фаски для метрической резьбы крепежных изделий	.....
3.5. Резьба упорная	.....
3.6. Резьба трансаксиальная односторонняя	.....
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. Шпильки общего назначения	.....
3.12. Шпильки специального назначения	.....
3.13. Ровнболты и гайки под них	.....
3.14. Гайки общего и специального назначения	.....
3.15. Гайки шестигранные	.....
3.16. Гайки шпильные и шпильки выходящие для их стопорения	.....
3.17. Гайки специальные	.....

ОГЛАВЛЕНИЮ атласа.

АТЛАС КОНСТРУКЦИЙ 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»

Москва
Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана
2005

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, кованные 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 полки; 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 предпочтительно 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 пластики, которые после окончания сварки и рихтовки рамы механически обрабатывают. При разности высот опорных поверхностей платиков $\Delta h \leq 30$ мм все пластики приваривают непосредственно к верхним полкам швеллеров, а при $\Delta h > 30$ 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

Характеристика	Тип соединения							
	Стыковое		Тавровое		Нахлесточное		Контактное точечное	Контактное шовное
Форма поперечного соединения								
Толщина свариваемых деталей, мм	1-3	3-60	2-40	2-40	2-60	2-60	0,3-6,0	0,4-4,0
Буквенно-цифровое обозначение шва	C2	C8	T1	T3	H1	H2	Kт	Kш

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

Вспомогательный знак							
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

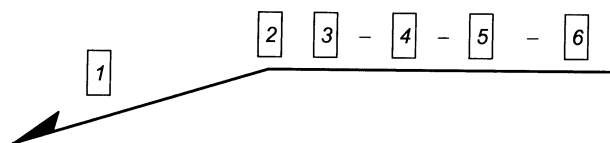


Рис. 1.1.1. Структура условного обозначения сварного шва:

- 1 – количество и порядковый номер швов одного типа и параметров; 2 – вспомогательный знак \bigcirc или Γ ; 3 – стандарт на тип и конструктивные элементы шва; 4 – буквенно-цифровое обозначение шва; 5 – знак углового шва (\triangle) и размер его катета либо диаметр точек или ширина шва при контактной сварке; 6 – вспомогательный знак \square , $/$ или Z с указанием длины и шага провариваемых участков, либо Ω или \sim 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

Толщина	Длина листа при его ширине, равной				
	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

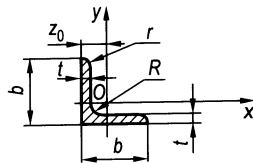


Таблица 1.2.3. Угловой равнополочный стальной профиль (ГОСТ 8509-93)

Номер уголка	<i>b</i>	<i>t</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	Площадь сечения, см ²	J_x , см ⁴	i_x	z_0
	мм						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	Толщина														
	4	5	6	7	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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
45	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
50	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25

Примеры условного обозначения

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

Лист 10×1500×3000 ГОСТ 19903-74
Ст3 ГОСТ 535-88

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

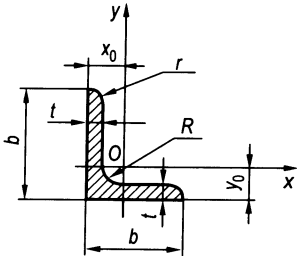
Полоса 10×22 ГОСТ 103-76
Ст3 ГОСТ 535-88

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

Уголок 50×50×5 ГОСТ 8509-93
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

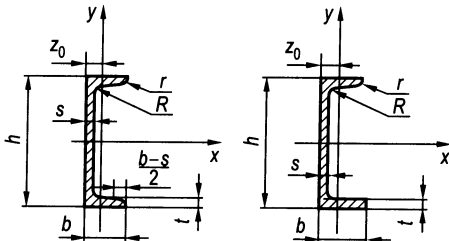
	Номер уголка	B	b	t	R	r	Площадь сечения, см ²	J _{x'} , см ⁴	i _{x'} , см	J _{y'} , см ⁴	i _{y'} , см	x ₀	y ₀					
		мм										см						
4/2,5	40	25	3	4,0	1,3	1,89	3,06	1,27	0,93	0,70	0,59	1,32						
4,5/2,8	45	28	4	5,0	1,7	2,80	5,68	1,42	1,69	0,78	0,68	1,51						
5/3,2	50	32	4	5,5	1,8	3,17	7,98	1,59	2,56	0,90	0,76	1,85						
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						
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						
7,5/5	75	50	6	8,0	2,7	7,25	40,90	2,38	14,60	1,42	1,21	2,44						
8/5	80	50	6	8,0	2,7	7,55	49,00	2,55	14,80	1,40	1,17	2,65						
9/5,6	90	56	6	9,0	3,0	8,54	70,6	2,88	21,2	1,58	1,28	2,95						
10/6,3	100	63	7	10	3,3	11,1	113,0	3,19	35,0	1,78	1,46	3,28						
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						

Пример условного обозначения

Угловой неравнополочный профиль 8/5
с толщиной полки t = 6 мм из стали Ст3:

Уголок $\frac{80 \times 50 \times 6 \text{ ГОСТ } 8510-93}{\text{Ст3 ГОСТ } 535-88}$

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

	Номер швеллера	h	b	s	t	R	r	Площадь сечения, см ²	J _{x'} , см ⁴	W _{x'} , см ³	i _{x'} , см	S _{x'} , см ³	J _{y'} , см ⁴	W _{y'} , см ²	i _{y'} , см	z ₀ , мм								
		мм																						
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									
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									
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									
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									
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									
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									
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									
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									
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									
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									
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									

Примеры условного обозначения

1. Швеллер профиля 20 с уклоном внутренних
граней полки из стали Ст3:

Швеллер $\frac{20 \text{ ГОСТ } 8240-89}{\text{Ст3 ГОСТ } 535-88}$

2. То же с параллельными гранями полки:

Швеллер $\frac{20 \text{ П ГОСТ } 8240-89}{\text{Ст3 ГОСТ } 535-88}$

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

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

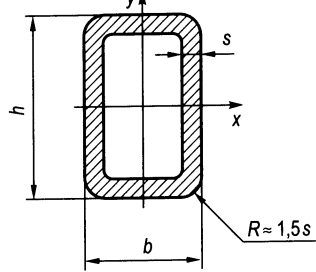
Наружный диаметр	Толщина стенки		Наружный диаметр	Толщина стенки	
	от	до		от	до
32	2,5	4	140	4,5	36
38	2,5	4	146	4,5	36
42	2,5	4	152	4,5	36
45	2,5	7	159	4,5	36
50	2,5	8	168	5	45
54	3	11	180	5	45
57	3	13	194	5	45
60	3	14	203	6	50
63,5	3	14	219	6	50
68	3	14	245	6	50
70	3	14	273	6,5	50
73	3	19	299	7,5	75
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:

Труба $\frac{70 \times 4 \times 6000}{\text{Ст3}} \text{ГОСТ } 8732-78$
 $\text{Ст3 ГОСТ } 380-94$

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

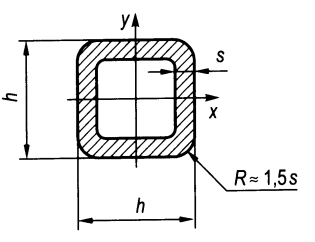
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	Площадь сечения, см ²	<i>J_x</i>	<i>J_y</i>	<i>W_x</i>	<i>W_y</i>
	мм				см ⁴		см ³	
32	16	2,5	2,08	2,57	0,793	1,60	0,991	
35	14	2,5	2,13	2,98	0,618	1,70	0,883	
36	18	3	2,77	4,30	1,32	2,39	1,46	
40	20	3	3,13	6,08	1,89	3,04	1,89	
45	30	3	4,03	10,92	5,63	4,85	3,76	
50	32	3	4,52	14,87	7,22	5,95	4,51	
55	38	4	6,61	26,73	14,57	9,72	7,67	
60	40	5	8,70	40,75	20,80	13,58	10,40	
70	50	5	10,70	70,91	40,94	20,26	16,38	
80	60	6	14,93	130,2	81,32	27,11	32,55	
90	90	6	16,13	174,7	90,10	38,82	30,03	
100	50	7	18,45	225,8	70,72	45,16	28,29	
125	75	8,5	30,24	612,0	263,9	97,92	70,37	
140	115	14	61,21	1612	1160	230,3	201,7	
150	100	10	44,80	1347	695	179,6	139,1	
180	80	10	46,80	1840	480	204,4	120,0	

Пример условного обозначения

Прямоугольная труба высотой $h = 40$ мм и шириной $b = 20$ мм с толщиной стенки $s = 3$ мм из стали Ст3:

Труба $\frac{40 \times 20 \times 3}{\text{Ст3}} \text{ГОСТ } 8645-68$
 $\text{Ст3 ГОСТ } 380-94$

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

	<i>h</i>	<i>s</i>	Площадь сечения, см ²	<i>J_x = J_y</i> , см ⁴	<i>W_x = W_y</i> , см ³
	мм				
32	3	3,37	4,93	3,08	
35	3	3,73	6,61	3,78	
36	3,5	4,40	8,11	4,50	
40	3,5	4,96	11,5	5,73	
42	4	5,89	14,8	7,05	
45	4	6,37	18,6	8,25	
50	5	8,70	30,8	12,3	
55	5	9,70	42,1	15,3	
60	6	12,53	63,8	21,3	
65	6	13,73	83,0	25,5	
70	6	14,93	105,7	30,2	
75	6	16,13	132,4	35,3	
80	7	19,85	183,2	45,8	
92	7	23,21	288,5	62,7	
100	7	25,45	377,5	75,5	

Пример условного обозначения

Квадратная труба высотой $h = 40$ мм толщиной $s = 3,5$ мм:

Труба $\frac{40 \times 3,5}{\text{Ст3}} \text{ГОСТ } 8639-82$
 $\text{Ст3 ГОСТ } 380-94$

1.3. Сварные барабаны и шкивы

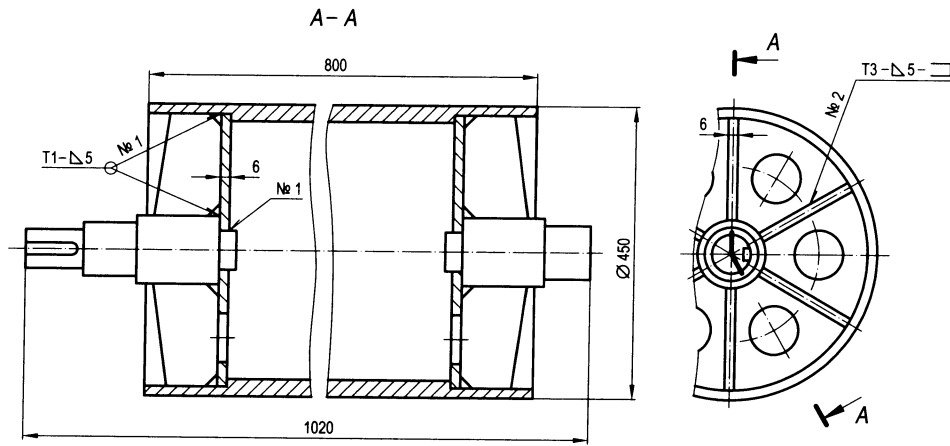


Рис. 1.3.1. Приводной барабан ленточного конвейера

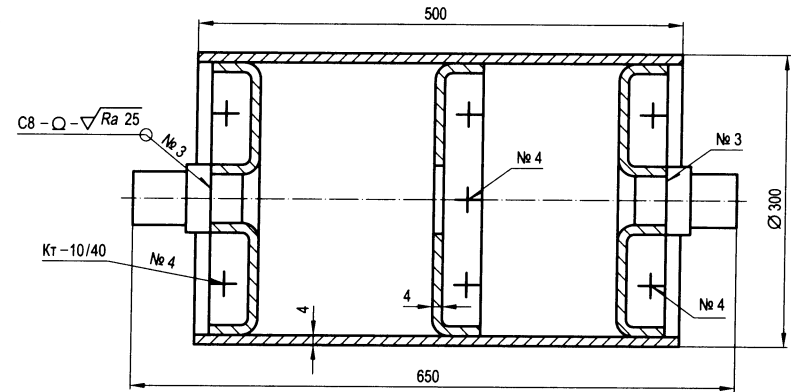


Рис. 1.3.2. Штампо-сварной отклоняющий барабан ленточного конвейера

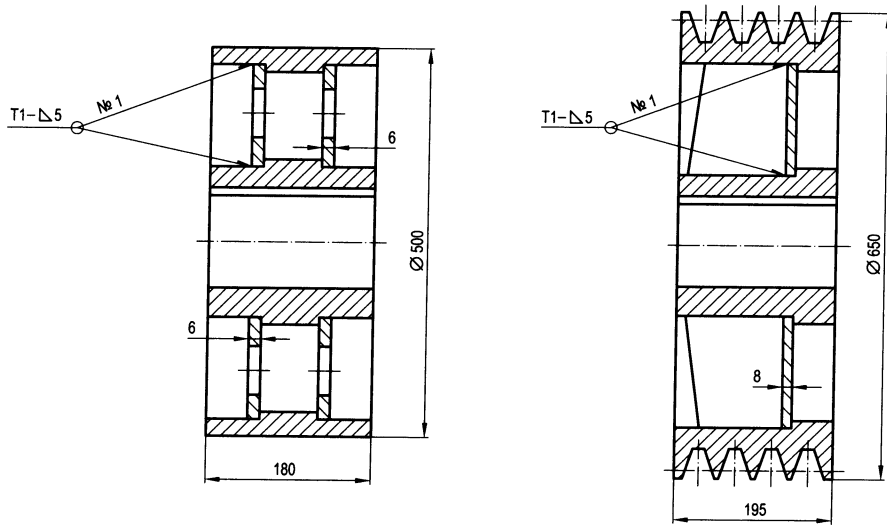


Рис. 1.3.3. Шкив плоскоременной передачи

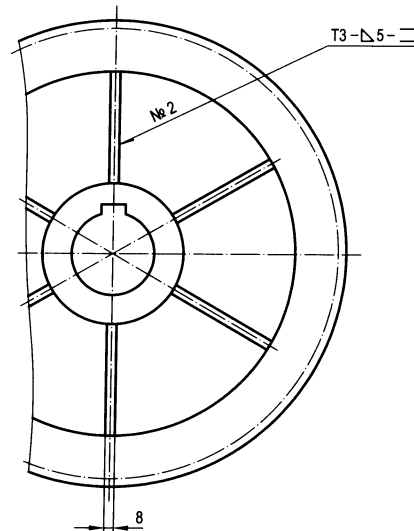
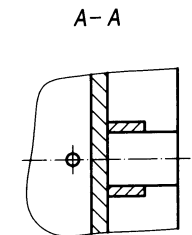
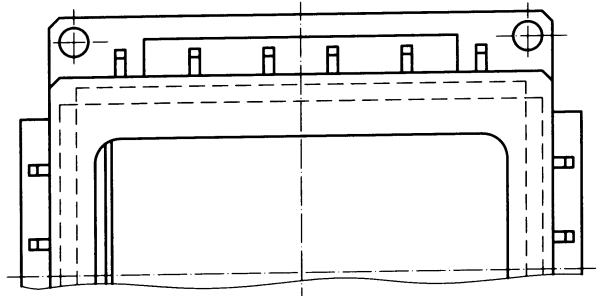
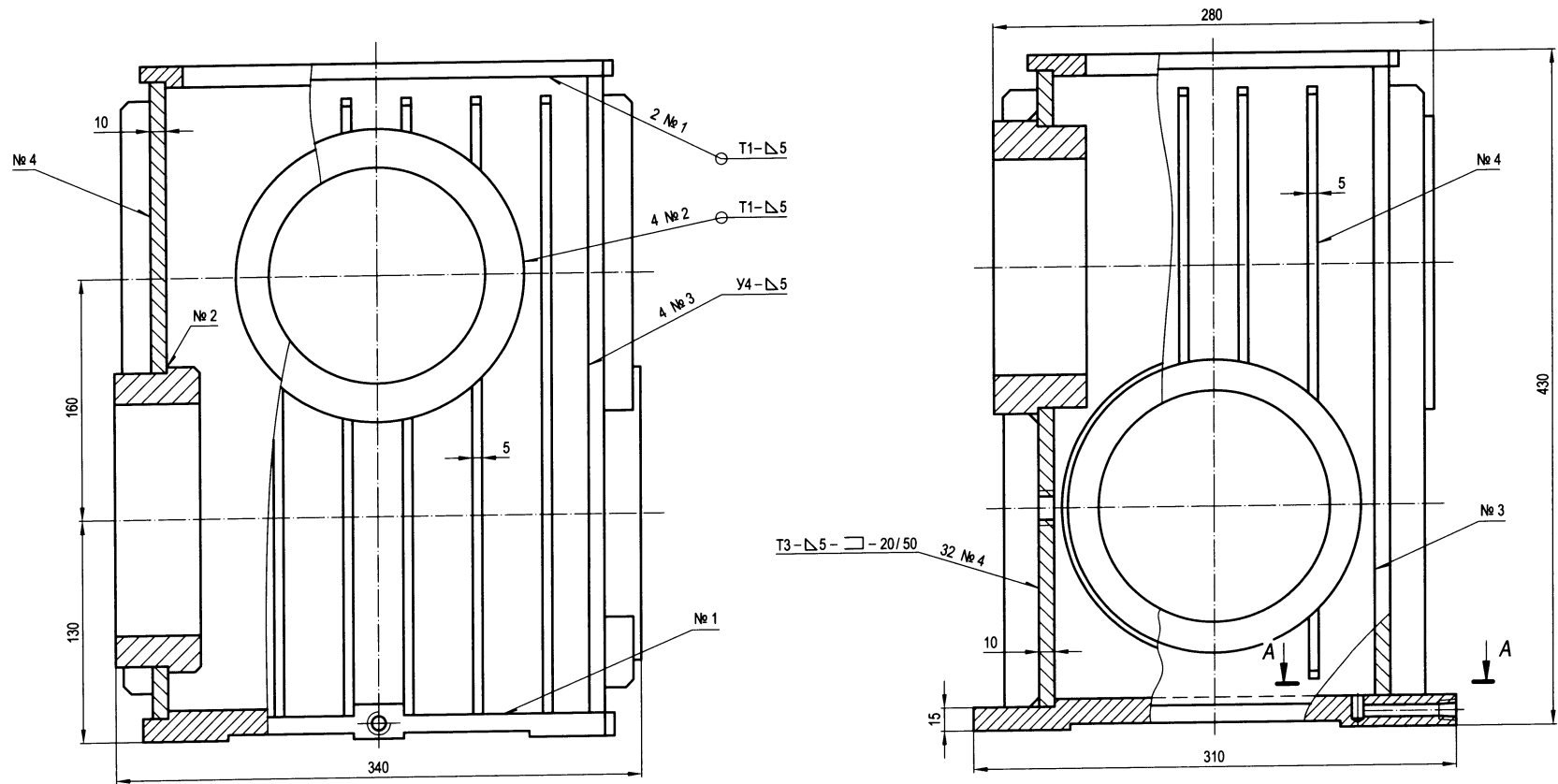


Рис. 1.3.4. Шкив клиноременной передачи

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

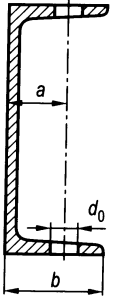
1.4. Сварной корпус червячного редуктора



Сварные швы №1-№4 по ГОСТ 5264-80

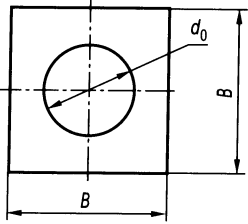
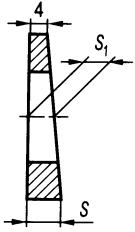
1.5. Конструктивные элементы сварных рам

Таблица 1.5.1. Размещение отверстий в полках швеллеров, мм

	Номер швеллера	a	b	$d_{0 \max}$
	10	30	46	11
12	30	52	17	
14	35	58	17	
16	35	64	20	
18	40	70	20	
20	45	76	24	
22	50	82	26	
24	50	90	26	

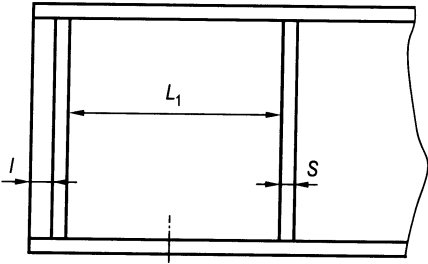
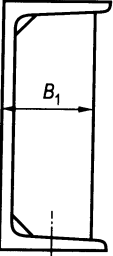
Примечание. В таблице приведены максимальные значения d_0 .

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

				
d_6	d_0	B	S	S_1
12	13	30	7,3	5,7
14	15	30	7,3	5,7
16	17	30	7,3	5,7
18	19	40	8,4	6,2
20	22	40	8,4	6,2
22	24	40	8,4	6,2
24	26	50	9,5	6,8

Примечание. Здесь и в табл. 1.5.3 d_6 – диаметр болта.

Таблица 1.5.3. Конструкция мест крепления рам к основанию, мм

		Номер швеллера	d_6	L_1	S	l_{\min}	B_1
		12	12	100	5	7	45
14	12	100	5	7	50		
16	16	100	6	8	55		
18	16	100	6	8	60		
20	20	120	6	8	65		
22	20	120	6	8	70		
24	24	130	8	8	80		

1.6. Сварные рамы (окончание)

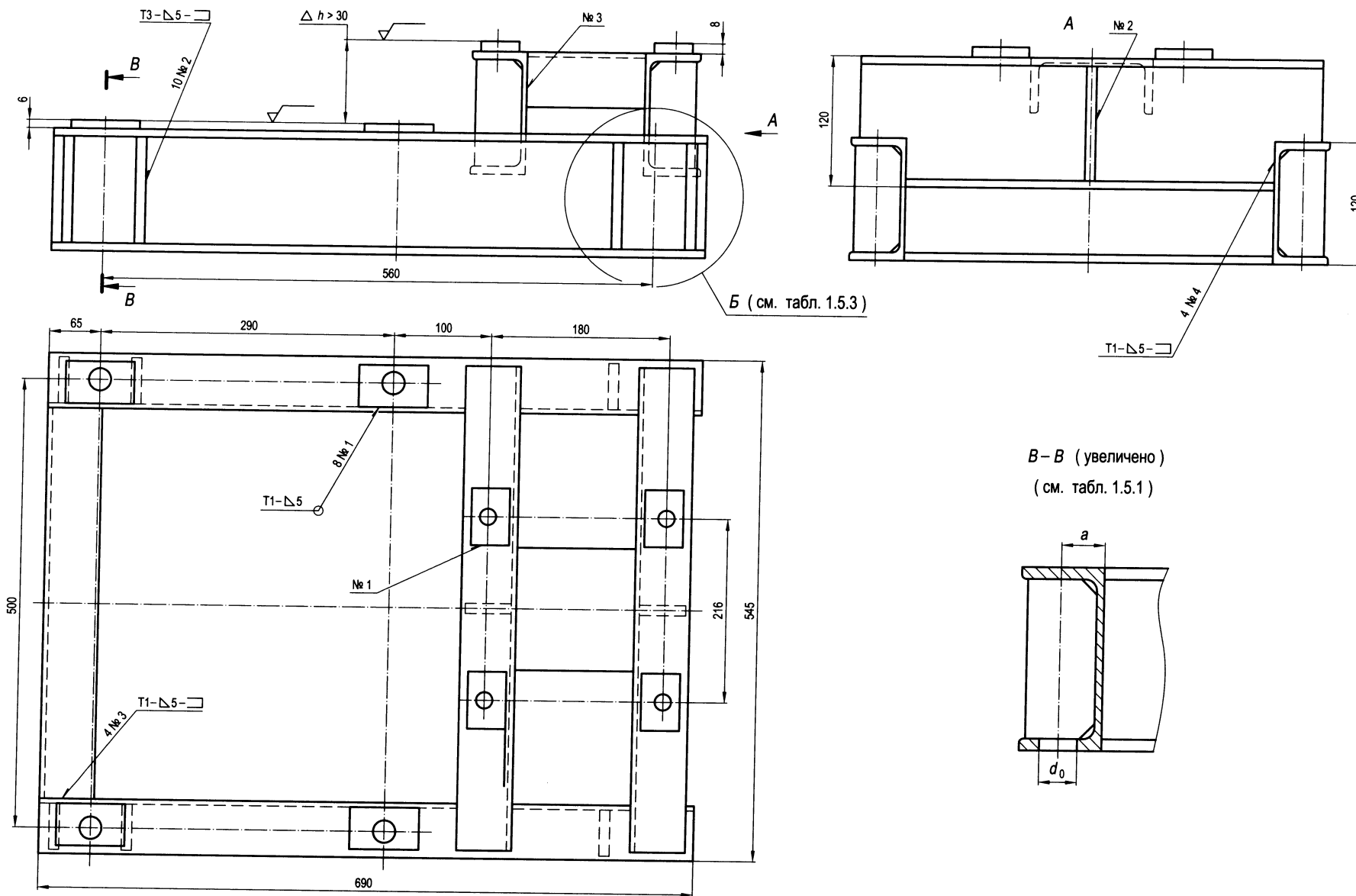


Рис. 1.6.2. Рама сварная прямая

Сварные швы №1-№5 по ГОСТ5264-80

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 $\varnothing 36H7/s6$ (см. рис. 2.1.1). В этом случае минимальный натяг N_{\min} , определяющий нагрузочную способность соединения, находят как разность e_i и ES , т. е. $N_{\min} = 43 - 25 = 18$ мкм, а максимальный натяг N_{\max} , ограниченный прочностью соединения деталей, — как разность es 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 охватываемой детали относительно охватываемой по поверхности посадки и по шпоночному пазу. Иногда для удобства сборки предусматривают на валу участок с отклонением, например $f8$ (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 $F_{\text{зат}}$ передается на каждую пару колец за вычетом силы трения между кольцом и сопрягаемыми поверхностями (см. рис. 2.3.4).

Сила затяжки $F_{\text{зат}}$ складывается из двух составляющих: силы $F'_{\text{зат}}$, необходимой для выборки посадочного зазора, и силы $F''_{\text{зат}}$, 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 $f = 0,12$.

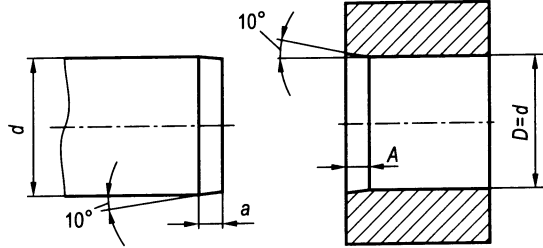
На рис. 2.3.5 показаны два варианта крепления ступиц на концевых участках валов одной и двумя парами упругих колец. Нагрузочная способность варианта, приведенного на рис. 2.3.5, б, более высокая. Вариант использования упругих колец для жесткого соединения двух валов изображен на рис. 2.3.6.

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 1 и наружное 3 кольца выполнены с разрезом, что облегчает их деформирование. Кольцо 2 имеет z резьбовых отверстий диаметром d_2 , используемых для демонтажа, а кольцо 4 выполнено с таким же количеством отверстий, но диаметром d под винты 5.

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

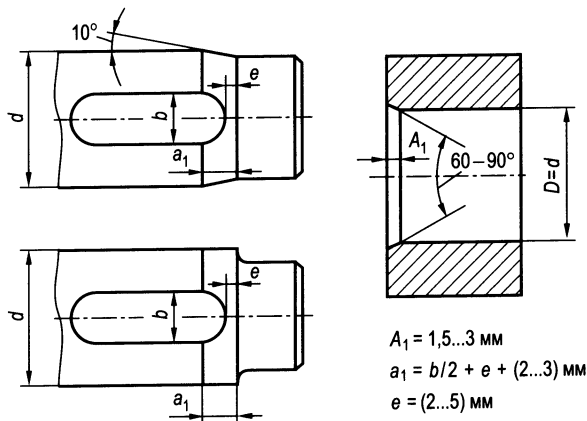
Для передачи крутящего момента T и осевой силы F_a каждый из винтов должен быть затянут с моментом $T_{\text{зат}}$. Затяжку винтов следует проводить равномерно в два приема: предварительно — от руки с умеренным усилием на рукоятке ключа в последовательности, указанной на рис. 2.4.4, и окончательно —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

2.2. Примеры соединений с натягом



$D(d)$	Фаска	Размер фаски, мм, для поля допуска вала				
		p6, r6, u7	u8	x8	z8	
До 50	a	0,5	1	1,5	2	
	A	1	1,5	2	2,5	
Св. 50 до 100	a	1	2	2,5	3	
	A	1,5	2,5	3	3,5	

a



б

$A_1 = 1,5 \dots 3$ мм
 $a_1 = b/2 + e + (2 \dots 3)$ мм
 $e = (2 \dots 5)$ мм

Рис. 2.2.1. Заходные участки деталей в соединениях с натягом без шлонок (а) и со шпонками (б)

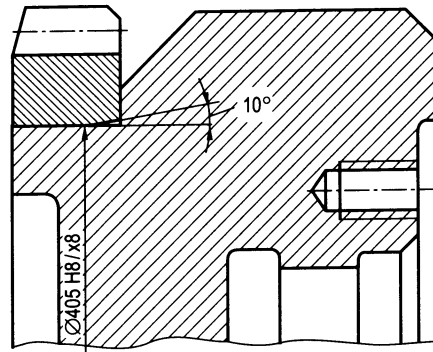


Рис. 2.2.2. Соединение зубчатого венца с маховиком

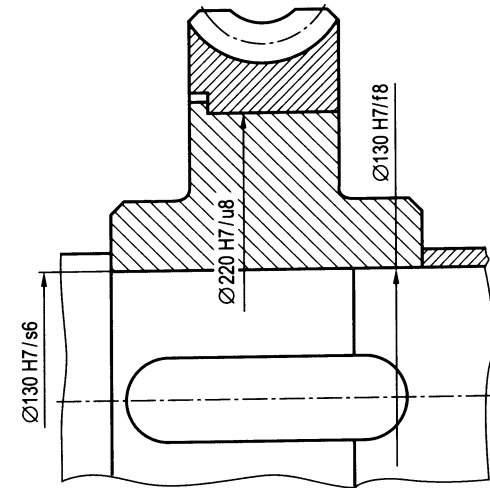


Рис. 2.2.3. Соединение центра червячного колеса с банджом и валом

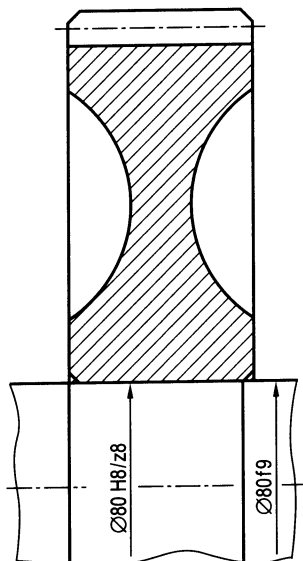


Рис. 2.2.4. Соединение зубчатого колеса с валом

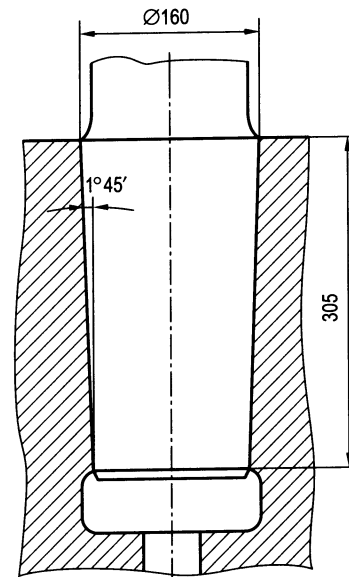


Рис. 2.2.5. Соединение штока с бабой кованного молота

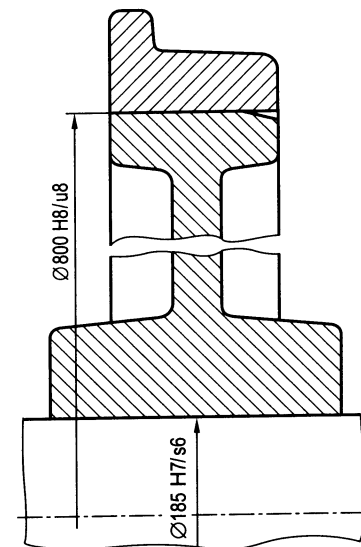


Рис. 2.2.6. Крепление банджа на центре колеса и центра колеса на валу

2.3. Соединения упругими коническими кольцами

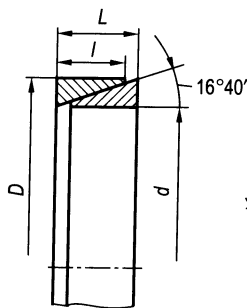


Рис. 2.3.1. Комплект колец

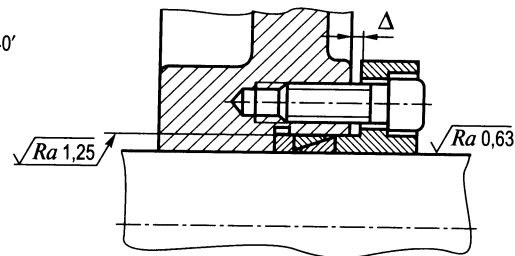


Рис. 2.3.2. Соединение с помощью упругих конических колец

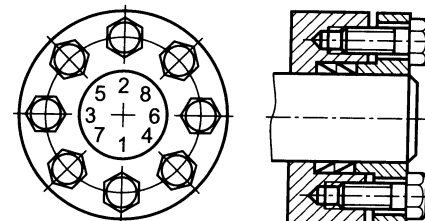


Рис. 2.3.3. Последовательность затяжки болтов при сборке

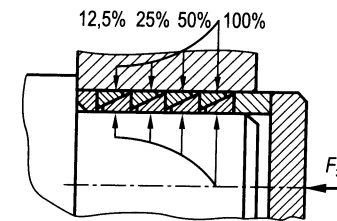


Рис. 2.3.4. Распределение осевой силы по парам колец

Таблица 2.3.1. Размеры и параметры соединений

Тип соединения	D	L	l	F' зат	F'' зат	T, Н·м	F _а , кН	Δ, мм, при числе комплектов колец				Масса кольца, г
								1	2	3	4	
10E7	13f7	4,5	3,7	6,95	6,3	7	1,40	2	2	3	3	1,82
12E7	15f7	4,5	3,7	6,95	7,5	10	1,67	2	2	3	3	2,14
14E7	18f7	6,3	5,3	11,20	12,6	19,6	2,80	3	3	4	5	4,87
16E7	19f7	6,3	5,3	10,75	13,5	22,5	3,00	3	3	4	5	5,26
16E7	20f7	6,3	5,3	10,10	14,4	25,5	3,19	3	3	4	5	5,45
18E7	22f7	6,3	5,3	9,10	16,2	32,4	3,60	3	3	4	5	6,12
20E7	25f7	6,3	5,3	12,05	18,0	40	4,00	3	3	4	5	8,17
22E7	26f7	6,3	5,3	9,05	19,8	48	4,40	3	3	4	5	9,24
24E7	28f7	6,3	5,3	8,35	21,6	58	4,80	3	3	4	5	9,92
25E7	30f7	6,3	5,3	9,90	22,5	62	5,00	3	3	4	5	10,1
28E7	32f7	6,3	5,3	7,40	25,2	78	5,60	3	3	4	5	11,0
30E7	35f7	6,3	5,3	8,50	27,0	90	6,00	3	3	4	5	12,0
32E7	36f7	6,3	5,3	7,85	28,8	102	6,40	3	3	4	5	14,0
35E7	40f7	7	6	10,10	35,6	138	7,90	3	3	4	5	17,0
36E7	42f7	7	6	11,60	36,6	147	8,20	3	3	4	5	20,0
38E7	44f7	7	6	11,00	38,7	163	8,60	3	3	4	5	21,0
40E8	45e8	8	6,6	13,80	45,0	199	9,95	3	4	5	6	23,0
42E8	48e8	8	6,6	15,60	47,0	219	10,40	3	4	5	6	28,0
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
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
56E8	64e8	12	10,4	29,40	99,0	615	22,00	3	4	5	7	67,0
60E8	68e8	12	10,4	27,40	106,0	705	23,50	3	4	5	7	72,0
63E8	71e8	12	10,4	26,30	111,0	780	24,80	3	4	5	7	77,0
65E8	73e8	12	10,4	25,40	115,0	830	25,60	3	4	5	7	79,0
70E8	79e8	14	12,2	31,00	145,0	1120	32,00	3	5	6	7	111,0

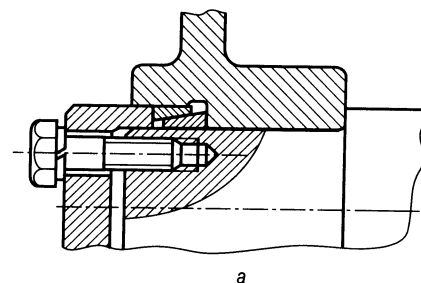


Рис. 2.3.5. Крепление ступиц на концевых участках валов одной (а) и двумя (б) парами упругих колец

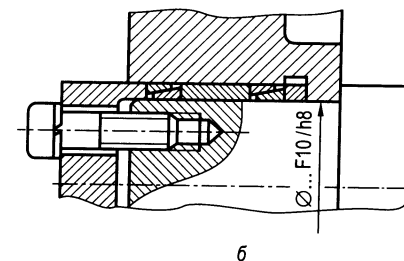


Таблица 2.3.2. Рекомендуемое поле допуска для деталей, сопрягаемых с кольцами

d, мм	Вал	Отверстие
10–38	h6	H7
40–70	h8	H8

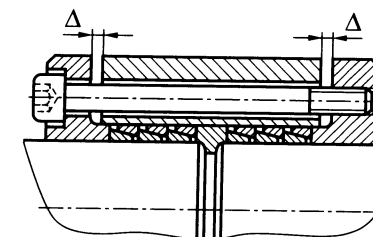


Рис. 2.3.6. Соединение валов с помощью упругих колец

2.4. Соединения разрезными коническими кольцами

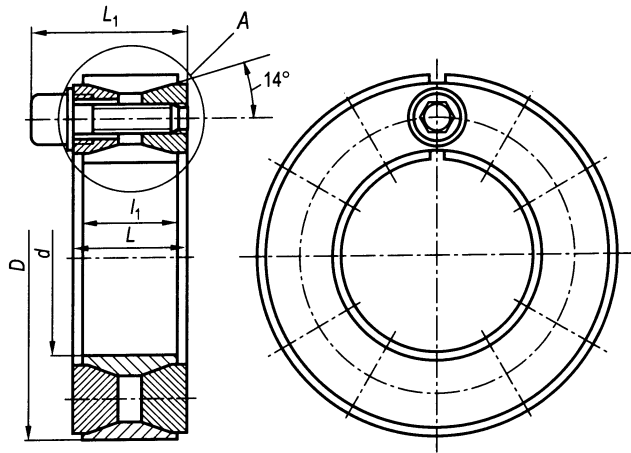


Рис. 2.4.1. Комплект соединения

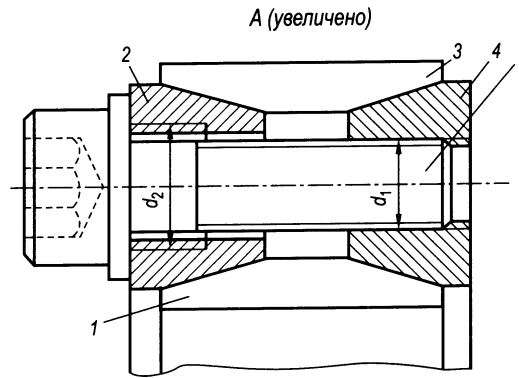


Рис. 2.4.2. Элементы соединения

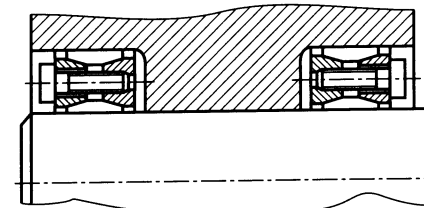
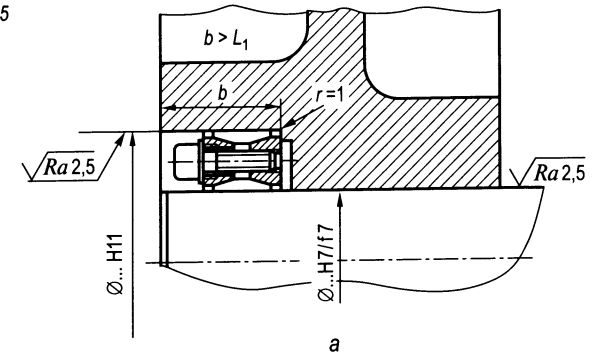


Рис. 2.4.3. Соединение с одним (а) и двумя (б) комплектами колец

Таблица 2.4.1. Основные размеры и параметры соединений

d	D	L	l ₁	L ₁	T ₁ Н·м	F _а кН	p ₁		p ₂		Число винтов z	d ₁ мм	T _{зат.} Н·м	d ₂ мм	Масса комплекта, кг
							МПа								
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		

Примечание. Предусмотрены диаметры вала до 400 мм.

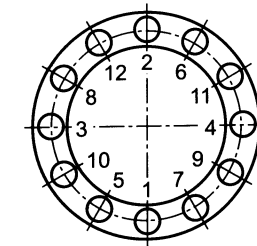


Рис. 2.4.4. Последовательность затяжки болтов соединения

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 , средним d_2 и внутренним d_3 . Внутренняя резьба – наружным D , средним D_2 и внутренним D_1 . Кроме того, резьбы отличаются формой и размерами профиля (углом и высотой H), шагом P , ходом P_h и углом подъема φ .

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 одно-сторонней осевой нагрузкой (прессы, нажимные устройства прокатных станков). 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 $0,01\sigma_B$ в мегапаскалях, второе – $0,01\sigma_T/\sigma_B$ в процентах. Произведение двух чисел, входящих в обозначение, составляет $0,01\sigma_T$ 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 $\geq 0,8d$ 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 А, В; 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, хромированное; 02 – кадмиевое, хромированное; 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 – оксидное, 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 HRC₃.

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, сбеги и недорезы 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 изготавливают с резьбой по всей длине стержня: резьба по ГОСТ 24705–81, сбеги и недорезы 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 $\geq 8\%$, 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 угловом 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 (*б*) фланцах деталей, а также минимальное расстояние от оси винта до стенки ниши (*в*) и размеры самой ниши (*г*, *д*).

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 тяжело нагруженных 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, *a*) 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 $\sim D_1 + 0,05d$, допустимое напряжение растяжения при расчете болтов не более 140 МПа. Дюбель с корпусом (см. рис. 3.22.1, *б*) 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 устанавливаются в скважины и заливаются бетоном. Болты, работающие при переменных нагрузках, заливают бетоном марки 400.

3.1. Резьбы цилиндрические

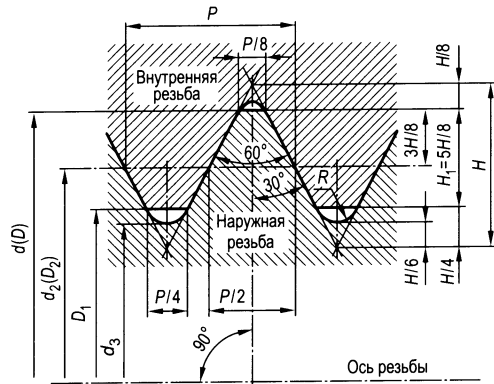


Рис. 3.1.1. Элементы метрической резьбы

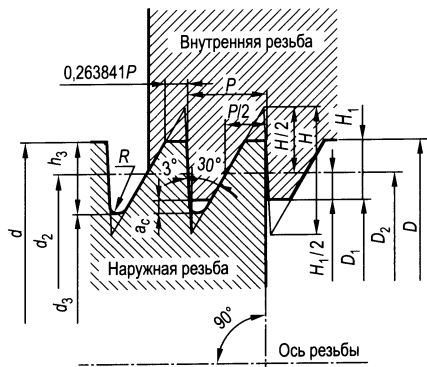


Рис. 3.1.4. Элементы упорной резьбы

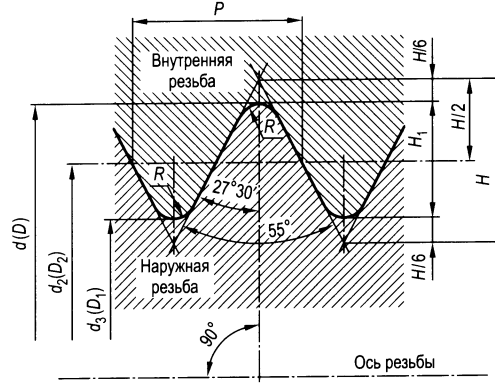


Рис. 3.1.2. Элементы трубной резьбы

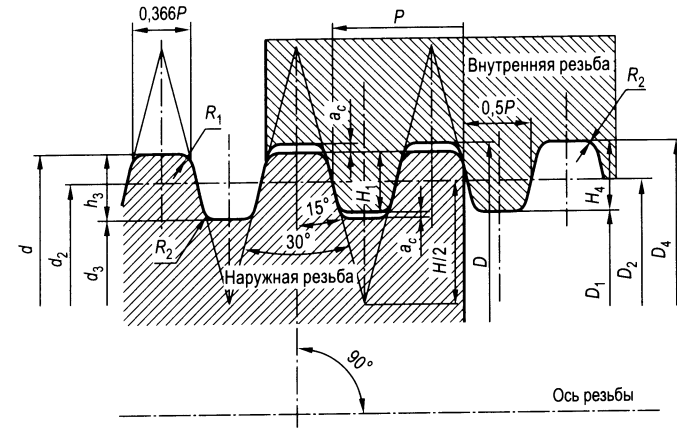


Рис. 3.1.3. Элементы трапецидальной резьбы

Таблица 3.1.1. Типы цилиндрической резьбы

Номер рисунка	ГОСТ	$d(D)$, мм	P , 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 соединения 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

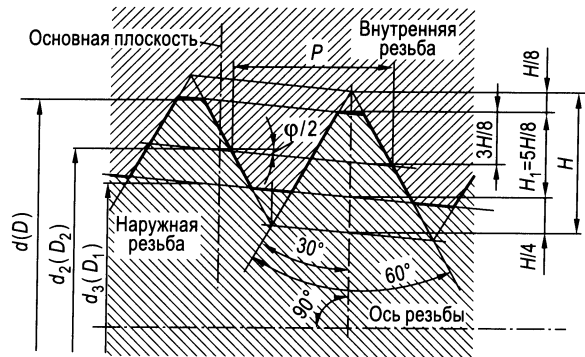


Рис. 3.2.1. Элементы метрической резьбы

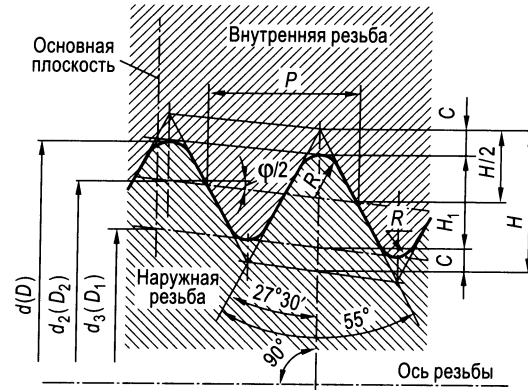


Рис. 3.2.2. Элементы трубной резьбы

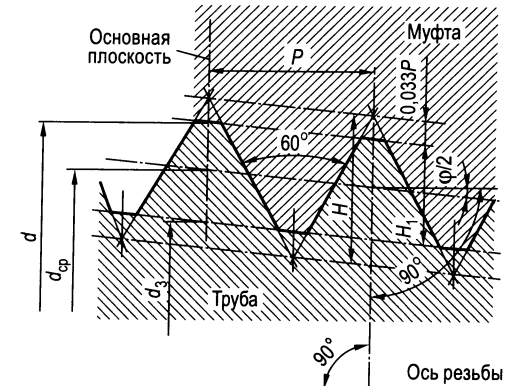


Рис. 3.2.3. Элементы дюймовой резьбы

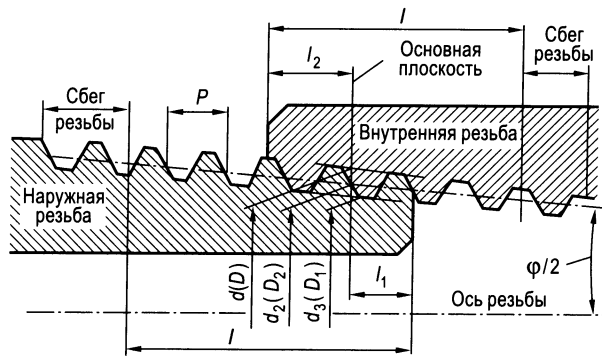


Рис. 3.2.4. Расположение основной плоскости в соединении конических резьб

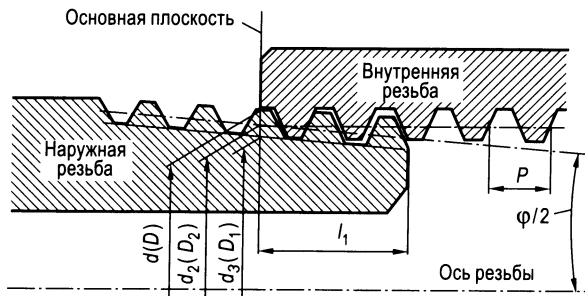


Рис. 3.2.5. Соединение наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической резьбой

Таблица 3.2.1. Резьба коническая

Номер рисунка	ГОСТ	$d(D)$, мм	P , мм	Назначение
3.2.1	25229-82	6-60	1; 1,5; 2,0	В конических резьбовых соединениях и в соединениях наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической
3.2.2	6211-81	7,723-163,830	0,907-2,309	
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 $2\text{tg}(\phi/2)=1:16$ и угол конуса $\phi=3^{\circ}34'48''$.

3.3. Резьба метрическая

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

d(D), мм			P, мм	d ₂ (D ₂)	d ₁ (D ₁)	d ₃	A _p , мм ²	ψ	d(D), мм			P, мм	d ₂ (D ₂)	d ₁ (D ₁)	d ₃	A _p , мм ²	ψ	d(D), мм			P, мм	d ₂ (D ₂)	d ₁ (D ₁)	d ₃	A _p , мм ²	ψ	
Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3							Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3							Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3							Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3
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	11,675	11,459	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	13,188	12,647	12,466	122	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	6,08	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	1°22'	—	—	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'
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	27,026	26,376	25,186	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'	
—	—	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	28,701	27,835	27,546	596	1°16'	
—	—	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	29,513	29,188	29,080	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'	30	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	—	—	1	11,35	10,918	10,773	91,1	1°36'	—	—	22	2,5	20,376	19,294	18,933	281	2°18'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Условное обозначение метрической резьбы состоит из буквы М, наружного диаметра d(D) и шага (для резьбы с мелким шагом).
 Например, метрическая резьба диаметром 24 мм с крупным шагом имеет следующее обозначение: М24;
 то же с мелким шагом: М24×2.

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 d₂(D₂) резьбы.

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

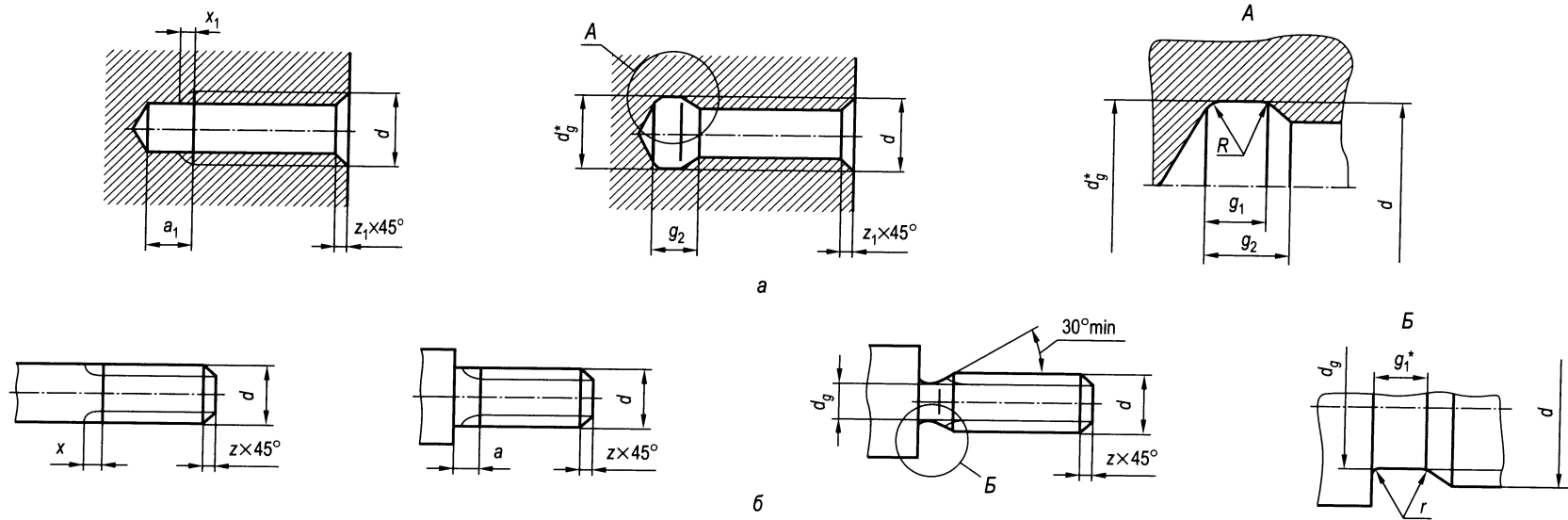


Рис. 3.4.1. Сбеги, проточки, недорезы и фаски для внутренней (а) и наружной (б) резьбы

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

d	P	Сбег, не более		Недорез		Проточка						Фаска		
		x ₁	x	a ₁ , не менее	a, не более	g ₁ не менее	g ₁ [*] не более	g ₂ , не более	d _q (h13)	d _q [*] (H13)	R≈0,5P	r≈0,5P	z	z ₁
M5	0,8	1,6	2,0	4,0	2,4	3,2	1,3	4,2	d-1,3	d+0,3	0,4	0,4	1,0	1,0
M6; M7	1	2,0	2,5	6,0	3,0	4,0	1,6	5,2	d-1,6	d+0,5	0,5	0,6	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	d-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	d-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

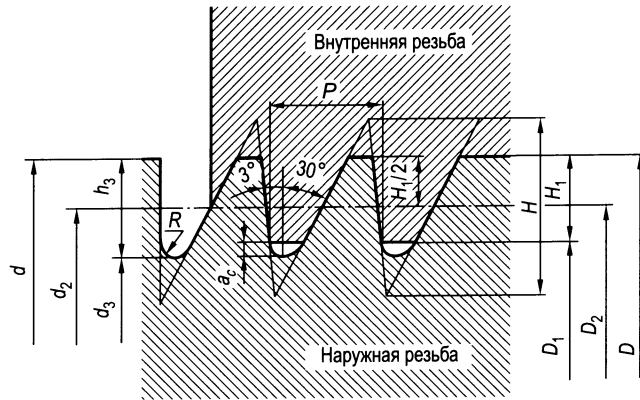


Рис. 3.5.1. Элементы профиля упорной резьбы

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:

$$S80 \times 20(P10) - 8h$$

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

P	H	$H/2$	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

$d(D)$	P	$D_2(d_2)$	D_1	d_3
10	2	8,5	7,0	6,53
12	2	10,5	9,0	8,53
12	3	9,75	7,5	6,79
16	2	14,5	13,0	12,53
16	4	13,0	10,0	9,06
20	2	18,5	17,0	16,53
20	4	17,0	14,0	13,06
24	3	21,75	19,5	18,79
24	5	20,25	16,5	15,32
24	8	18,00	12,0	10,12
28	3	25,75	23,5	22,79
28	5	24,25	20,5	19,32
28	8	22,00	16,0	14,12
32	3	29,75	27,5	26,79
32	6	27,50	23,0	21,59
32	10	24,50	17,0	14,65
36	3	33,75	31,5	30,79
36	6	31,50	27,0	25,59
36	10	28,50	21,0	18,65
40	3	37,75	35,5	34,79
40	7	34,75	29,5	27,85
40	10	32,50	25,0	22,65
44	3	41,75	39,5	38,79
44	7	38,75	33,5	31,85
44	12	35,00	26,0	23,17
48	3	45,75	43,5	42,79
48	8	42,00	36,0	34,12
48	12	39,00	30,0	27,17
52	3	49,75	47,5	46,79
52	8	46,00	40,0	38,12
52	12	43,00	34,0	31,17
60	3	57,75	55,5	54,79
60	9	53,25	46,5	44,38
60	14	49,50	39,0	35,70
70	4	67,00	64,0	63,06
70	10	62,50	55,0	52,65
70	16	58,00	46,0	42,23
80	4	77,00	74,0	73,06
80	10	72,50	65,0	62,65
80	16	68,00	56,0	52,23
90	4	87,00	84,0	83,06
90	12	81,00	72,0	69,17
90	18	76,50	63,0	58,76
90	20	75,00	60,0	55,29
100	4	97,00	94,0	93,06
100	12	91,00	82,0	79,17
100	20	85,00	70,0	65,29

Примечания: 1. Диаметры $d(D)$ соответствуют ряду Ra10. 2. Значения вычислены по формулам: $d_2=D_2=d-0,75P$; $d_3=d-2h_3=d-1,735534P$; $D_1=d-2H_1=d-1,5P$.

3.6. Резьба трапецеидальная однозаходная

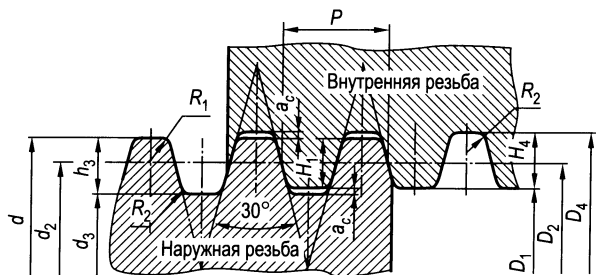


Рис. 3.6.1. Элементы трапецеидальной однозаходной резьбы ($D_1 = d - 2H_1 = d - P$;
 $d_2 = D_2 = d - H_1 = d - 0,5P$; $d_3 = d - 2h_3$; $D_4 = d + 2a_c$; $H = 1,866P$; $H_1 = 0,5P$)

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

P	a_c	h_3	R_{1max}	R_{2max}	P	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					

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

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

d для ряда		P	d для 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	–	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
6.6	Среднеуглеродистая сталь	Горячая штамповка или холодная штамповка, закалка и отпуск	35
	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, 35Х, 38ХА, 45Г
9.8	Среднеуглеродистая легированная сталь	Холодная штамповка, закалка и отпуск	40Г2, 40Х, 30ХГСА, 35ХГСА
10.9	Низкоуглеродистая сталь с присадками (например, бор, марганец или хром)	Резание, закалка и отпуск	16ХСН
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
5	Холодная штамповка	10, 10кп
	Горячая штамповка	20
04; 6	Холодная штамповка	10, 10кп, 15, 15кп
8; 9	Горячая штамповка	35
	Холодная штамповка	20, 20кп
05; 10; 12	Горячая штамповка	35Х, 38ХА
	Холодная штамповка	20Г2Р
	Резание, закалка и отпуск	16ХСН

* 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 А и $6...48$ мм для класса точности В)

Эскиз	Вариант исполнения головки
<i>Класс точности А (ГОСТ 7805–70)</i>	
Исполнение 1	
Исполнение 2	
Исполнение 3	
Исполнение 4	
<i>Класс точности В (ГОСТ 7798–70)</i>	
Исполнение 1	
Исполнение 2	
Исполнение 3	
Исполнение 4	

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

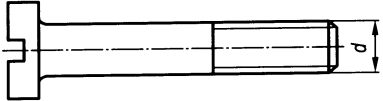
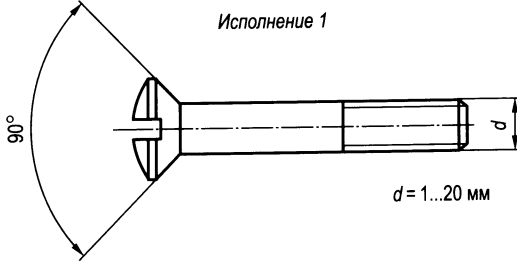
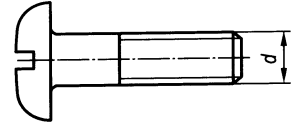
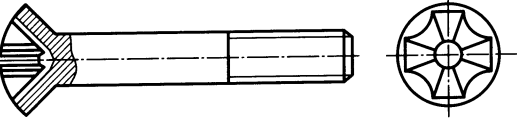
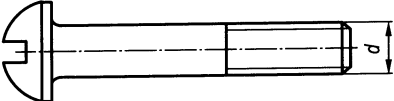
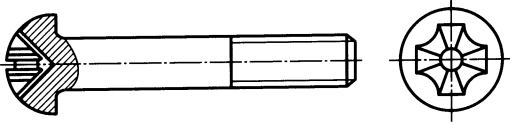
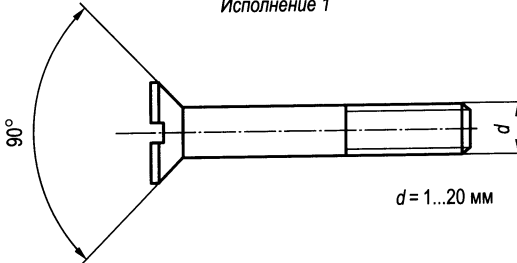
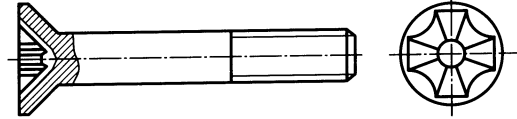
Эскиз	Вариант исполнения головки
<i>Класс точности А (ГОСТ 7808–70)</i>	
Исполнение 1	
Исполнение 2	
Исполнение 3	
Исполнение 4	
Исполнение 5	
<i>Класс точности В (ГОСТ 7796–70)</i>	
Исполнение 1	
Исполнение 2	
Исполнение 3	
Исполнение 4	
Исполнение 5	

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

Эскиз	Вариант исполнения головки
<i>Класс точности А (ГОСТ 7811–70)</i>	
Исполнение 1	
Исполнение 2	
Исполнение 3	
Исполнение 4	
Исполнение 5	
<i>Класс точности В (ГОСТ 7795–70)</i>	
Исполнение 1	
Исполнение 2	
Исполнение 3	
Исполнение 4	
Исполнение 5	

3.8. Крепежные изделия (продолжение)

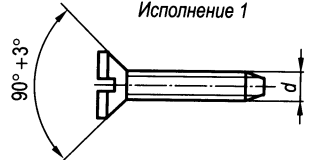
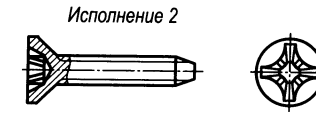
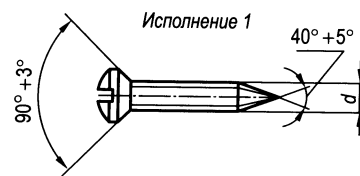

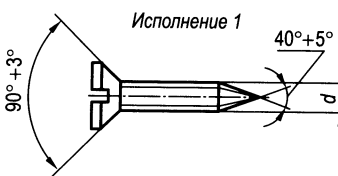
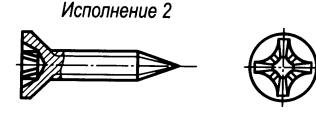

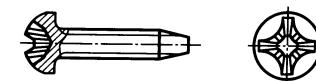
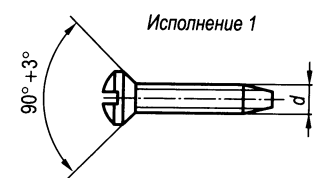

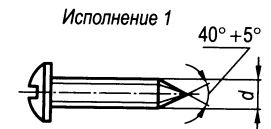
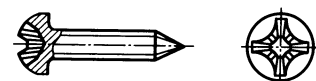
Таблица 3.8.4. Винты классов точности А и В

ГОСТ	Тип головки	Эскиз	ГОСТ	Тип головки	Эскиз
1491–80	Цилиндрическая	 $d = 1...20 \text{ мм}$	17474–80	Полупотайная	<i>Исполнение 1</i>  $d = 1...20 \text{ мм}$
11644–75	Цилиндрическая скругленная	 $d = 2...10 \text{ мм}$			<i>Исполнение 2</i> 
17473–80	Полукруглая	<i>Исполнение 1</i>  $d = 1...20 \text{ мм}$ <i>Исполнение 2</i> 	17475–80	Потайная	<i>Исполнение 1</i>  $d = 1...20 \text{ мм}$ <i>Исполнение 2</i> 

Примечание. Винты изготавливают длиной от 2 до 120 мм.

3.8. Крепежные изделия (окончание)

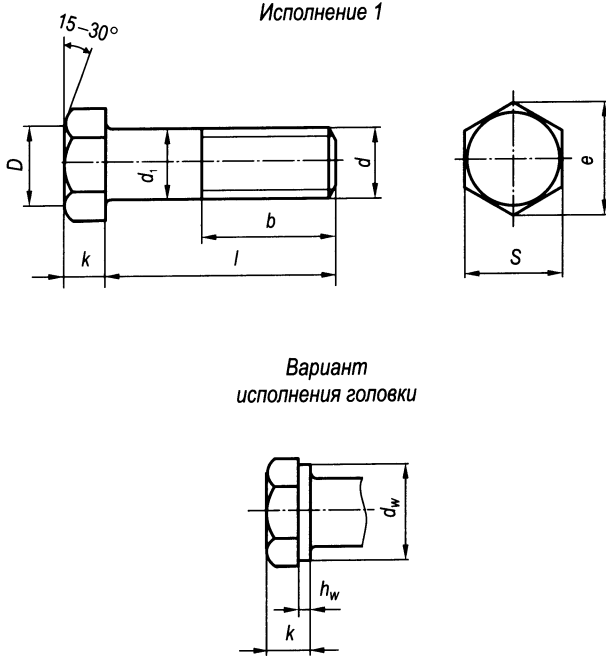
Таблица 3.8.5. Винты самонарезающие для металла и пластмассы ($d = 2,5 \dots 8$ мм)

ГОСТ	Наименование	Эскиз	ГОСТ	Наименование	Эскиз
10619-80	С потайной головкой	<p>Исполнение 1</p>  <p>Исполнение 2</p> 	11651-80	С потайной головкой и заостренным концом	<p>Исполнение 1</p>  <p>Исполнение 2</p> 
11652-80	С потайной головкой и заостренным концом	<p>Исполнение 1</p>  <p>Исполнение 2</p> 	10621-80	С полукруглой головкой	<p>Исполнение 1</p>  <p>Исполнение 2</p> 
10620-80	С полупотайной головкой	<p>Исполнение 1</p>  <p>Исполнение 2</p> 	11650-80	С полукруглой головкой и заостренным концом	<p>Исполнение 1</p>  <p>Исполнение 2</p> 

Примечание. Винты изготавливают длиной от 6 до 50 мм.

3.9. Болты с шестигранной головкой

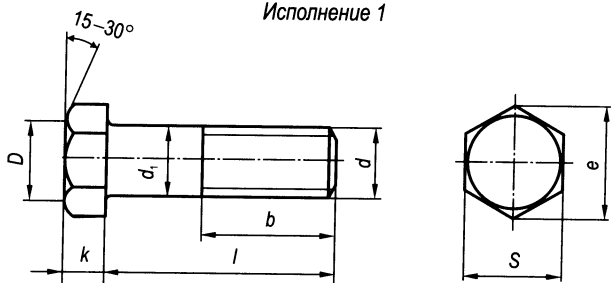
Таблица 3.9.1. Размеры болтов с шестигранной головкой класса точности В (ГОСТ 7798 –70), мм

	d	P		d_1	S	k	e	d_w не менее	h_w
		крупный	мелкий						
 <p>Исполнение 1</p> <p>Вариант исполнения головки</p> <p>Пример условного обозначения Болт исполнения 1 с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом и полем допуска 6g, длиной $l = 60$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия: Болт M12–6g × 60. 5.8 ГОСТ 7798–70</p>	M6	1	—	6	10	4,0	10,9	8,7	0,15–0,60
	M8	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
	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
	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
	M24	3	2	24	36	15,0	39,6	33,2	0,20–0,80
	M(27)	3	2	27	41	17,0	45,2	38,0	0,20–0,80
	M30	3,5	2	30	46	19	50,9	42,7	0,20–0,80
	M36	4	3	36	55	23	60,8	51,1	0,20–0,80
	M42	4,5	3	42	65	25	71,3	59,9	0,25–0,80
	M48	5	3	48	75	30,0	82,6	69,4	0,25–0,80

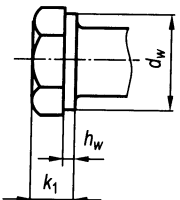
Примечания: 1. Болты, диаметры которых даны в скобках, применять не рекомендуется. 2. Длину l следует брать из ряда 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240 мм. 3. Длину резьбы b выбирают из таблиц,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

<i>D</i>	Исполнение 1	<i>d</i>	<i>P</i>		<i>d</i> ₁	<i>S</i>	<i>k</i>	<i>k</i> ₁	<i>e</i> , не менее	<i>d</i> _в , не менее	<i>h</i> _в
			крупный	мелкий							
		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
		M16	2	1,5	16	22	9	10,0	23,9	20,1	0,20—0,80
		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
		M24	3	2	24	32	13	15,0	35,0	29,5	0,20—0,80
		M(27)	3	2	27	36	15	17,0	39,6	33,2	0,20—0,80
		M30	3,5	2	30	41	17	18,7	45,2	38,0	0,20—0,80
		M36	4	3	36	50	20	22,5	55,4	46,6	0,20—0,80
		M42	4,5	3	42	60	23	26,0	66,4	55,9	0,25—0,80
		M48	5	3	48	70	26	30,0	76,9	64,7	0,25—0,80

Вариант исполнения головки

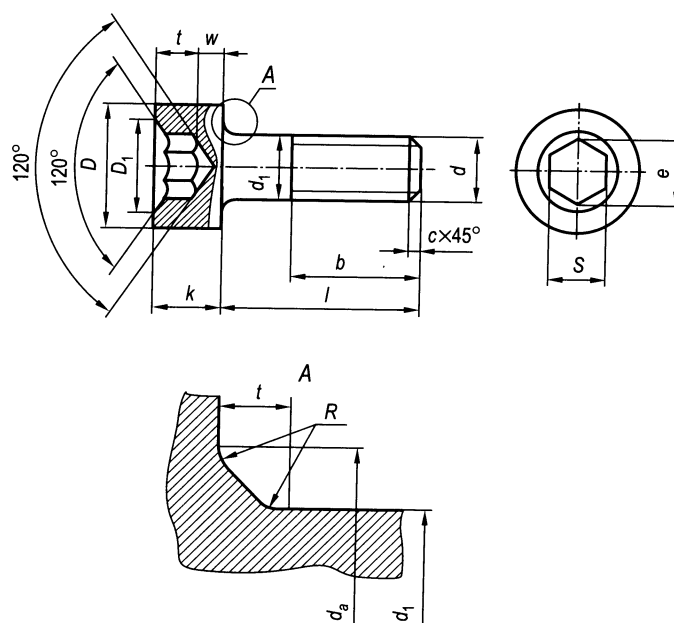


Пример условного обозначения
Болт исполнения 1 с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом и полем допуска 6g, длиной $l = 60$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:
Болт M12-6g × 60. 5.8 ГОСТ 7796-70

Примечания: 1. Болты, диаметры которых даны в скобках, применять не рекомендуется. 2. Длину l 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. Длину резьбы b выбирают из таблиц, приведенных в ГОСТ 7796-70.

3.10. Винты общего назначения

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



$d=d_1=k$	D	D_1	S	e	w	t	R	f	d_a	c	b	l	
				не менее				не более				от	до
3	5,5	3,2	2,5	2,9	1,15	1,3	0,1	0,51	3,6	0,5	18	5	30
4	7,0	3,8	3,0	3,5	1,4	2,0	0,2	0,60	4,7	0,5	20	6	40
5	8,5	4,9	4,0	4,6	1,9	2,5	0,2	0,60	5,7	1,0	22	8	50
6	10,0	6,1	5,0	5,8	2,3	3,0	0,25	0,68	6,8	1,0	24	10	50
8	13,0	7,2	6,0	6,9	3,0	4,0	0,4	1,02	9,2	1,6	28	12	80
10	16,0	9,7	8,0	9,2	4,0	5,0	0,4	1,02	11,2	1,6	32	14	100
12	18,0	12,0	10,0	11,5	4,8	6,0	0,6	1,87	14,2	1,6	36	20	130
(14)	21,0	14,3	12,0	13,74	5,8	7,0	0,6	1,87	16,2	2,0	40	25	140
16	24,0	16,7	14,0	16,2	6,8	8,0	0,6	1,87	18,2	2,0	44	25	160
(18)	27,0	16,7	14,0	16,02	7,8	9,0	0,6	1,87	20,2	2,5	48	30	160
20	30,0	20,4	17,0	19,6	8,6	10,0	0,8	2,04	22,4	2,5	52	30	220
(22)	33,0	20,4	17,0	19,44	9,4	11,0	0,8	2,04	24,4	2,5	56	35	200
24	36,0	22,7	19,0	21,9	10,4	12,0	0,8	2,04	26,4	2,5	60	35	240
(27)	40,0	22,7	19,0	21,73	11,9	13,5	1,0	2,89	30,4	2,5	66	40	200
30	45,0	26,2	22,0	25,4	12,9	15,5	1,0	2,89	33,4	2,5	72	45	240
(33)	50,0	28,5	24,0	27,43	13,8	17,5	1,0	2,89	36,4	2,5	78	50	200
36	54,0	32,0	27,0	31,2	15,3	19,0	1,0	2,89	39,4	3,0	84	55	240

Примеры условного обозначения

1. Винт с диаметром резьбы $d=12$ мм с крупным шагом и полем допуска 6g, длиной $l=40$ мм, класса прочности 6.8, без покрытия:
 Винт M12–6g×40.6.8 ГОСТ 11738–84

2. То же класса прочности 10.9 из стали марки 30ХГСА с покрытием 05:
 Винт M12–6g×40.10.9.30ХГСА.05 ГОСТ 11738–84

Примечание. Длину l 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

Общие размеры (d_1 должен быть равен наружному диаметру резьбы или диаметру стержня под накатывание метрической резьбы по ГОСТ 19256-73)							С цилиндрической головкой по ГОСТ 1491-80 Исполнение 1					С полукруглой головкой по ГОСТ 17473-80 Исполнение 1					С потайной головкой по ГОСТ 17475-80 Исполнение 1					
							D	k	h		l	D	k	$R_1 \approx$	h		l	D	k	h		l
d	P		n	r	b		D	k	h		l	D	k	h		l	D	k	h		l	
	крупный	мелкий			удлиненный	нормальный			не менее	не более				не менее	не более				не менее	не более		не менее	не более	не менее	не более
1	0,25	—	0,25	—	—	8	2,0	0,7	0,3	0,44	2-10	2	0,7	1,1	0,25	0,55	2-5	1,9	0,6	0,2	0,3	2-10
1,2	0,25	—	0,3	—	—	9	2,3	0,8	0,35	0,49	2-12	2,3	0,8	1,3	0,25	0,55	2-7	2,3	0,72	0,24	0,35	2-12
1,4	0,3	—	0,3	—	—	9	2,6	0,9	0,4	0,6	2-12	2,6	0,95	1,4	0,35	0,65	2-11	2,6	0,84	0,28	0,45	3-12
1,6	0,35	—	0,4	—	—	9	3,0	1	0,45	0,65	2-16	3	1,1	1,6	0,45	0,75	2-14	3,0	0,96	0,32	0,5	3-16
2	0,4	—	0,5	—	16	10	3,8	1,3	0,6	0,85	2,5-20	3,8	1,4	2	0,75	1,05	2,5-18	3,8	1,2	0,4	0,6	3-20
2,5	0,45	—	0,6	—	18	11	4,5	1,6	0,7	1	3-25	4,5	1,7	2,4	0,9	1,3	3-25	4,7	1,5	0,5	0,73	3,0-25
3	0,5	—	0,8	0,3	19	12	5,5	2	0,9	1,3	3-30	5,5	2,1	2,9	1	1,4	3-30	5,6	1,65	0,6	0,85	3,0-30
(3,5)	0,6	—	0,8	0,3	20	13	6	2,4	1	1,4	4-35	6	2,4	3,1	1,3	1,7	4-35	6,5	1,93	0,7	1	5-35
4	0,7	—	1,0	0,35	22	14	7	2,6	1,2	1,6	4-40	7	2,8	3,6	1,6	2	4-40	7,4	2,2	0,8	1,1	5-40
5	0,8	—	1,2	0,5	25	16	8,5	3,3	1,5	2	6-50	8,5	3,5	4,4	2,1	2,5	6-50	9,2	2,5	1	1,35	6-50
6	1	—	1,6	0,6	28	18	10	3,9	1,8	2,3	7-60	10	4,2	5,1	2,3	2,7	7-60	11	3	1,2	1,6	8-60
8	1,25	1	2,0	1,1	34	22	13	5	2,3	2,8	12-80	13	5,6	6,6	3,26	3,74	12-70	14,5	4	1,6	2,1	10-80
10	1,5	1,25	2,5	1,1	40	26	16	6	2,7	3,2	18-100	16	7	8,1	3,76	4,24	18-70	18	5	2	2,6	12-100
12	1,75	1,25	3	1,6	46	30	18	7	3,2	3,8	18-100	18	8	9,1	3,96	4,44	22-85	21,5	6	2,4	3	16-100
(14)	2	1,5	3	1,6	52	34	21	8	3,6	4,2	25-100	21	9,5	10,6	4,26	4,74	25-90	25	7	2,8	3,5	25-100
16	2	1,5	4	1,6	58	38	24	9	4	4,6	30-100	24	11	12,1	5,24	4,76	30-95	28,5	8	3,2	4	30-100
(18)	2,5	1,5	4	1,6	64	42	27	10	4,5	5,1	35-110	27	12	13,6	5,74	5,26	35-110	32,5	9	3,6	4,5	35-110
20	2,5	1,5	5	2,2	70	46	30	11	5	5,6	40-120	30	14	15,1	5,76	6,24	40-120	36	10	4	5	40-120

Примечания: 1. Данные, приведенные в скобках, применять не рекомендуется. 2. Удлиненная длина резьбы предпочтительна. 3. Винты со стержнем длиной $l < b$ 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

1. Винт с цилиндрической головкой, класса точности А с диаметром резьбы $d = 8$ мм, с крупным шагом, полем допуска 6g, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 4.8, без покрытия:

Винт А.М8-6g×50.48 ГОСТ 1491-80

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

Винт М8×1-6g×50-34.48.01 ГОСТ 1491-80

3. Винт с полукруглой головкой, класса точности А, 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 А.М8-6g×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	d, мм
С коническим концом и прямым шлицем (ГОСТ 1476-93)	<p>Для $d \leq 5$ Для $d \geq 6$</p>	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 (ГОСТ 1488-84)		5-20
С засверленным концом и прямым шлицем (ГОСТ 1479-93)		3-12	С коническим концом и шестигранным углублением под ключ (ГОСТ 8878-93)	<p>Для $d \leq 5$ Для $d \geq 6$</p>	4-24
С шестигранной головкой и цилиндрическим концом (ГОСТ 1481-84)		6-36	С плоским концом и шестигранным углублением под ключ (ГОСТ 11074-93)		4-24
С квадратной головкой и цилиндрическим концом (ГОСТ 1482-84)		6-20	С цилиндрическим концом и шестигранным углублением под ключ (ГОСТ 11075-93)		4-24
С шестигранной головкой и ступенчатым концом (ГОСТ 1483-84)		6-20			

Примечание. Винты изготавливают длиной от 6 до 100 мм.

3.11. Винты установочные (продолжение)

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

Общие размеры				С коническим концом и прямым шлицем классов точности А и В по ГОСТ 1476-93		С плоским концом и прямым шлицем классов точности А и В по ГОСТ 1477-93		С цилиндрическим концом и прямым шлицем классов точности А и В по ГОСТ 1478-93				С засверленным концом и прямым шлицем классов точности А и В по ГОСТ 1479-93	
				Для $d \leq 5$		Для $d \geq 6$		l		$d_f = d_1$	l_1	r_1 , не более	l
d	P	b	h	l_1	l	l	$d_f = d_1$	l_1	r_1 , не более	l	$d_f = d_1$	l	
1,0	0,25	0,2	0,6	—	2-4	2-4	—	—	—	—	—	—	
1,2	0,25	0,25	0,6	—	3-4	3-4	—	—	—	—	—	—	
1,6	0,35	0,25	0,8	—	2-8	2-8	—	—	—	—	—	—	
2,0	0,40	0,25	0,9	—	2-10	2-10	1,0	1,00	—	2-10	—	—	
2,5	0,45	0,40	1,1	—	3-(14)	3-12	1,5	1,25	—	4-12	—	—	
3,0	0,50	0,40	1,2	—	4-16	3-16	2,0	1,50	—	5-16	1,4	3-16	
4,0	0,70	0,60	1,4	—	4-20	4-20	2,5	2,00	—	5-20	2,0	4-20	
5,0	0,80	0,80	1,8	—	5-25	5-25	3,5	2,50	0,3	8-25	2,5	5-25	
6,0	1,00	1,00	2,0	2,0	6-30	6-30	4,0	3,00	0,4	8-35	3,0	6-30	
8,0	1,25	1,20	2,5	3,5	8-40	8-40	5,5	4,00	0,4	10-40	5,0	8-40	
10,0	1,50	1,60	3,0	3,0	10-50	10-50	7,0	4,50	0,5	12-50	6,0	10-50	
12,0	1,75	2,00	3,5	3,5	12-60	12-50	8,5	6,00	0,6	12-60	8,0	12-50	

Примечания: 1. Длину винта l 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		Тип 3		d	d_1	h_1	h_2	h_3
						1,0	0,5	—	—	0,2
						1,2	0,6	—	—	0,3
						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
						4,0	2,5	1,6	—	1,2
						5,0	3,5	1,6	—	1,7
						6,0	4,0	2,0	1,0	2,0
						8,0	5,5	2,5	1,0	2,7
						10,0	7,0	3,0	1,2	3,5
						12,0	8,5	4,0	1,6	4,2

Примеры условного обозначения

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

Винт А М10 - 6g × 25.48 ГОСТ 1476 - 93

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

Винт В М10 × 1,25 - 6g × 25.35Х.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

Общие размеры, мм						С цилиндрическим концом (ГОСТ 1482–84)		С зашершенным концом (ГОСТ 1485–84)		Со ступенчатым концом со сферой (ГОСТ 1486–84)					
						d_1	l_1	d_1	e	k_1	d_1	l_1	r_1		
d	S	k	e	r_1 , не более	l										
6	7	6	9	0,4	12–35	4,0	3,0	3	10	2	6,0	4,0	6		
8	8	7	10	0,4	14–40	5,5	4,0	5	13	3	7,5	4,5	7		
10	10	8	13	0,5	16–50	7,0	4,5	6	16	3	9,0	6,0	9		
12	12	10	16	0,6	20–60	8,5	6,0	8	22	4	12,0	7,5	12		
16	17	14	22	0,8	25–80	12,0	7,5	10	28	5	15,0	7,5	15		
20	22	18	28	1,0	35–100	15,0	7,5	14							

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

С цилиндрическим концом (ГОСТ 1481–84)								Со ступенчатым концом (ГОСТ 1483–84)	
d	S	e	k	d_1	l_1	r_1 , не более	l	l_2	
6	8	8,8	5	4,5	3,0	0,4	12–35	2,0	
8	10	11,0	6	6	4,0	0,4	14–40	2,5	
10	12	13,2	7	7,5	4,5	0,5	16–50	3,0	
12	14	15,5	9	9	6,0	0,6	20–60	3,5	
16	17	18,9	11	12	7,5	0,8	25–80	4,0	
20	22	24,5	14	15	7,5	1,0	35–100	5,0	

Примеры условного обозначения

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

Винт В. М10×25–6g. 4.8 ГОСТ 1482–84

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

Винт А. М10×1,25–6g × 25.35Х.05 ГОСТ 1482–84

3.12. Шпильки общего назначения

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

		Исполнение 1		Исполнение 2		Исполнение 1		Исполнение 1		Исполнение 1		Исполнение 1			
		ГОСТ 22032-76, 22033-76				ГОСТ 22034-76, 22035-76		ГОСТ 22036-76, 22037-76		ГОСТ 22038-76, 22039-76		ГОСТ 22040-76, 22041-76			
d, мм	P, мм		b ₁ по ГОСТ					d, мм	P, мм		b ₁ по ГОСТ				
	крупный	мелкий	22032-76, 22033-76 (b ₁ =d)	22034-76, 22035-76 (b ₁ =1,25d)	22036-76, 22037-76 (b ₁ =1,6d)	22038-76, 22039-76 (b ₁ =2d)	22040-76, 22041-76 (b ₁ =2,5d)		крупный	мелкий	22032-76, 22033-76 (b ₁ =d)	22034-76, 22035-76 (b ₁ =1,25d)	22036-76, 22037-76 (b ₁ =1,6d)	22038-76, 22039-76 (b ₁ =2d)	22040-76, 22041-76 (b ₁ =2,5d)
2	0,4	–	3	3	3,2	4	5	20	2,5	1,75	20	25	32	40	50
2,5	0,45	–	3	4	4	5	6	(22)	2,5	1,75	22	28	35	44	55
3	0,5	–	3	4	5	6	7,5	24	3	2	24	32	38	48	60
4	0,7	–	4	5	6,5	8	10	(27)	3	2	27	35	42	54	68
5	0,8	–	5	6,5	8	10	12	30	3,5	2	30	38	48	60	75
6	1	–	6	7,5	10	12	16	(33)	3,5	2	33	42	–	–	–
8	1,25	1	8	10	14	16	20	36	4	3	36	45	56	72	88
10	1,5	1,25	10	12	16	20	25	(39)	4	3	39	50	–	–	–
12	1,75	1,25	12	15	20	24	30	42	4,5	3	42	52	68	84	106
(14)	2	1,5	14	18	22	28	35	(45)	4,5	3	45	58	–	–	–
16	2	1,75	16	20	25	32	40	48	5	3	48	60	76	95	120
(18)	2,5	1,75	18	22	28	36	45								

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

Примеры условного обозначения

1. Шпилька исполнения 1 с диаметром резьбы $d = 16$ мм, с крупным шагом $P = 2$ мм и полем допуска 6g, длиной $l = 120$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Шпилька M16-6g × 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 M16×1,5-6g × 120.109.40X.026 ГОСТ 22032-76

3.12. Шпильки общего назначения (окончание)

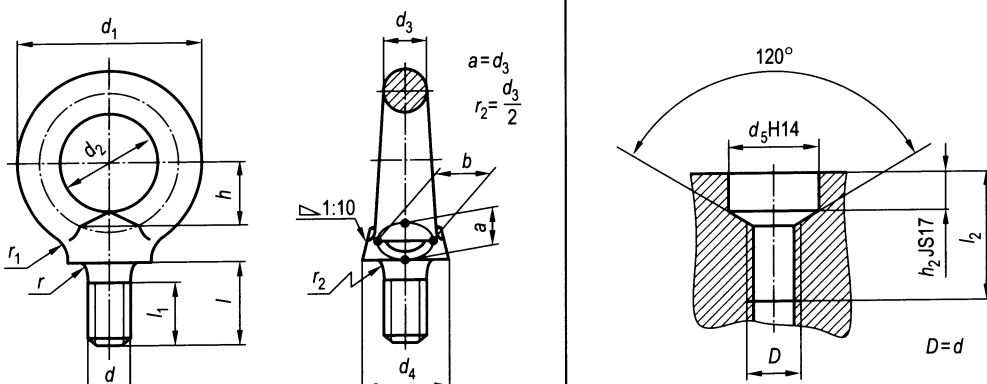
Таблица 3.12.2. Длина гаечного конца b в шпильке (ГОСТ 22032-76, ..., ГОСТ 22041-76), мм

Длина шпильки	Наружный диаметр резьбы d																	Длина шпильки	Наружный диаметр резьбы d																							
	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30		36	42	48	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48	
10	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	×	×	-	-	
12	10	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	×	×	×	×	
14	10	11	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	×	×	×	
16	10	11	12	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	×	×	×	
(18)	10	11	12	14	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(95)	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	×	×	
20	10	11	12	14	16	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	×	×	
(22)	10	11	12	14	16	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(105)	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	×	×	
25	10	11	12	14	16	18	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	×	
(28)	10	11	12	14	16	18	22	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(115)	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	×	
30	10	11	12	14	16	18	22	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	-	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	×	
(32)	10	11	12	14	16	18	22	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130	-	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108	
35	10	11	12	14	16	18	22	26	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108	
(38)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	150	-	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108	
40	10	11	12	14	16	18	22	26	30	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	160	-	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108	
(42)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	180	-	-	-	-	-	-	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108	
45	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	190	-	-	-	-	-	-	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108	
48	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	×	×	×	×	-	-	-	-	-	200	-	-	-	-	-	-	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108	
50	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	×	×	×	×	-	-	-	-	-	220	-	-	-	-	-	-	-	-	49	53	57	61	65	69	73	79	85	97	109	121	
55	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	×	×	×	×	-	-	-	-	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
60	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	×	×	×	×	-	-	-	260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
65	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	×	×	-	-	-	-	280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	×	×	-	-	-	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

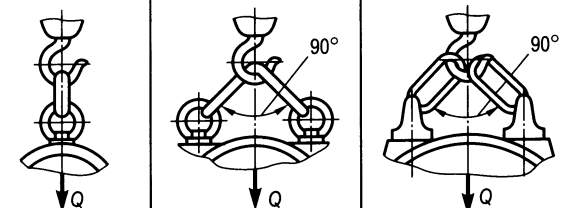
3.13. Рым-болты и гнезда под них

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



d	d_1	d_2	d_3	d_4	b	h	h_1	l	l_1 , не менее	r	r_1	d_5	h_2	l_2 , не менее
M8	36	20	8	20	10	12	6	18	12	2	4	13	5	19
M10	45	25	10	25	12	16	8	21	15	2	4	15	6	22
M12	54	30	12	30	14	18	10	25	19	2	6	17	6	26
M16	63	35	14	36	16	20	12	32	25	2	6	22	7	33
M20	72	40	16	40	19	24	14	38	29	3	8	28	9	39
M24	90	50	20	50	24	29	16	45	35	3	12	32	10	47
M30	108	60	24	63	28	37	18	55	44	3	15	38	11	57
M36	126	70	28	75	32	43	22	63	51	4	18	45	12	65
M42	144	80	32	85	38	50	25	72	58	4	20	53	14	74
M48	162	90	36	95	42	52	30	82	68	4	22	60	14	84

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



d	Vertical loading (Q)	90° loading (Q)	90° loading (Q)
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
M36	30000	10000	5000
M42	40000	13000	6500
M48	50000	16500	8000

Примеры условного обозначения

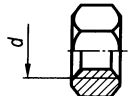

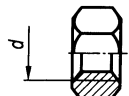

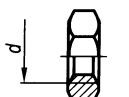

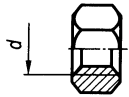

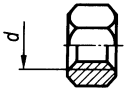

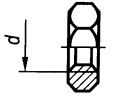

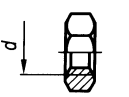

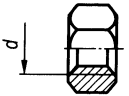

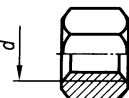

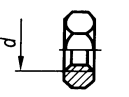

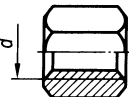

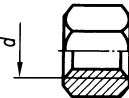

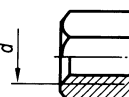

1. Рым-болт с диаметром резьбы $d = 8$ мм, без покрытия:

Рым-болт М8 ГОСТ 4751-73

2. То же с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Рым-болт М8.019 ГОСТ 4751-73

3.14. Гайки общего и специального назначения

Наименование	Эскиз	d , мм	Наименование	Эскиз	d , мм
Гайки шестигранные класса точности В (ГОСТ 5915-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	1,6-48	Гайки шестигранные класса точности С (ГОСТ 15526-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	5-48
Гайки шестигранные низкие класса точности В (ГОСТ 5916-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	1-48	Гайки шестигранные класса точности А (ГОСТ 5927-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	1-48
Гайки шестигранные с уменьшенным размером под ключ класса точности В (ГОСТ 15521-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	8-48	Гайки шестигранные низкие класса точности А (ГОСТ 5929-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	1-48
Гайки шестигранные низкие с уменьшенным размером под ключ класса точности В (ГОСТ 15522-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	8-48	Гайки шестигранные с уменьшенным размером под ключ класса точности А (ГОСТ 2524-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	8-48
Гайки шестигранные высокие класса точности В (ГОСТ 15523-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	3-48	Гайки шестигранные низкие с уменьшенным размером под ключ класса точности А (ГОСТ 2526-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	8-48
Гайки шестигранные особо высокие класса точности В (ГОСТ 15525-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	8-48	Гайки шестигранные высокие класса точности А (ГОСТ 15524-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	3-48
			Гайки шестигранные особо высокие класса точности А (ГОСТ 5931-70)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 1</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Исполнение 2</i></p>  </div> </div>	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)	<p>Исполнение 1</p> <p>Исполнение 2</p>	4–48	Гайки круглые с радиально расположенными отверстиями (ГОСТ 8381–73)		2–20
Гайки шестигранные прорезные и корончатые низкие класса точности А (ГОСТ 5933–73)	<p>Исполнение 1</p> <p>Исполнение 2</p>	6–48	Гайки круглые со шлицем на торце (ГОСТ 10657–80)		1–12
Гайки шестигранные прорезные и корончатые класса точности В (ГОСТ 5918–73)	<p>Исполнение 1</p> <p>Исполнение 2</p>	4–48	Гайки колпачковые класса точности А (ГОСТ 11860–92)	<p>Исполнение 1</p> <p>Исполнение 2</p>	3–24
Гайки шестигранные прорезные и корончатые низкие класса точности В (ГОСТ 5919–73)	<p>Исполнение 1</p> <p>Исполнение 2</p>	6–48	Гайки-барашки (ГОСТ 3032–76)	<p>Исполнение 1</p> <p>Исполнение 2</p>	3–24

3.15. Гайки шестигранные

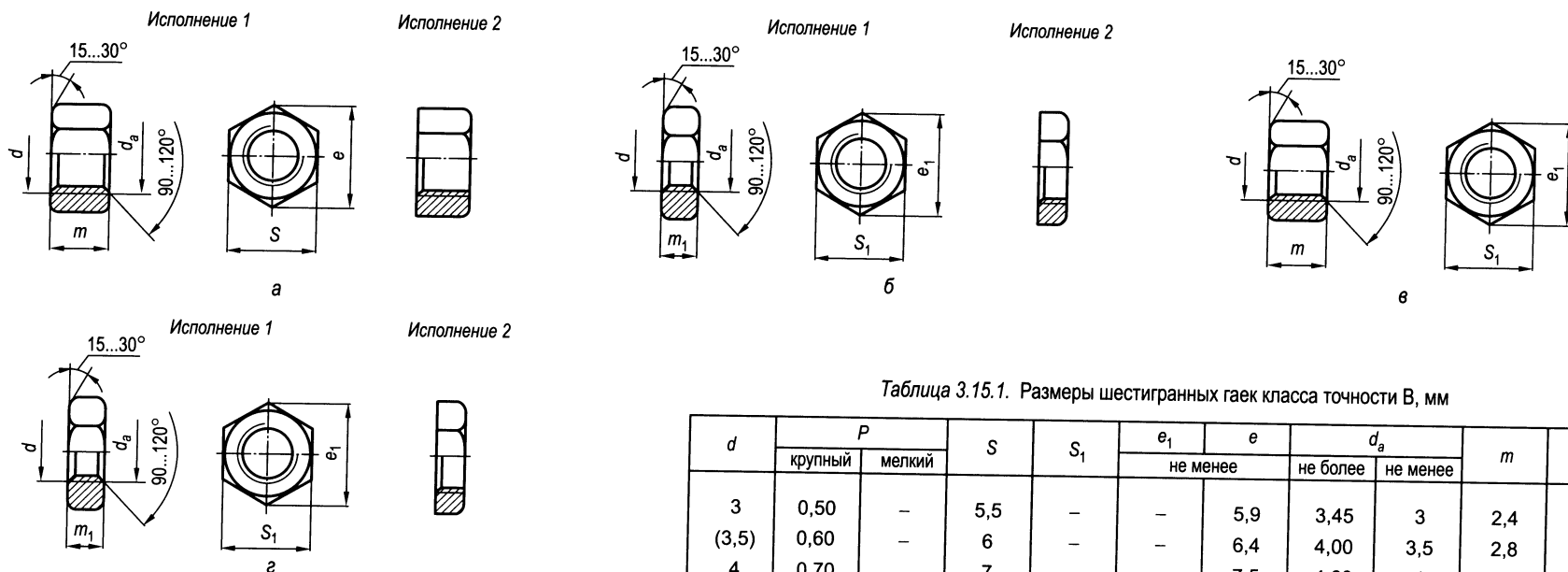


Рис. 3.15.1. Виды шестигранных гаек:
 а – по ГОСТ 5915–70; б – по ГОСТ 5916–70;
 в – по ГОСТ 15521–70; г – по ГОСТ 1522–70

Примеры условного обозначения

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

Гайка M12–6H.5 ГОСТ 5915–70

2. То же исполнения 2, с мелким шагом резьбы и полем допуска 6Н, 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 6Н, класса прочности 04, без покрытия:

Гайка M12–6H.04 ГОСТ 15522–70

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

Гайка 2M12×1,25–6H.06 ГОСТ 15522–70

Таблица 3.15.1. Размеры шестигранных гаек класса точности В, мм

d	P		S	S ₁	e ₁	e	d _a		m	m ₁
	крупный	мелкий					не менее	не более		
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)

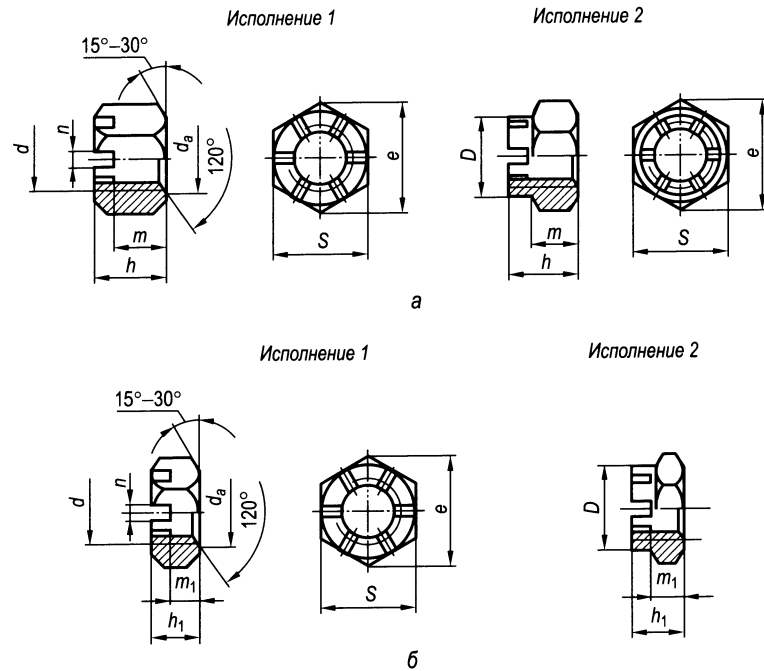


Рис. 3.15.2. Гайки прорезные и корончатые класса точности В:
а – нормальные по ГОСТ 5918–73; б – низкие по ГОСТ 5919–73

Примеры условного обозначения

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

Гайка 2М12×1,25–6Н.4 ГОСТ 5919–73

Таблица 3.15.2. Размеры прорезных и корончатых гаек, мм

d	P		S	h	h ₁	e, не менее	n	m	m ₁	D	d _a		Размер шпильки (рекомендуемый по ГОСТ 397–79)	
	круп- ный	мелкий									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 $d \leq (39)$ и 8 при $d > (39)$.

3.15. Гайки шестигранные (окончание)

Таблица 3.15.3. Размеры прорезных гаек, мм

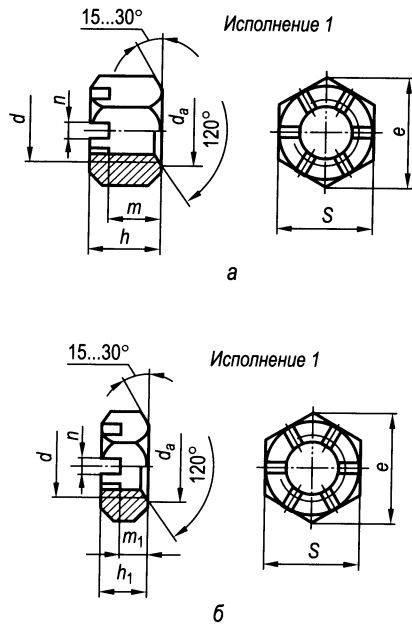


Рис. 3.15.3. Гайки прорезные с уменьшенным размером под ключ класса точности А:
а – по ГОСТ 2528–73; б – низкие по ГОСТ 5935–73

Примеры условного обозначения

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

Гайка М12–6Н.4 ГОСТ 5935–73

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

Гайка М12×1,25–6Н.4 ГОСТ 5935–73

d	P		S	h	h ₁	e	n	m	m ₁	d _a		Размер шпльнта
	крупный	мелкий								не более	не менее	
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 $d \leq (39)$ и 8 при $d < (39)$.

3.16. Гайки шлицевые и шайбы многолапчатые для их стопорения



Таблица 3.16.1. Гайки для крепежных и стяжных втулок с метрической резьбой (ГОСТ 8530–90), мм

Обозначение гайки	d	d_0 h12	d_1	B h14	b H14	h H17
KM0	M10×0,75	18	13,5	4	3	2,0
KM1	M12×1	22	17,5	4	3	2,0
KM2	M15×1	25	21,0	5	4	2,0
KM3	M17×1	28	24,0	5	4	2,0
KM4	M20×1	32	26,0	6	4	2,0
KM5	M25×1,5	38	32,0	7	5	2,0
KM6	M30×1,5	45	38,0	7	5	2,0
KM7	M35×1,5	52	44,0	8	5	2,5
KM8	M40×1,5	58	50,0	9	6	2,5
KM9	M45×1,5	65	56,0	10	6	2,5
KM10	M50×1,5	70	61,0	11	6	2,5
KM11	M55×2	75	67,0	11	7	3,0
KM12	M60×2	80	73,0	11	7	3,0
KM13	M65×2	85	79,0	12	7	3,5
KM14	M70×2	92	85,0	12	8	3,0
KM15	M75×2	98	90,0	13	8	3,5
KM16	M80×2	105	95,0	15	8	3,5
KM17	M85×2	110	102,0	16	8	3,5
KM18	M90×2	120	108	16	10	4,0
(KM19)	M95×2	125	113	17	10	4,0
KM20	M100×2	130	120	18	10	4,0
(KM21)	M105×2	140	126	18	12	5,0
KM22	M110×2	145	133	19	12	5,0
KML24	M120×2	145	135	20	12	5,0
KM24	M120×2	155	138	20	12	5,0
KM25	M125×2	160	148	21	12	5,0

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

Обозначение шайбы	d_1 C11	d_2 H12	d_3 ≈	f_1 b14	f_2 b14	B	M	Число зубьев по наружной поверхности, не менее
MB0	10	13,5	21	3	3	1,00	8,5	9
MB1	12	17,0	25	3	3	1,00	10,5	9
MB2	15	21,0	28	4	4	1,00	13,5	11
MB3	17	24,0	32	4	4	1,00	15,5	11
MB4	20	26,0	36	4	4	1,00	18,5	11
MB5	25	32,0	42	5	5	1,25	23,0	13
MB6	30	38,0	49	5	5	1,25	27,5	13
MB7	35	44,0	57	6	5	1,25	32,5	13
MB8	40	50,0	62	6	6	1,25	37,5	13
MB9	45	56,0	69	6	6	1,25	42,5	13
MB10	50	61,0	74	6	6	1,25	47,5	13
MB11	55	67,0	81	8	7	1,50	52,5	17
MB12	60	73,0	86	8	7	1,50	57,5	17
MB13	65	79,0	92	8	7	1,50	62,5	17
MB14	70	85,0	98	8	8	1,50	66,5	17
MB15	75	90,0	104	8	8	1,50	71,5	17
MB16	80	95,0	112	10	8	1,80	76,5	17
MB17	85	102,0	119	10	10	1,80	81,5	17
MB18	90	108,0	126	10	10	1,80	86,5	17
MB19	95	113	133	10	10	1,80	91,5	17
MB20	100	120	142	12	12	1,80	96,5	17
MB21	105	126	145	12	12	1,80	100,5	17
MB22	110	133	154	12	12	1,80	105,5	17

Примеры условного обозначения

1. Гайка для крепежных и стяжных втулок с металлической резьбой M50×1,5:

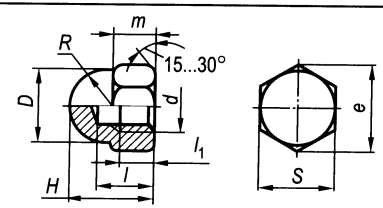
Гайка KM 10 ГОСТ 8530–90

2. То же для шайбы стопорной MB 10:

Гайка MB 10 ГОСТ 8530–90

3.17. Гайки специальные

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



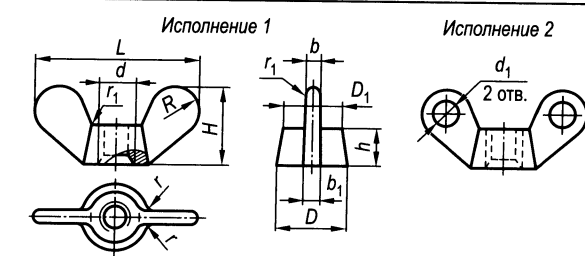
d	S	e	H	m	D	l	l ₁
3	5,5	6,0	7,5	2,4	5,0	5,0	2,0
4	7,0	7,7	8,0	3,2	6,5	5,5	3,0
5	8,0	8,8	10,0	4,0	7,5	7,5	3,8
6	10,0	11,1	12,0	5,0	9,5	8,0	4,0
8	13,0	14,4	15,0	6,5	12,5	11,0	6,0
10	16,0	17,8	18,0	8,0	15,0	13,0	7,0
12	18,0	20,0	22,0	10,0	17,0	16,0	9,0
(14)	22,0	24,5	25,0	11,0	21,0	19,0	11,0
16	24,0	26,7	28,0	13,0	23,0	21,0	13,0
(18)	27,0	30,2	32,0	15,0	26,0	24,0	14,0
20	30,0	33,5	34,0	16,0	28,0	26,0	16,0
(23)	32,0	35,8	36,0	18,0	31,0	28,0	18,0
24	36,0	40,7	42,0	19,0	34,0	31,0	19,0

Пример условного обозначения

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

Гайка М12-7Н.5 ГОСТ 11860-85

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



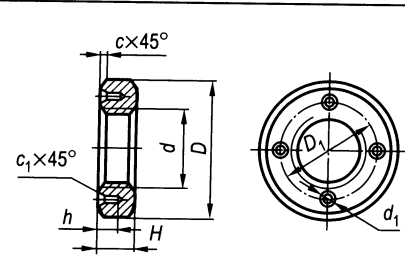
d	D	D ₁	L	H	h	b	b ₁	d ₁	R≈	r	
										не более	не менее
3	7	6	20	8	3	1,2	1,5	-	3,0	1,5	-
4	8	7	24	10	4	1,5	2,0	4,0	4,0	2,0	-
5	10	8	28	12	5	2,0	2,5	4,5	4,5	2,5	-
6	12	10	32	14	6	2,5	3,0	5,0	5,0	3,0	1,0
8	15	13	40	18	8	3,0	3,4	6,0	6,0	4,0	1,0
10	18	15	48	22	10	3,4	4,0	7,0	7,0	4,5	1,0
12	22	19	55	26	12	4,0	5,0	8,5	8,5	5,0	1,0
(14)	26	22	60	30	14	5,0	6,0	9,0	9,0	6,0	1,0
16	30	26	70	32	14	6,0	7,0	10,0	10,0	7,0	1,0
(18)	32	28	75	34	16	6,0	7,0	11,0	11,0	8,0	1,5
20	34	30	85	38	16	7,0	8,0	11,5	11,5	9,0	1,5
24	45	38	100	48	20	9,0	11,0	15,0	15,0	11,0	2,5

Пример условного обозначения

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

Гайка М10-6Н.6 ГОСТ 3032-76

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



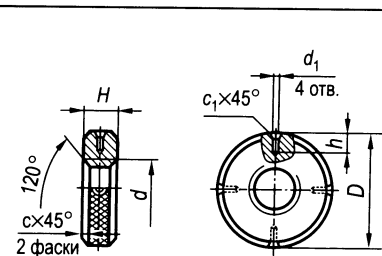
d	Резьба		D	D ₁	H	d ₁	h	c	
	d	P						не более	c ₁
8	1,0	18	13	6	3,0	5,0	0,6	0,4	
10	1,25	22	15	8	3,0	5,0	0,6	0,4	
12	1,25	26	18	8	3,0	5,0	0,6	0,4	
14	1,5	28	20	8	3,0	5,0	0,6	0,4	
16	1,5	30	22	8	3,5	5,0	0,6	0,4	
18	1,5	32	24	8	3,5	5,0	1,0	0,4	
20	1,5	34	27	8	3,5	5,0	1,0	0,4	
22	1,5	38	30	8	3,5	5,0	1,0	0,4	
24	1,5	42	34	10	4,0	5,0	1,0	0,4	
27	1,5	45	34	10	4,0	5,0	1,0	0,4	
30	1,5	48	38	10	4,5	7,0	1,0	0,6	
33	1,5	52	42	10	4,5	7,0	1,0	0,6	
36	1,5	55	48	10	4,5	7,0	1,0	0,6	
39	1,5	60	48	10	4,5	7,0	1,0	0,6	
42	1,5	65	56	10	6,0	7,0	1,0	0,6	
45	1,5	70	56	10	6,0	7,0	1,0	0,6	
48	1,5	75	64	12	6,0	7,0	1,0	0,6	
52	1,5	80	64	12	6,0	7,0	1,0	0,6	
56	2,0	85	72	12	8,0	7,0	1,6	1,0	
60	2,0	90	72	12	8,0	8,0	1,6	1,0	
64	2,0	95	80	12	8,0	8,0	1,6	1,0	
68	2,0	100	80	15	8,0	8,0	1,6	1,0	
72	2,0	105	90	15	9,0	11,0	1,6	1,0	
76	2,0	110	90	15	9,0	11,0	1,6	1,0	
80	2,0	115	100	15	9,0	11,0	1,6	1,0	
85	2,0	120	100	15	9,0	11,0	1,6	1,0	
90	2,0	125	110	18	9,0	11,0	1,6	1,0	
100	2,0	135	120	18	9,0	11,0	1,6	1,0	

Пример условного обозначения

Гайка с диаметром резьбы $d = 16$ мм, с мелким шагом и полем допуска 7Н, класса прочности 6, без покрытия:

Гайка М16×1,5-7Н.6 ГОСТ 6393-73

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



d	D	H	d ₁	h	c	
					не более	c ₁
3	8,0	2,5	1,5	1,7	0,3	0,1
4	10,0	3,4	1,5	2,0	0,3	0,1
5	12,0	4,2	2,0	2,3	0,5	0,2
6	16,0	5,0	3,0	3,5	0,5	0,2
8	20,0	5,0	3,0	4,5	0,8	0,4
10	25,0	6,0	3,5	4,5	0,8	0,4
12	28,0	6,0	3,5	5,0	0,8	0,4
16	32,0	7,0	4,0	6,0	1,2	0,6
20	36,0	8,0	4,0	6,0	1,2	0,6

Пример условного обозначения

Гайка с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с мелким шагом и полем допуска 6Н, класса прочности 12, из стали 40Х, без покрытия:

Гайка М12×1,25-6Н.12.40Х ГОСТ 8381-73

3.18. Шайбы

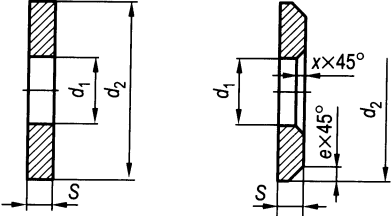
Таблица 3.18.1. Шайбы специальные

Наименование	Эскиз	d^* , мм	Наименование	Эскиз	d^* , мм
Шайбы стопорные с внутренними зубьями (ГОСТ 10462–81)		2–24	Шайбы быстросъемные (ГОСТ 4087–69)	<p>Исполнение 1</p>	5–48
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)		6–48
Шайбы стопорные многолапчатые (ГОСТ 8530–90)		10–280	Шайбы подвесные (ГОСТ 4090–69)		6–36

* Диаметр резьбы винта или шпильки.

3.18. Шайбы (окончание)

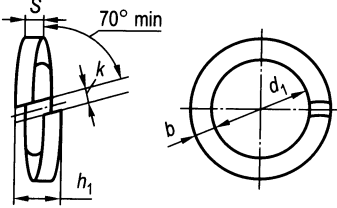
Таблица 3.18.2. Шайбы увеличенные (ГОСТ 6958–78), нормальные (ГОСТ 11371–78) и уменьшенные (ГОСТ 10450–78), мм



d^*	d_1	Шайбы увеличенные		Шайбы нормальные		Шайбы уменьшенные			
		d_2	S	d_2	S	e	x	d_2	S
		ГОСТ 6958–78, ГОСТ 10450–78		ГОСТ 11371–78					
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
1,4	1,5	—	—	4,0	0,3	0,08	0,15	3,5	0,3
1,6	1,7	5	0,5	4,0	0,3	0,08	0,15	4,0	0,3
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
3,0	3,2	9	0,8	7,0	0,5	0,13	0,25	6,0	0,5
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
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
12,0	13,0	37	3,0	24,0	2,5	0,60	1,25	20,0	2,0
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
20,0	21,0	60	5,0	37,0	3,0	0,75	1,50	34,0	2,5
22,0	23,0	66	5,0	39,0	3,0	0,75	1,50	37,0	2,5
24,0	25,0	72	6,0	44,0	4,0	1,0	2,00	39,0	2,5
27,0	28,0	85	6,0	50,0	4,0	1,0	2,00	44,0	2,5
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^*	d_1	Типы шайб					k (для шайб типа Л и Н), не более	Расчетная упругая сила шайб из стали 65Г, Н			
		Легкие (Л)		Нормальные (Н) b=S	Тяжелые (Т) b=S	Особо тяжелые (ОТ) b=S		Легкие (Л)	Нормальные (Н)	Тяжелые (Т)	Особо тяжелые (ОТ)
		b	S								
2	2,1	0,8	0,5	0,5	0,6	—	—	7,8	11,8	26,5	—
2,5	2,6	0,8	0,6	0,6	0,8	—	—	14,7	16,7	57,8	—
3	3,1	1,0	0,8	0,8	1,0	—	—	35,3	38,2	101	—
3,5	3,6	1,0	0,8	1,0	—	—	0,15	26,1	71,5	—	—
4	4,1	1,2	0,8	1,0	1,4	—	0,15	14,7	52,9	230	—
5	5,1	1,2	1,0	1,2	1,6	—	0,15	28,4	71,5	252	—
6	6,1	1,6	1,2	1,4	2,0	—	0,2	36,3	88,2	418	—
7	7,2	2,0	1,6	2,0	—	—	0,2	92,1	289	—	—
8	8,2	2,0	1,6	2,0	2,5	—	0,3	71,5	214	583	—
10	10,2	2,5	2,0	2,5	3,0	3,5	0,3	114	339	770	1490
12	12,2	3,5	2,5	3,0	3,5	4,0	0,4	187	499	1000	1774
14	14,5	4,0	3,0	3,2	4,0	4,5	0,4	295	463	1235	2058
16	16,3	4,5	3,2	3,5	4,5	5,0	0,4	283	495	1509	2372
18	18,3	5,0	3,5	4,0	5,0	5,5	0,4	305	673	1803	2734
20	20,5	5,5	4,0	4,5	5,5	6,0	0,4	434	866	2107	3077
22	22,5	6,0	4,5	5,0	6,0	7,0	0,4	597	1107	2479	4841
24	24,5	6,5	4,8	5,5	7,0	8,0	0,5	642	1382	3989	7085
27	27,5	7,0	5,5	6,0	8,0	9,0	0,5	928	1539	5459	9055
30	30,5	8,0	6,0	6,5	9,0	10,0	0,8	102	1695	7115	11192
33	33,5	10,0	6,0	7,0	—	—	0,8	692	1882	—	—
36	36,5	10,0	6,0	8,0	10,0	12,0	0,8	566	2773	7428	16317
39	39,5	10,0	6,0	8,5	—	—	0,5	469	2999	—	—
42	42,5	12,0	7,0	9,0	12,0	—	0,8	756	3244	11535	—
45	45,5	12,0	7,0	9,5	—	—	0,8	643	3489	—	—
48	48,5	12,0	7,0	10,0	—	—	0,8	554	3753	—	—

* Диаметр резьбы болта, винта или шпильки.

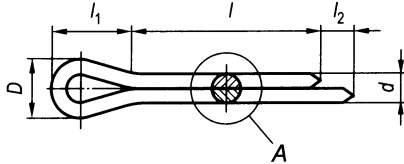
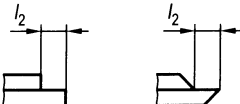
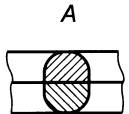
Пример условного обозначения

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 диаметр шплинта d_0	d		l_2		l_1^*	D		l	Рекомендуемый диаметр	
		max	min	max	min		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
	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
	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
	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
	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
	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	12,6	11,8	10,3	20-125	27,0-39,0	23,0-29,0
	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 l 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.

* Размер приближенный.

Пример условного обозначения

Шплинт с условным диаметром $d_0=5$ мм, длиной 28 мм из низкоуглеродистой стали, без покрытия:

Шплинт 5х28 ГОСТ 397-79

3.20. Места под ключи гаечные

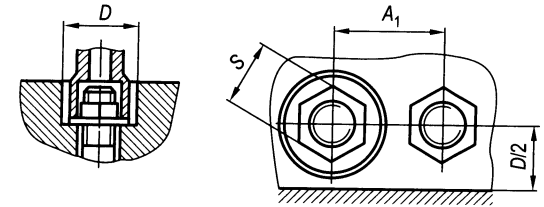
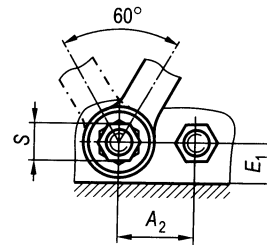
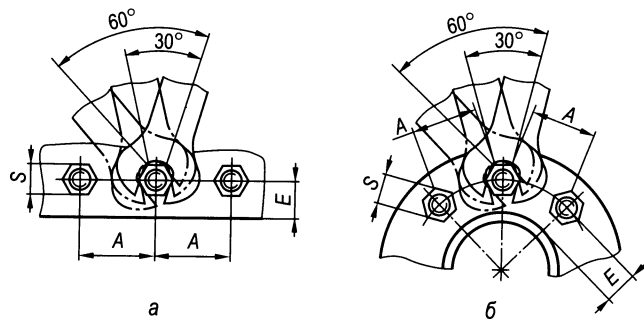


Рис. 3.20.2. Место под кольцевой двусторонний колечный ключ

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

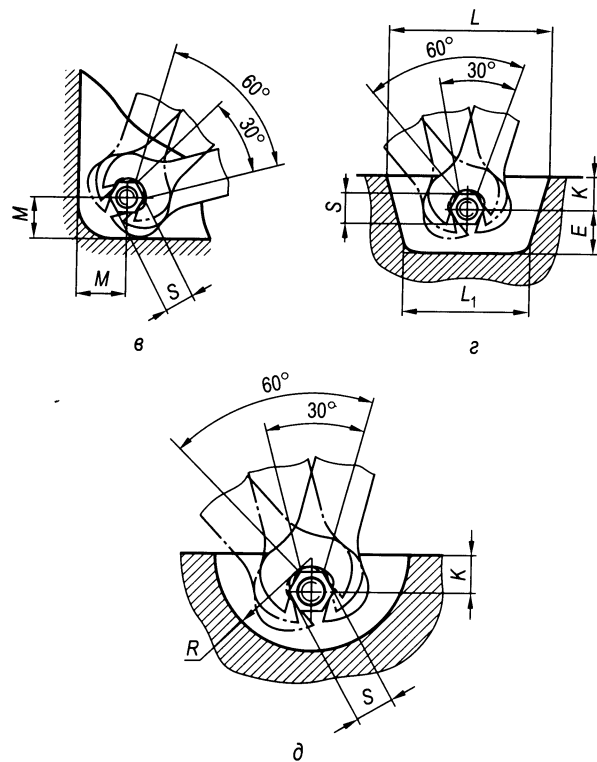


Рис. 3.20.1. Место под гаечный ключ с открытым зевом

Таблица 3.20.1. Минимальные конструктивные размеры мест под гаечные ключи (ГОСТ 13682-80), мм

Зев ключа S	ГОСТ 13682-80											Зев ключа S	ГОСТ 13682-80										
	A	A ₁	A ₂	E	E ₁	M	L	L ₁	R	D	A		A ₁	A ₂	E	E ₁	M	L	L ₁	R	D		
3,2	8	—	—	4	—	5	14	10	9	—	60	110	—	—	38	—	55	170	130	85	95		
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	—		
10	20	18	16	8	10	11	36	28	18	22	90	170	—	—	58	—	88	260	200	130	—		
12	24	20	18	10	11	13	45	34	22	26	95	175	—	—	58	—	92	280	210	135	—		
13	26	—	20	10	13	14	45	34	23	26	100	190	—	—	65	—	98	300	230	145	—		
14	28	22	22	11	15	15	48	36	24	26	105	200	—	—	68	—	102	310	240	150	—		
17	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	42	32	34	15	19	24	72	55	36	36	130	245	—	—	80	—	120	380	290	190	—		
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	—		
30	58	45	45	20	26	30	98	75	48	48	175	330	—	—	110	—	165	510	390	255	—		
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													

3.21. Стопорение гаек и винтов

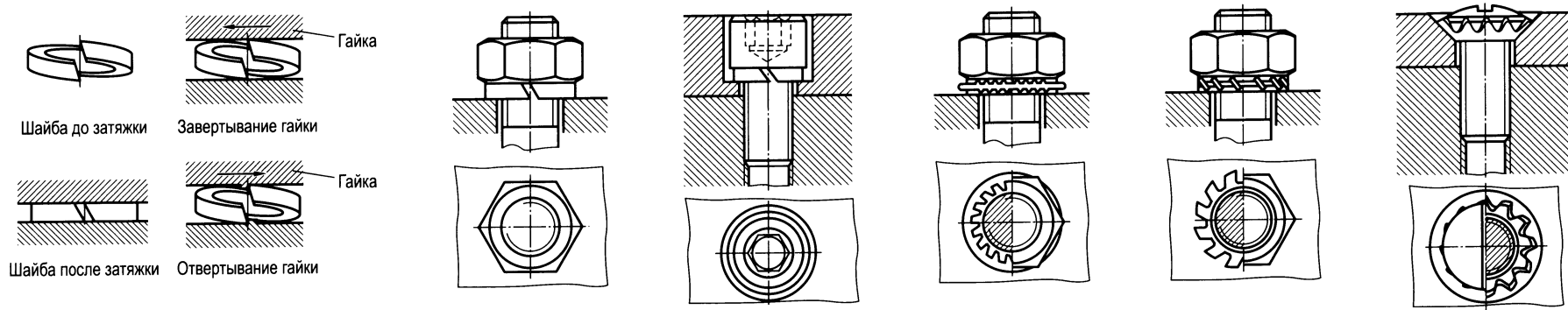


Рис. 3.21.1. Способы стопорения упругими шайбами

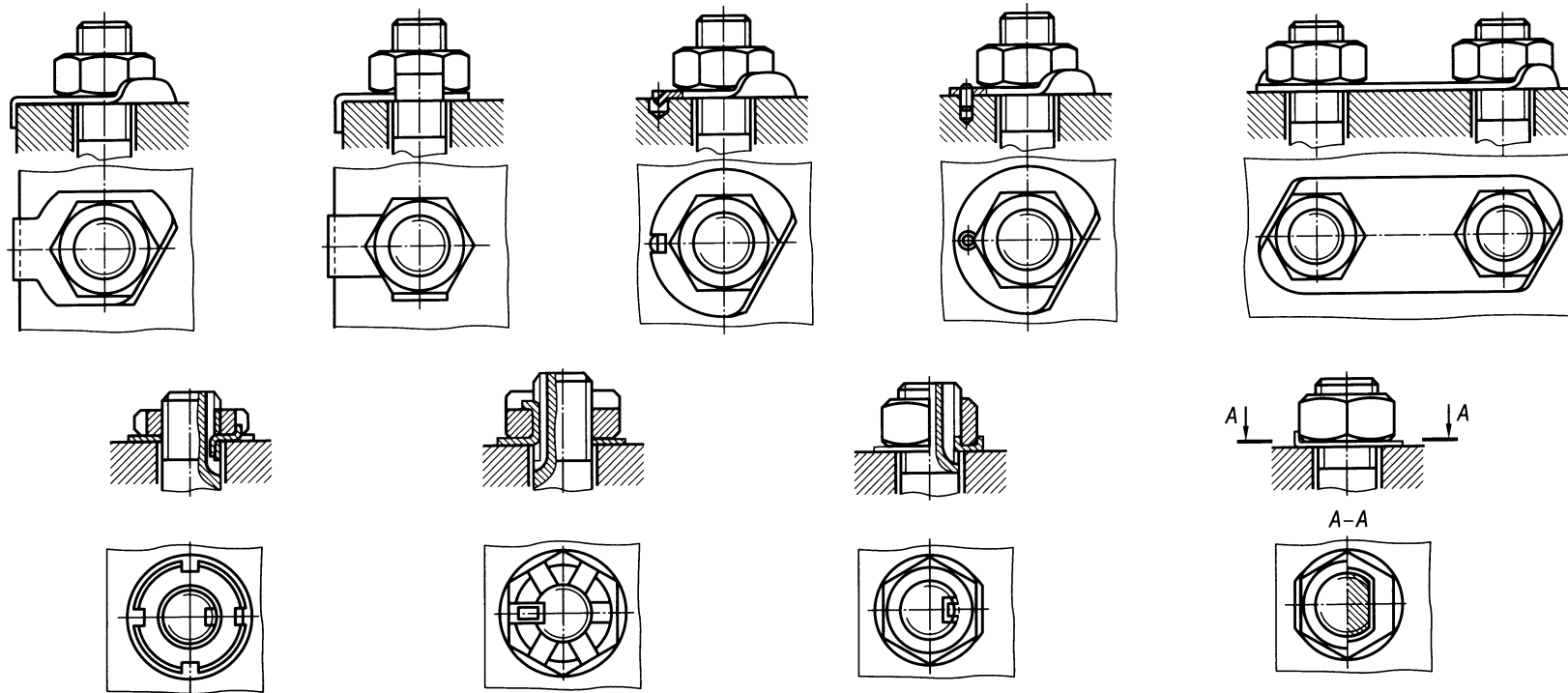


Рис. 3.21.2. Способы стопорения деформируемыми шайбами

3.21. Стопорение гаек и винтов (окончание)

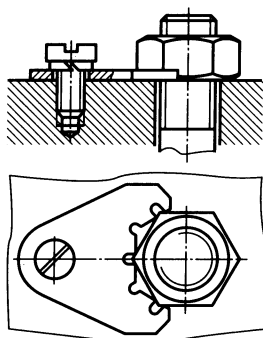


Рис. 3.21.3. Способы стопорения фигурными накладками

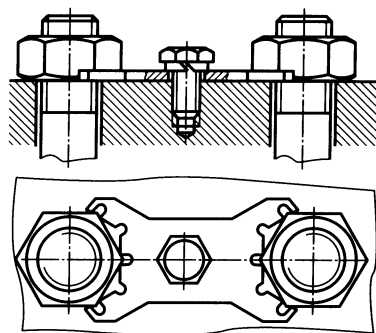


Рис. 3.21.4. Стопорение сваркой

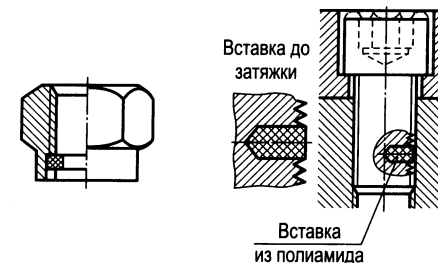
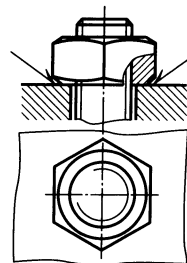


Рис. 3.21.5. Стопорение пластмассовыми вставками

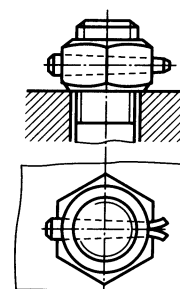
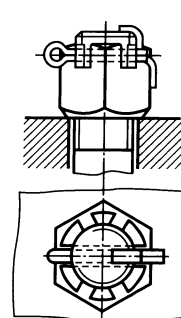
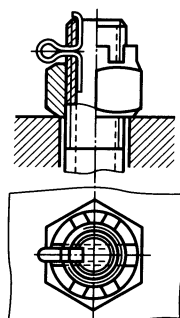
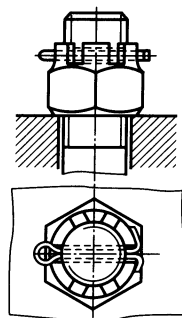
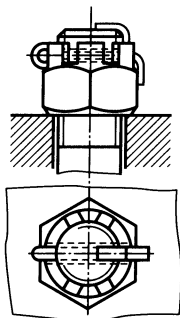


Рис. 3.21.6. Способы стопорения шплинтами

Рис. 3.21.7. Стопорение штифтом

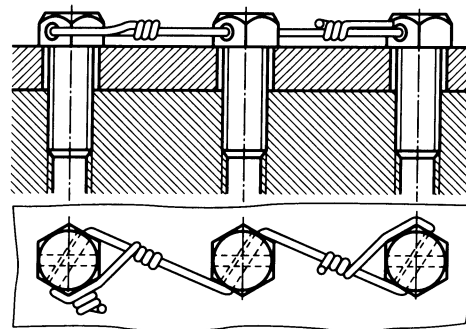
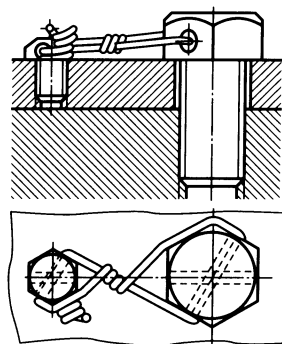


Рис. 3.21.8. Способы стопорения проволокой

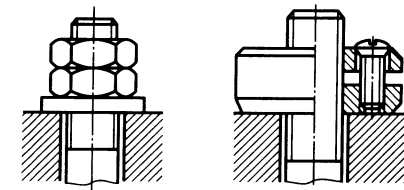


Рис. 3.21.9. Способы стопорения дополнительной резьбовой деталью

3.22. Крепление машин к фундаменту

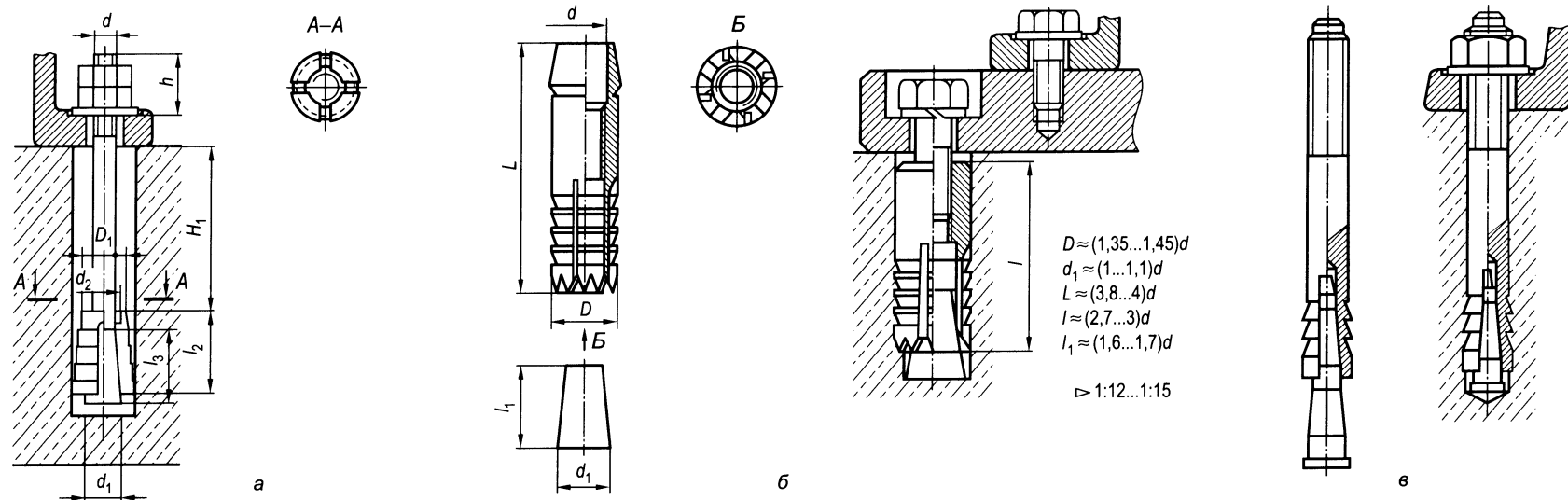


Рис. 3.22.1. Крепление анкерными болтами и дюбелями

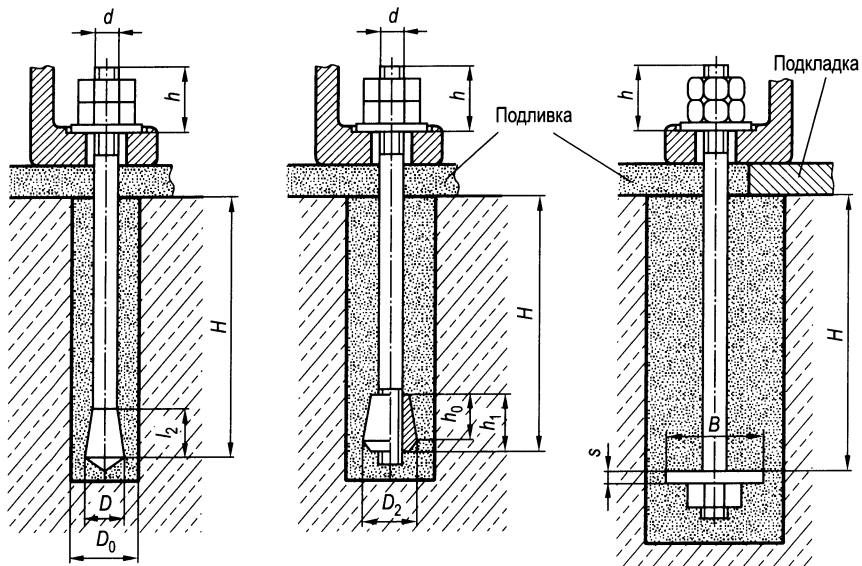


Рис. 3.22.2. Крепление фундаментными болтами

Таблица 3.22.1. Конструктивные размеры болтов, мм

d	D	D_1	D_2	D_0	d_1	d_2	H	H_1	h	h_1	h_0	L	l_2	l_3	B	s
M16	26	24	29	30–40	22	17	150–200	150	40	32	28	45	28	36	65	14
M20	32	30	35	40–50	28	21	200–250	200	50	40	34	60	34	48	80	16
M24	39	34	42	50–60	34	25	250–300	250	60	48	41	75	41	60	100	18
M30	48	45	51	60–70	42	31	400–500	300	70	56	49	90	48	72	120	20
M36	58	54	61	70–80	50	37	500–600	350	80	64	57	105	55	84	150	22
M46	74	70	74	80–90	64	47	>600	400	90	72	65	120	62	106	170	25

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.

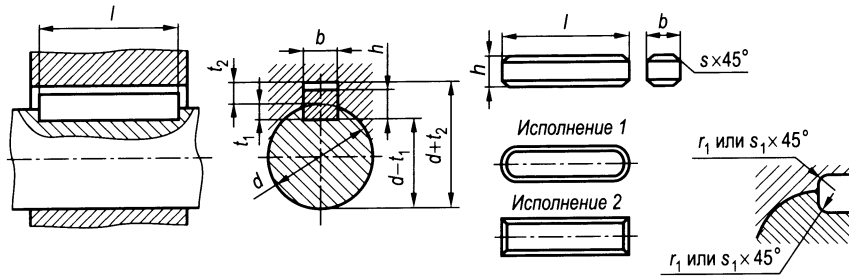
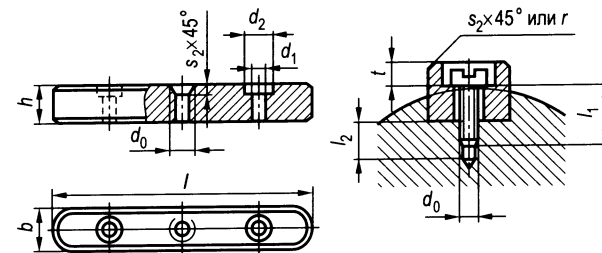
4.2. Соединения призматическими высокими и сегментными шпонками. Призматические высокие шпонки применяют тогда, когда ступица выполнена из материала с пониженной прочностью, например силумина. На рисунке в табл. 4.2.2 показаны два варианта исполнения сегментных шпонок. ГОСТ 24071–97 предусматривает два 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, *б*). 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_d и T_c и радиальных нагрузок F_d и F_c .

4.1. Соединения призматическими шпонками

Таблица 4.1.1. Размеры шпонок и пазов
(ГОСТ 23360–78), ммТаблица 4.1.2. Размеры направляющих шпонок
(ГОСТ 8790–79) и винтов крепления, мм

d	b	h	t ₁	t ₂	r ₁ или s ₁	l	
						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

d	b	h	t	d ₁	d ₂	d ₀	l ₂	Винт d ₀ × l ₁	l		s или r	s ₂
									от	до		
Св. 22 до 30	8	7	2,5	3,4	6,0	M3	7	M3×8	25	90	0,25–0,4	0,3
» 30 » 38	10	8	2,5	3,4	6,0	M3	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	M6	11	M6×14	45	180	0,4–0,6	0,5
» 58 » 65	18	11	4,5	6,6	11	M6	11	M6×14	50	200	0,4–0,6	0,5
» 65 » 75	20	12	4,5	6,6	11	M6	11	M6×14	56	220	0,6–0,8	0,5
» 75 » 85	22	14	5,5	9,0	14	M8	16	M8×20	63	250	0,6–0,8	0,5
» 85 » 95	25	14	5,5	9,0	14	M8	16	M8×20	70	280	0,6–0,8	0,5
» 95 » 110	28	16	5,5	9,0	14	M8	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

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

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

Таблица 4.2.1. Размеры призматических высоких шпонок
(ГОСТ 10748–79) и пазов, мм

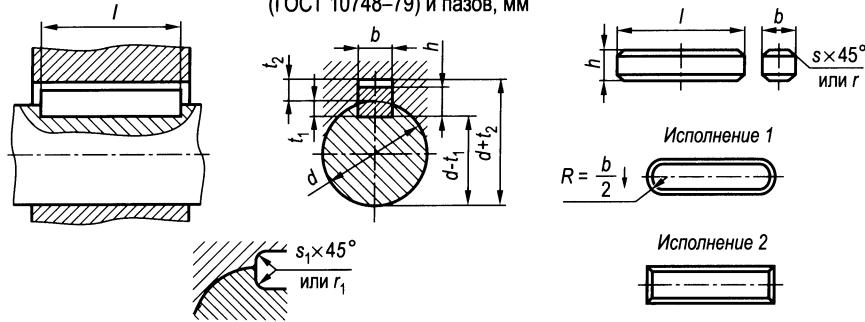
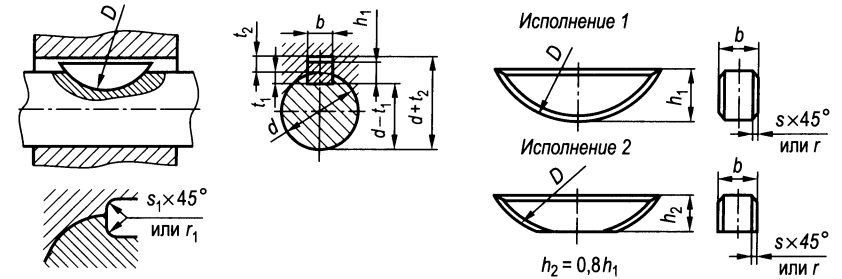


Таблица 4.2.2. Размеры сегментных шпонок
(ГОСТ 24071–97) и пазов, мм



d	b	h	t ₁	t ₂	l		s ₁ или r ₁	s или r
					от	до		
От 30 до 38	10	9	5,5	3,8	22	110	0,25–0,4	0,4–0,6
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
» 50 » 58	16	14	9	5,4	45	180	0,25–0,4	0,4–0,6
» 58 » 65	18	16	10	6,5	50	200	0,25–0,4	0,4–0,6
» 65 » 75	20	18	11	7,4	56	220	0,4–0,6	0,6–0,8
» 75 » 85	22	20	12	8,4	63	250	0,4–0,6	0,6–0,8
» 85 » 95	25	22	13	9,4	70	280	0,4–0,6	0,6–0,8
» 95 » 110	28	25	15	10,4	80	320	0,4–0,6	0,6–0,8
» 110 » 130	32	28	17	11,4	90	360	0,4–0,6	0,6–0,8
» 130 » 150	36	32	20	12,4	100	400	0,7–0,1	1,0–1,2
» 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

d	b × h ₁ × D	t ₁	t ₂	s ₁ или r ₁	s или r
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 × 2,6 × 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 × 3,7 × 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

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 $\sigma_T > 590$ 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

- Шпонка исполнения 1 с размерами b=20 мм, h=18, l=100 мм:
Шпонка 20×18×100 ГОСТ 10748–79
- То же исполнения 2:
Шпонка 2–20×18×100 ГОСТ 10748–79

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

Примеры условного обозначения

- Шпонка исполнения 1 сечением b × h = 5 × 6,5 мм:
Шпонка 5×6,5 ГОСТ 24071–97
- То же исполнения 2 сечением b × h₁ = 5 × 5,52 мм:
Шпонка 2–5×5,52 ГОСТ 24071–97

4.3. Примеры соединений шпонками

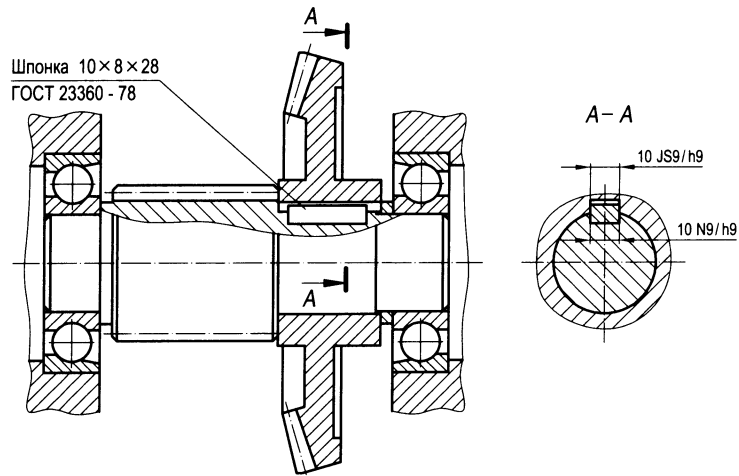


Рис. 4.3.1. Шпоночное соединение колеса с валом

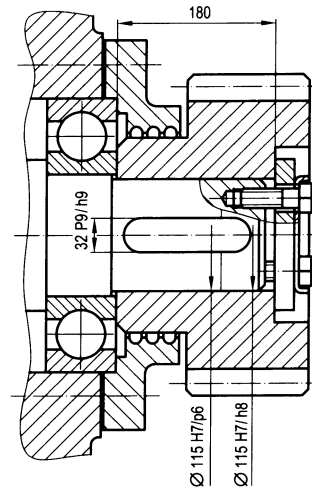


Рис. 4.3.2. Установка шестерни на цилиндрическом конце вала

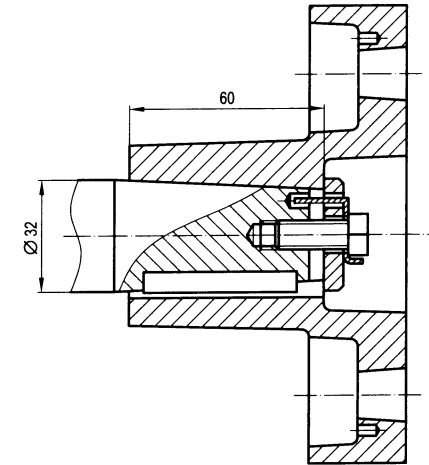


Рис. 4.3.3. Крепление полушестерни на коническом конце вала

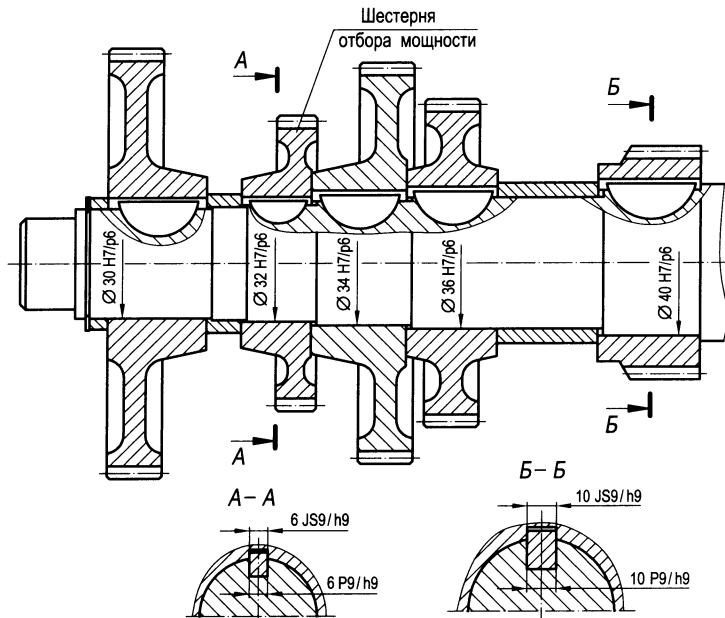


Рис. 4.3.4. Соединение зубчатых колес с валом коробки передач сегментными шпонками

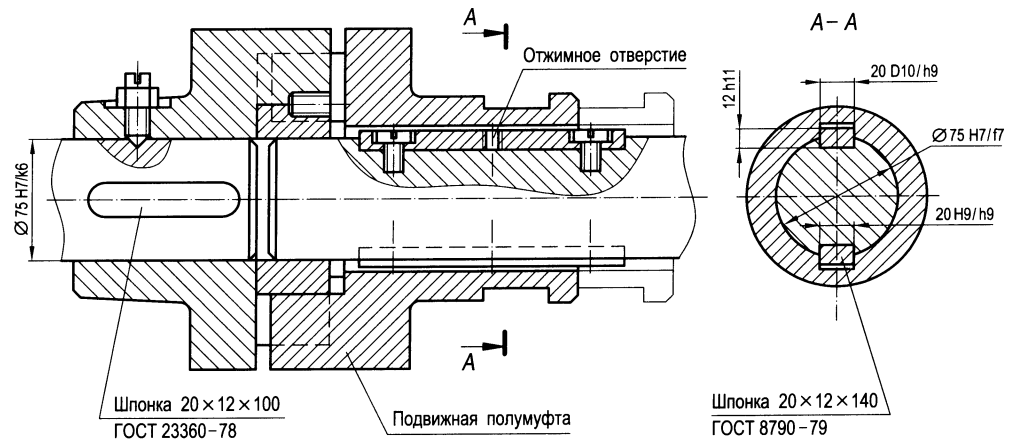


Рис. 4.3.5. Использование направляющих шпонок в кулачковой муфте сцепления

4.4. Направляющие качения

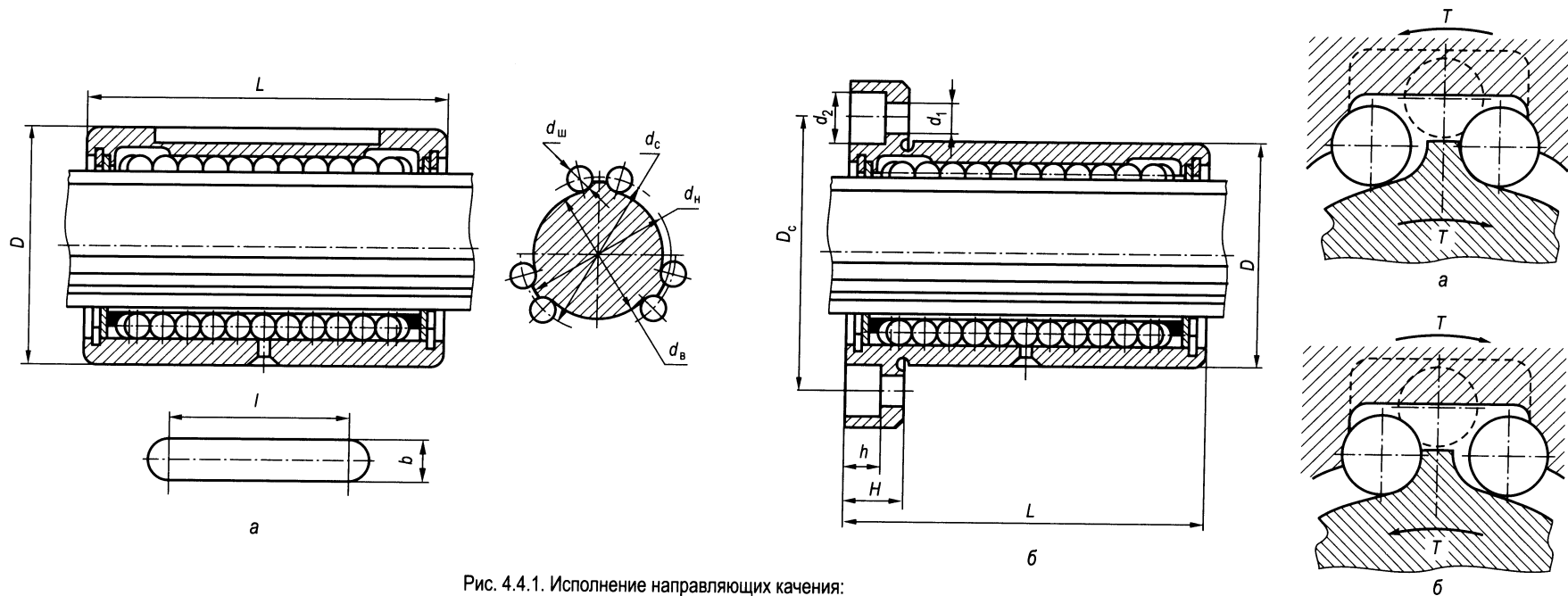


Рис. 4.4.1. Исполнение направляющих качения:
а – втулочное; б – фланцевое

Рис. 4.4.2. Зоны
контакта шариков

Таблица 4.4.1. Основные параметры направляющих качения

Тип	$d_{ш}$	d_H	d_c	$d_{ш}$	D	L	b	l	H	D_c	$d_1/d_2 \times h$	T_D	T_C	F_D	F_C	Масса, кг
	мм											Н·м		кН		
Н-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
Н-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
Н-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
Н-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
Н-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
Н-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
Н-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
Н-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
Н-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 выполняются по отраслевым нормам [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 нормам 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 прямобоочные

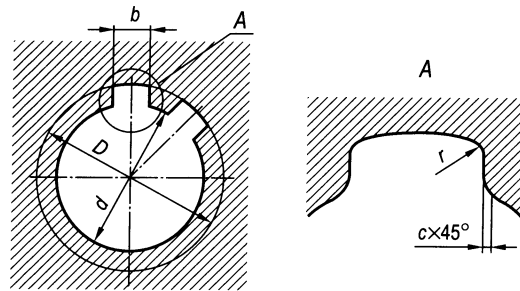
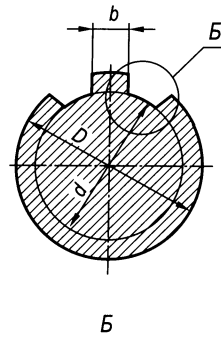
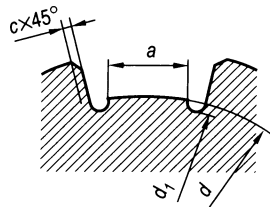


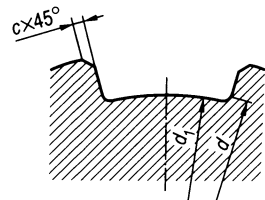
Рис. 5.1.1. Шлицевая втулка



Исполнение 1



Исполнение 2



Исполнение 3

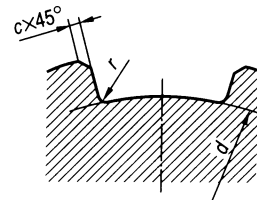


Рис. 5.1.2. Шлицевой вал

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

$z \times d \times D$	b	d_1	a	c	r , не более	$z \times d \times D$	b	d_1	a	c	r , не более
		не менее						не менее			
<i>Легкая серия</i>											
6×23×26	6	22,1	3,54	0,3 ^{+0,2}	0,2	8×46×54	9	42,7	–	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×26×30	6	24,6	3,85	0,3 ^{+0,2}	0,2	8×52×60	10	48,7	2,44	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×28×32	7	26,7	4,03	0,3 ^{+0,2}	0,2	8×56×65	10	52,2	2,5	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×32×36	6	30,4	2,71	0,4 ^{+0,2}	0,3	8×62×72	12	57,8	2,4	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×36×40	7	34,5	3,46	0,4 ^{+0,2}	0,3	8×72×82	12	67,4	–	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×42×46	8	40,4	5,03	0,4 ^{+0,2}	0,3	8×82×92	12	77,1	3,0	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×46×50	9	44,6	5,75	0,4 ^{+0,2}	0,3	8×92×102	14	87,3	4,5	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×52×58	10	49,7	4,89	0,5 ^{+0,3}	0,5	8×102×112	16	97,7	6,3	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×56×62	10	53,6	6,38	0,5 ^{+0,3}	0,5	8×112×125	18	106,3	4,4	0,5 ^{+0,3}	0,5
<i>Средняя серия</i>						<i>Тяжелая серия</i>					
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
6×11×14	3	9,9	–	0,3 ^{+0,2}	0,2	10×32×40	5	28,0	–	0,4 ^{+0,2}	0,3
6×13×16	3,5	12,0	–	0,3 ^{+0,2}	0,2	10×36×45	5	31,3	–	0,4 ^{+0,2}	0,3
6×16×20	4	14,5	–	0,3 ^{+0,2}	0,2	10×42×52	6	36,9	–	0,4 ^{+0,2}	0,3
6×18×22	5	16,7	–	0,3 ^{+0,2}	0,2	10×46×56	7	40,9	–	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×21×25	5	19,5	1,95	0,3 ^{+0,2}	0,2	16×52×60	5	47,0	–	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×23×28	6	21,3	1,34	0,3 ^{+0,2}	0,2	16×56×65	5	50,6	–	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×26×32	6	23,4	1,65	0,4 ^{+0,2}	0,3	16×62×72	6	56,1	–	0,5 ^{+0,3}	0,5
6×28×34	7	25,9	1,7	0,4 ^{+0,2}	0,3	16×72×82	7	65,9	–	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×32×38	6	29,4	–	0,4 ^{+0,2}	0,3	20×82×92	6	75,6	–	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×36×42	7	33,5	1,02	0,4 ^{+0,2}	0,3	20×92×102	7	85,5	–	0,5 ^{+0,3}	0,5
8×42×48	8	39,5	2,57	0,4 ^{+0,2}	0,3	20×102×115	8	98,7	–	0,5 ^{+0,3}	0,5
						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

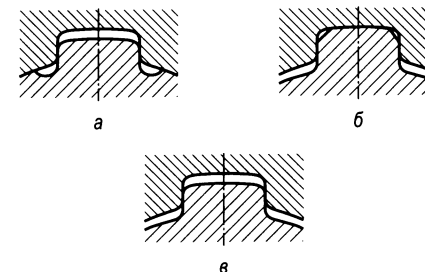
Посадочная поверхность	Соединение												
	подвижное						неподвижное						
Цилиндрическая поверхность втулки	H8	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7
То же вала	e8	f7	f7	f7	g6	g6	h7	h7	js6	js6	js6	h6	h6
Боковые поверхности зуба втулки	D9, F10	D9, F10	D9	F8	D9, F10	F8	D9, F10	H8	F8, F10	D9	H8	F8, F10	H9
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 поверхность	Соединение									
	подвижное							неподвижное		
Цилиндрическая поверхность втулки	H8	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7
То же вала	e8	f7	f7	f7	g6	g6	h7	js6	js6	h6
Боковые поверхности зуба втулки	F8	D9, F8	F8	D9	D9, F8	F8	D9, 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	h8, js7

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

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

Рис. 5.1.3. Виды центрирования:
а – по внутреннему диаметру; б – по наружному диаметру; в – 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 $b-F8/f8$:

$$d-8 \times 36 \frac{H7}{f7} \times 40 \times 7 \frac{H8}{f8} \text{ ГОСТ 1139-80}$$

2. То же при центрировании по D :

$$D-8 \times 36 \times 40 \frac{H7}{f7} \times 7 \frac{H8}{f8} \text{ ГОСТ 1139-80}$$

3. То же при центрировании по b :

$$b-8 \times 36 \times 40 \times 7 \frac{H8}{f8} \text{ ГОСТ 1139-80}$$

4. Втулка или вал того же соединения при центрировании по D соответственно:

$$D-8 \times 36 \times 40 H7 \times 7 F8 \text{ ГОСТ 1139-80}$$

$$D-8 \times 36 \times 40 f7 \times 7 f8 \text{ ГОСТ 1139-80}$$

5.2. Соединения шлицевые эвольвентные

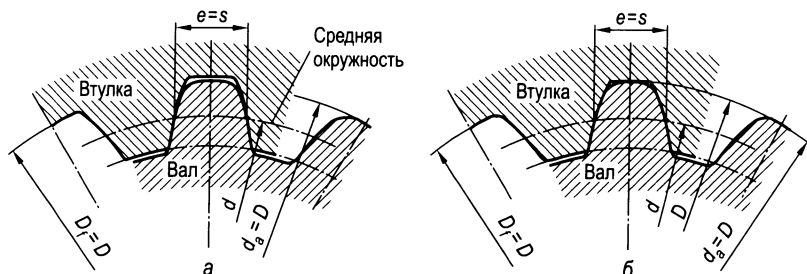


Рис. 5.2.1. Виды центрирования:
а – по боковым сторонам зубьев; б – по наружному диаметру

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

D, мм		Число зубьев Z при модуле m, мм													
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 ширины впадины e	Поле допуска толщины s зуба									
	9r	8p	7n	8k	7h	9h	9g	7f	8f	10d
7H	$\frac{7h}{9r}$	$\frac{7h}{8p}$	$\frac{7H}{7n}$	$\frac{7H}{8k}$	$\frac{7H}{7h}$	–	–	–	–	–
9H	–	–	–	$\frac{9H}{8k}$	–	$\frac{9H}{9h}$	$\frac{9H}{9g}$	$\frac{9H}{7f}$	$\frac{9H}{8f}$	–
11H	–	–	–	–	–	–	–	–	–	$\frac{11H}{10d}$

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

Поле допуска для D_f	Поле допуска для d_a				
	n6	js6	h6	g6	f7
H7	$\frac{7H}{n6}$	H7 js6	H7 h6	H7 g6	H7 f7
H8	$\frac{H8}{n6}$	–	H8 h6	H8 g6	H8 f7

Примечание. Поле допуска для e 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:

$50 \times 2 \times 9H/9g$ ГОСТ 6033–80

Втулка того же соединения:

$50 \times 2 \times 9H$ ГОСТ 6033–80

Вал того же соединения:

$50 \times 2 \times 9g$ ГОСТ 6033–80

2. Соединение с $D = 50$ мм и $m = 2$ мм, с центрированием по D и посадкой H7/g6:

$50 \times H7/g6 \times 2$ ГОСТ 6033–80

Втулка того же соединения:

$50 \times H7 \times 2$ ГОСТ 6033–80

Вал того же соединения:

$50 \times g6 \times 2$ ГОСТ 6033–80

5.3. Соединения шлицевые с треугольным профилем. Профильные соединения

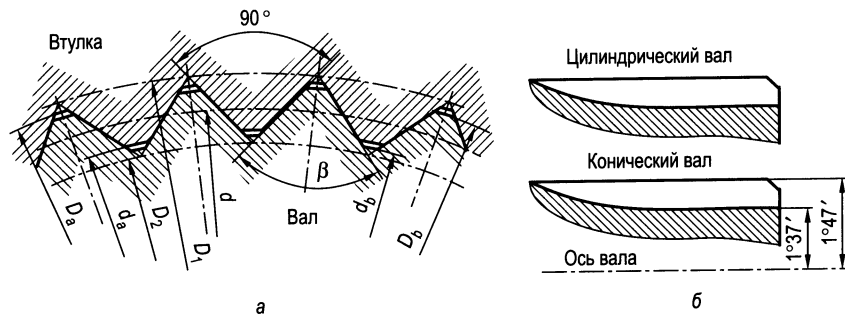


Рис. 5.3.1. Форма треугольного профиля (а) и концевого участка шлицевого вала (б)

Таблица 5.3.1. Основные размеры шлицев, мм

D_b , мм	z	β , град	d	D_1	D_2	$D_{a \min}$	d_a	$d_{b \max}$
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.

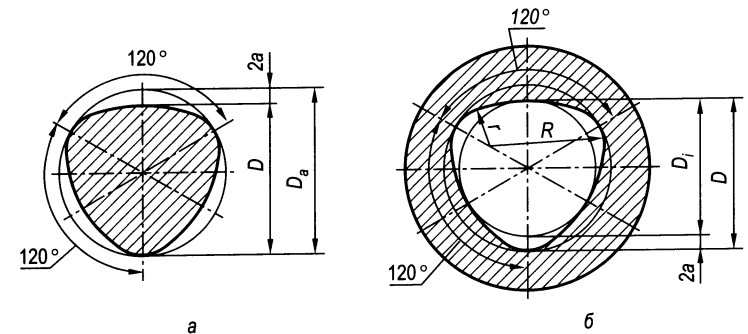


Рис. 5.3.2. Профиль сечения вала (а) и втулки (б)

Таблица 5.3.2. Основные параметры профиля

D	a	A , мм ²	J_p , мм ⁴	D	a	A , мм ²	J_p , мм ⁴
				мм			
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	$25 414 \times 10^3$
25	0,80	482,8	37 390	80	3,40	4881,3	3844×10^3
28	0,90	605,6	58 830	90	4,00	6160,6	6131×10^3
32	1,12	788,4	99 880	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 $R = D/2 + 6,5a$;

$r \approx D/2 - 6,5a$.

5.4. Примеры шлицевых соединений

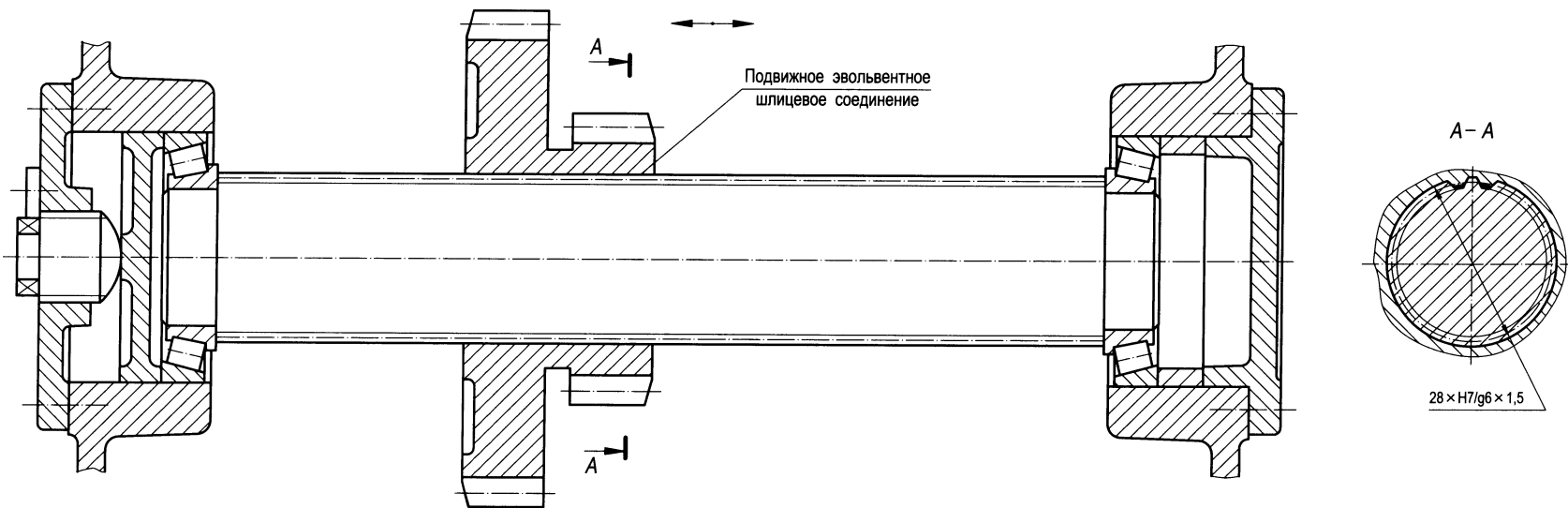
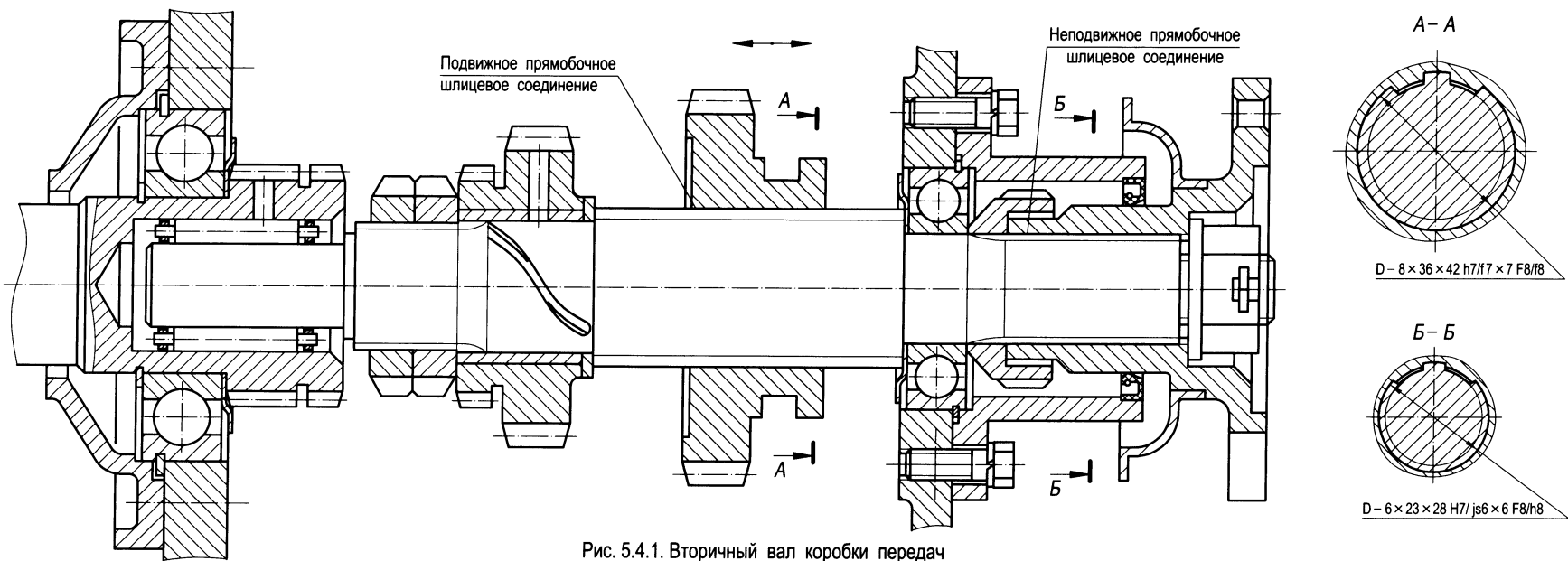


Рис. 5.4.2. Установка блока шестерни на шлицевом валу

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, б).

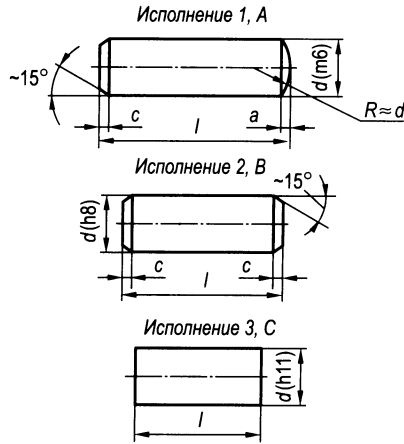
Вариант установки штифта, когда подход инструмента в направлении, перпендикулярном плоскости стыка, затруднен, показан на рис. 6.3.1, в. В подобных случаях также используют штифты, расположенные в плоскости разреза (как правило, четыре штифта по одному на каждой стороне). Более точная фиксация деталей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

При передаче незначительных окружных и осевых сил применяют соединения, показанные на рис. 6.3.2 (а–д). 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, г – е).

6.1. Штифты цилиндрические

Таблица 6.1.1. Штифты цилиндрические незакаленные (ГОСТ 3128–70), мм



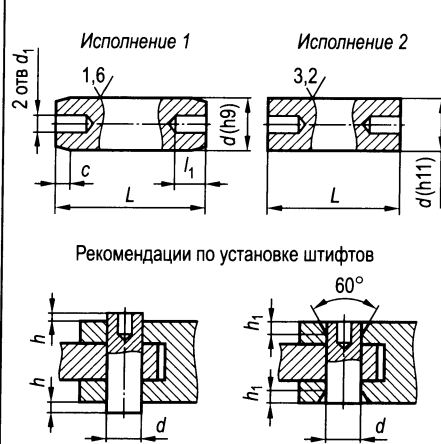
d	c	a	l
4,0	0,63	0,5	8–80
5,0	0,8	0,63	10–100
6,0	1,2	0,8	10–110
8,0	1,6	1,0	14–140
10,0	2,0	1,2	16–140
12,0	2,5	1,6	20–140
16,0	3,0	2,0	25–280
20,0	3,5	2,5	32–280

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

Примеры условного обозначения

- Штифт исполнения 1, А с диаметром $d = 10$ мм и длиной $l = 60$ мм:
Штифт 10×60 ГОСТ 3128–70
- То же исполнения 2, В:
Штифт 2.10×60 ГОСТ 3128–70

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



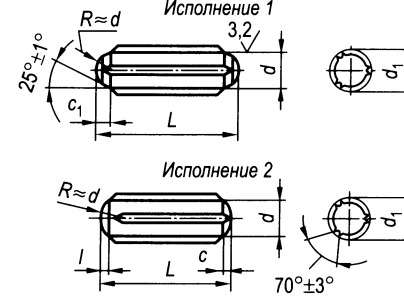
d	d ₁	l ₁	c	h	h ₁	L
3,0	2,0	2,0	0,5	0,5	1,0	8–30
4,0	2,0	2,5	0,6	1,0	1,0	10–40
5,0	3,0	3,0	0,8	1,0	1,6	12–50
6,0	4,0	4,0	1,0	1,6	1,6	14–60
8,0	5,0	5,0	1,2	1,6	2,0	16–80
10,0	6,0	6,0	1,6	2,0	2,5	20–100

Примечание. ГОСТ 10774–80 предусматривает $d = 1,0...16$ мм.

Примеры условного обозначения

- Штифт исполнения 1 с диаметром $d = 8$ мм и длиной $L = 45$ мм, без покрытия:
Штифт 8h9×45 ГОСТ 10774–80
- То же исполнения 2 с диаметром $d = 8$ мм и длиной $L = 45$ мм, с химическим оксидным покрытием, пропитанным маслом:
Штифт 2.8h11×45 Хим. окс. прм. ГОСТ 10774–80

Таблица 6.1.3. Штифты цилиндрические насечные (ГОСТ 12850–80), мм



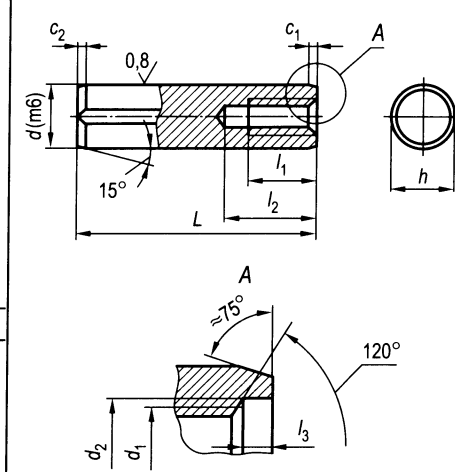
d	d ₁	c	c ₁	l	L
1,0	1,1	0,2	0,4	–	4–12
1,2	1,3	0,2	0,4	–	4–12
1,6	1,8	0,3	0,6	0,8	4–20
2,0	2,2	0,3	0,6	0,8	4–30
2,5	2,7	0,5	1,0	1,2	6–30
3,0	3,25	0,5	1,0	1,2	6–40
4,0	4,35	0,6	1,2	1,6	6–60
5,0	5,35	0,8	1,6	2,0	8–60
6,0	6,35	1,0	2,0	2,4	10–80
8,0	8,45	1,2	2,4	3,2	12–100
10,0	10,45	1,6	3,2	3,2	14–120
12,0	12,45	1,6	3,2	4,0	16–120
16,0	16,55	2,0	4,0	5,0	25–120

Примечание. Предельное отклонение диаметра $d \leq 3$ мм – по h9, $d > 3$ мм – по h11; диаметра d_1 – 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

Таблица 6.1.4. Штифты цилиндрические с внутренней резьбой (ГОСТ 12207–79), мм



d	d ₁	d ₂	c ₁	c ₂	l ₁	l ₂	l ₃	h	L	
									от	до
6	M4	4,3	0,8	1,2	6	10	1	5,5	16	60
8	M5	5,3	1	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

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

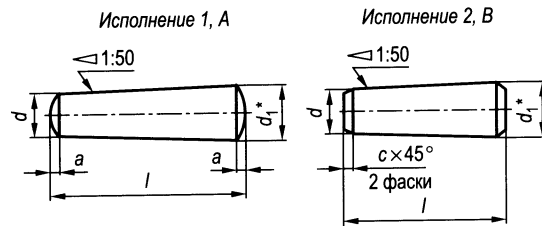
Пример условного обозначения

- 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 (ГОСТ 3129–70), мм



d	$c \approx$	$a \approx$	l
3	0,5	0,4	12–55
4	0,6	0,5	14–70
5	0,8	0,63	16–90
6	1,0	0,8	20–100
8	1,2	1,0	22–120
10	1,6	1,2	26–180
12	1,6	1,6	32–220
16	2,0	2,0	40–280
20	2,5	2,5	45–280

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

* Размер для справок вычисляют по формуле $d_1 = d + l/50$

Примеры условного обозначения

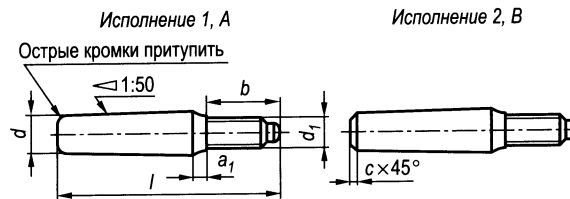
1. Штифт исполнения 1, А с диаметром $d = 10$ мм и длиной $l = 60$ мм, без покрытия:

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

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



d	d_1	b	a_1 не менее	c	l
5	M5	14–15,6	2,4	0,8	40–50
6	M6	18–20	3	1,0	45–60
8	M8	22–24,5	4	1,2	55–75
10	M10	24–27	4,5	1,6	65–100
12	M12	27–30,5	5,3	1,6	80–120
16	M16	35–39	6	2,0	100–160
20	M16	35–39	6	2,5	120–190
25	M20	40–45	7,5	3,0	140–250
30	M24	46–52	9	4,0	160–280

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

Примеры условного обозначения

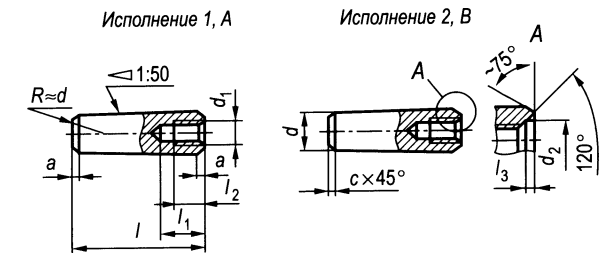
1. Штифт исполнения 1, А с диаметром $d = 10$ мм и длиной $l = 80$ мм, без покрытия:

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

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



d	d_1	d_2	$a \approx$	c	l	l_1 не менее	l_2	l_3
6	M4	4,3	0,8	1,0	16–60	10	6	1,0
8	M5	5,3	1,0	1,2	18–80	12	8	1,2
10	M6	6,4	1,2	1,6	22–100	16	10	1,2
12	M8	8,4	1,6	1,6	26–120	20	12	1,2
16	M10	10,5	2,0	2,0	32–160	25	16	1,5
20	M12	13	2,5	2,5	40–200	28	18	1,0
25	M16	17	3,0	3,0	50–200	35	24	2,0

Примечание. ГОСТ 9464 – 79 предусматривает $d = 6,0 \dots 50$ мм.

Пример условного обозначения

Штифт исполнения 1, А с диаметром $d = 10$ мм и длиной $l = 60$ 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.

6.3. Примеры штифтовых соединений

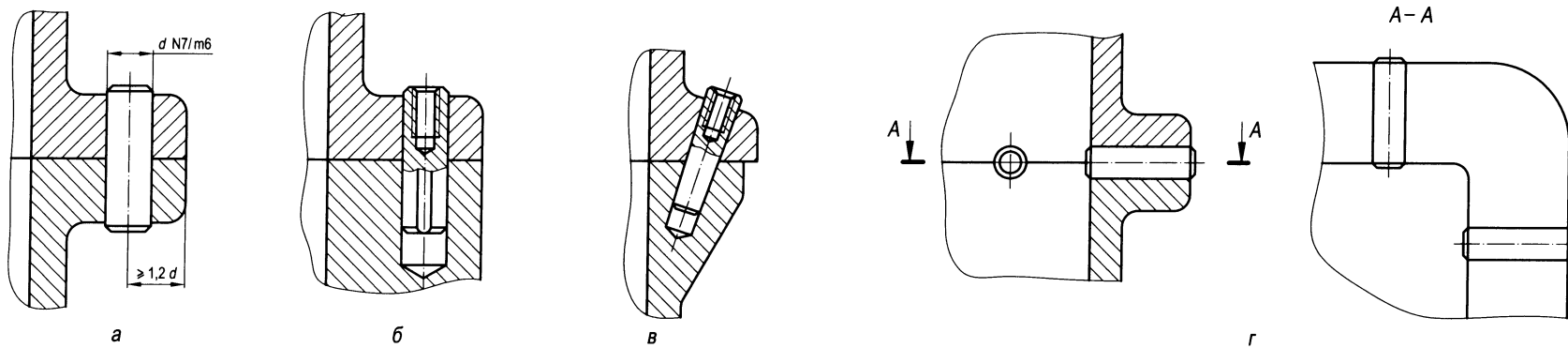


Рис. 6.3.1. Способы фиксации деталей (а–г) с плоскими поверхностями контакта

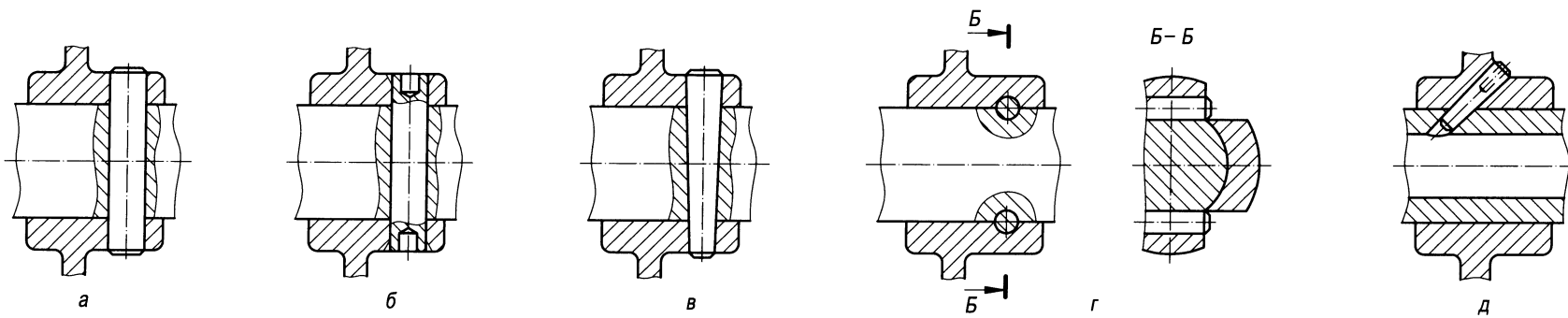


Рис. 6.3.2. Способы фиксации деталей (а–д) с цилиндрическими поверхностями контакта

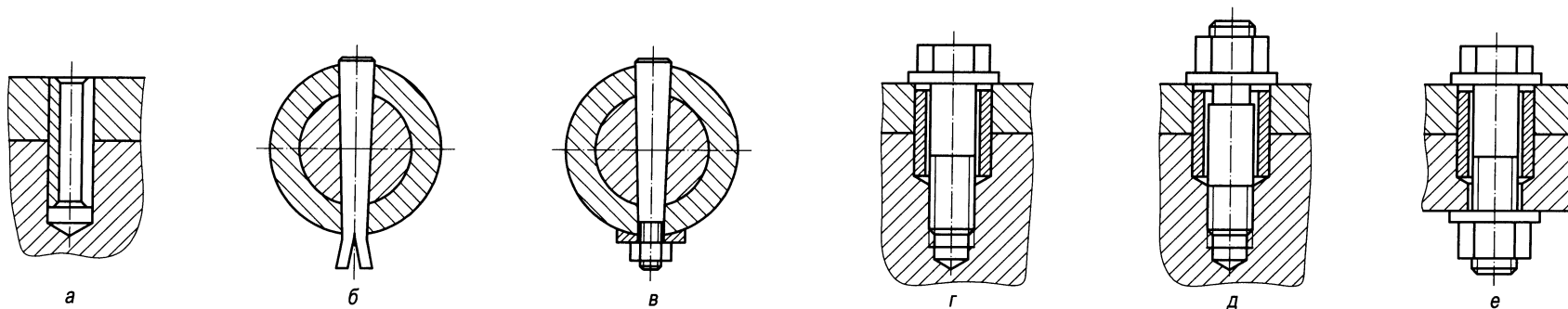


Рис. 6.3.3. Специальные штифты (а–е)

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 заклепки 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 2 перемещается 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 накладок 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

Таблица 7.1. Основные размеры заклепок, мм

Общие размеры	Заклепка с полукруглой головкой (ГОСТ 10299-80)						Заклепка с потайной головкой (ГОСТ 10300-80)					Заклепка с полупотайной головкой (ГОСТ 10301-80)						Заклепка с плоской головкой (ГОСТ 10303-80)						
	d	l	D	H	R^*	r	L	D	H	α	r	L	D	H	h	R^*	α	r	L	D	H	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	75°	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	4,5	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.

* Размер для справок.

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

7.2. Заклепки пустотелые и полупустотелые. Специальные заклепки

Таблица 7.2.1. Конструктивные размеры заклепок, мм

Заклепка пустотелая со скругленной головкой (ГОСТ 12638-80)										Заклепка пустотелая с плоской головкой (ГОСТ 12639-80)										Заклепка пустотелая с потайной головкой (ГОСТ 12640-80)										Заклепка полупустотелая с полукруглой головкой (ГОСТ 12641-80)										Заклепка полупустотелая с потайной головкой (ГОСТ 12643-80)									
Исполнение 1										Исполнение 1										Исполнение 1										Исполнение 1										Исполнение 1									
Исполнение 2 $d \leq 10$ мм										Исполнение 2										Исполнение 2										Исполнение 2										Исполнение 2									
d	D	S				H	r	L	D	S	r	L	D	S	H	r	L	D	H	H ₁	R*	R ₁ *	d ₁	h	L	D	D ₁	H	H ₁	d ₁	h	L																	
		Ст	Л	АС	М																												Ст	Л	АС	М	Ст	Л	АС	М	Ст	Л	АС	М	Ст	Л	АС	М	Ст
1,6	2,9	0,15	0,15	-	-	0,4	0,2	2-8	2,9	0,15	0,15	-	-	0,2	2-8	12,0	1	1	-	-	0,4	0,2	2-8	3,2	0,7	0,8	2,2	0,8	1,0	1,5	3-10	2,9	-	0,7	-	1,0	1,5	3-10											
1,8	3,3	0,15	0,15	-	-	0,4	0,2	2-8	3,3	0,15	0,15	-	-	0,2	2-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
2,0	3,5	0,25	0,25	-	-	0,5	0,2	2,5-16	3,5	0,25	0,25	-	-	0,2	2-16	2,6	0,25	0,25	-	-	0,4	0,2	4-16	4,0	0,8	0,7	2,9	3,2	1,2	-	3-10	3,9	4	1,0	0,6	1,2	-	4-16											
2,5	4,0	0,25	0,25	-	-	0,5	0,2	3-20	4,0	0,25	0,25	-	-	0,2	2-20	3,2	0,25	0,25	-	-	0,5	0,2	4-20	5,0	1,0	0,85	3,6	4,1	1,6	2,5	4-20	4,5	5	1,1	0,75	1,6	2,5	5-20											
3,0	5,0	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,2	3-28	5,0	0,3	0,4	0,4	0,5	0,2	2,5-28	3,8	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,2	4-28	6,0	1,2	1,0	4,4	5,0	2,0	2,5	4-40	5,2	6	1,2	0,9	2,0	2,5	5-40											
(3,5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	1,4	1,2	5,0	5,7	2,5	4,0	5-40	6,1	7	1,4	1,0	2,5	4,0	6-40											
4,0	6,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,3	3-36	6,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	2,5-36	5,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,3	4-28	8,0	1,6	1,4	5,8	7,2	2,8	4,0	5-40	7,0	8	1,6	1,2	2,8	4,0	7-50											
5,0	7,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9	0,3	3-45	8,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	3-45	6,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,3	Св. 4	10,0	2,0	1,7	7,2	8,2	3,5	5,0	7-48	8,8	10	2,0	1,5	3,5	5,0	8-60											
6,0	10,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	4-55	10,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	Св. 4	7,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,1	0,5	Св. 4	12,0	2,5	2,0	8,4	10,0	4,5	5,0	Св. 7	10,7	12	2,4	1,8	4,5	5,0	10-60											
8,0	13,0	1	1	1	1	1,2	0,5	Св. 6	13,0	1	1	1	1	0,5	Св. 5	9,5	1	1	1	1	1,5	0,5	Св. 5	16,0	3,5	-	12,2	-	6,0	6,0	Св. 10	13,9	-	3,2	-	6,0	6,0	10-60											
10,0	15,0	1	1	1	1	1,5	0,5	Св. 5	15,0	1	1	1	1	0,5	Св. 5	12,0	1	1	1	1	1,7	0,5	Св. 5	20,0	4,0	-	14,5	-	8,0	8,0	Св. 16	18,6	-	4,8	-	8,0	8,0	Св. 15											

Примечания: 1. Заклепки по ГОСТ 12638-80 стандартизированы для $d \leq 20$ 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

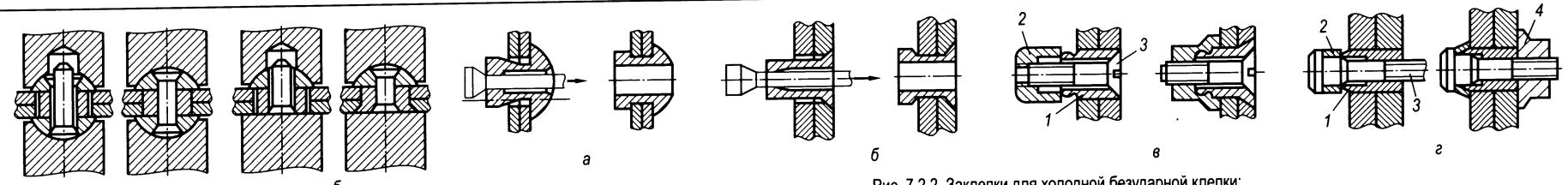


Рис. 7.2.1. Заклепки для холодной ударной клепки

Рис. 7.2.2. Заклепки для холодной безударной клепки:
1 - корпус; 2 - винт; 3 - втулка; 4 - гайки

7.3. Примеры соединений деталей машин заклепками

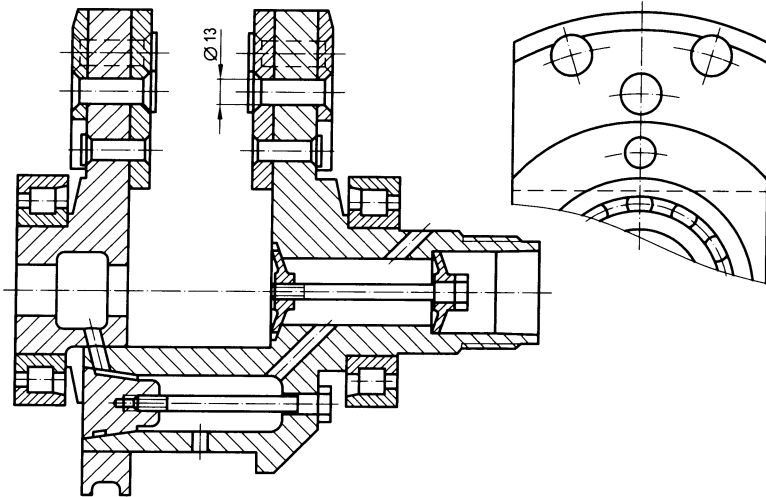


Рис. 7.3.1. Крепление противовесов на эксцентриковом валу

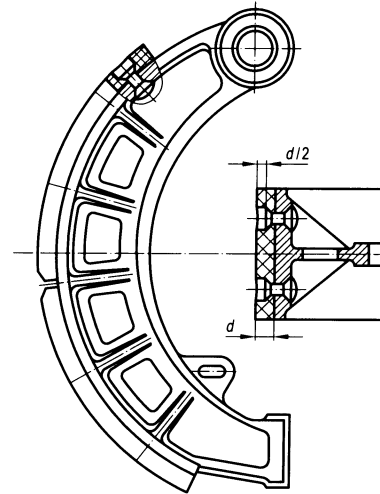


Рис. 7.3.2. Крепление накладок на колодке тормоза

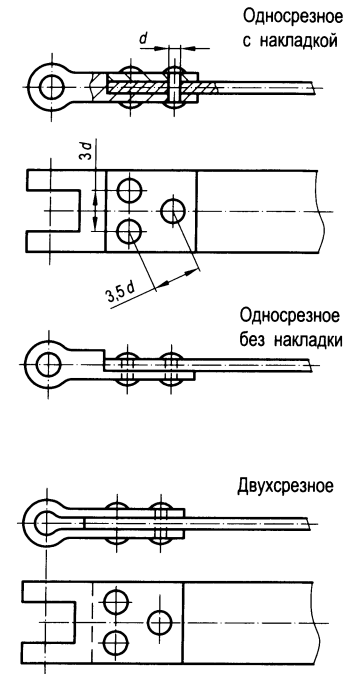


Рис. 7.3.3. Крепление тормозной ленты к проушине

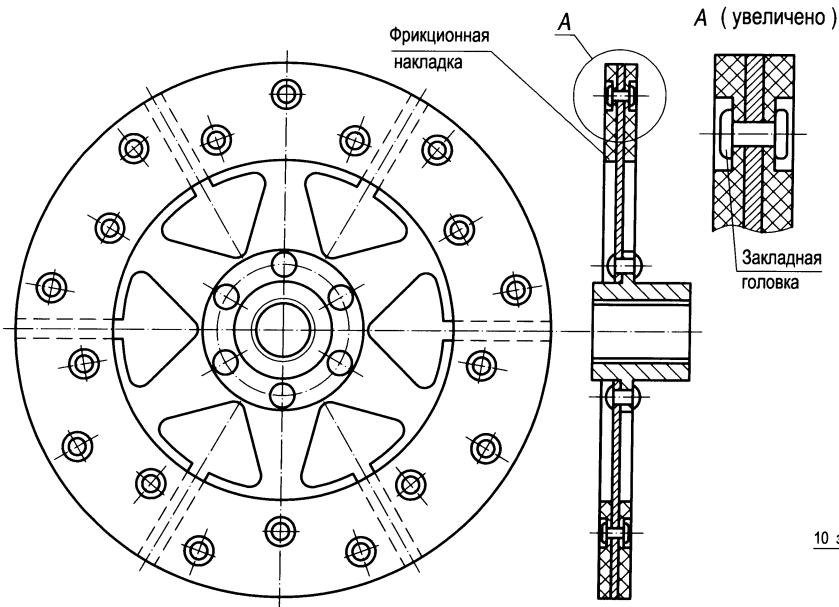


Рис. 7.3.4. Крепление фрикционных накладок на диске сцепления

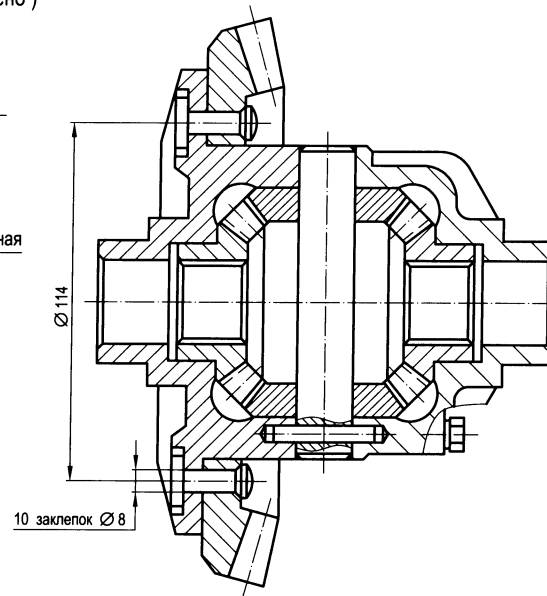


Рис. 7.3.5. Крепление венца на центре колеса

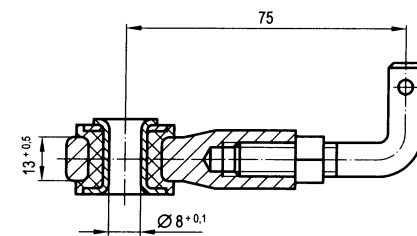


Рис. 7.3.6. Крепление резиновой втулки на тяге с помощью пустотелой заклепки

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. Торковый вариатор. Рабочая поверхность дисков (чашек) 1 (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 1, винтовой парой 2 и маховичком 7. При повороте кареток зубчатые колеса 11 обкатываются по зубчатым колесам 8, расположенным между зубчатыми колесами 11 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.

8.1. Торковый вариатор

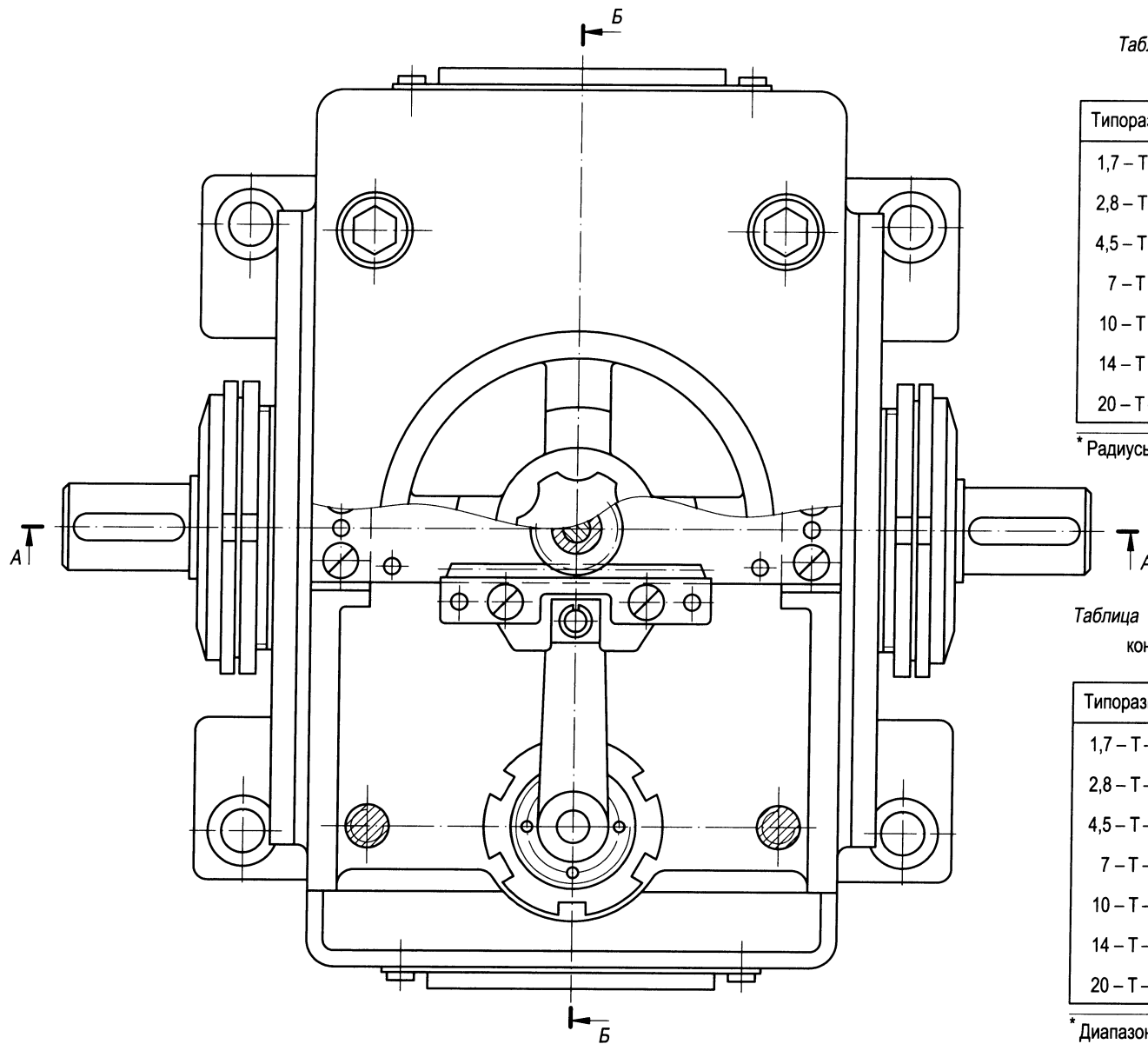


Рис. 8.1.1. Торковый вариатор конструкции ЦНИИТМАШ (начало)

Таблица 8.1.1. Размеры колес торковых вариаторов конструкции ЦНИИТМАШ, мм

Типоразмер	H	R	r_{\max}^*	r_{\min}^*	d_0	b
1,7-Т-6	105	75	87	34,8	112,1	12
2,8-Т-4	120	85	88	44,0	124,8	17
4,5-Т-4	140	100	100	50,0	144,2	22
7-Т-4	165	120	114	57,0	171,0	25
10-Т-4	190	136	136	68,0	197,0	30
14-Т-4	225	160	163	81,5	233,0	35
20-Т-3	280	200	187	108	290,0	44

* Радиусы окружностей контакта.

Таблица 8.1.2. Основные параметры торковых вариаторов конструкции ЦНИИТМАШ при $n_{\text{вх}} = 960 \text{ мин}^{-1}$

Типоразмер	D^*	P , кВт	σ_{H1} , МПа	σ_{H2} , МПа	$\sigma_{H\text{ср}}$, МПа
1,7-Т-6	6,25	1,7	875	530	702
2,8-Т-4	4	2,8	700	500	600
4,5-Т-4	4	4,5	770	533	652
7-Т-4	4	7	700	480	590
10-Т-4	4	10	640	445	543
14-Т-4	4	14	590	410	500
20-Т-3	3	20	575	435	505

* Диапазон регулирования.

8.1. Торový вариатор (окончание)

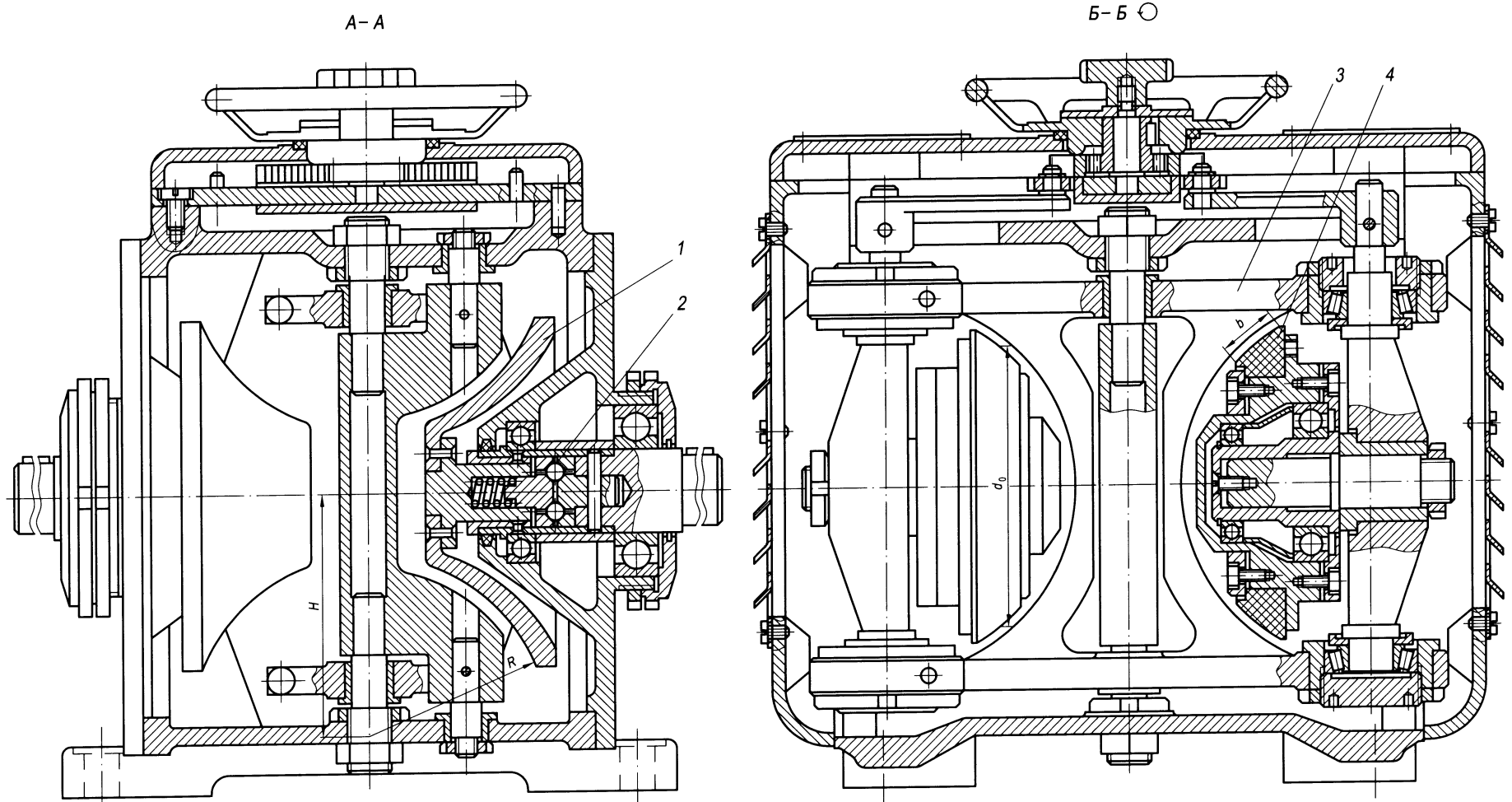


Рис. 8.1.1. Торový вариатор конструкции ЦНИИТМАШ (окончание):

1 – диск; 2 – клиновой механизм; 3 – плавающая рама; 4 – ролик

8.2. Многодисковый вариатор

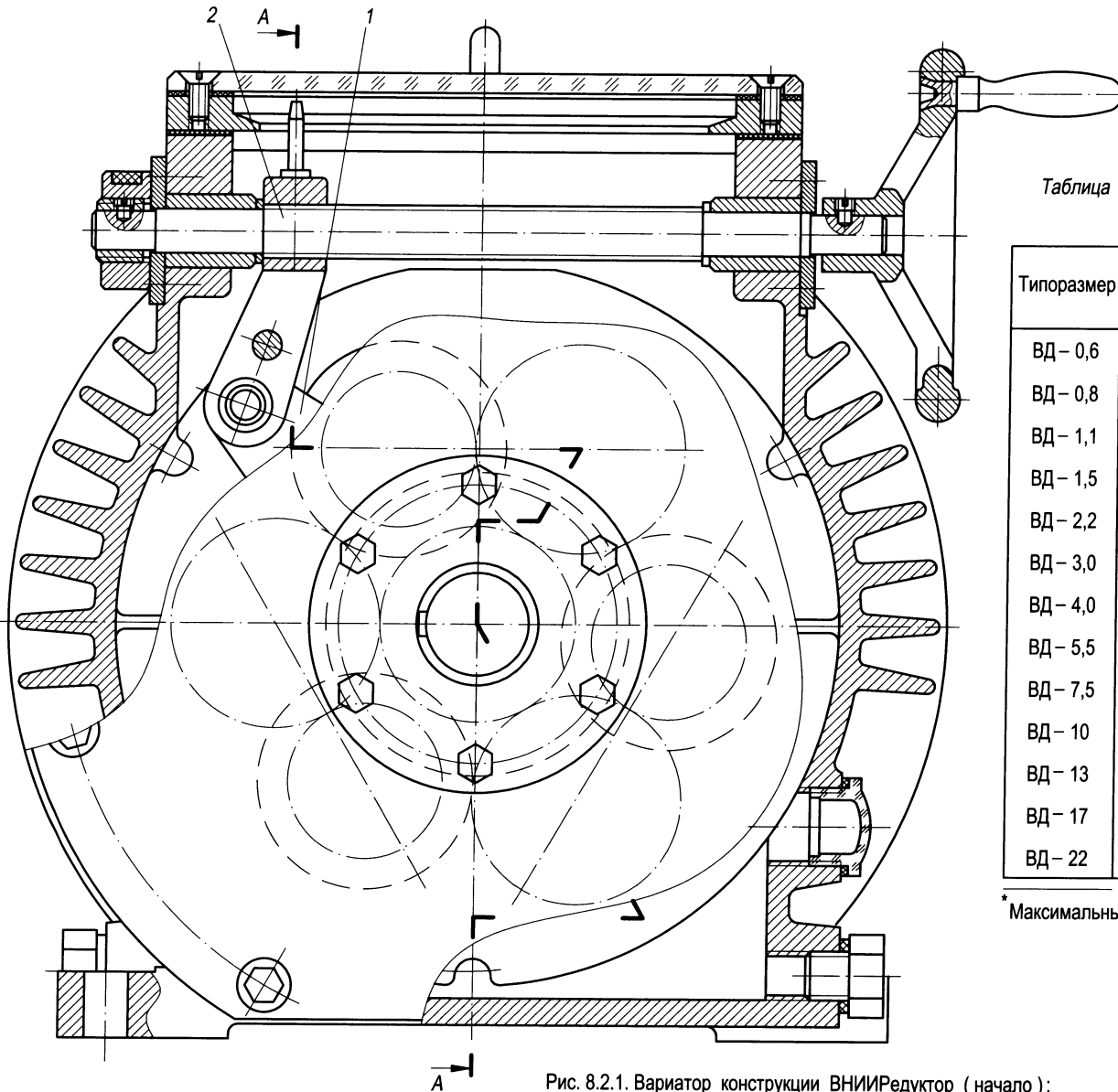


Таблица 8.2.1. Основные параметры многодисковых вариаторов конструкции ВНИИРедуктор

Типоразмер	$T,^*$ Н·м	$P,$ кВт	$m,$ кг	n		Габаритные размеры, мм
				$n_{вх}$	$n_{вых}$	
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.

Рис. 8.2.1. Вариатор конструкции ВНИИРедуктор (начало):

1 - тяга; 2 - винтовой механизм

8.2. Многодисковый вариатор (окончание)

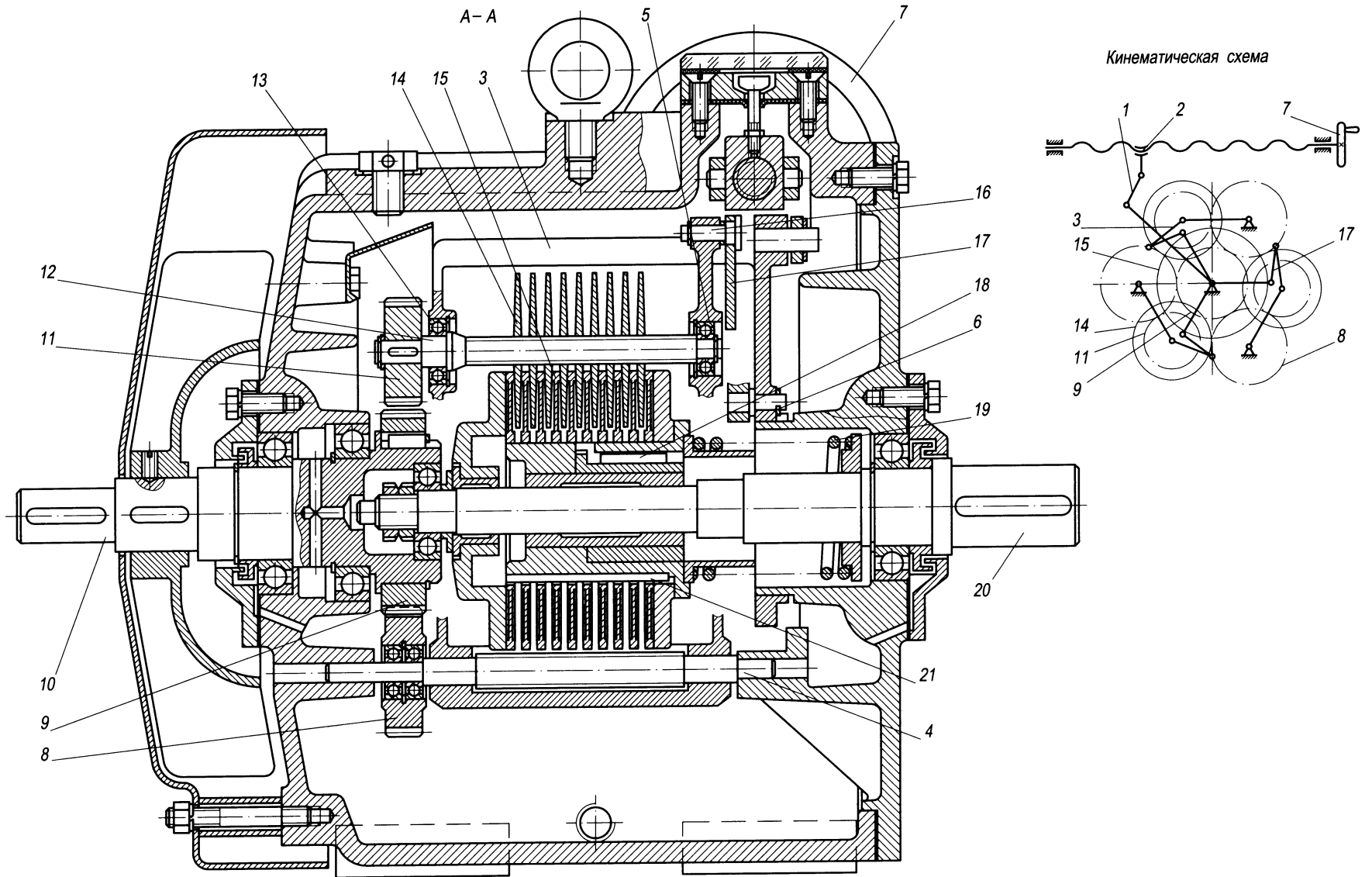


Рис. 8.2.1. Вариатор конструкции ВНИИРедуктор (окончание):

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

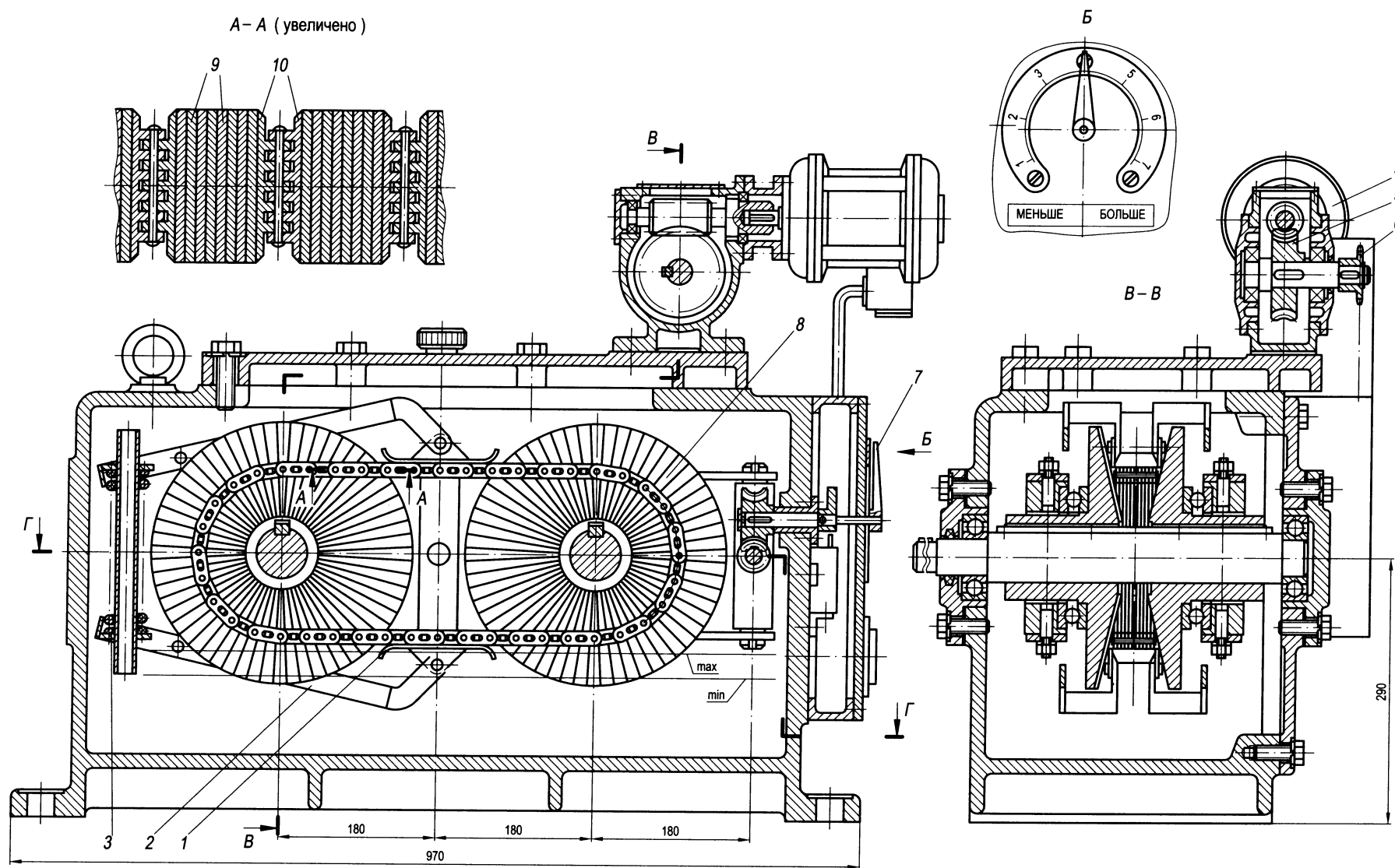


Рис. 8.3.1. Вариатор с желобчатыми конусами (начало);

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

8.3. Цепной вариатор (окончание)

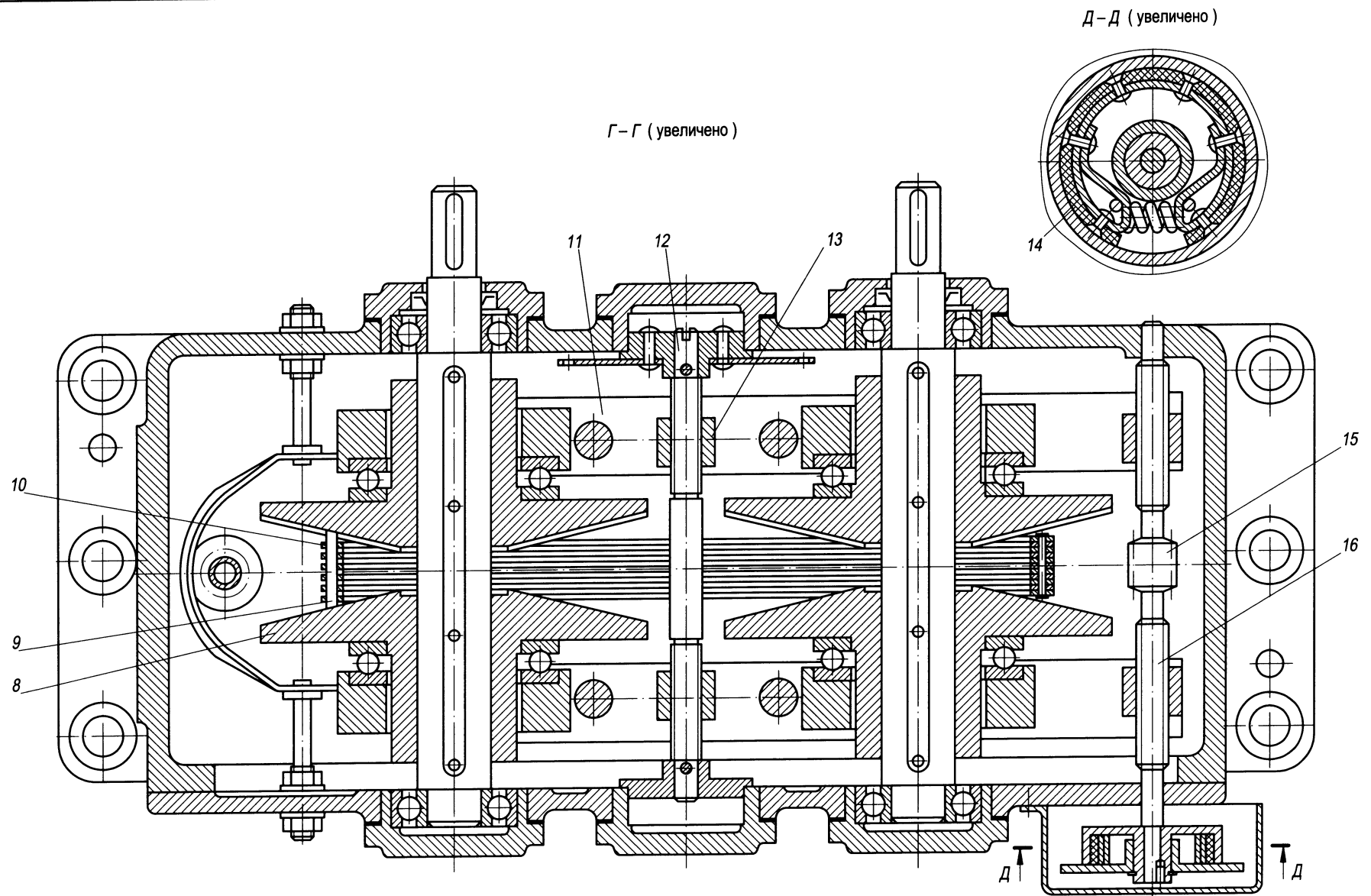


Рис. 8.3.1. Вариатор с желобчатыми конусами (окончание):

8 - диск; 9 - пластины цели; 10 - обойма; 11 - рычаг; 12 - винт; 13 - гайка; 14 - фрикционная муфта; 15 - червяк; 16 - винт

8.4. Вариатор с клиновым ремнем

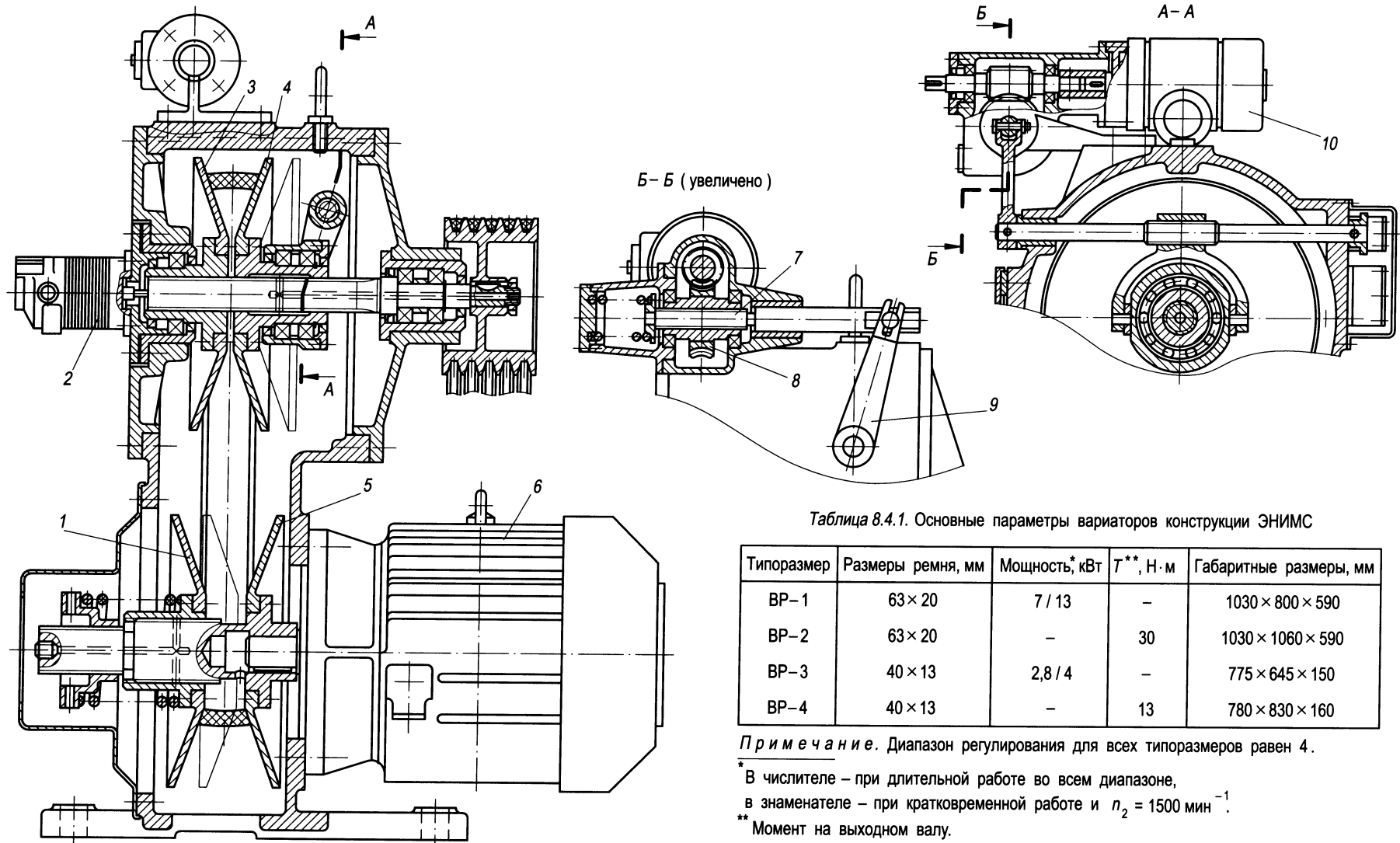


Таблица 8.4.1. Основные параметры вариаторов конструкции ЭНИМС

Типоразмер	Размеры ремня, мм	Мощность*, кВт	T^{**} , Н·м	Габаритные размеры, мм
ВР-1	63×20	7 / 13	—	1030×800×590
ВР-2	63×20	—	30	1030×1060×590
ВР-3	40×13	2,8 / 4	—	775×645×150
ВР-4	40×13	—	13	780×830×160

Примечание. Диапазон регулирования для всех типоразмеров равен 4.

* В числителе — при длительной работе во всем диапазоне, в знаменателе — при кратковременной работе и $n_2 = 1500 \text{ мин}^{-1}$.

** Момент на выходном валу.

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

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, б*) и передачи с несколькими ведомыми шкивами (см. рис. 9.1.1, *в-д*). 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, *б* показан способ натяжения ремня пружиной растяжения. В натяжных передачах натяжение осуществляется периодическим перемещением одного из валов (см. рис. 9.1.2, *в, г*). Натяжение ремня в вертикальной передаче (см. рис. 9.1.2, *в*) 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, *г*).

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 *A* 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_p и расчетная ширина b_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, *б*) 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 трапецидальным 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 трапецидальным профилем зубьев, что снижает их долговечность.

9.6. Шкивы плоскоремennых 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 плоскоремennой 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, г · см: 6 при v от 5 до 10 м/с; 3 при $v = 10...15$ м/с;

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

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: допусковое отклонение от номинального значения расчетного диаметра шкивов – по h11; 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 $n_{ш} < 500$ мин⁻¹, 0,15 при $n_{ш} = 500...1000$ мин⁻¹ и 0,10 при $n_{ш} > 1000$ мин⁻¹.

Каждый шкив при скоростях свыше 5 м/с должен быть сбалансирован. Допустимый дисбаланс, г · см: 6 при v 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 $Ra \leq 2,5$ 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 зубьев в зацепление. В табл. 9.9.2 даны размеры шкивов передачи с зубьями трапецеидального профиля.

9.1. Схемы и способы натяжения ременных передач

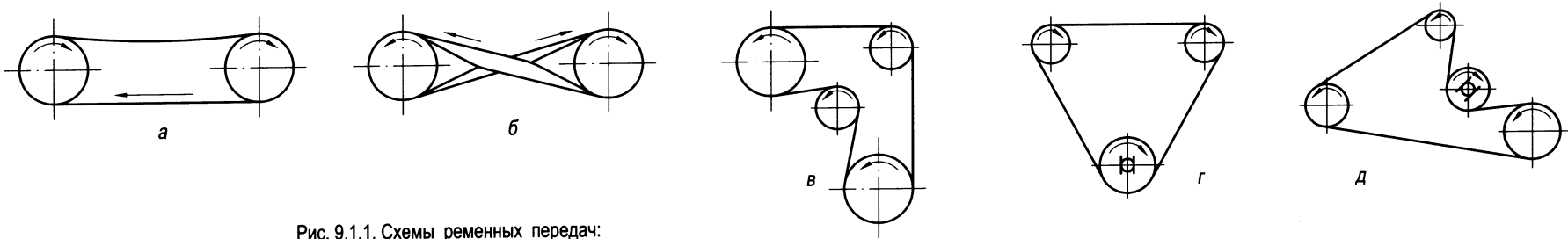


Рис. 9.1.1. Схемы ременных передач:

a – открытая; *б* – перекрестная; *в* – с нажимным и направляющим роликом; *г* – трехшкивная; *д* – с нажимным роликом

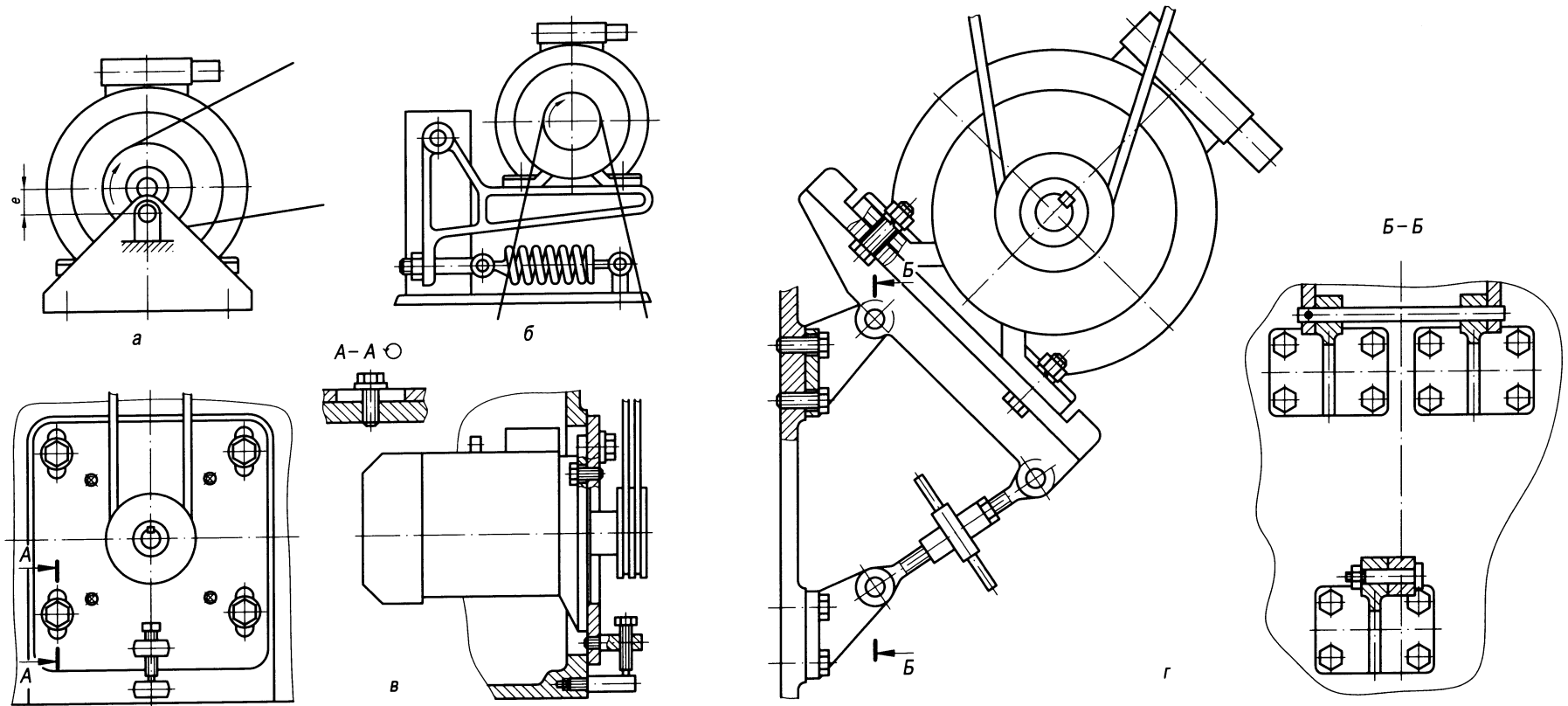


Рис. 9.1.2. Способы натяжения ремня:

a – под действием реактивного момента на корпусе электродвигателя; *б* – пружиной растяжения; *в* – прямолинейным перемещением электродвигателя; *г* – стяжной с правой и левой резьбой

9.2. Конструкции и материалы плоских ремней

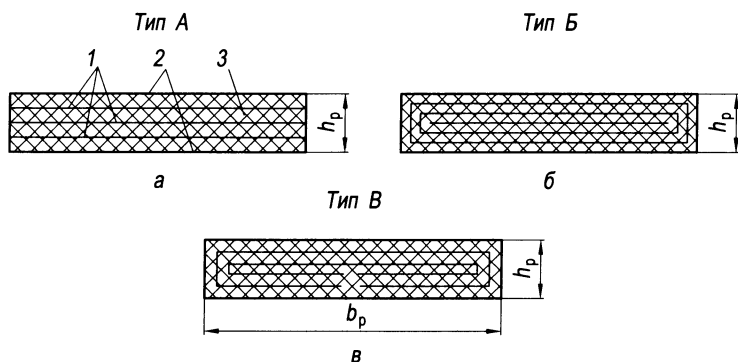


Рис. 9.2.1. Конструкции плоского резинотканевого ремня:
 а – нарезная с обкладками; б – послойно завернутая с обкладками;
 в – спирально завернутая без обкладок; 1 – слои кордткани (бельтинга);
 2 – обкладки; 3 – резиновая масса

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

b_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_p , число несущих слоев i резинотканевых ремней и рекомендуемые минимальные диаметры малого шкива d_{1min} , мм

i	h_p для бельтинга марок		d_{1min} для бельтинга марок	
	Б-800, Б-820	БКНЛ-65, БКНЛ-65-2	Б-800, Б-820	БКНЛ-65, БКНЛ-65-2
2	3,0 / 2,5	– / –	90 / 80	– / –
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

Примечание. В числителе для ремней с обкладками, в знаменателе – без обкладок.

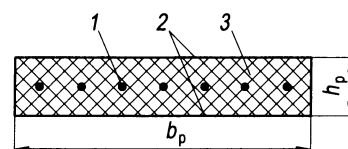


Рис. 9.2.2. Конструкция кордшнурового ремня:
 1 – кордшнуры; 2 – обкладки;
 3 – резиновая масса

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

b_p	h_p	L_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.

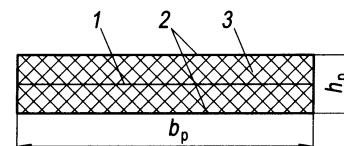


Рис. 9.2.3. Конструкция кордленточного полиамидного ремня:
 1 – кордлента; 2 – адгезионный слой;
 3 – полиамидный слой

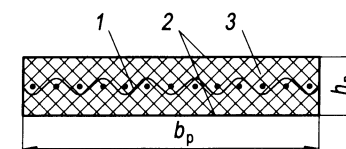


Рис. 9.2.4. Конструкция капронового ремня с полиамидным покрытием:
 1 – капроновая ткань с полиамидной пропиткой; 2 – обкладки на основе полиамида с нитрильным каучуком;
 3 – резиновая масса

Таблица 9.2.4. Основные размеры синтетических ремней (ОСТ 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	–

* Длина ремня.

9.3. Клиновые и поликлиновые ремни

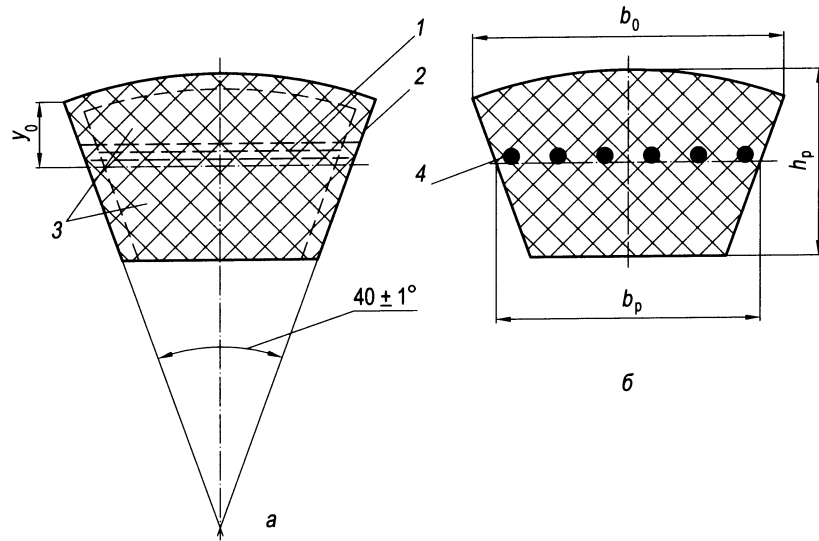


Рис. 9.3.1. Сечения клинового ремня кордканевого (а) и кордшнурового (б):
1 – слой кордткани (бельтинга); 2 – обкладка; 3 – резиновая масса; 4 – кордшнуры

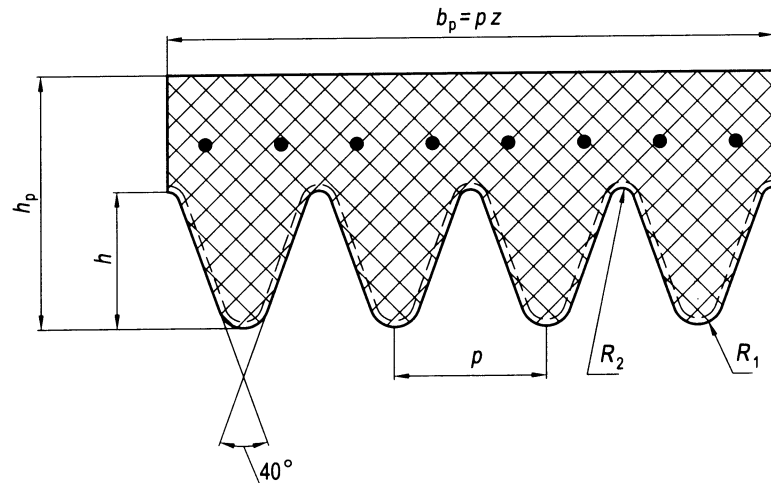


Рис. 9.3.2. Сечение поликлинового ремня

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

Обозначение сечения ремня	b_p	b_0	h_p	y_0	L_p	T_1^* , Н·м
	мм					
<i>Клиновые по ГОСТ 1284.1–89 и 1284.3–89</i>						
Z	8,5	10	6	2,1	400–2500	< 63
A	11	13	8	2,8	560–4000	11–70
B	14	17	10,5	4,0	800–6300	40–190
C	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
<i>Клиновые узкие по ТУ 38105161–84</i>						
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 сечения ремня	p	h_p	h	R_1	R_2	L_p	Число клиньев z		T_1 , Н·м
							рекомендуемое	максимальное	
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

Примечание. Поликлиновые ремни К можно заменять клиновыми ремнями Z и A; Л – ремнями B и C; М – ремнями C, D, E.

9.4. Клиновые вариаторные ремни

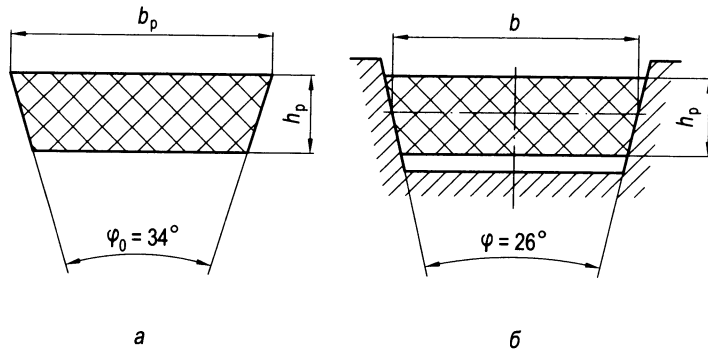


Рис. 9.4.1. Сечение клинового ремня в свободном состоянии (а) и под натяжением на измерительном ролике (б)

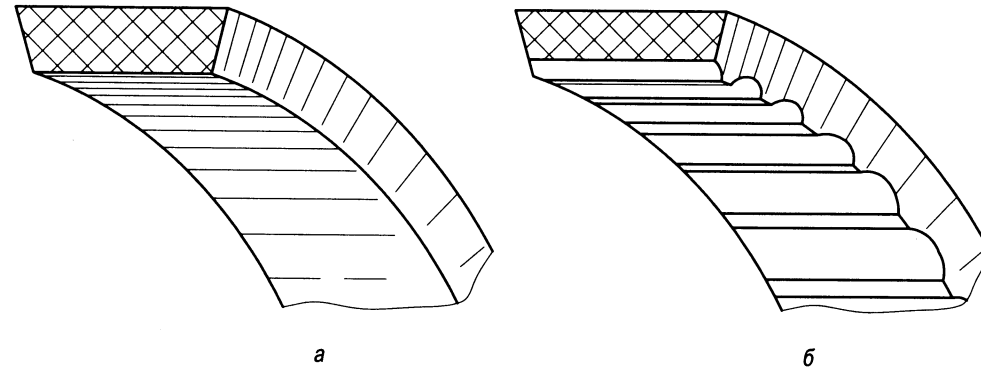


Рис. 9.4.2. Гладкий (а) и зубчатый (б) клиновые ремни

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

Обозначение сечения ремня	b_p	b^*	h_p^*	L_p , мм		Площадь сечения, см ²	Масса 1 м ремня, кг
	мм			min	max		
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.

* Размеры для справок.

Примеры условного обозначения

1. Ремень сечением 1-B25 с расчетной длиной 1000 мм и кордшнуром в несущем слое:

Ремень 1-B25-1000Ш ГОСТ 24848.1-81-ГОСТ 24848.3-81

2. То же с кордтканью в несущем слое:

Ремень 1-B25-1000Т ГОСТ 24848.1-81-ГОСТ 24848.3-81

3. Ремень зубчатый сечением 1-B25 с расчетной длиной 1000 мм и кордшнуром в несущем слое:

Ремень 1-B25-1000Ш зубчатый ГОСТ 24848.1-81-ГОСТ 24848.3-81

4. То же с кордтканью в несущем слое:

Ремень 1-B25-1000Т зубчатый ГОСТ 24848.1-81-ГОСТ 24848.3-81

9.5. Зубчатые ремни

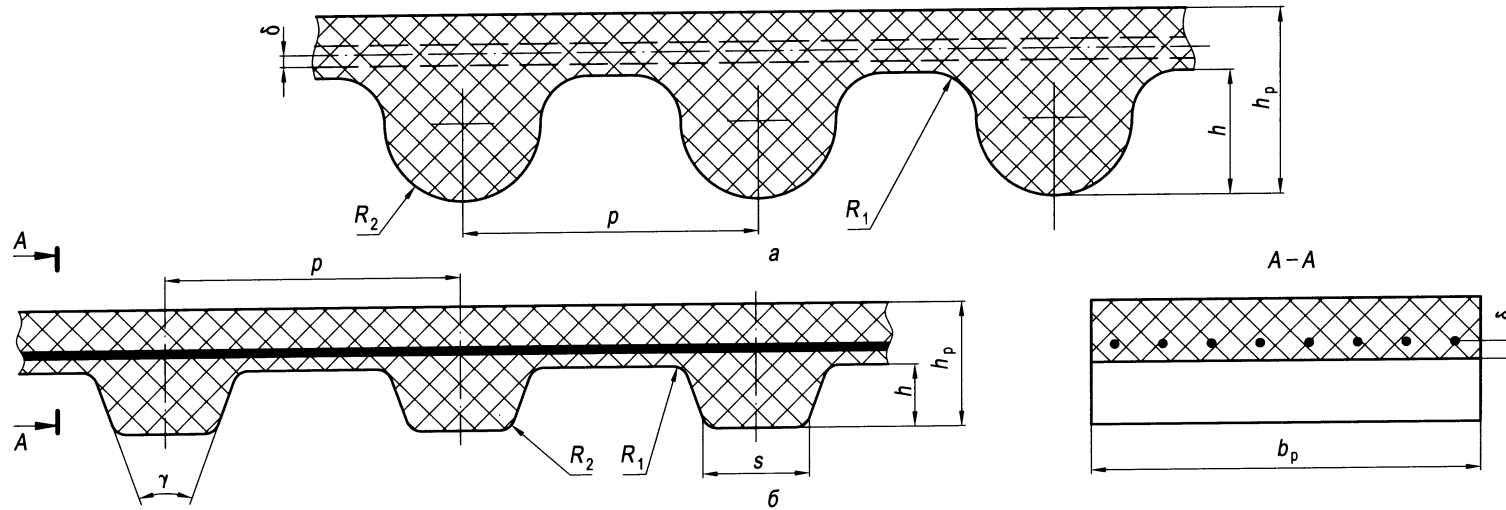


Рис. 9.5.1. Зубчатые ремни с полукруглым (а) и трапецидальным (б) профилем зубьев

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

Таблица 9.5.1. Зубчатые ремни с полукруглым профилем зубьев, мм

m	p	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

m	p	s	h_p	h	δ	R_1	R_2	b_p	γ , град	z
мм										
1,0	3,14	1,0	1,6	0,8	0,4	0,2	0,2	3–12,5	50	40–160
1,5	4,71	1,5	2,2	1,2	0,4	0,3	0,3	3–20	50	40–160
2,0	6,28	1,8	3,0	1,5	0,6	0,4	0,4	8–20	50	40–160
3,0	9,42	3,2	4,0	2,0	0,6	0,5	0,5	12,5–50	40	48–250
4,0	12,57	4,4	5,0	2,5	0,8	1,0	1,0	20–100	40	48–250
5,0	15,71	5,0	6,5	3,5	0,8	1,2	1,2	25–100	40	48–200
7,0	21,99	8,0	11,0	6,0	0,8	1,5	1,2	40–125	40	56–140
10,0	31,42	12,0	15,0	9,0	0,8	2,0	1,5	50–200	40	56–100

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.

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 слоев	D_{\min} при v_p , м/с, не более					
	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

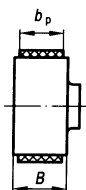


Таблица 9.6.2. Ширина B шкивов и рекомендуемая ширина b_p плоских ремней (ГОСТ 17383-73), мм

B	b_p	B	b_p
16		160	140
20		180	160
25		200	± 2 180
32	± 1	224	200
40		250	224
50		280	250
63		315	280
71		355	315
80		400	± 3 355
90		450	400
100	± 1,5	500	450
112		560	500
125		630	560
140		125	560

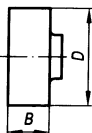


Таблица 9.6.3. Диаметр D и ширина B шкивов для плоских ремней (ГОСТ 17383-73), мм

D	B	D	B
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		

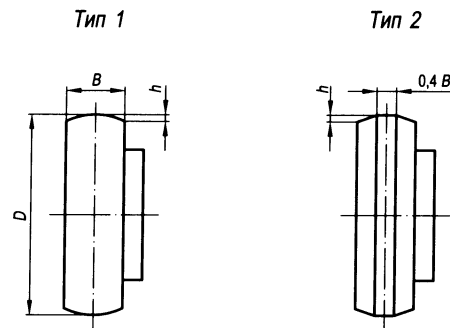
Таблица 9.6.5. Диаметр d посадочного отверстия шкивов для плоских ремней и длина l ступицы по приложению к ГОСТ 17383-73, мм

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

Примечания: 1. Допускается изготавливать 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

D	h при B						
	≤ 125	140; 160	180; 200	224; 250	280; 315	355	≥ 400
	40-112	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
125; 140	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
160; 180	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
200; 224	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
250; 280	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
315; 355	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
400; 450	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
500; 560	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
630; 710	1,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
800; 900	1,0	1,5	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5
1000	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0
1120	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0	3,5
1250	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	3,5
1400	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,0
1600	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
1800	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	5,0
2000	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0



9.7. Шкивы клиновых и поликлиновых ременных передач

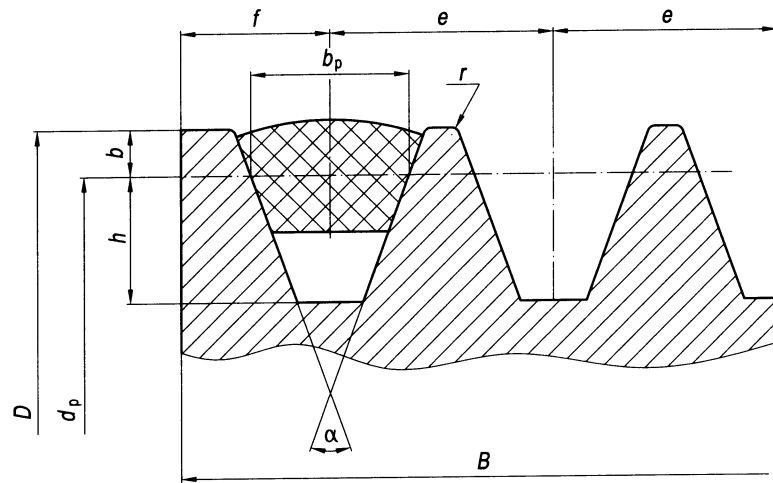


Рис. 9.7.1. Сечение шкива для клиновых передач

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

Обозначение сечения ремня	b_p	b не менее	h	e	f	r	d_p для угла α канавки				$d_{p \min}$
							34°	36°	38°	40°	
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)
B	14	4,2	10,3	19,0	12,5	1,0	125–160	180–224	250–500	≥ 560	125
C	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
E	32	9,6	23,4	44,5	29,0	2,0	–	500–560	630–1120	≥ 1250	500

Примечания: 1. Номинальный расчетный диаметр d_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; $D = d_p + 2b$.

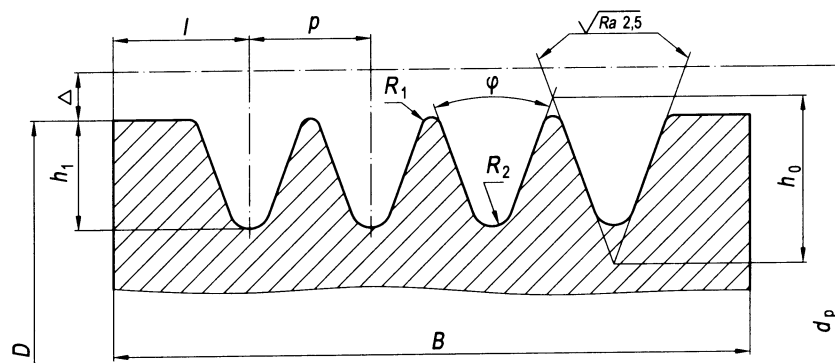


Рис. 9.7.2. Сечение шкива для поликлиновых передач

Таблица 9.7.2. Основные размеры шкивов для поликлиновых передач, мм

Обозначение сечения ремня	p	h_1	h_0	R_1	R_2	Δ	l , не менее	δp_{Σ}	$d_{p \min}$
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. $B = (z - 1)p + 2l$; $d_p = D + 2\Delta$; $\varphi = 40^\circ \pm 30'$.

9.8. Шкивы клиноременных вариаторов

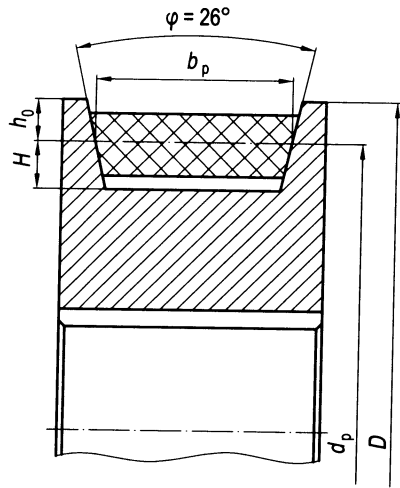


Рис. 9.8.1. Шкив постоянного диаметра

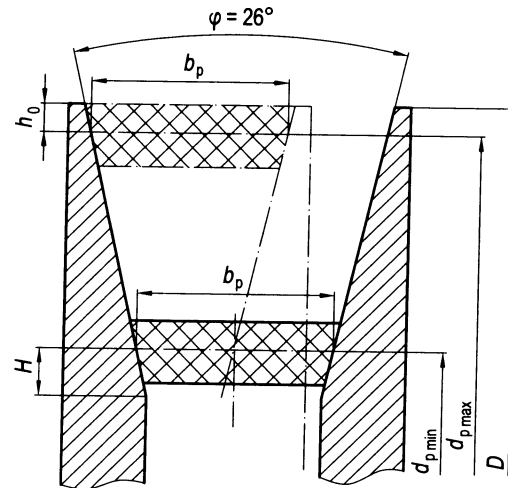


Рис. 9.8.2. Шкив с принудительным перемещением полушківов

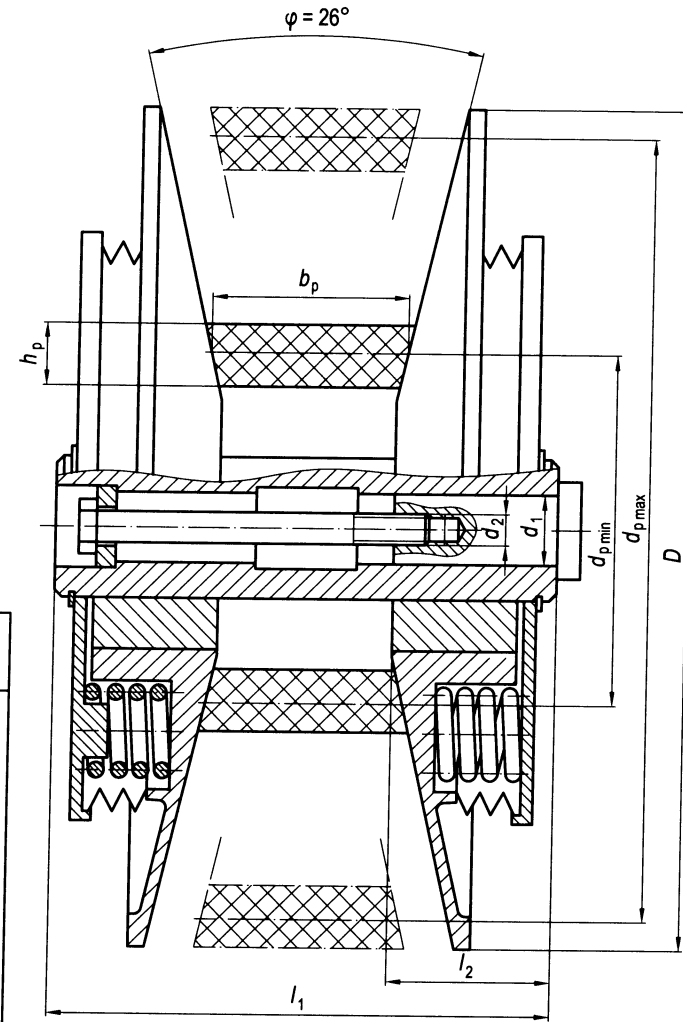


Рис. 9.8.3. Шкив с автоматическим поджатием полушківов пружинами

Таблица 9.8.1. Размеры шкивов, мм

Обозначение сечения ремня	b_p	h_0		H	D	d_1	d_2	d_p		l_1	l_2
		не менее						max	min		
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	

9.9. Шкивы зубчато-ременных передач

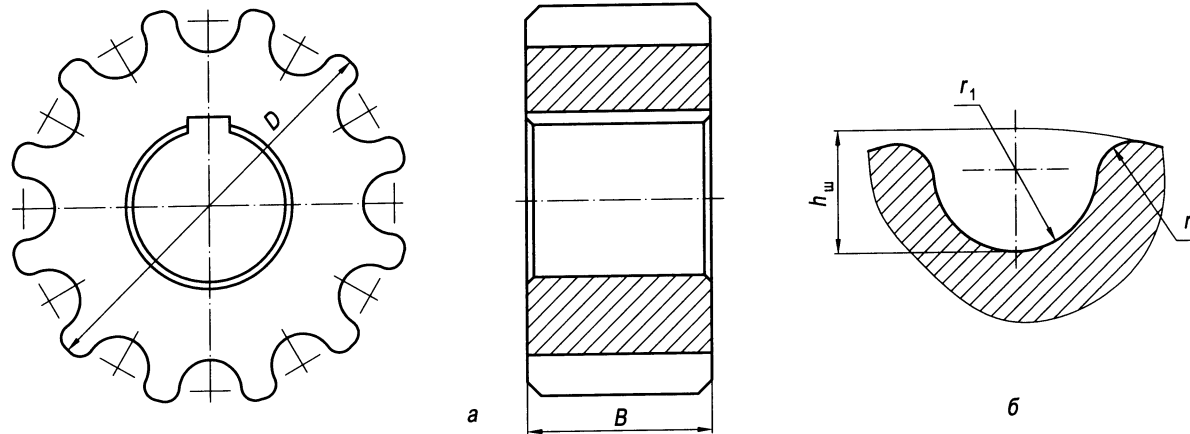


Таблица 9.9.1. Размеры впадин шкива зубчато-ременной передачи с зубьями полукруглого профиля, мм

m	r_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 (а) и его сечение (б)

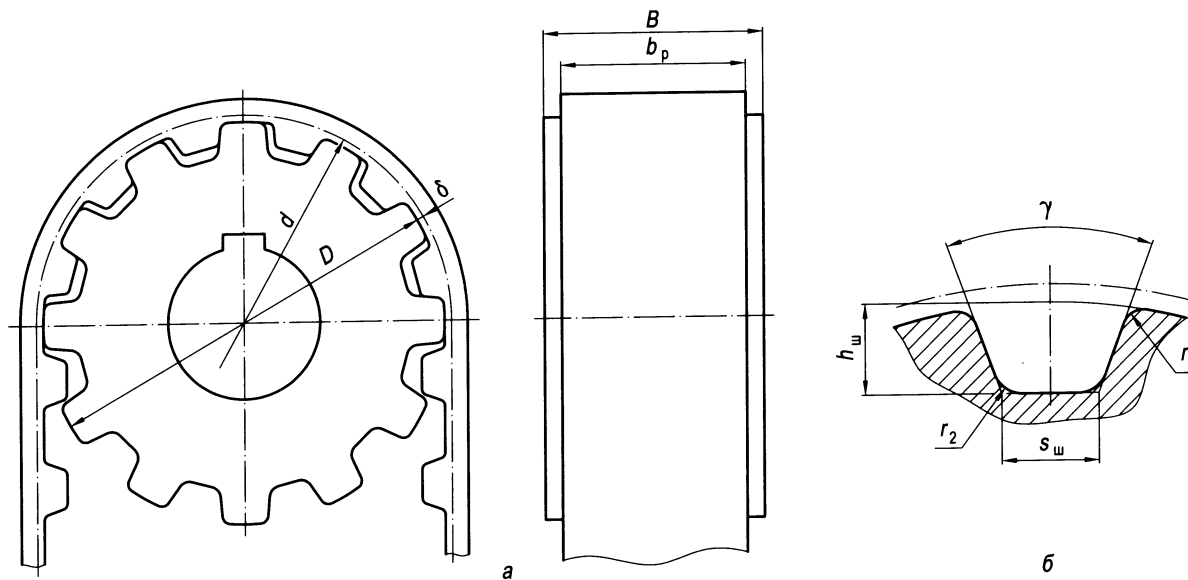


Таблица 9.9.2. Размеры впадин шкива зубчато-ременной передачи с зубьями трапецидального профиля (ОСТ 38.05114-76)

m	$s_{ш}$	$h_{ш}$	r_1	r_2	γ , град	Число зубьев шкива $Z_{ш}$
мм						
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
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
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

Рис. 9.9.2. Шкив зубчато-ременной передачи с зубьями трапецидального профиля (а) и его сечение (б):
 $d = m z_{ш}$; $D = d - 2\delta \pm K$, где K – поправка, учитывающая податливость ремня; $B = b_p + m$

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.

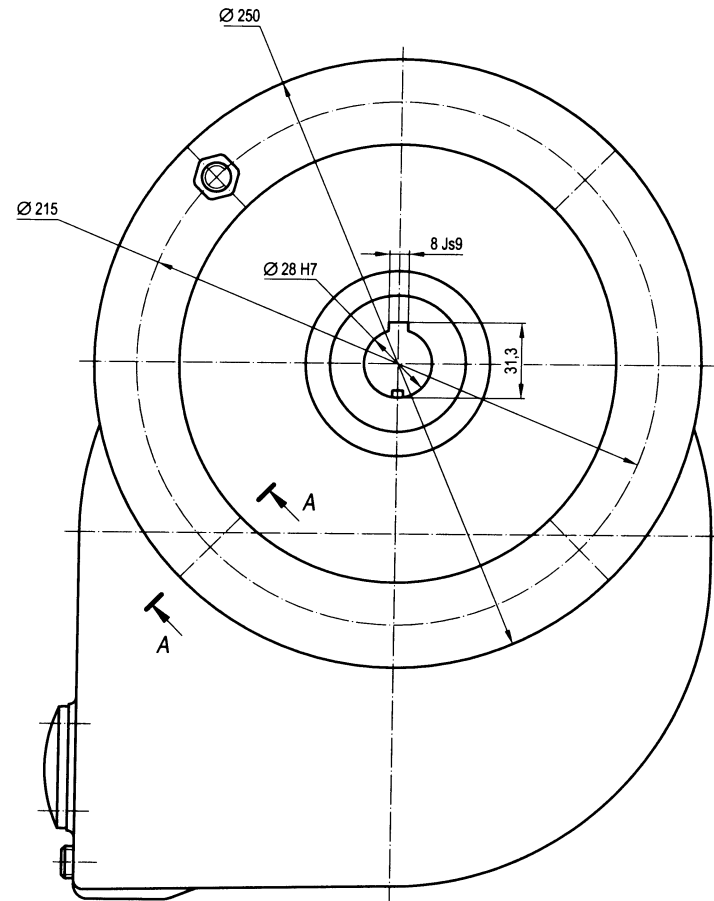
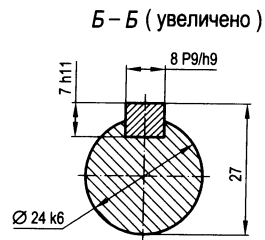
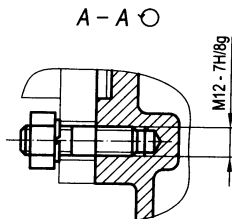
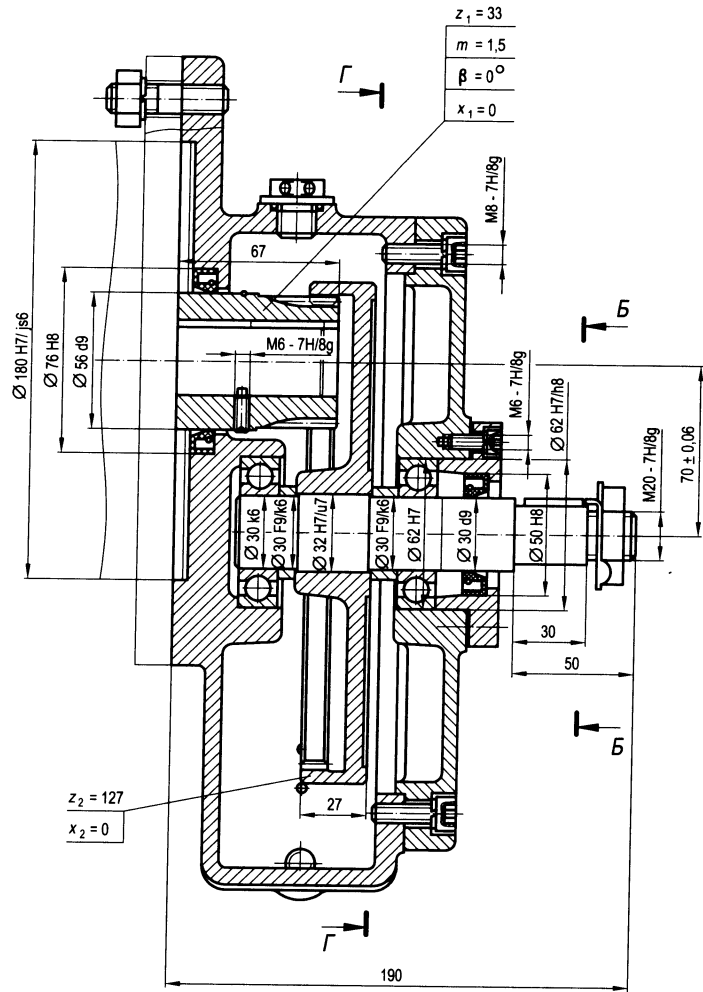
10.13. Редуктор коническо-цилиндрический. Этот редуктор служит для передачи движения между валами, оси которых перпендикулярны, и имеет горизонтальную плоскость разъема. Опоры валов конической передачи должны обладать высокой жесткостью, поэтому на быст-

роходном и промежуточном валах применяют роликовые конические подшипники. На быстроходном валу подшипники установлены враспор 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.

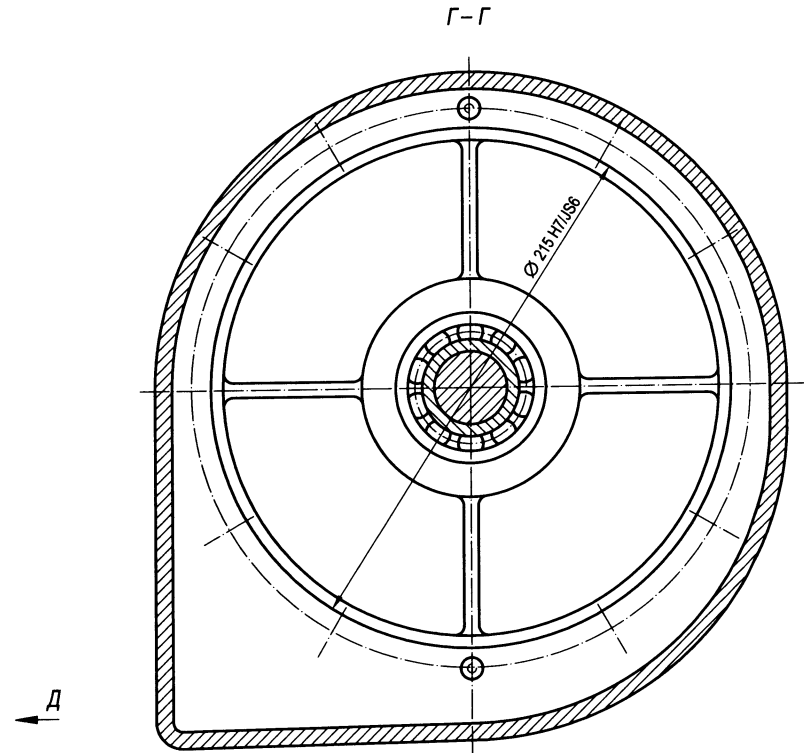
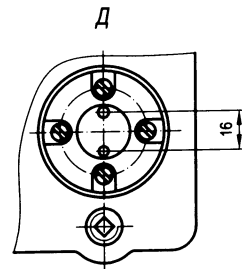
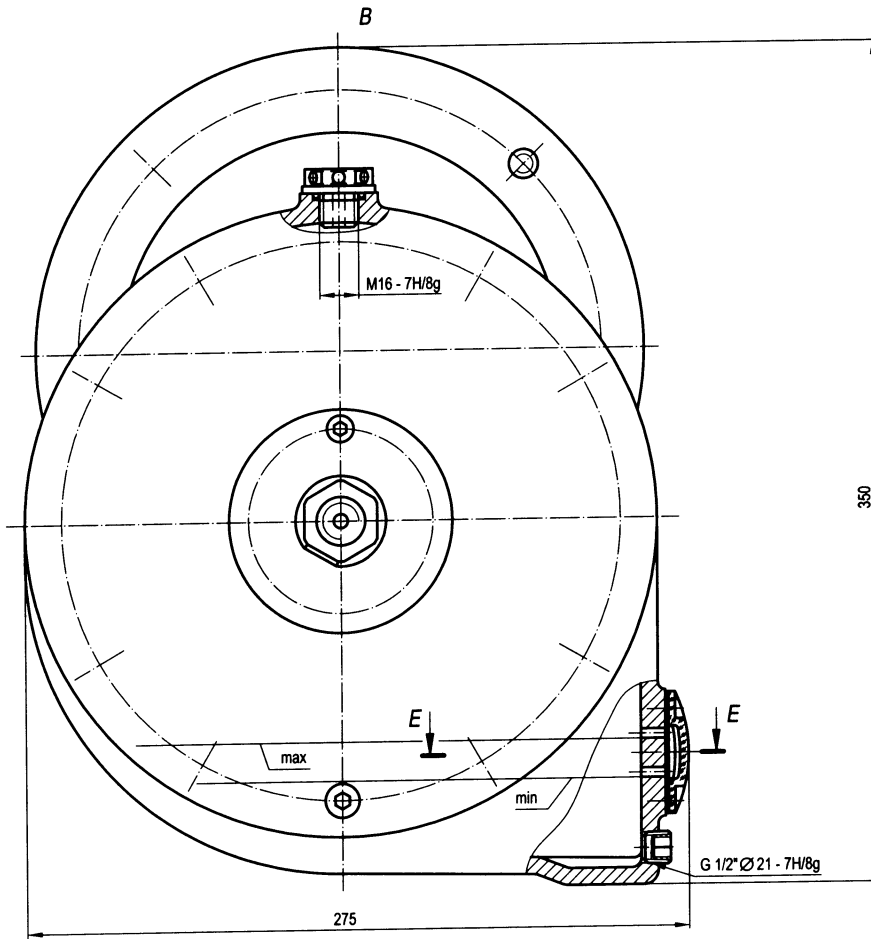
10.1. Редуктор одноступенчатый цилиндрический



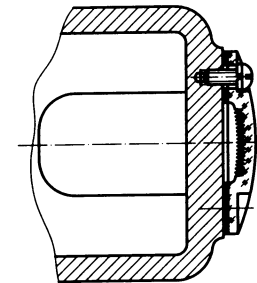
Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
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, не более

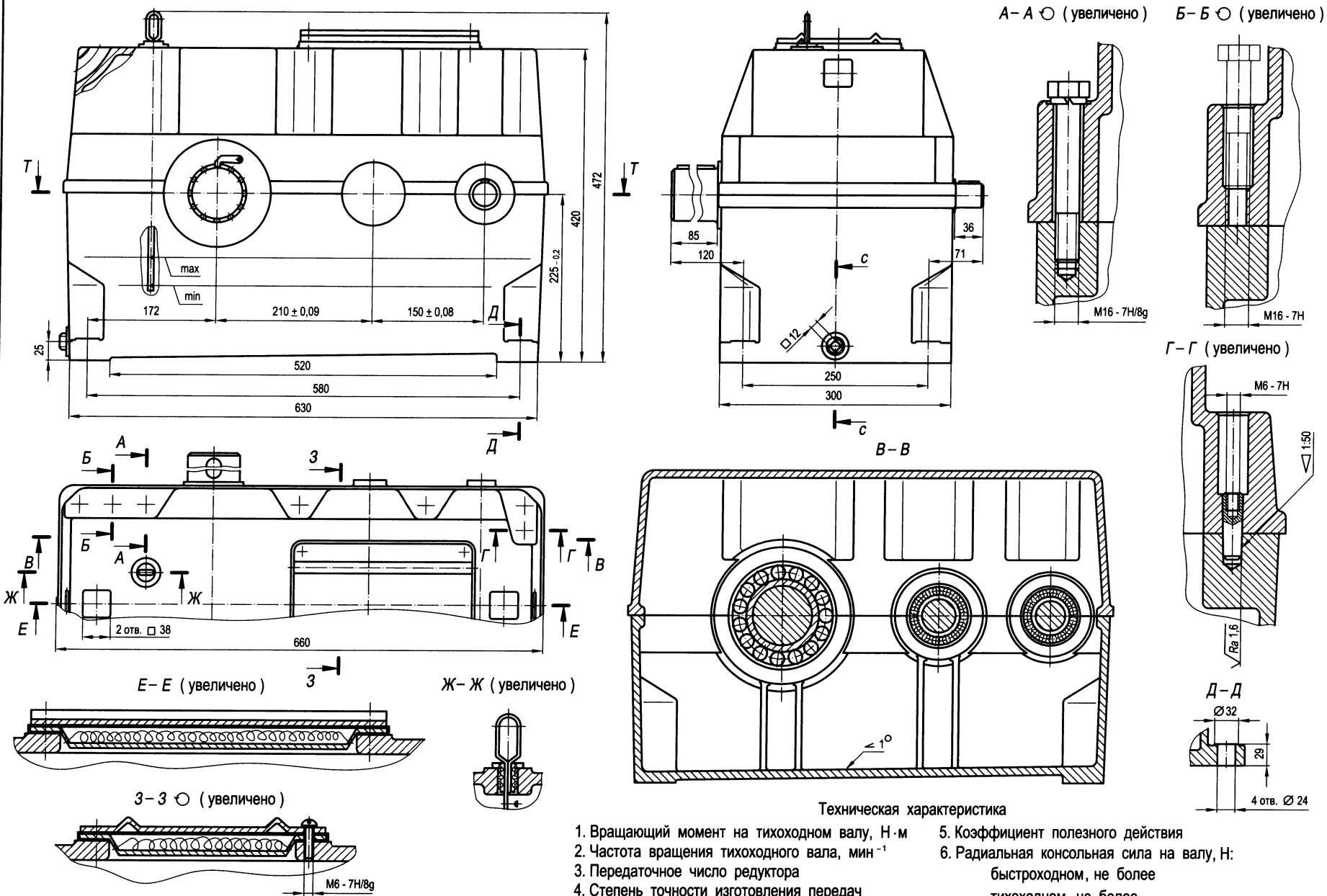
10.1. Редуктор одноступенчатый цилиндрический (окончание)



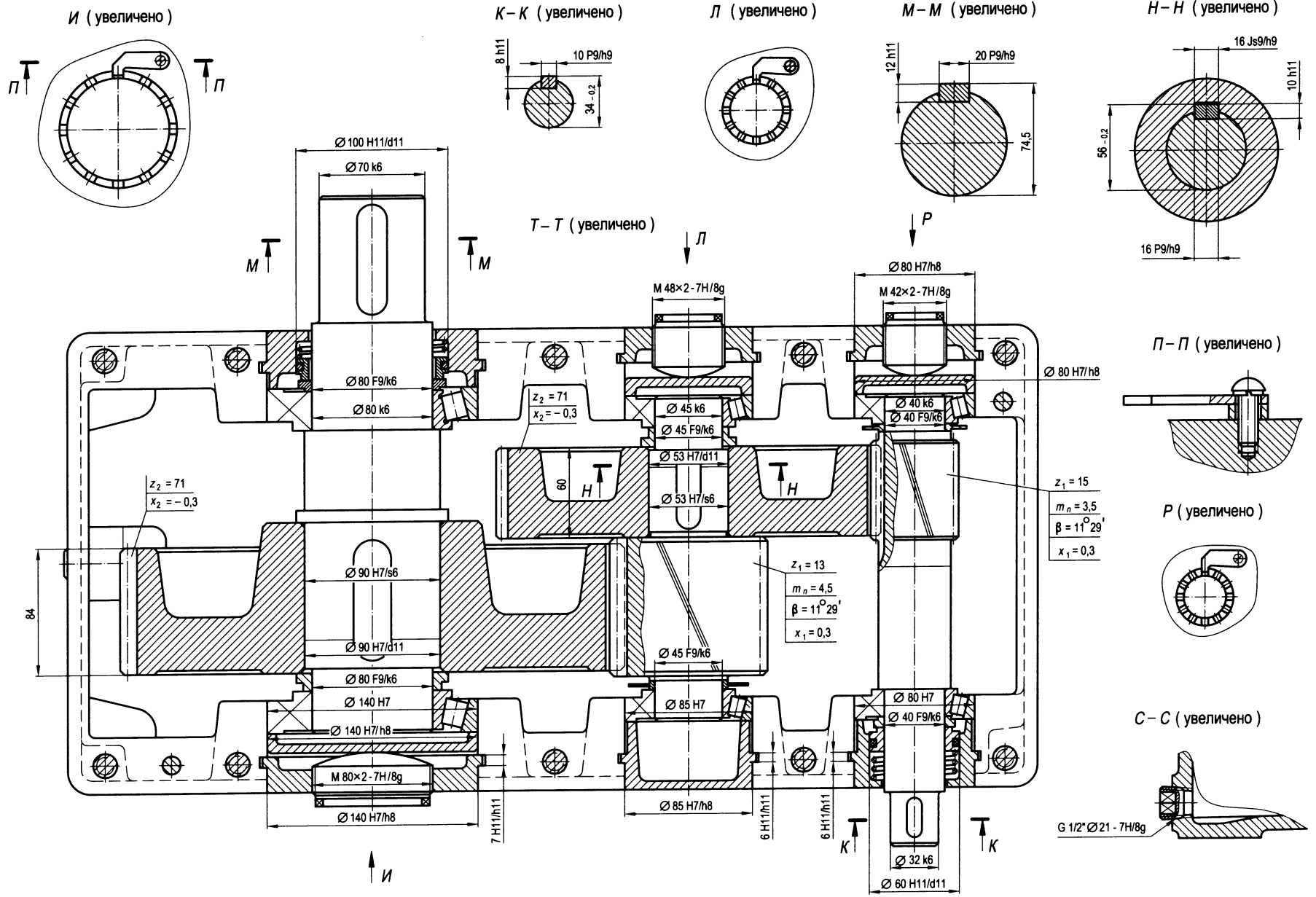
E - E (увеличено)



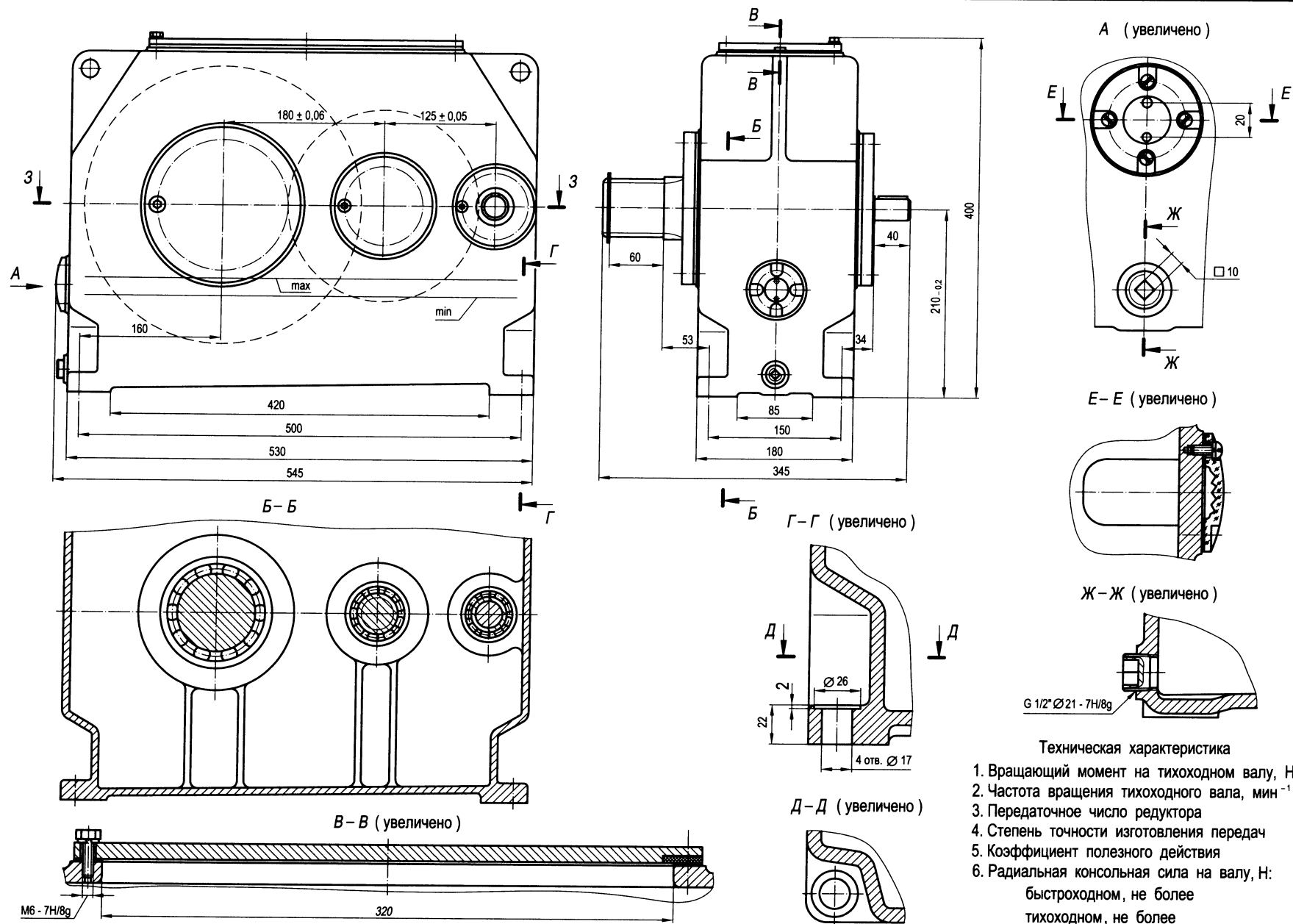
10.2. Редуктор двухступенчатый цилиндрический, выполненный по развернутой схеме



10.2. Редуктор двухступенчатый цилиндрический, выполненный по развернутой схеме (окончание)



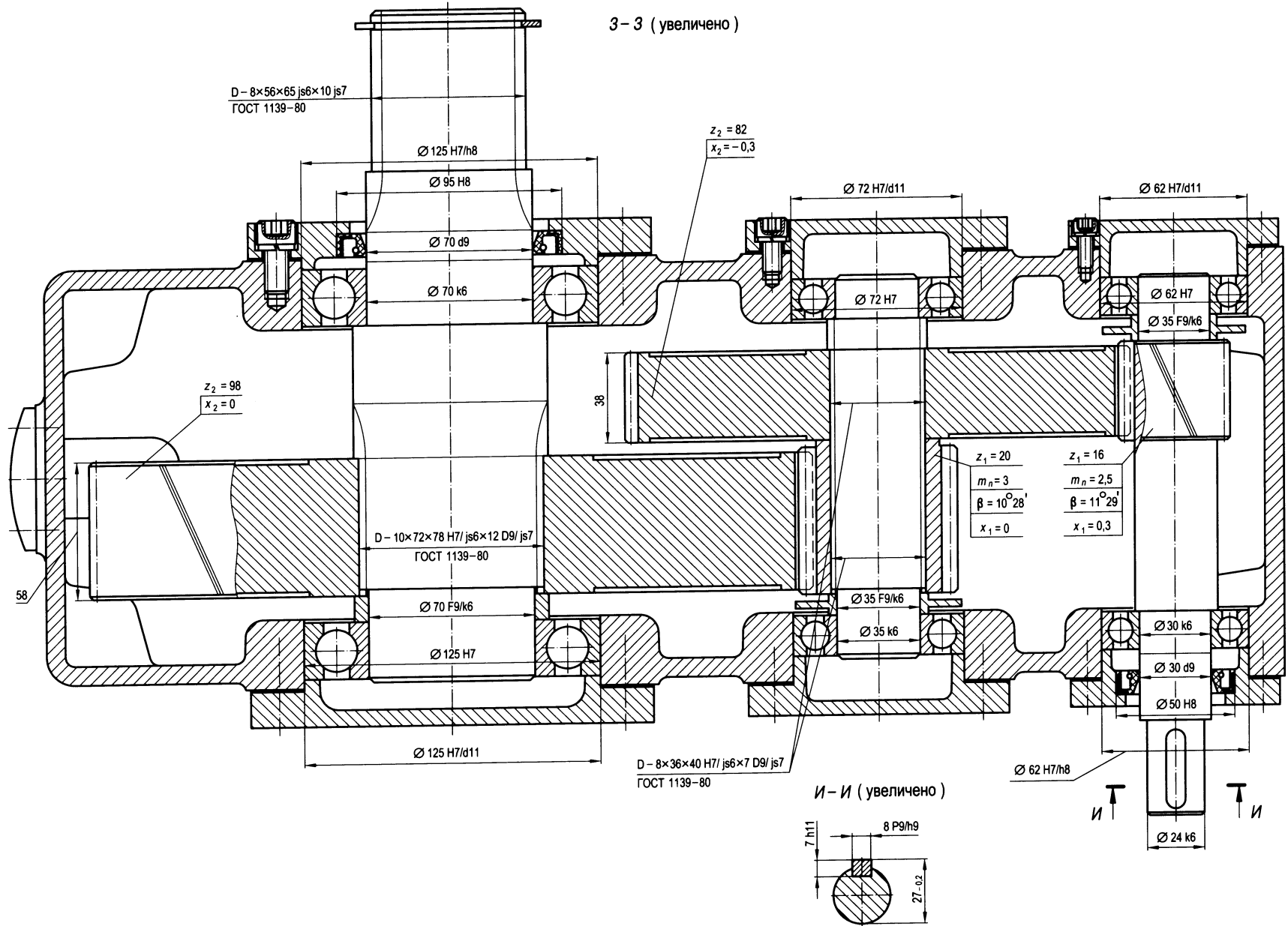
10.3. Редуктор двухступенчатый цилиндрический, выполненный по развернутой схеме с корпусом без разреза



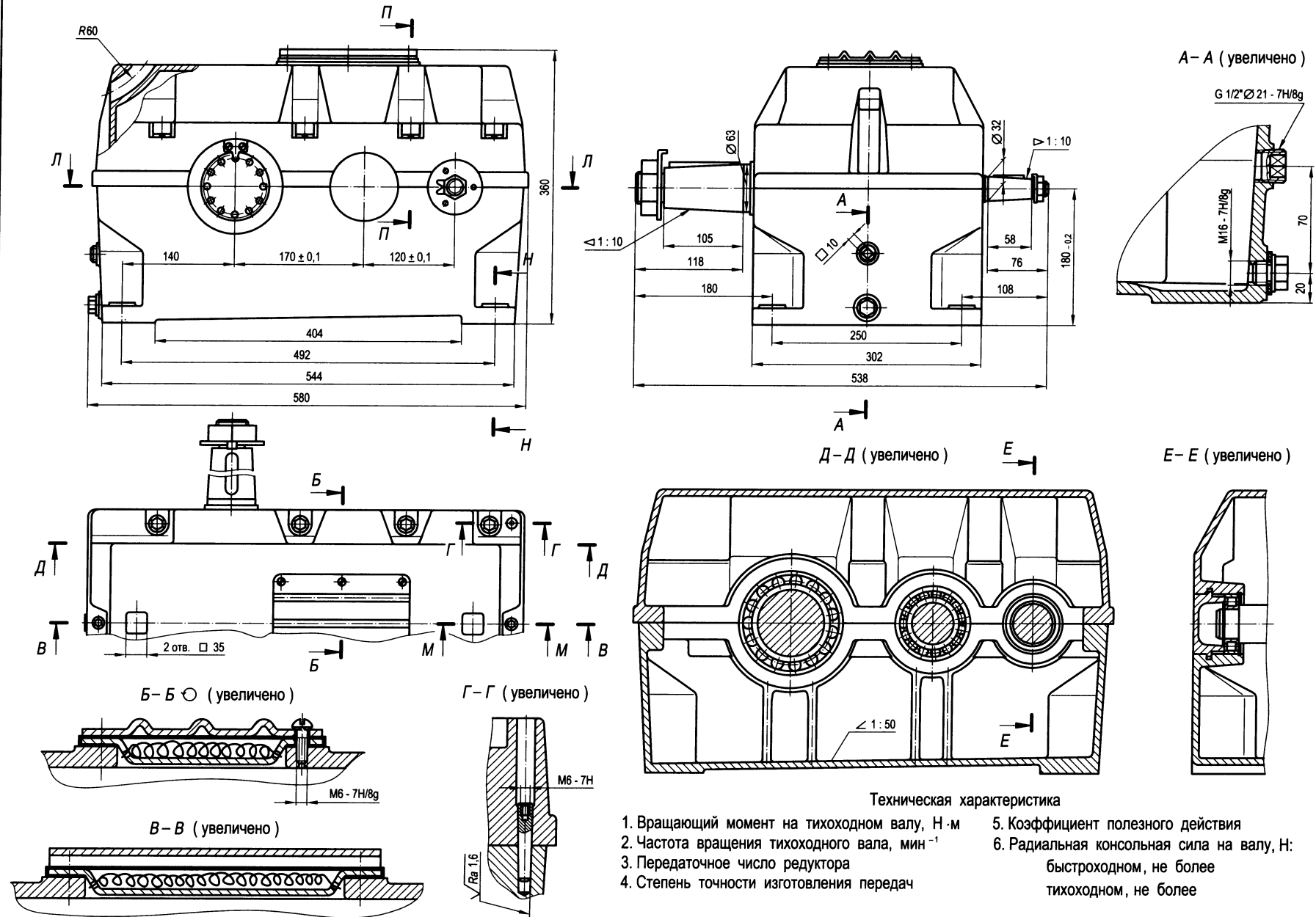
Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
2. Частота вращения тихоходного вала, мин⁻¹
3. Передаточное число редуктора
4. Степень точности изготовления передач
5. Коэффициент полезного действия
6. Радиальная консольная сила на валу, Н:
 быстроходном, не более
 тихоходном, не более

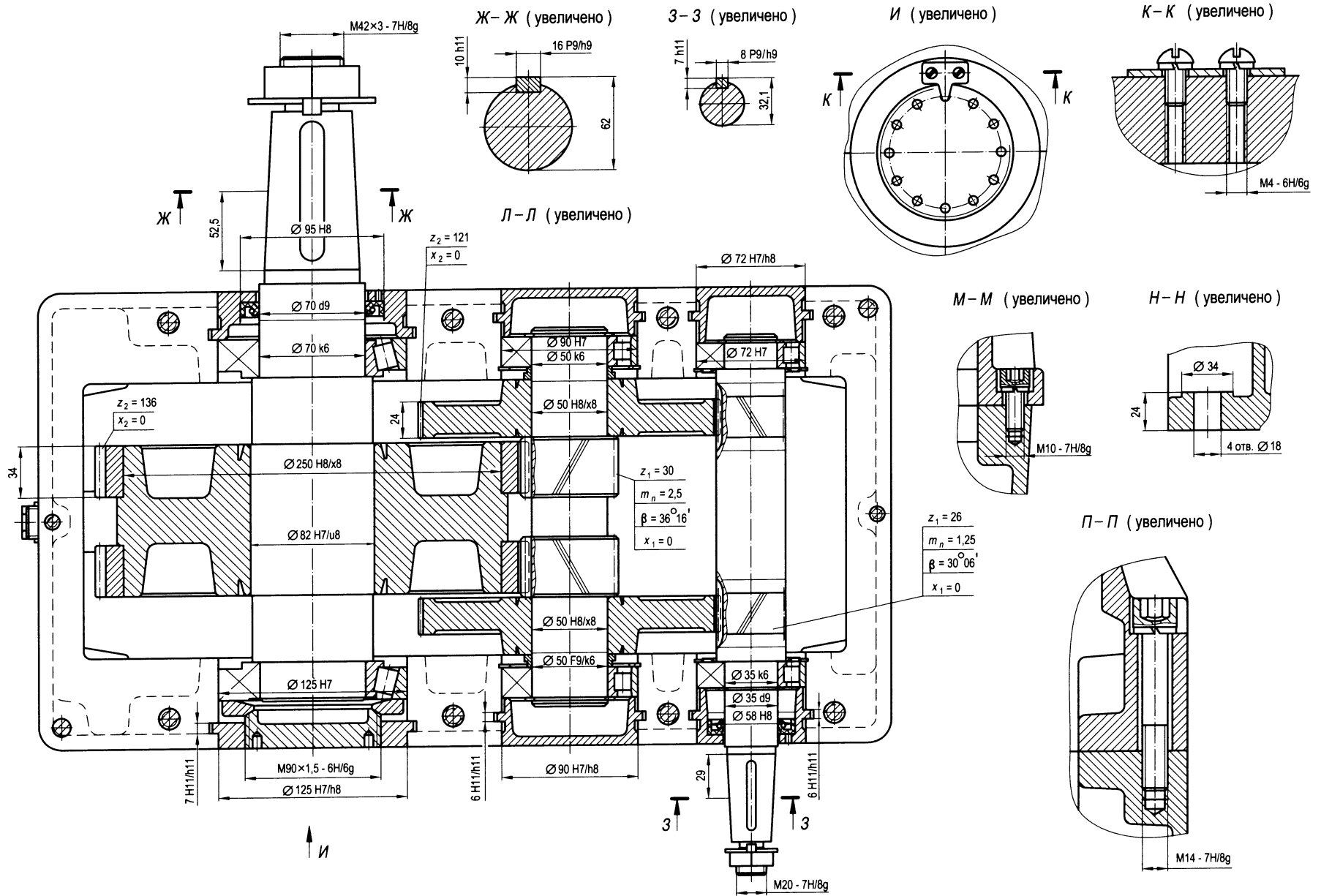
10.3. Редуктор двухступенчатый цилиндрический, выполненный по развернутой схеме с корпусом без разъема (окончание)



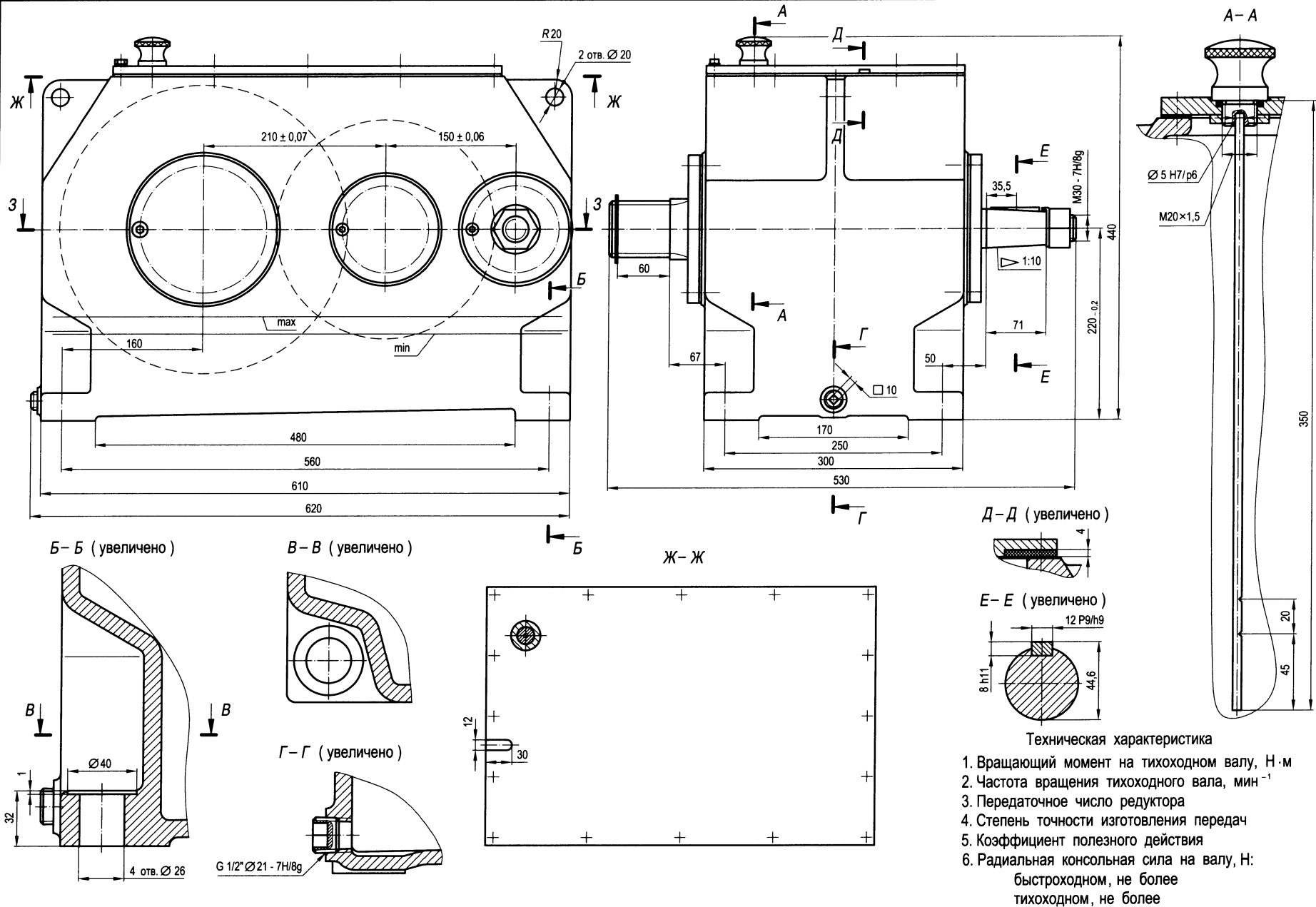
10.4. Редуктор двухступенчатый цилиндрический с шевронными колесами



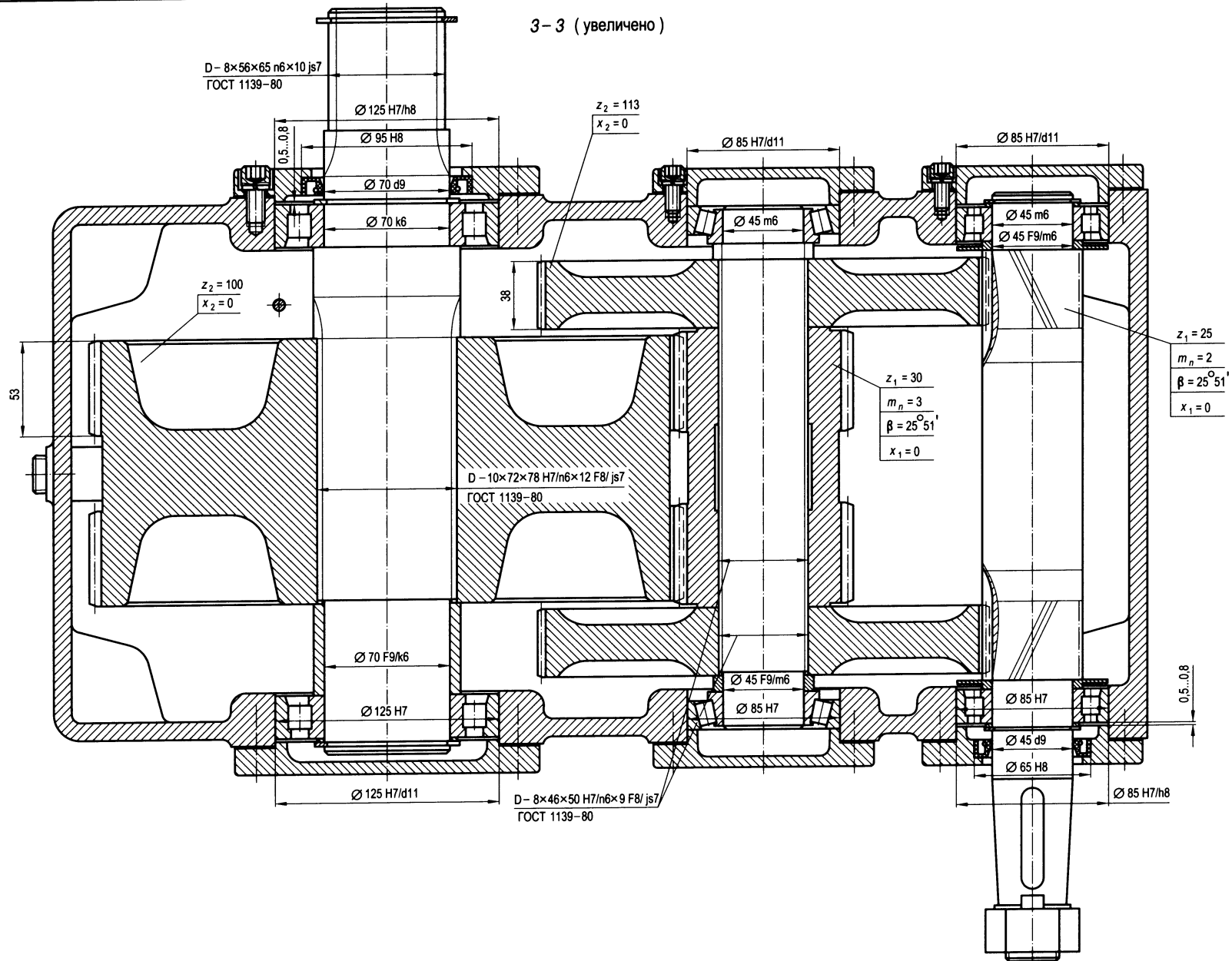
10.4. Редуктор двухступенчатый цилиндрический с шевронными колесами (окончание)



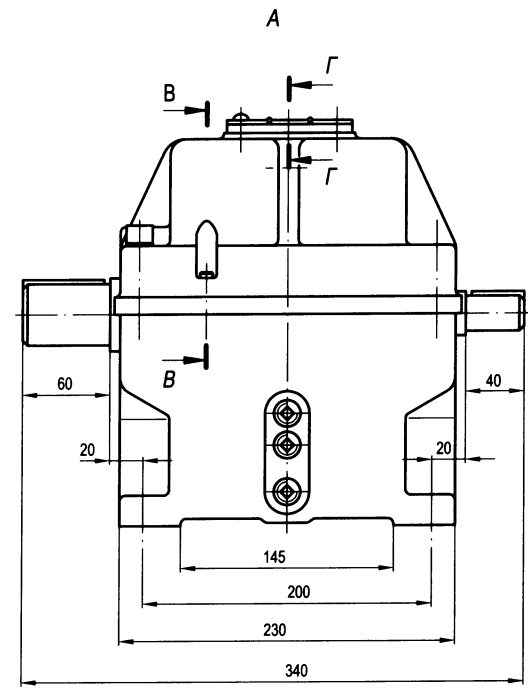
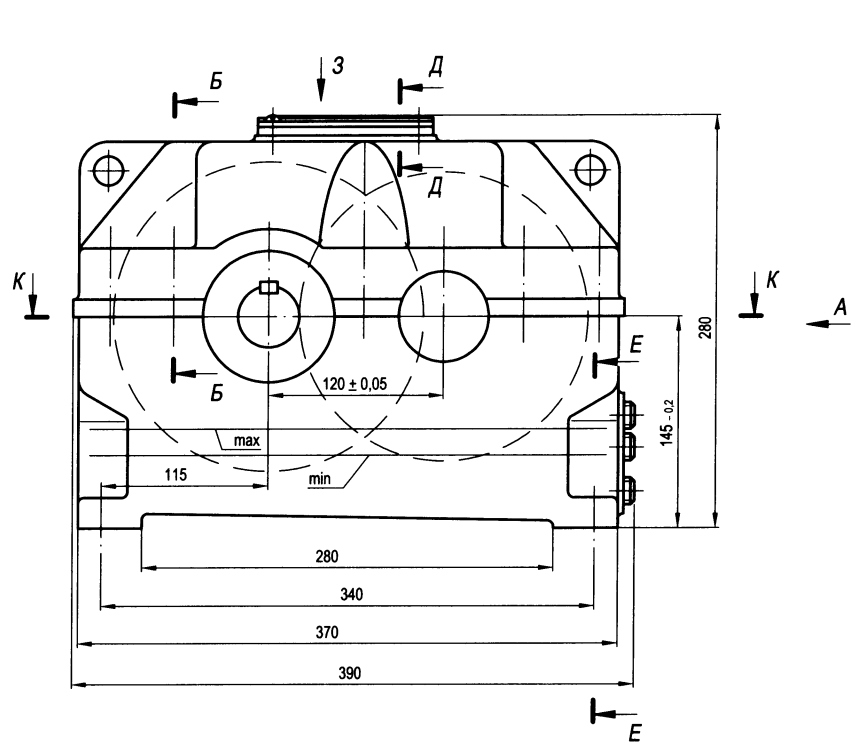
10.5. Редуктор двухступенчатый цилиндрический с шевронными колесами и корпусом без разъема



10.5. Редуктор двухступенчатый цилиндрический с шевронными колесами с корпусом без разъема (окончание)



10.6. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный



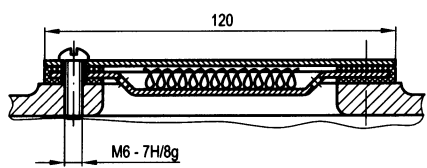
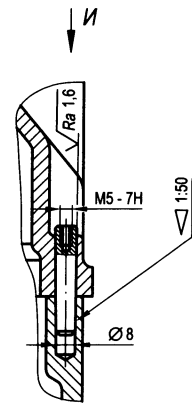
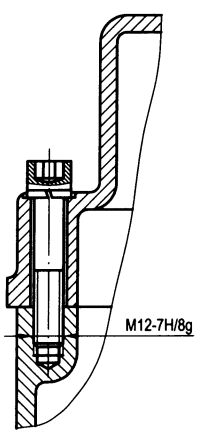
Б-Б (увеличено)

В-В (увеличено)

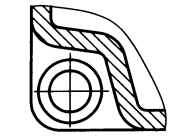
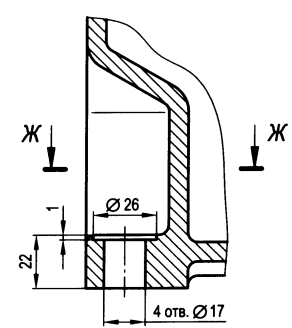
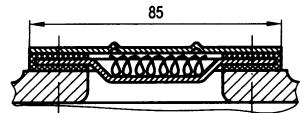
Г-Г (увеличено)

Е-Е (увеличено)

Ж-Ж (увеличено)



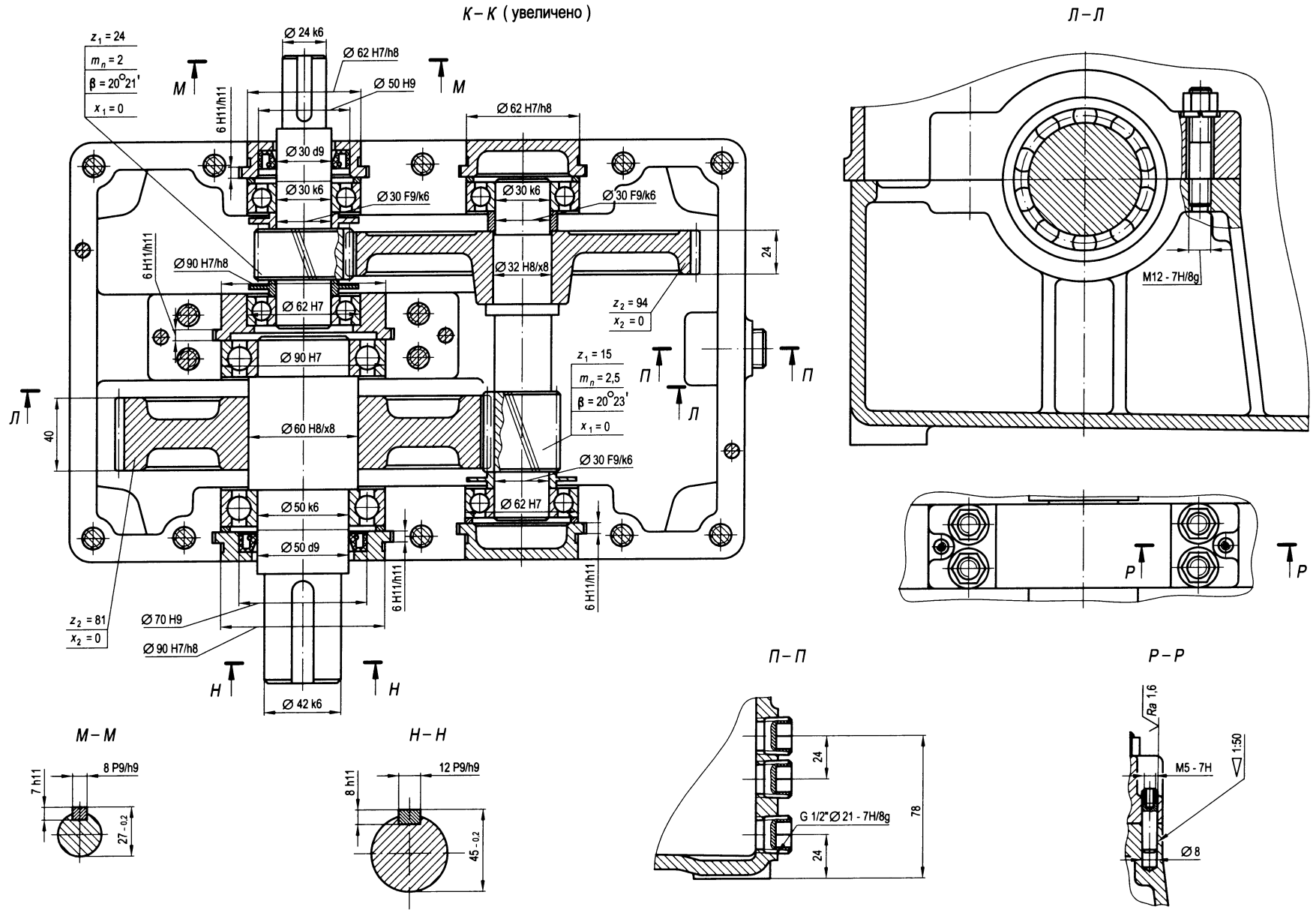
Д-Д (увеличено)



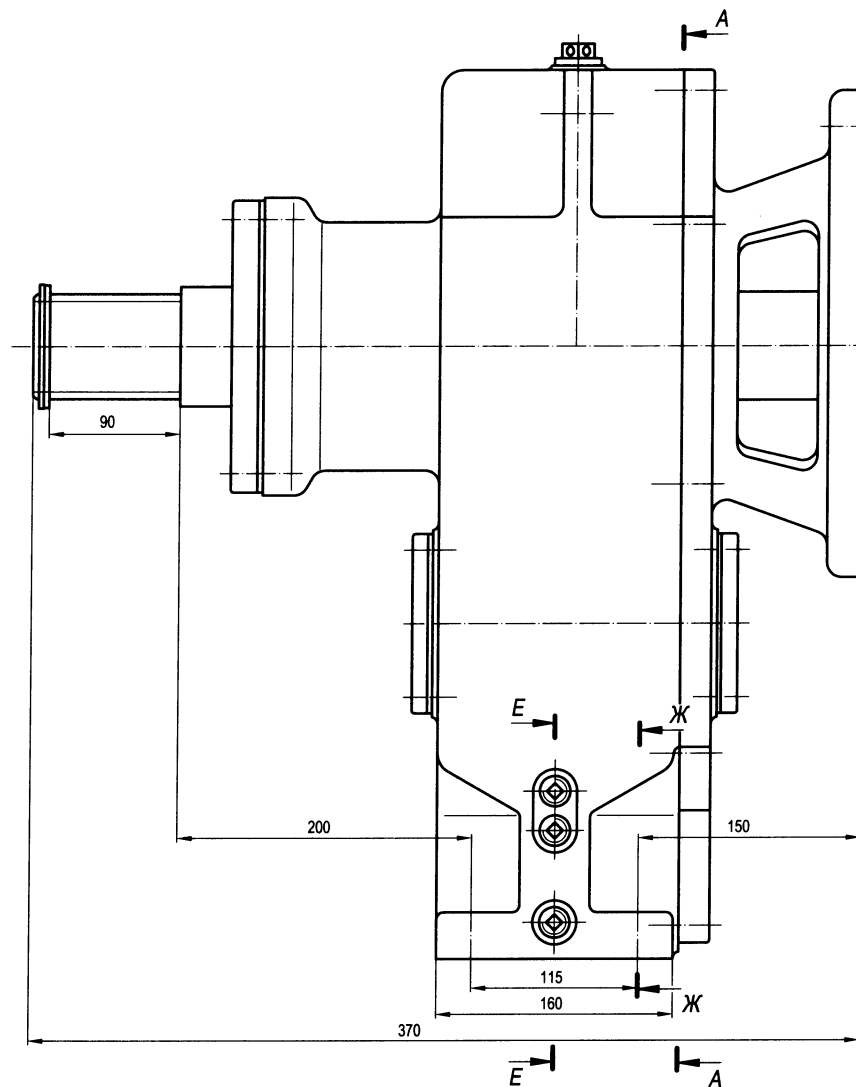
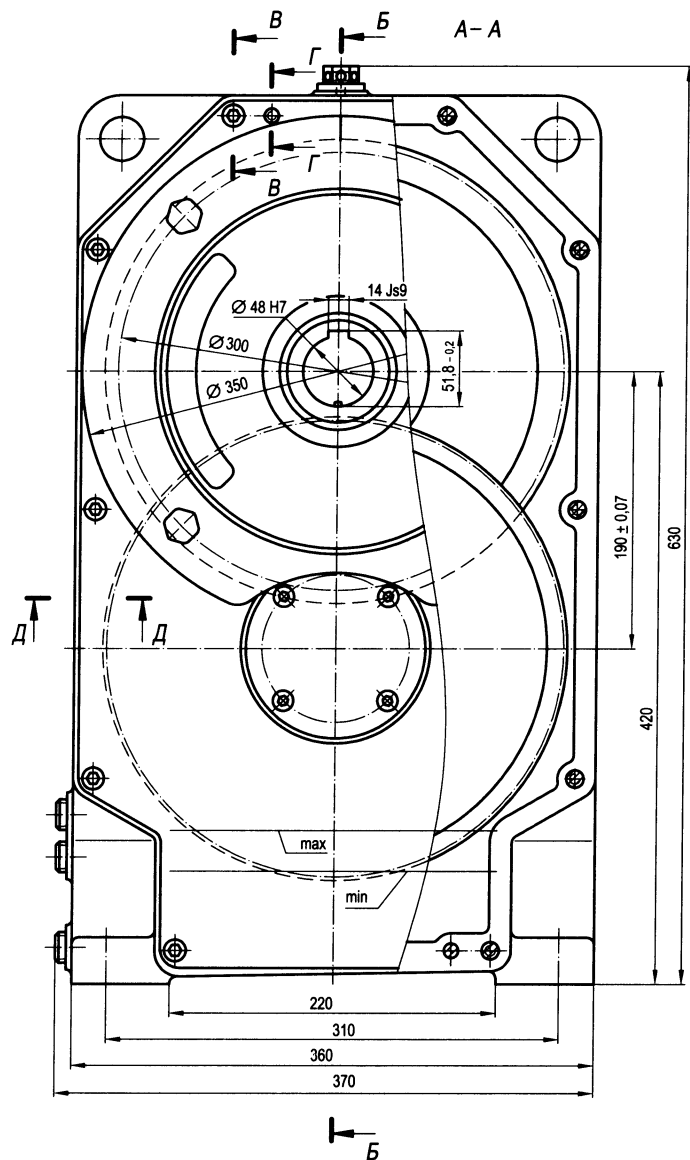
Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
2. Частота вращения тихоходного вала, мин⁻¹
3. Передаточное число редуктора
4. Степень точности изготовления передач
5. Коэффициент полезного действия
6. Радиальная консольная сила на валу, Н:
быстроходном, не более
тихоходном, не более

10.6. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный (окончание)



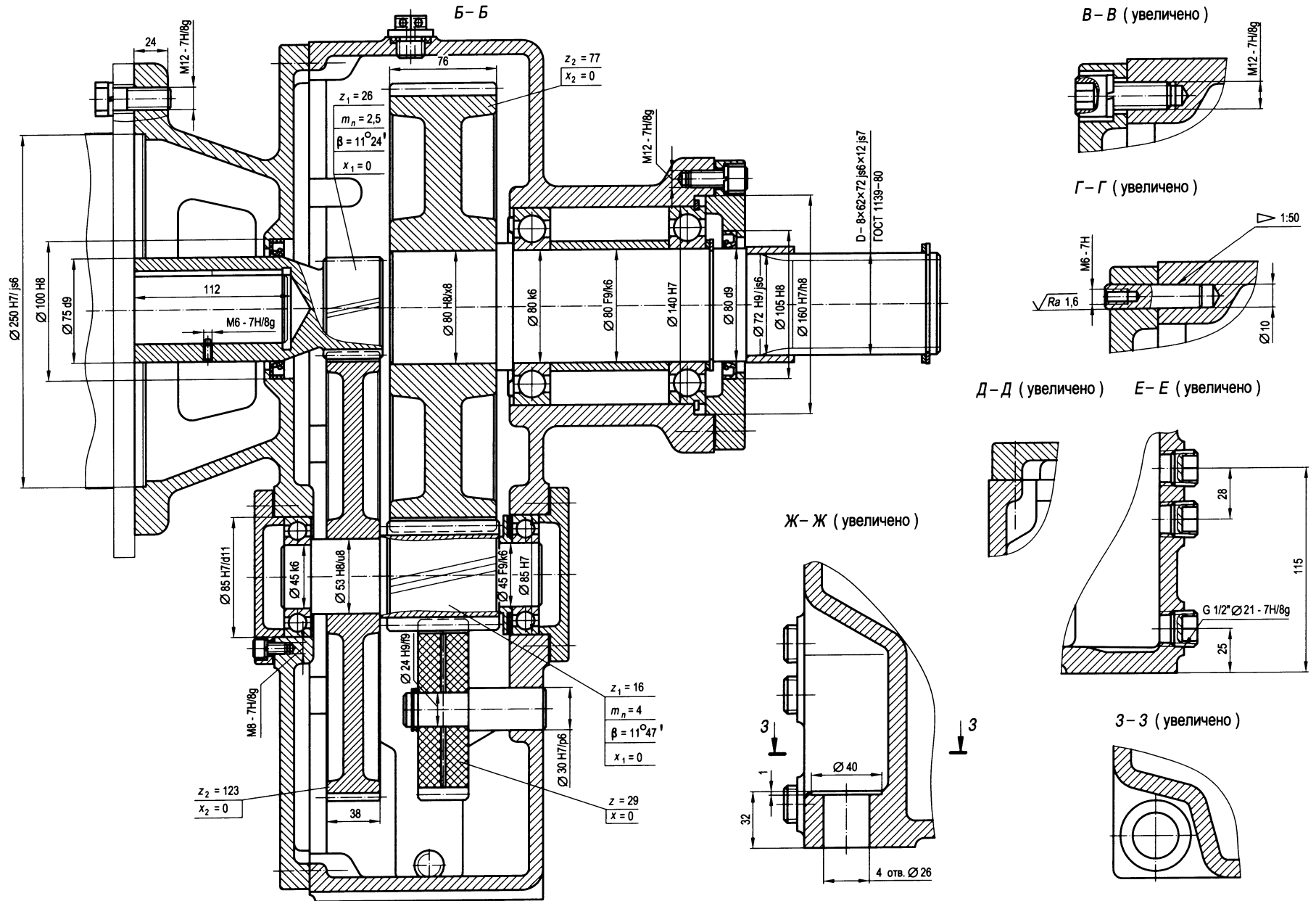
10.7. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с осями валов, расположенными в вертикальной плоскости



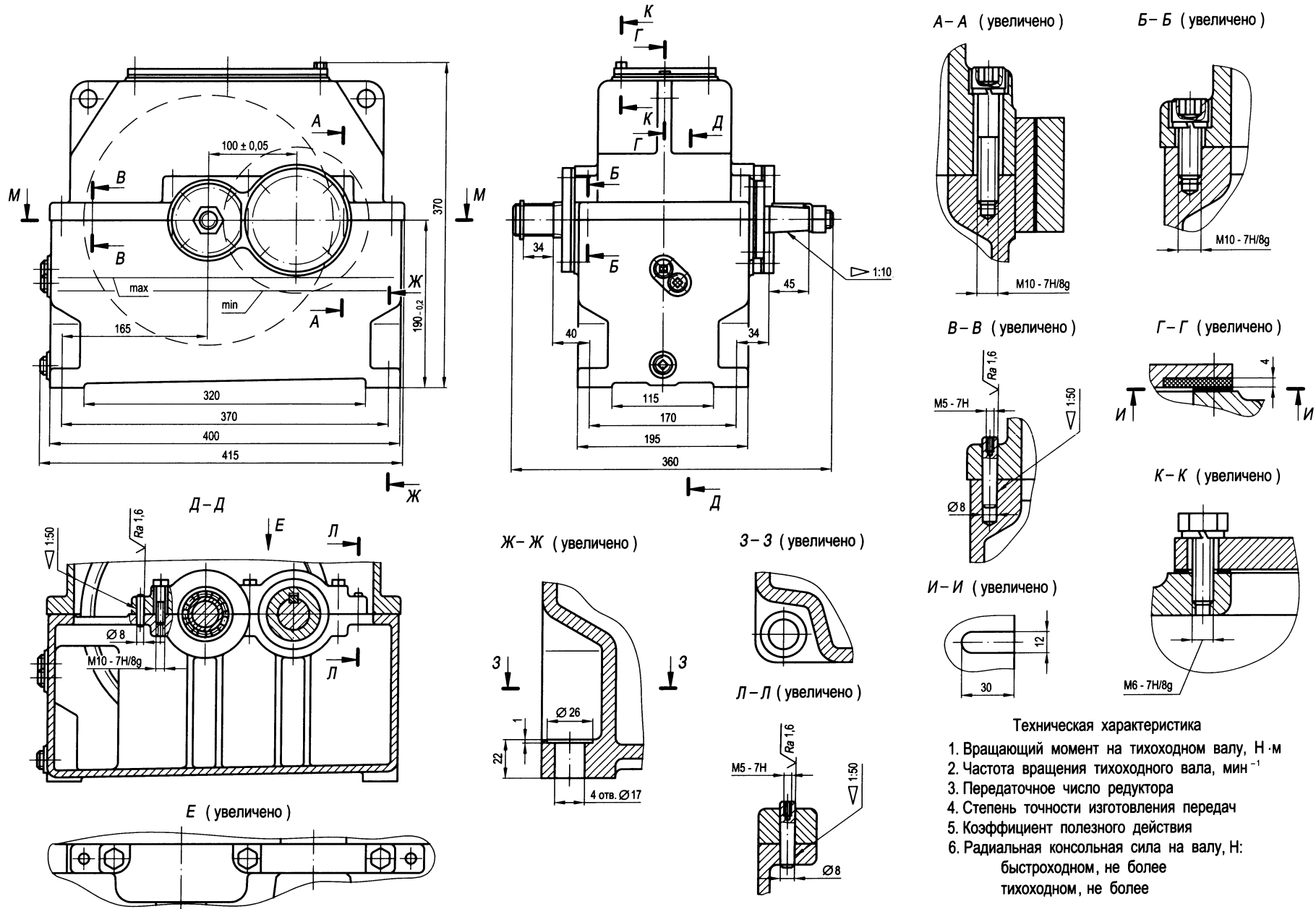
Техническая характеристика

- | | |
|---|---|
| 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 | |

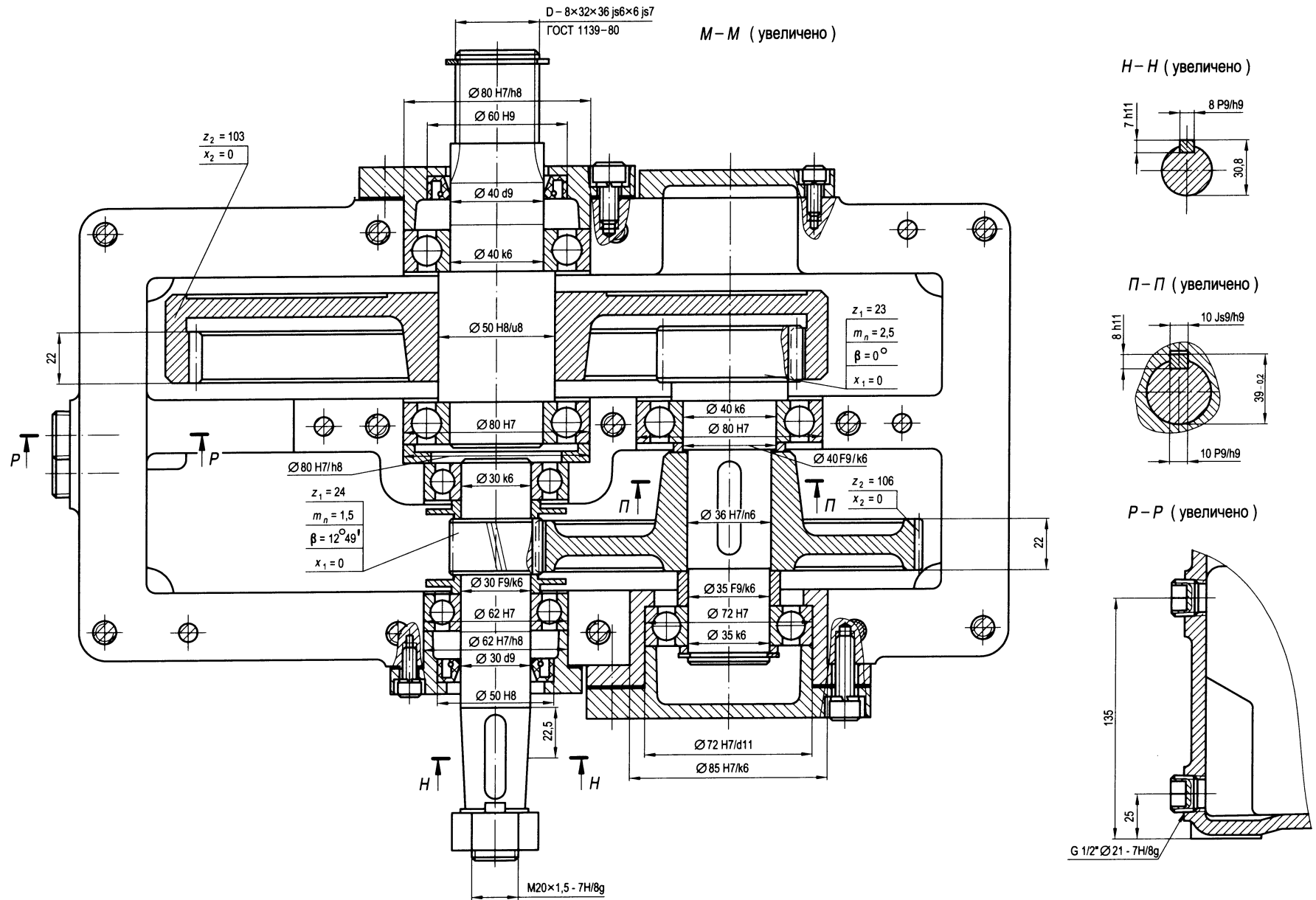
10.7. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с осями валов, расположенными в вертикальной плоскости (окончание)



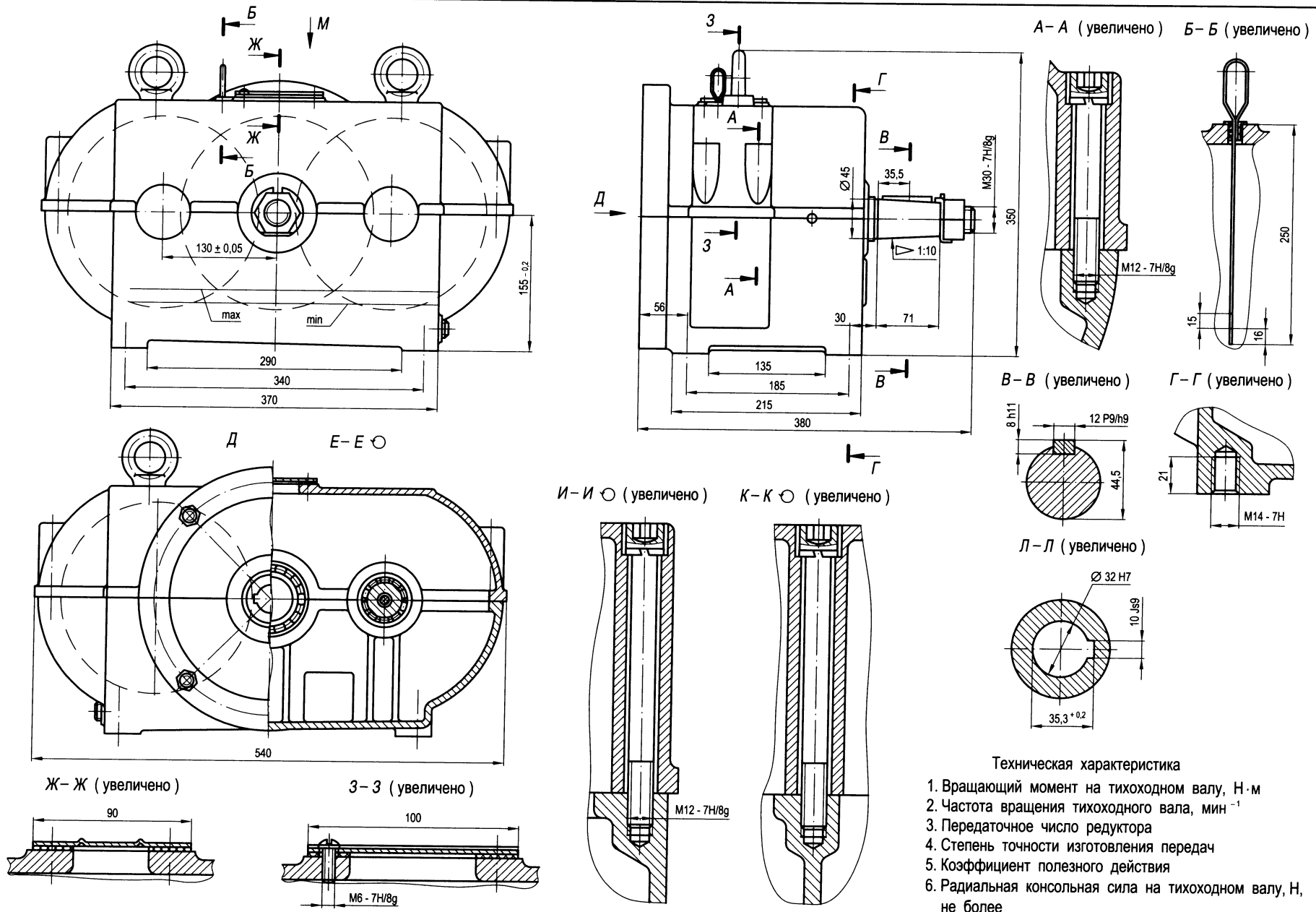
10.8. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления



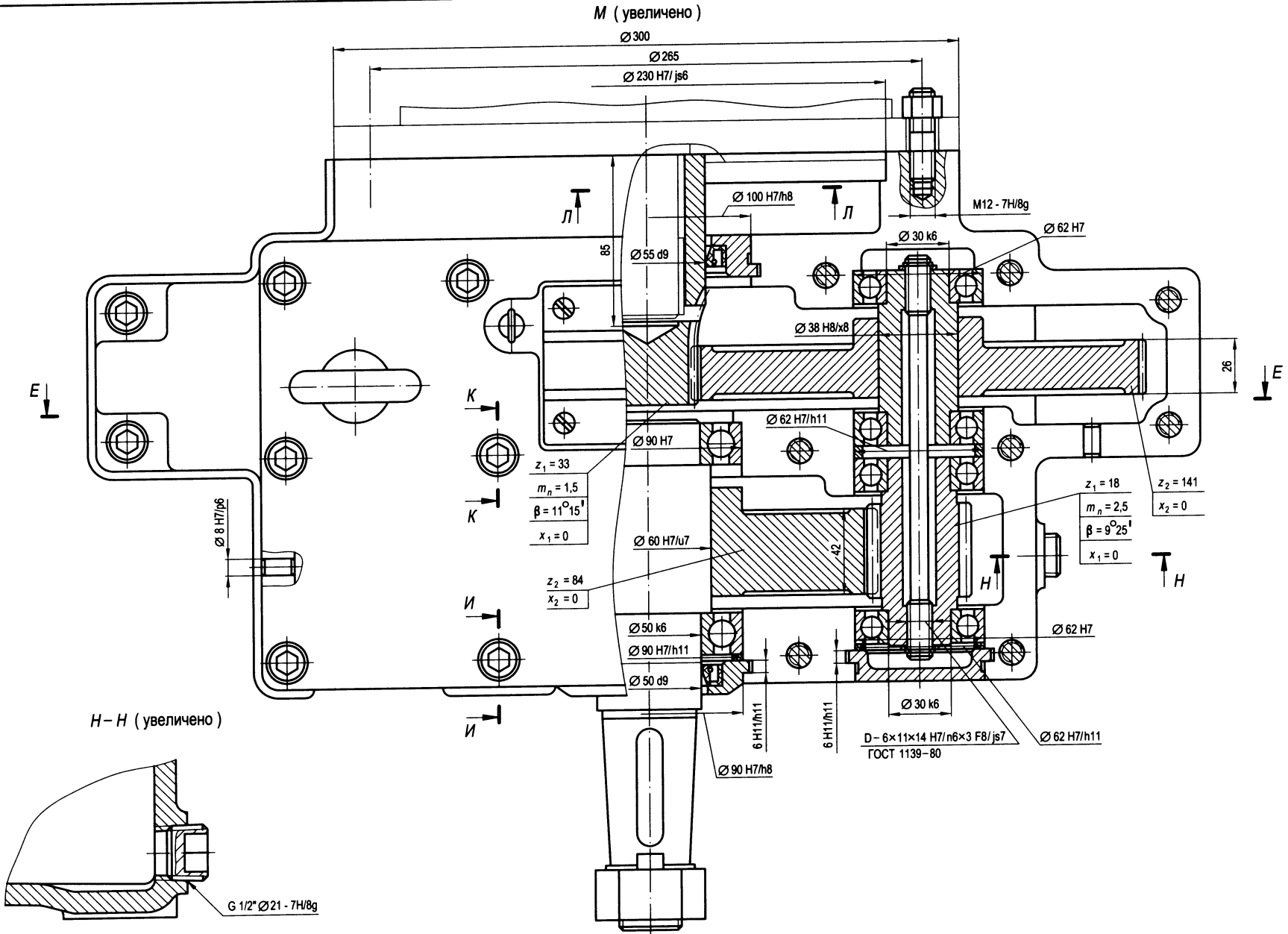
10.8. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления (окончание)



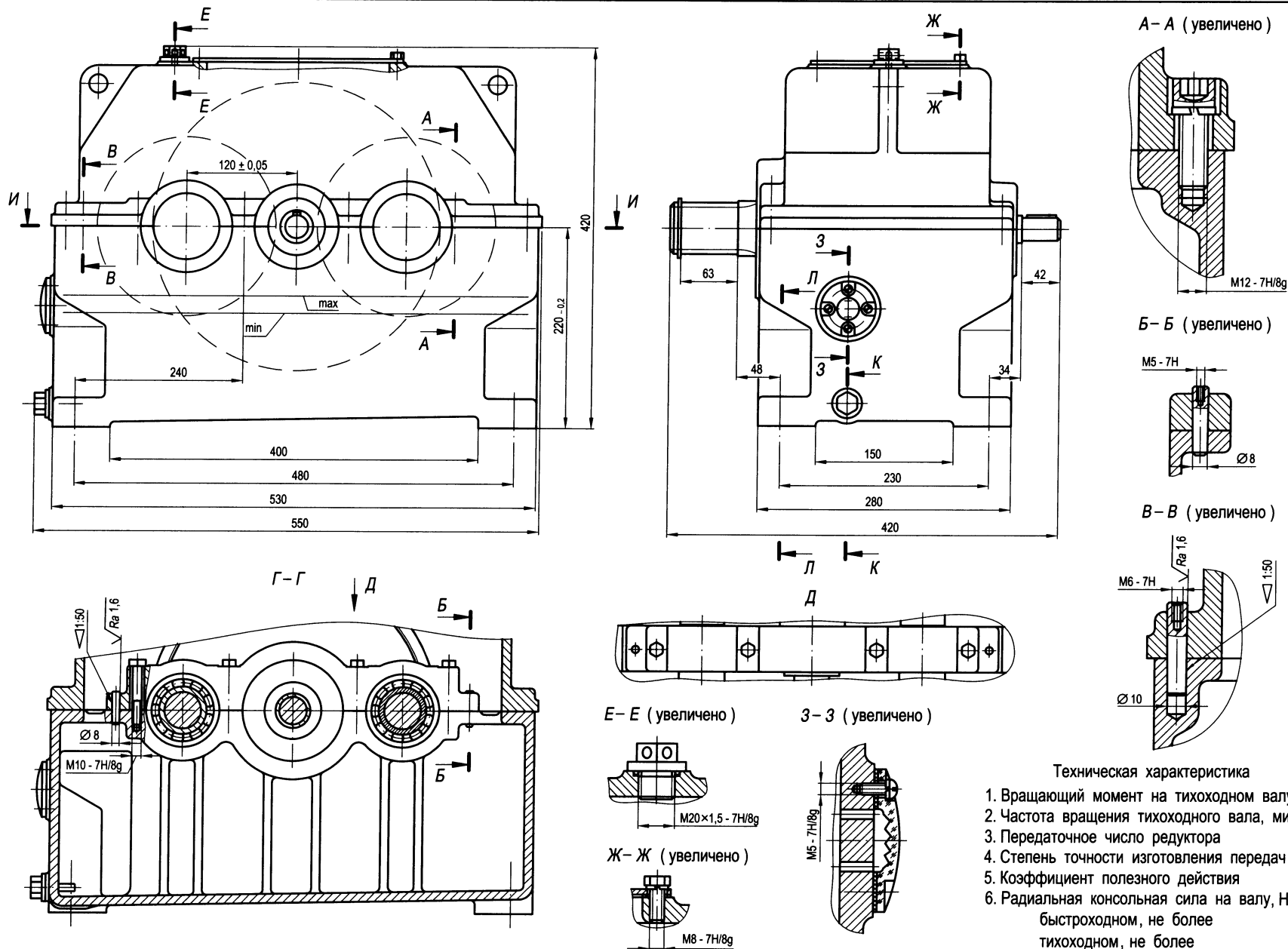
10.9. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный внешнего зацепления



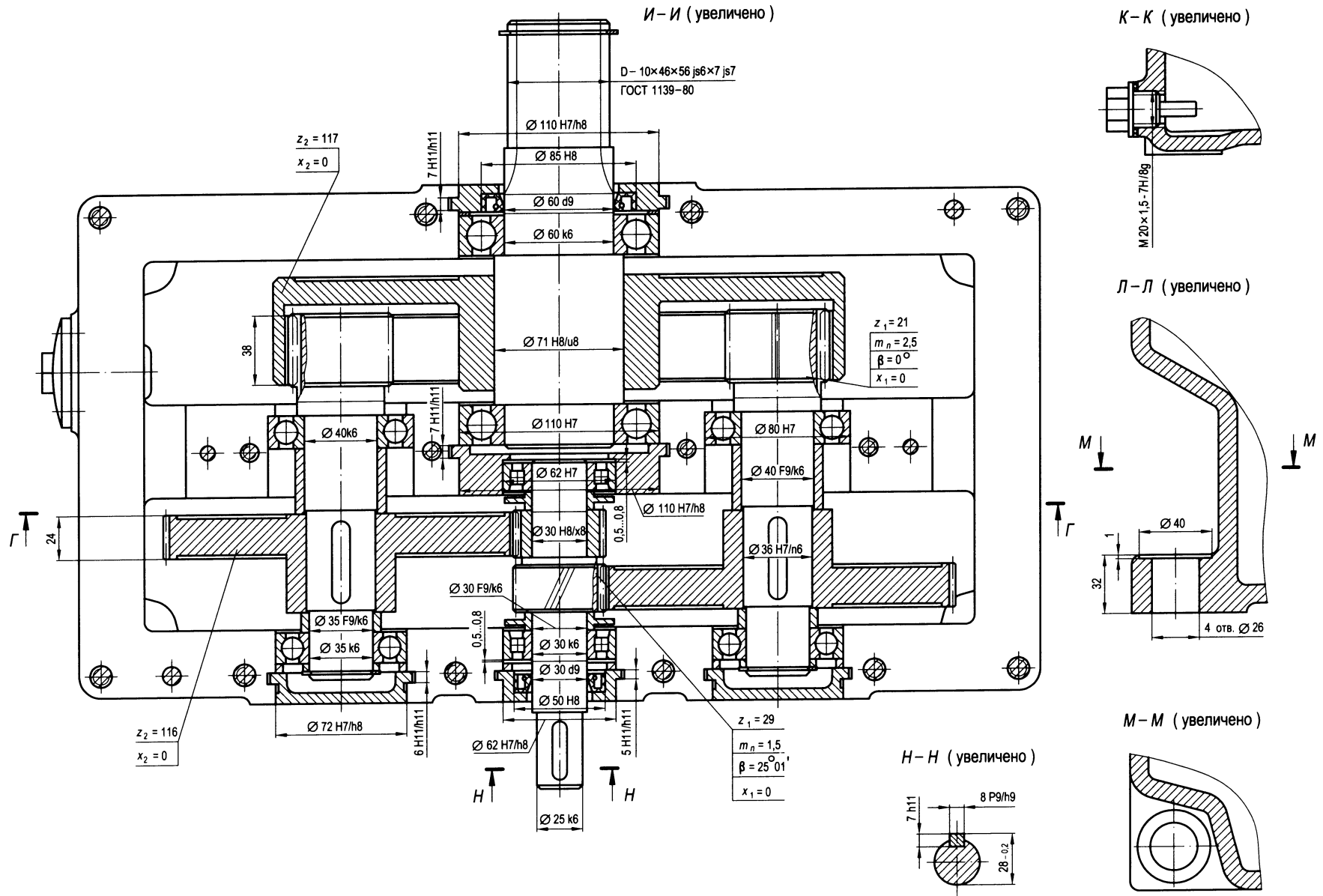
10.9. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный внешнего зацепления (окончание)



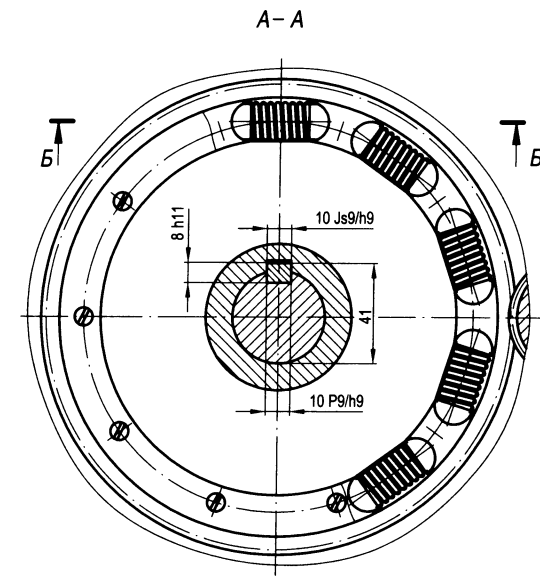
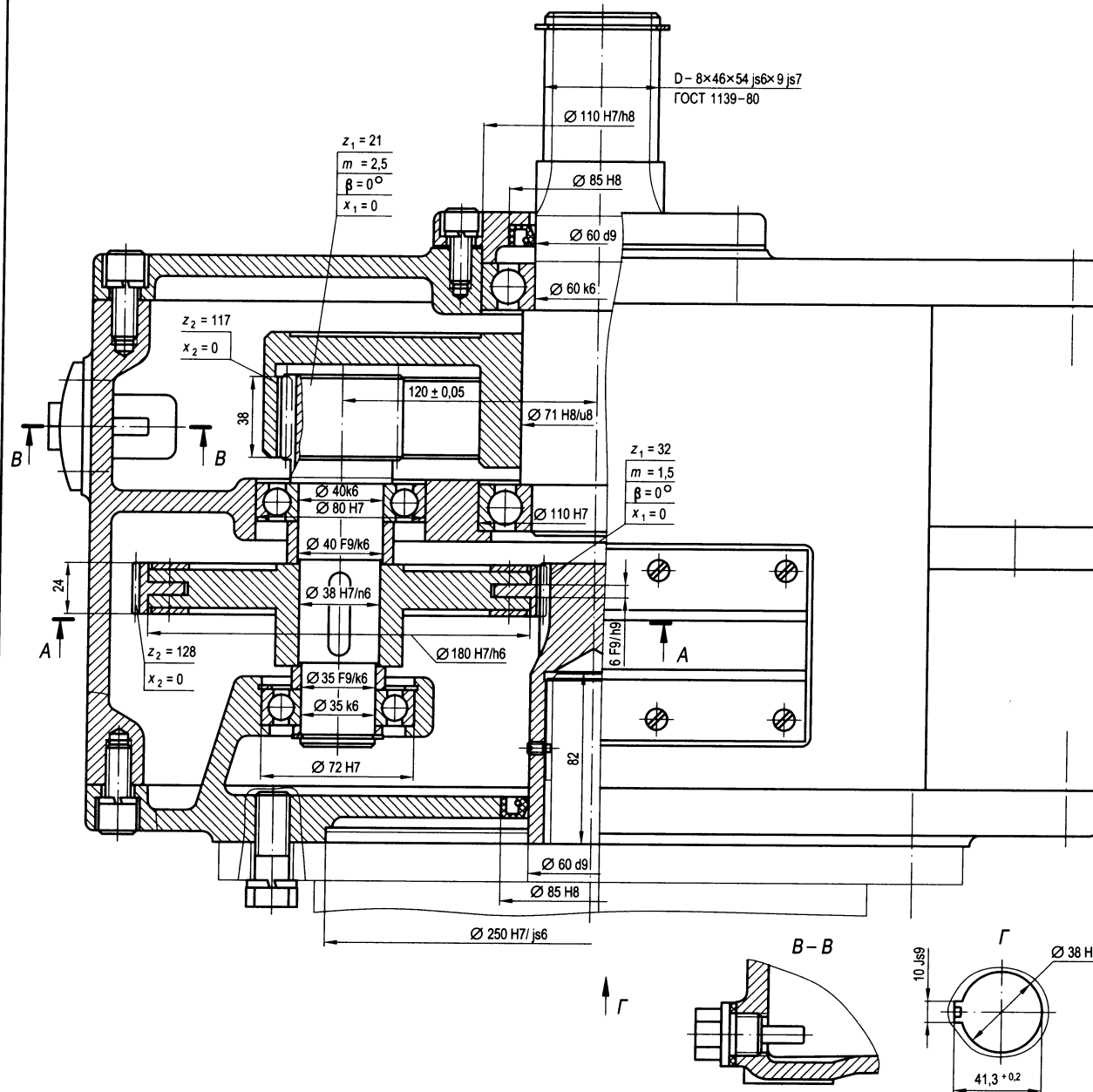
10.10. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления



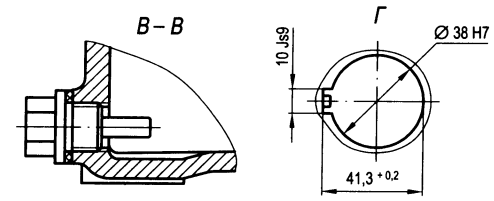
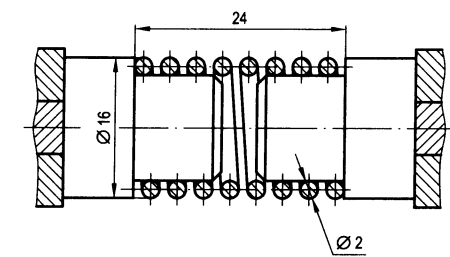
10.10. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления (окончание)



10.11. Редуктор 2-ступенчатый цилиндрический соосный 2-поточный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления без разъема корпуса



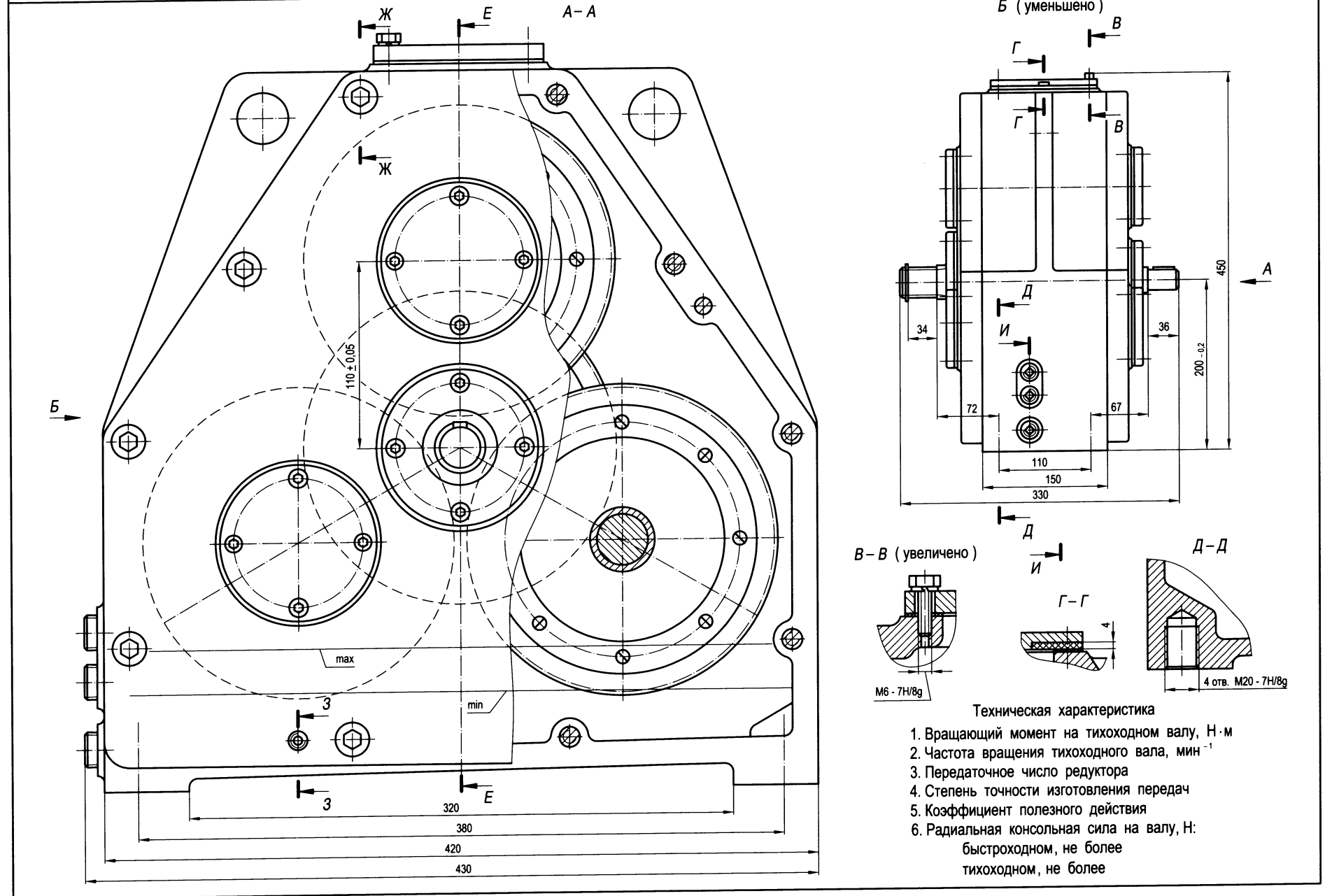
Б-Б (увеличено)



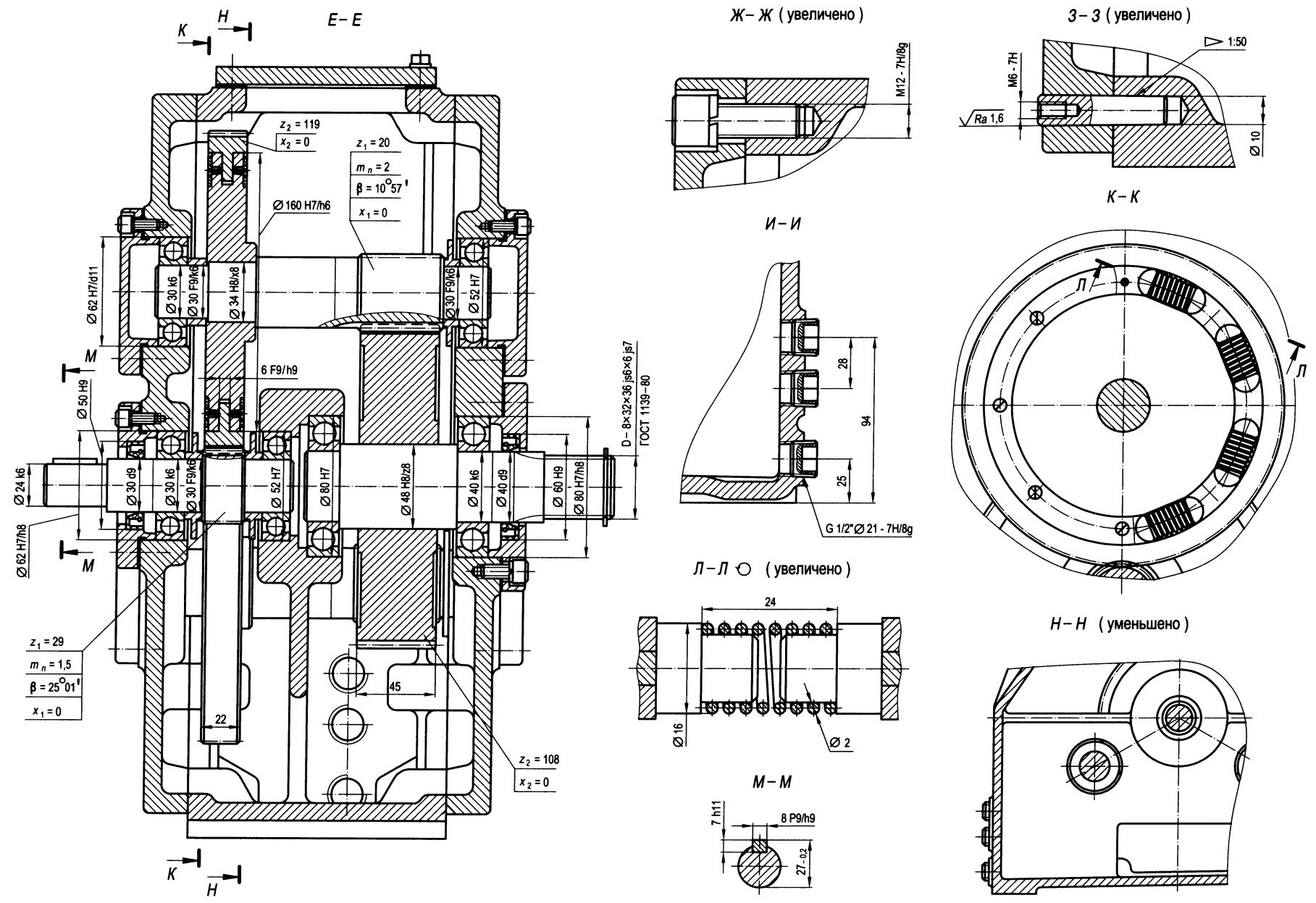
Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
2. Частота вращения тихоходного вала, мин⁻¹
3. Передаточное число редуктора
4. Степень точности изготовления передач
5. Коэффициент полезного действия
6. Радиальная консольная сила на тихоходном валу, Н, не более

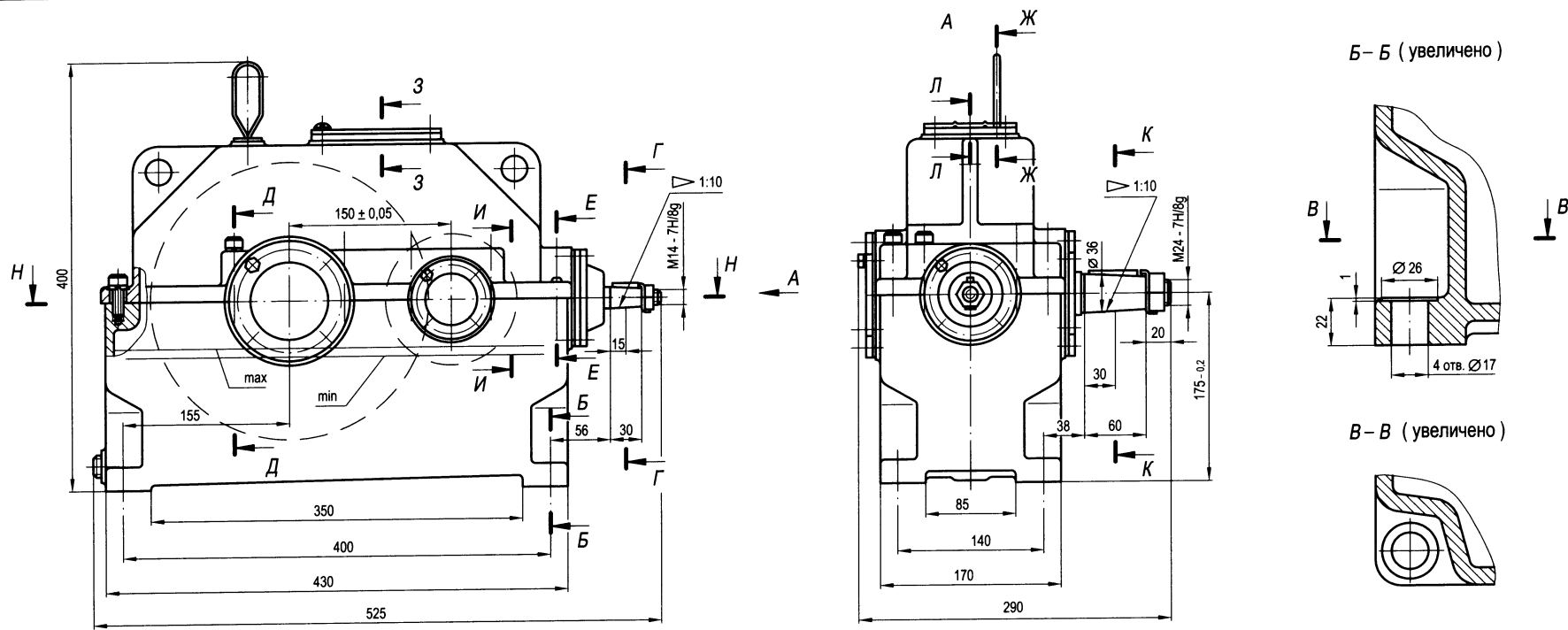
10.12. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный трехпоточный



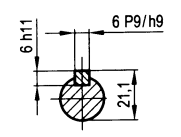
10.12. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный трехпоточный (окончание)



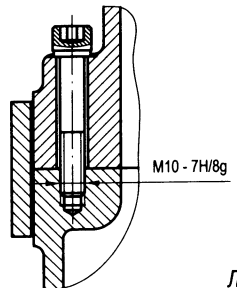
10.13. Редуктор коническо-цилиндрический



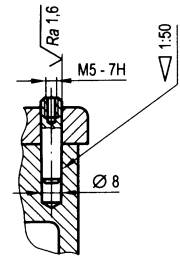
Г-Г (увеличено)



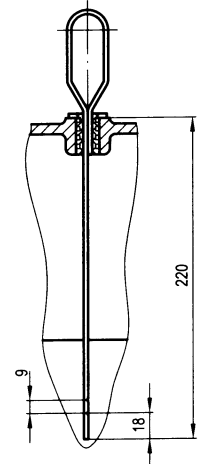
Д-Д (увеличено)



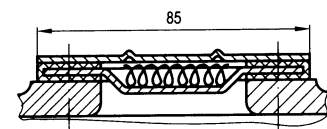
Е-Е (увеличено)



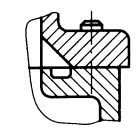
Ж-Ж



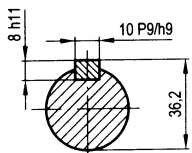
З-З (увеличено)



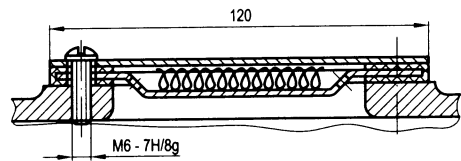
И-И (увеличено)



К-К (увеличено)



Л-Л (увеличено)

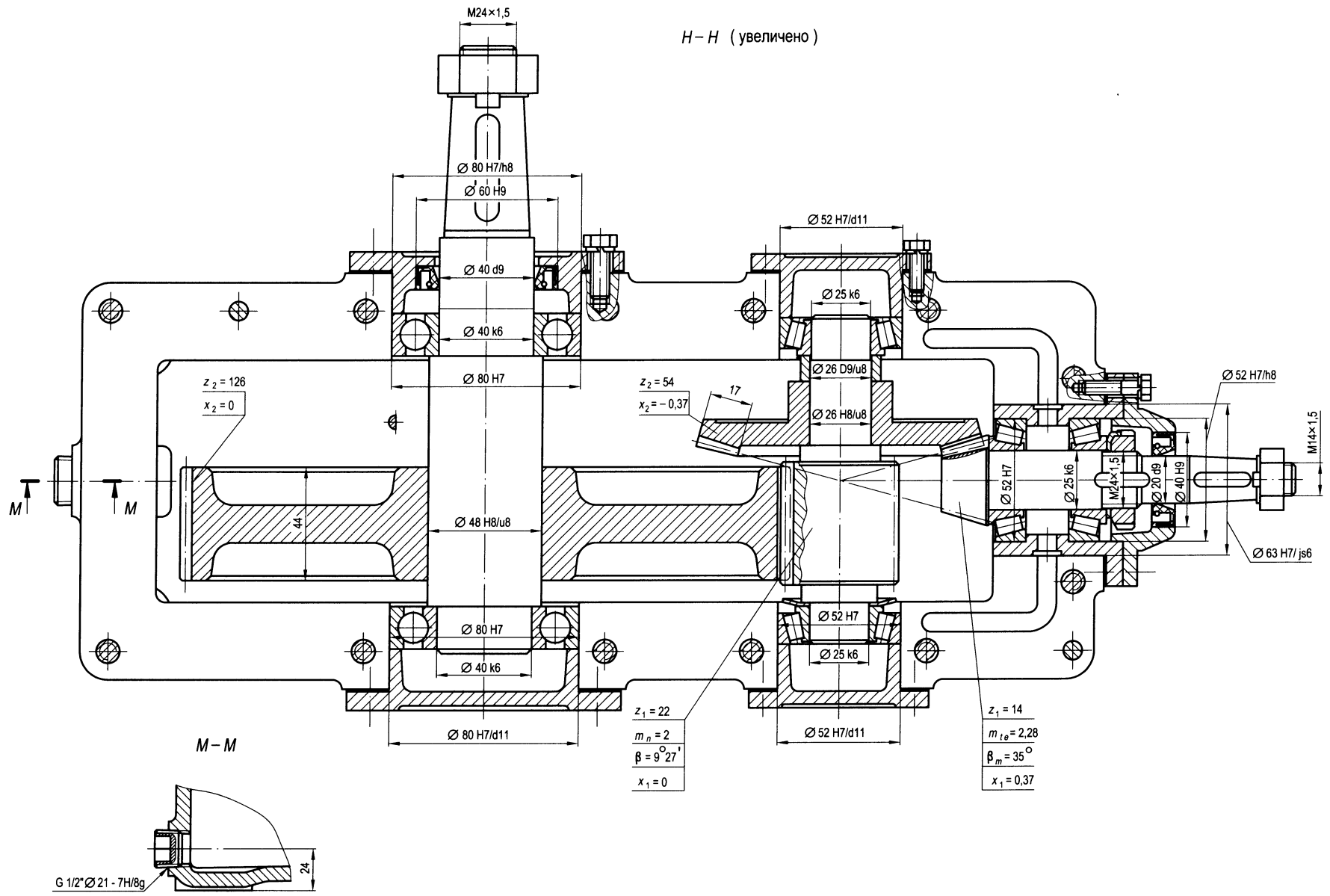


Техническая характеристика

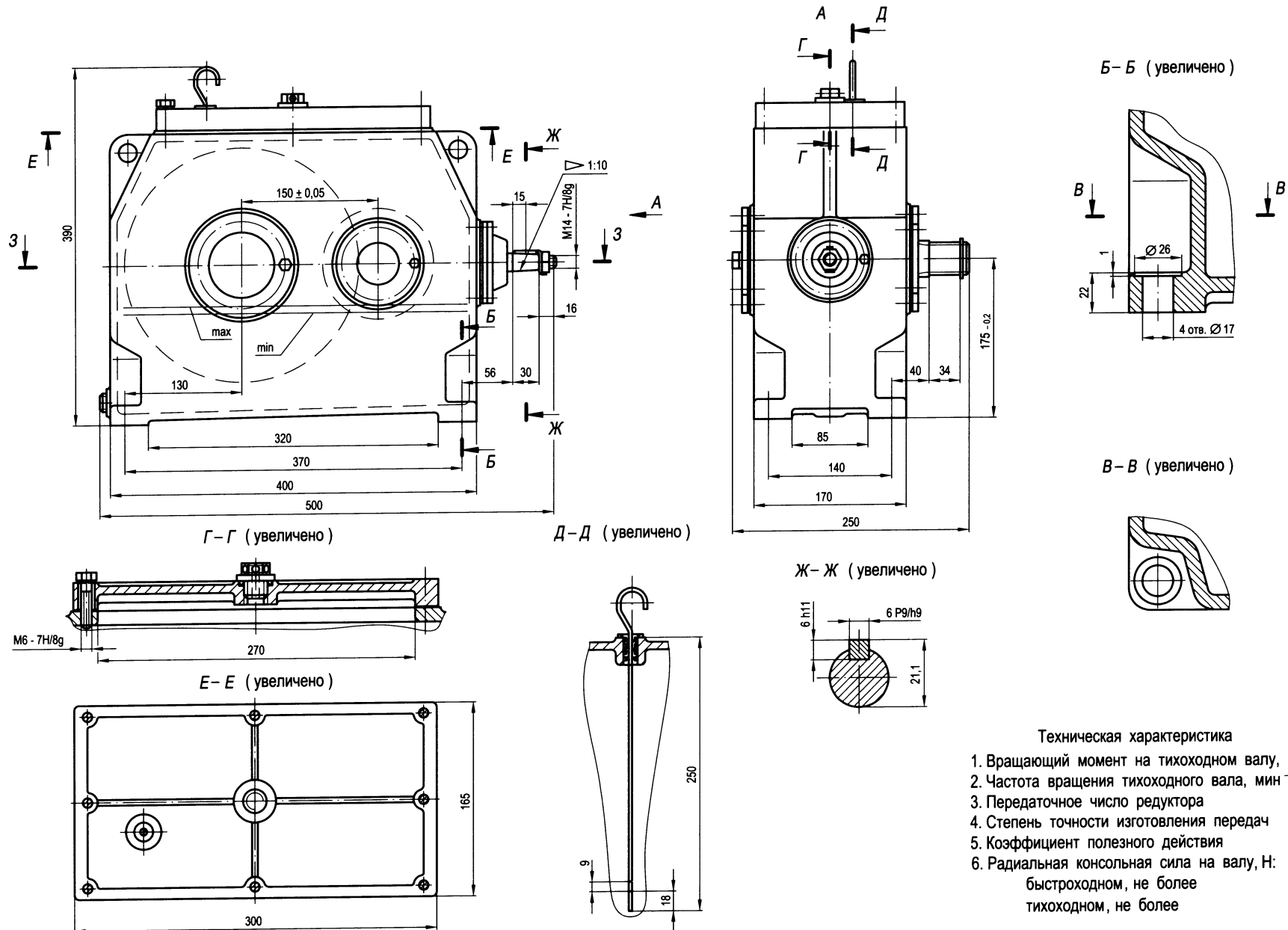
1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
2. Частота вращения тихоходного вала, мин⁻¹
3. Передаточное число редуктора
4. Степень точности изготовления передач
5. Коэффициент полезного действия
6. Радиальная консольная сила на валу, Н:
быстроходном, не более
тихоходном, не более

10.13. Редуктор коническо-цилиндрический (окончание)

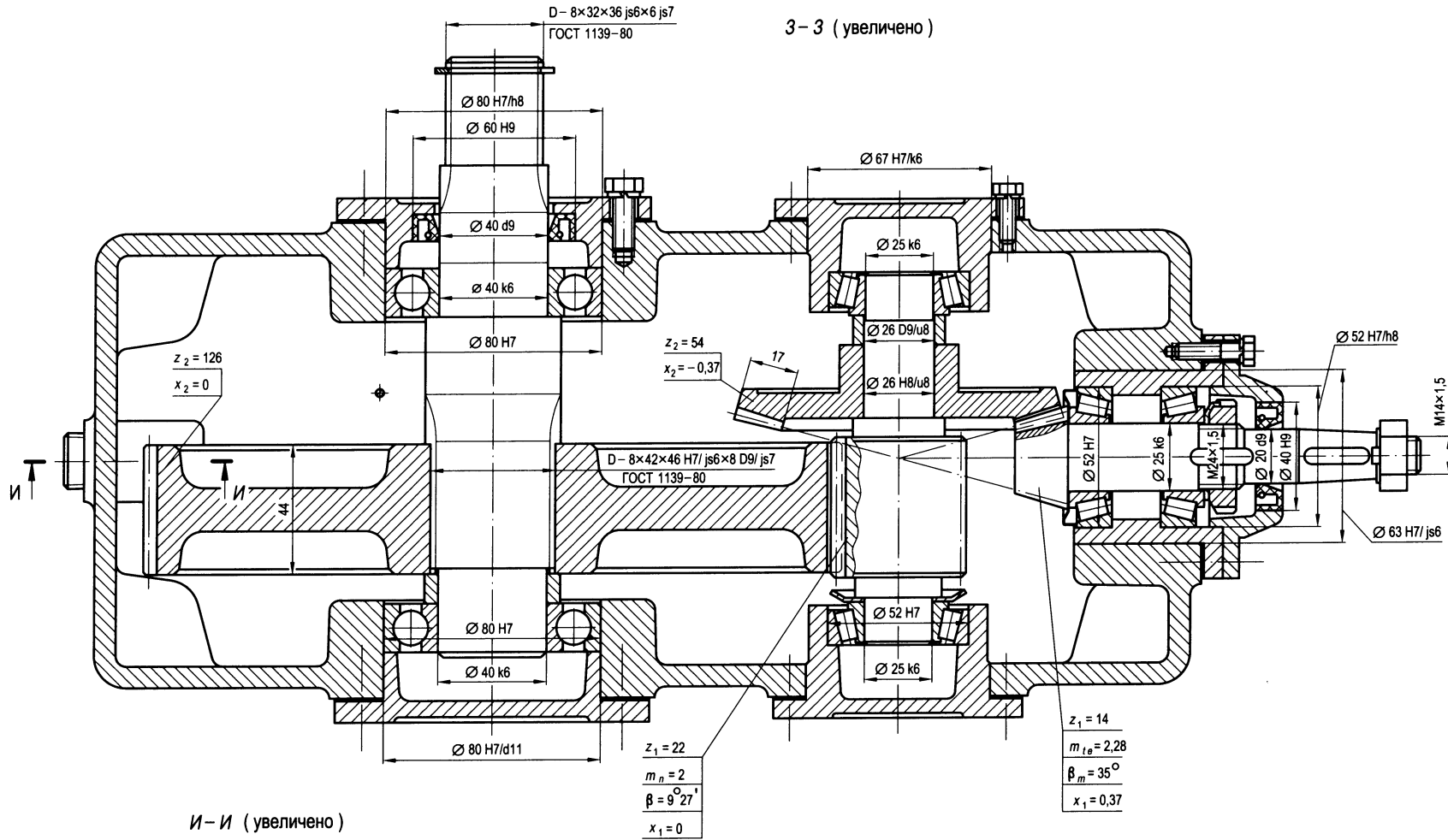
H-H (увеличено)



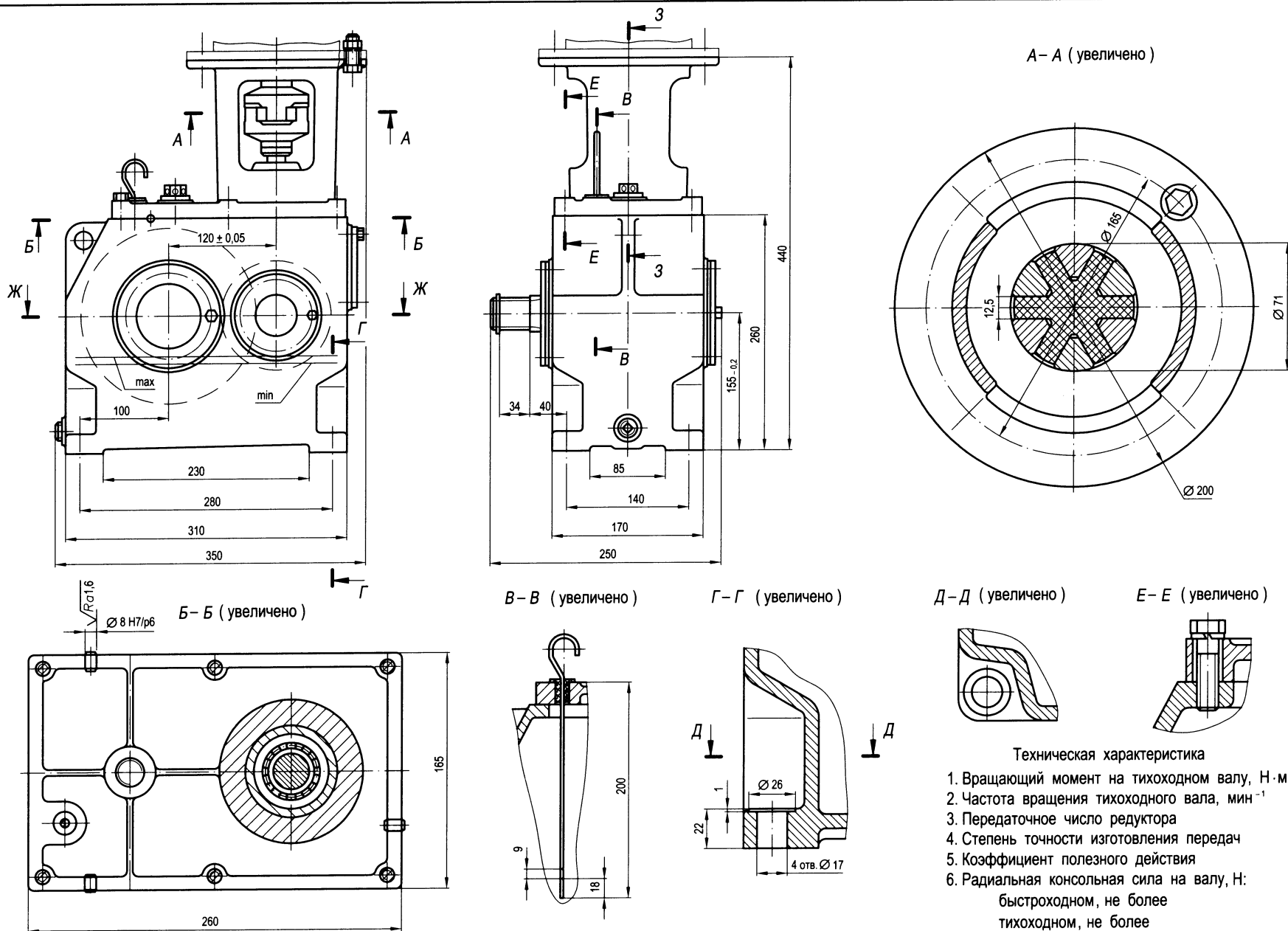
10.14. Редуктор коническо-цилиндрический без разъема корпуса



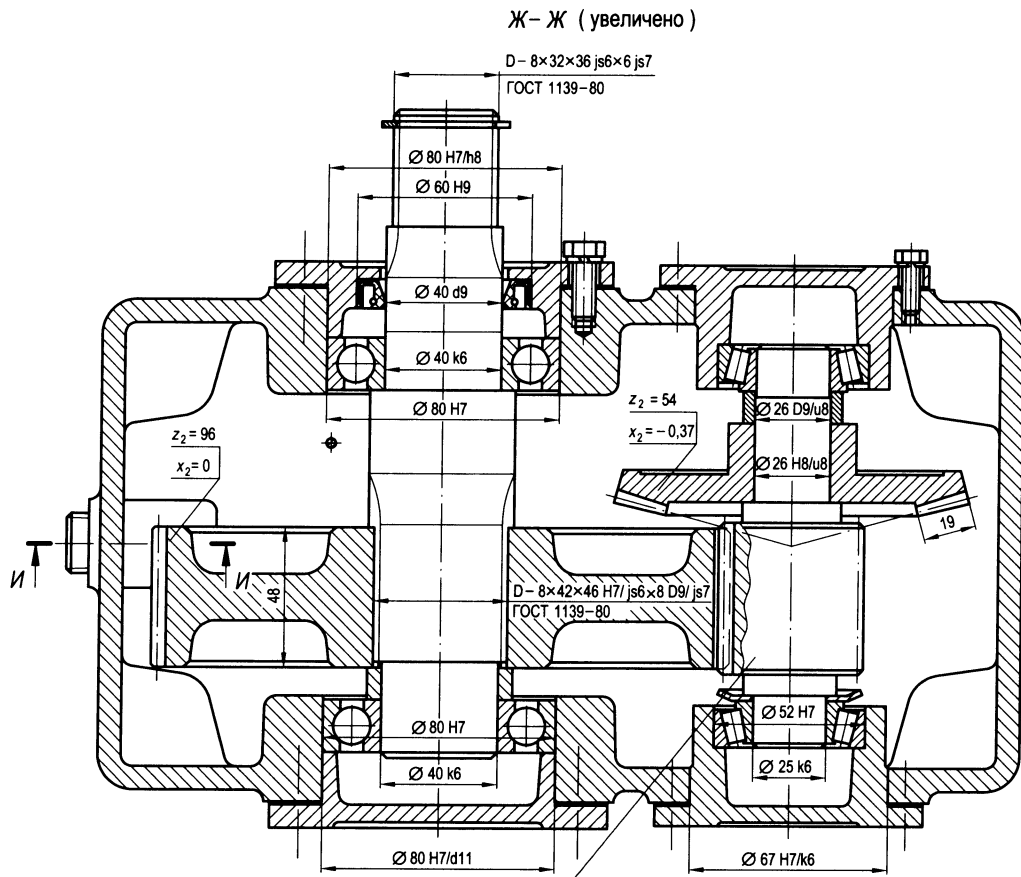
10.14. Редуктор коническо-цилиндрический без разъема корпуса (окончание)



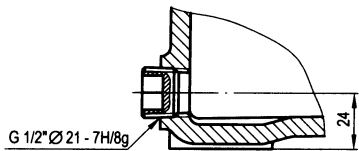
10.15. Редуктор коническо-цилиндрический с верхним расположением быстроходного вала



10.15. Редуктор коническо-цилиндрический с верхним расположением быстроходного вала (окончание)

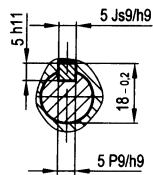


И-И (увеличено)

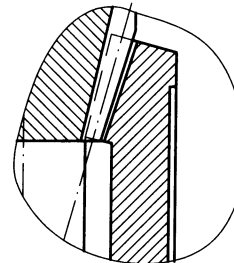
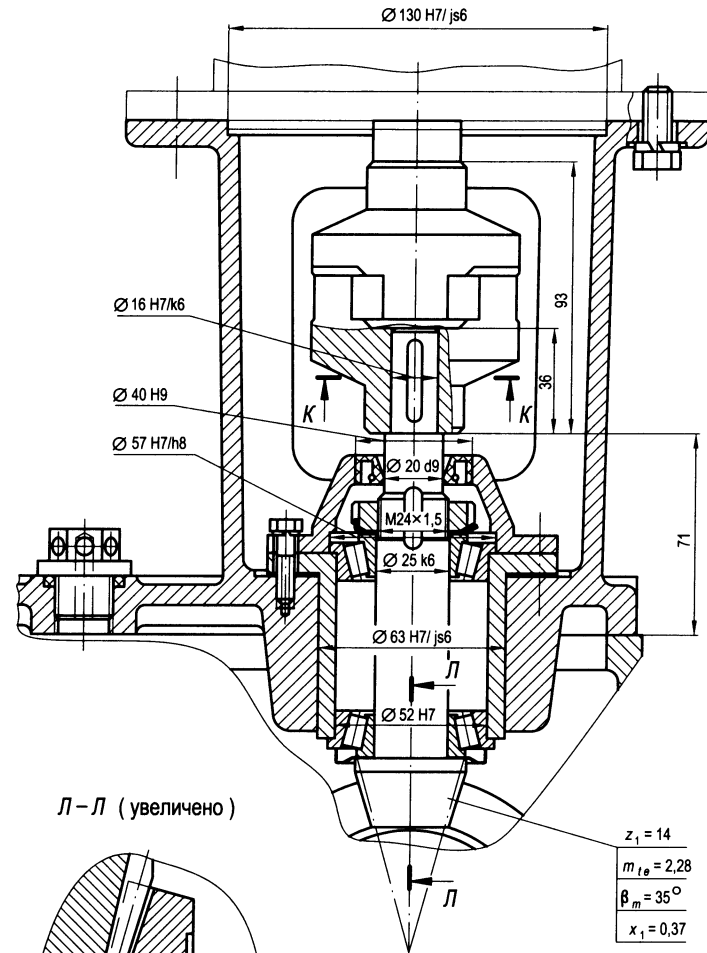


$z_1 = 22$
 $m_n = 2$
 $\beta = 11^\circ 26'$
 $x_1 = 0$

К-К (увеличено)



3-3 (увеличено)



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 цилиндрично-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 цилиндрично-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.

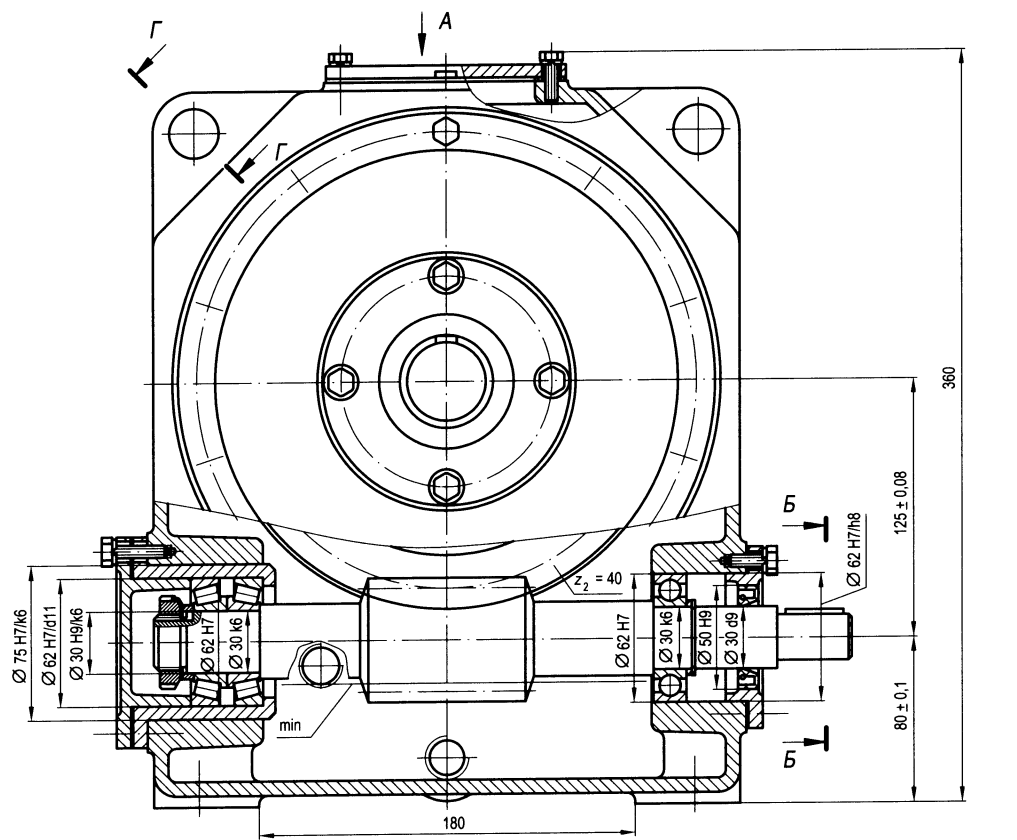
11.6. Редуктор двухступенчатый червячный.

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.

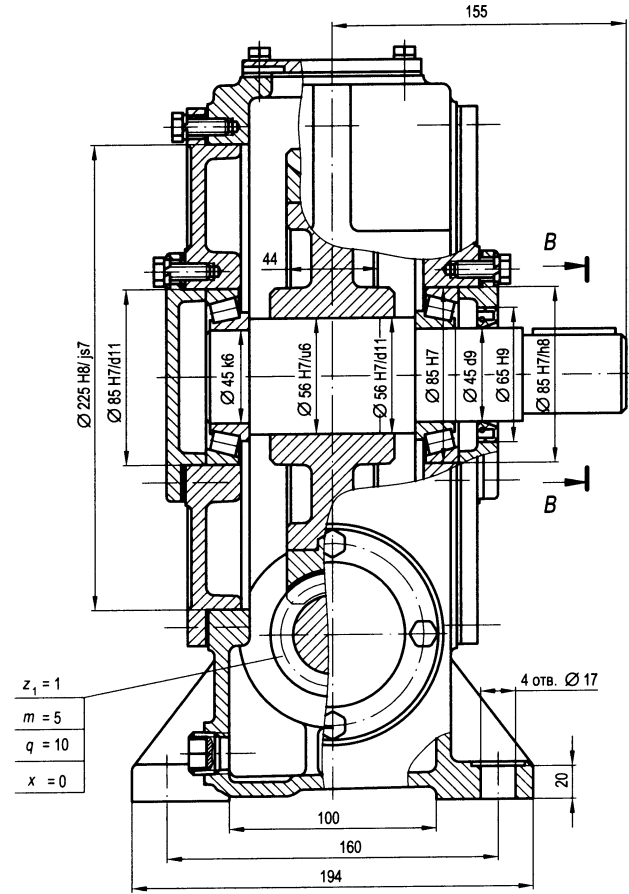
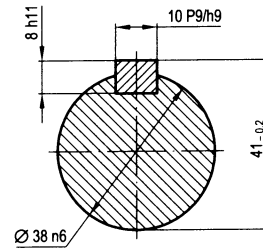
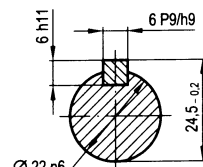
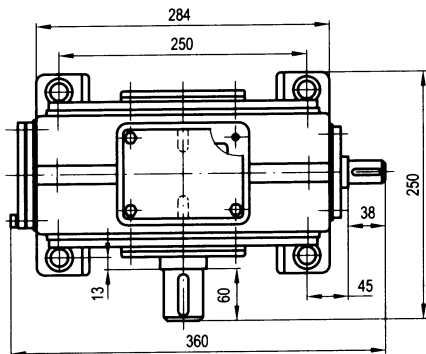
11.1. Редуктор с нижним расположением червяка



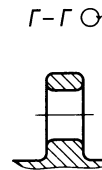
A (уменьшено)

Б-Б (увеличено)

В-В (увеличено)



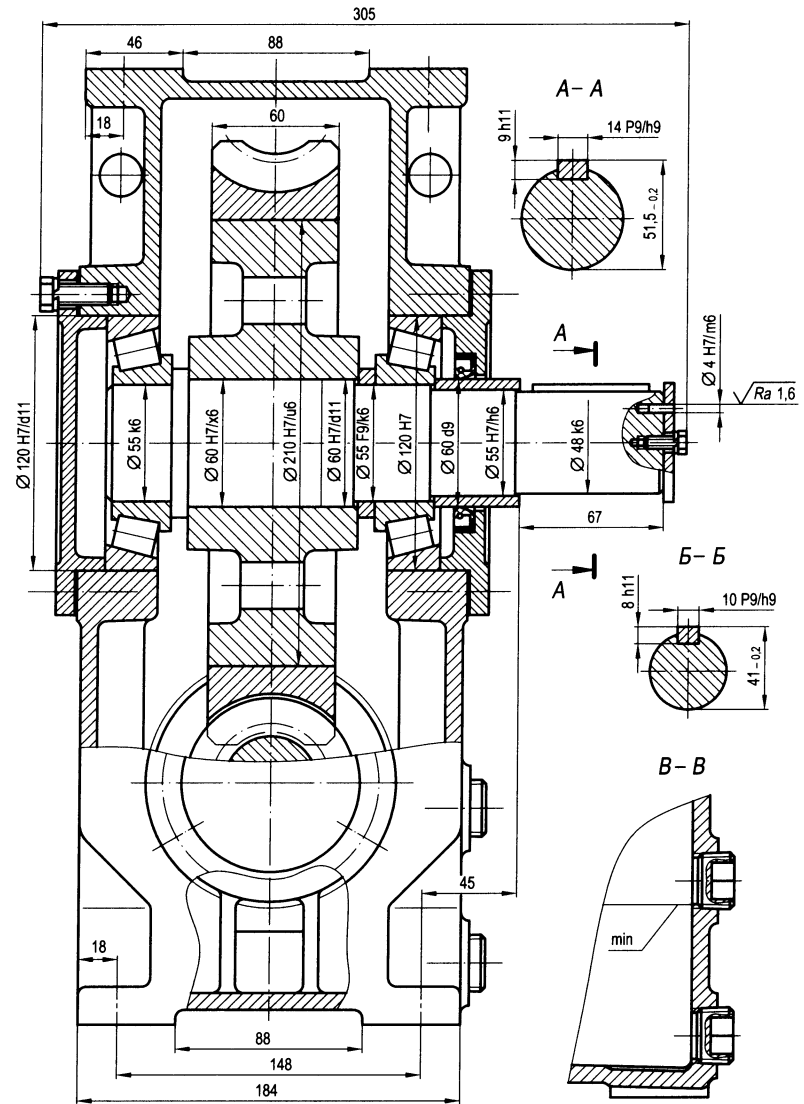
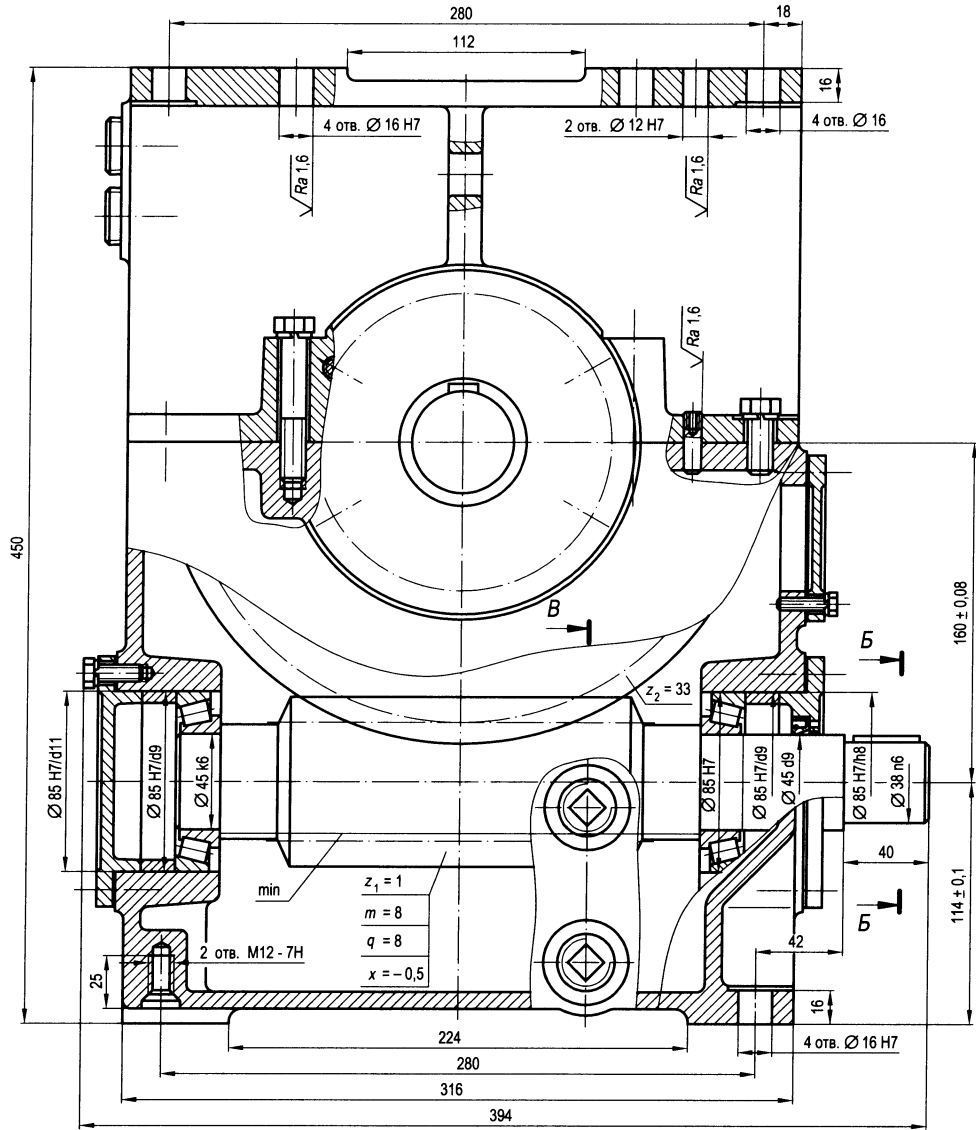
z₁ = 1
m = 5
q = 10
x = 0



Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
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, не более

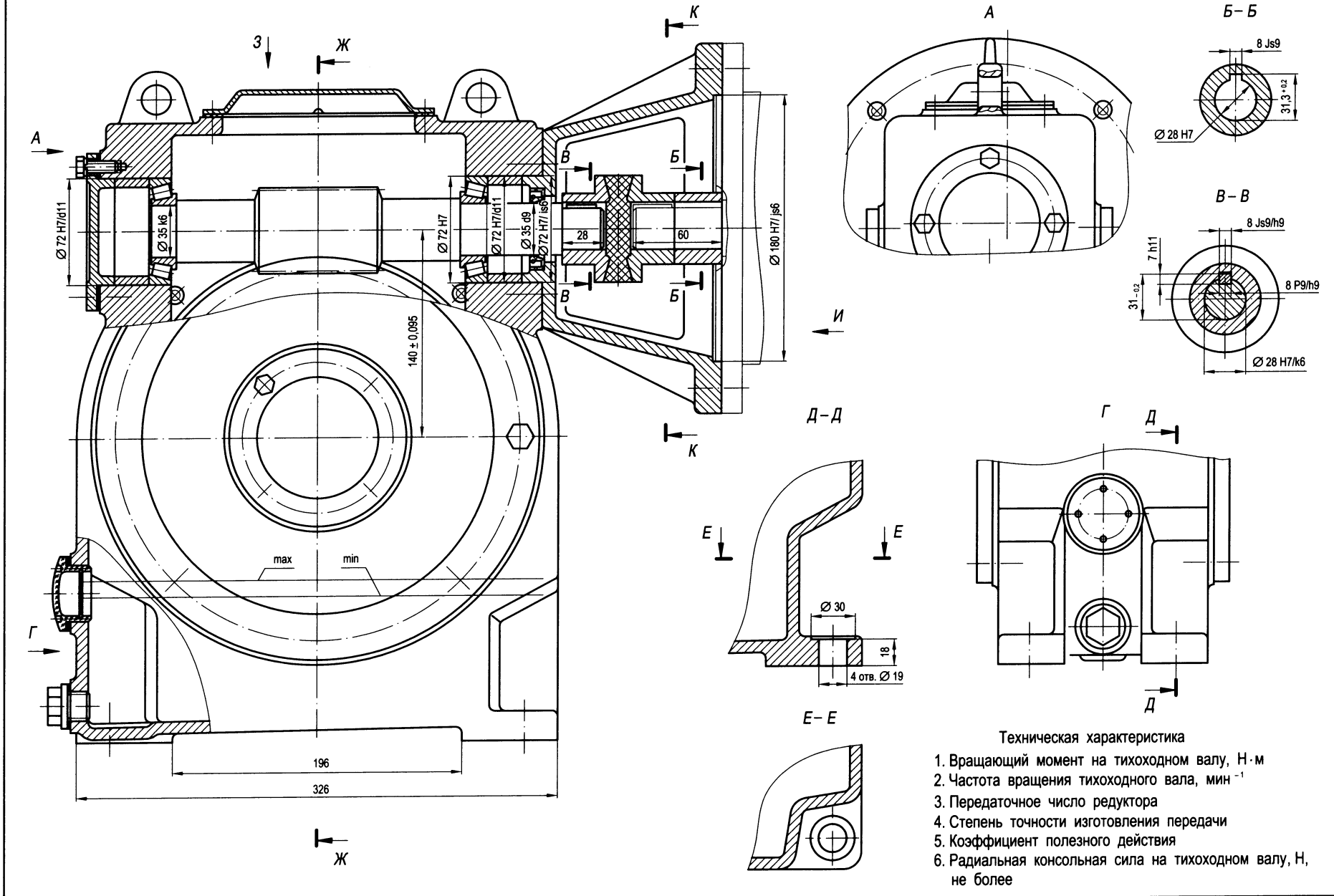
11.2. Редуктор червячный универсальный



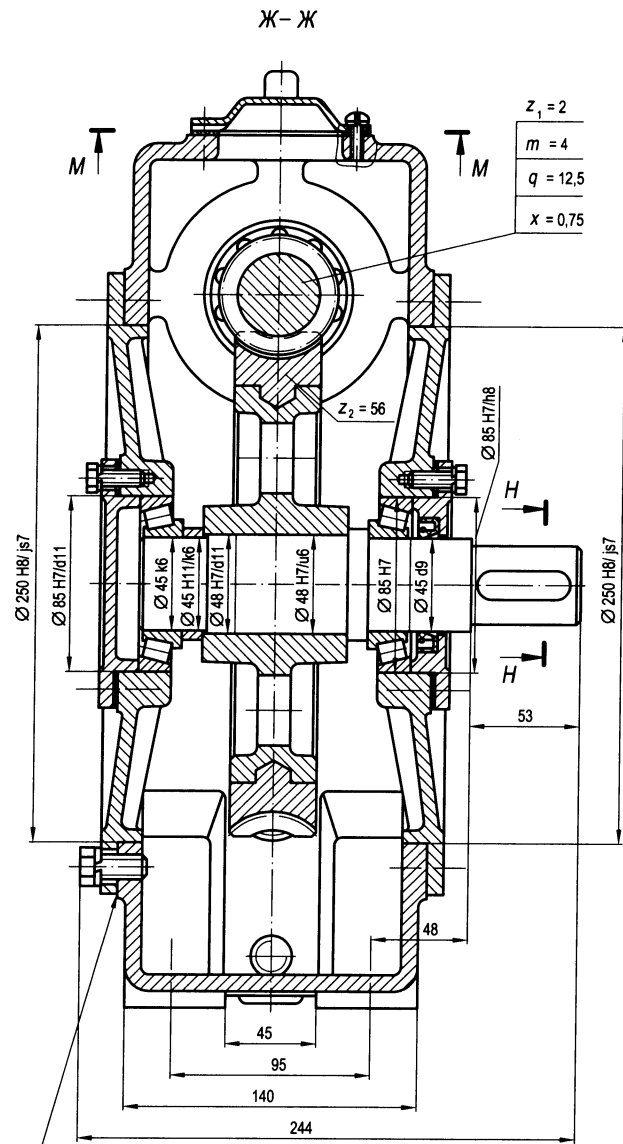
Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
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, не более

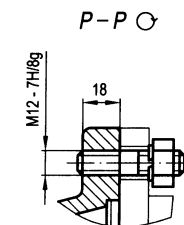
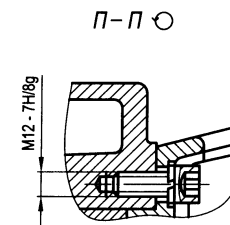
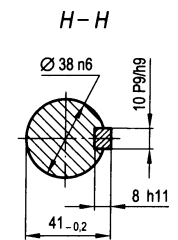
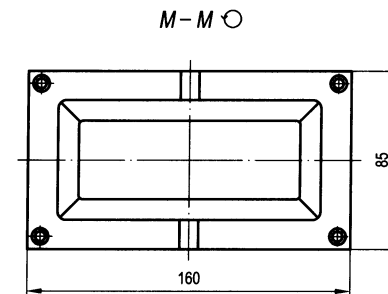
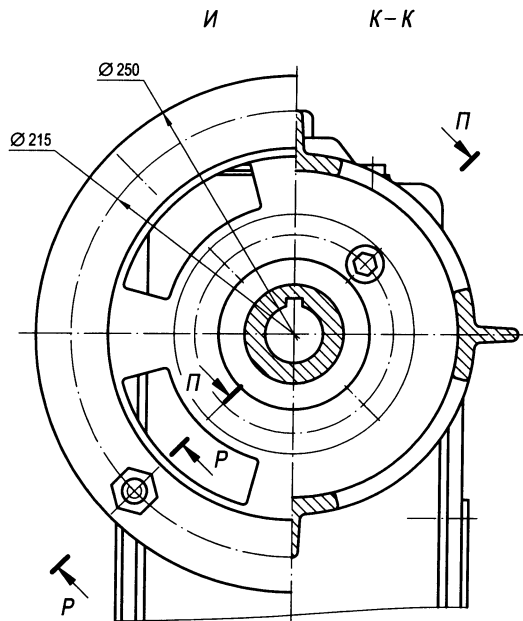
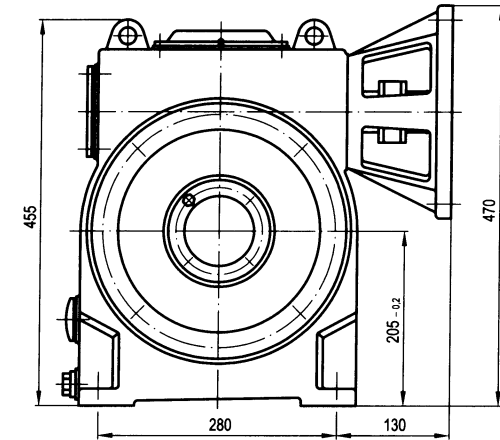
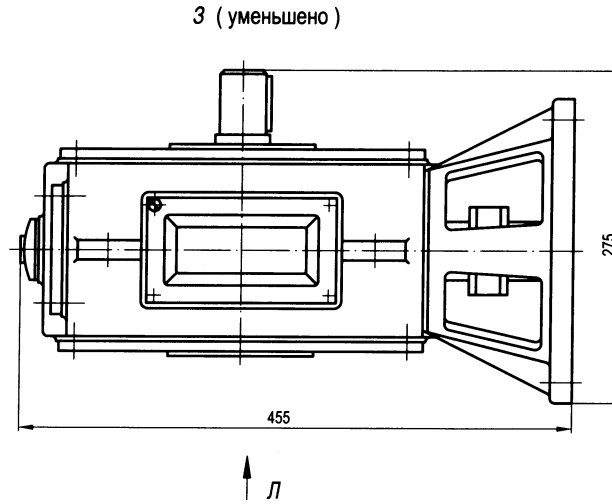
11.3. Мотор-редуктор с верхним расположением червяка



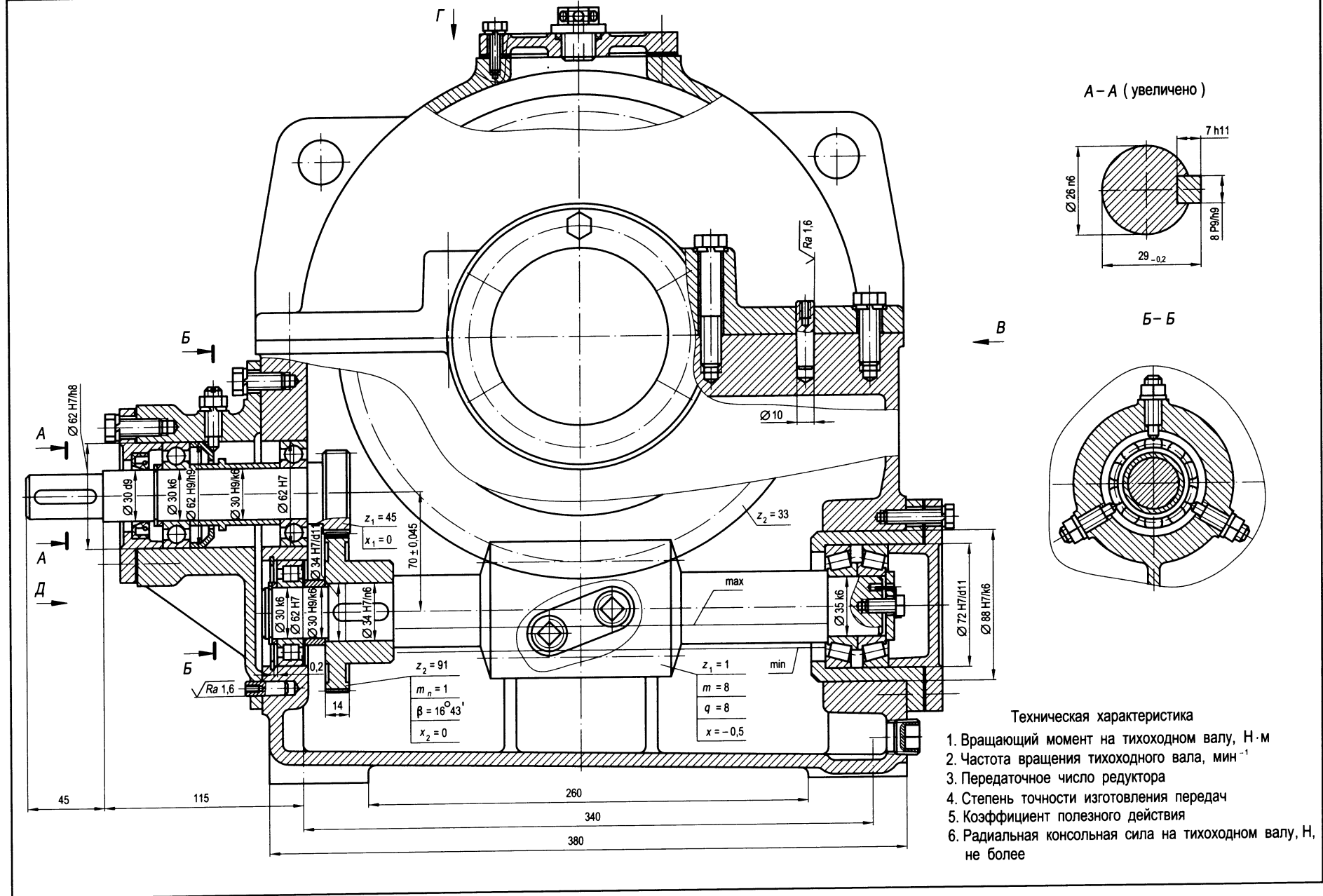
11.3. Мотор-редуктор с верхним расположением червяка (окончание)



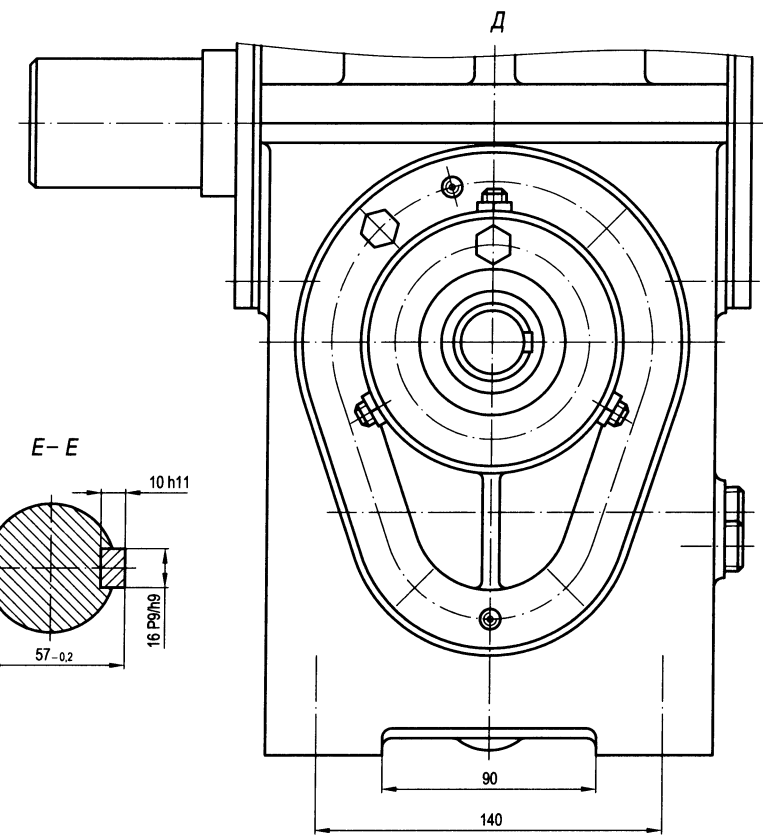
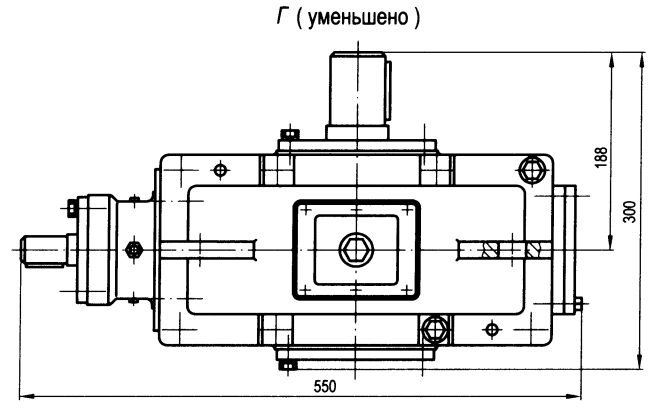
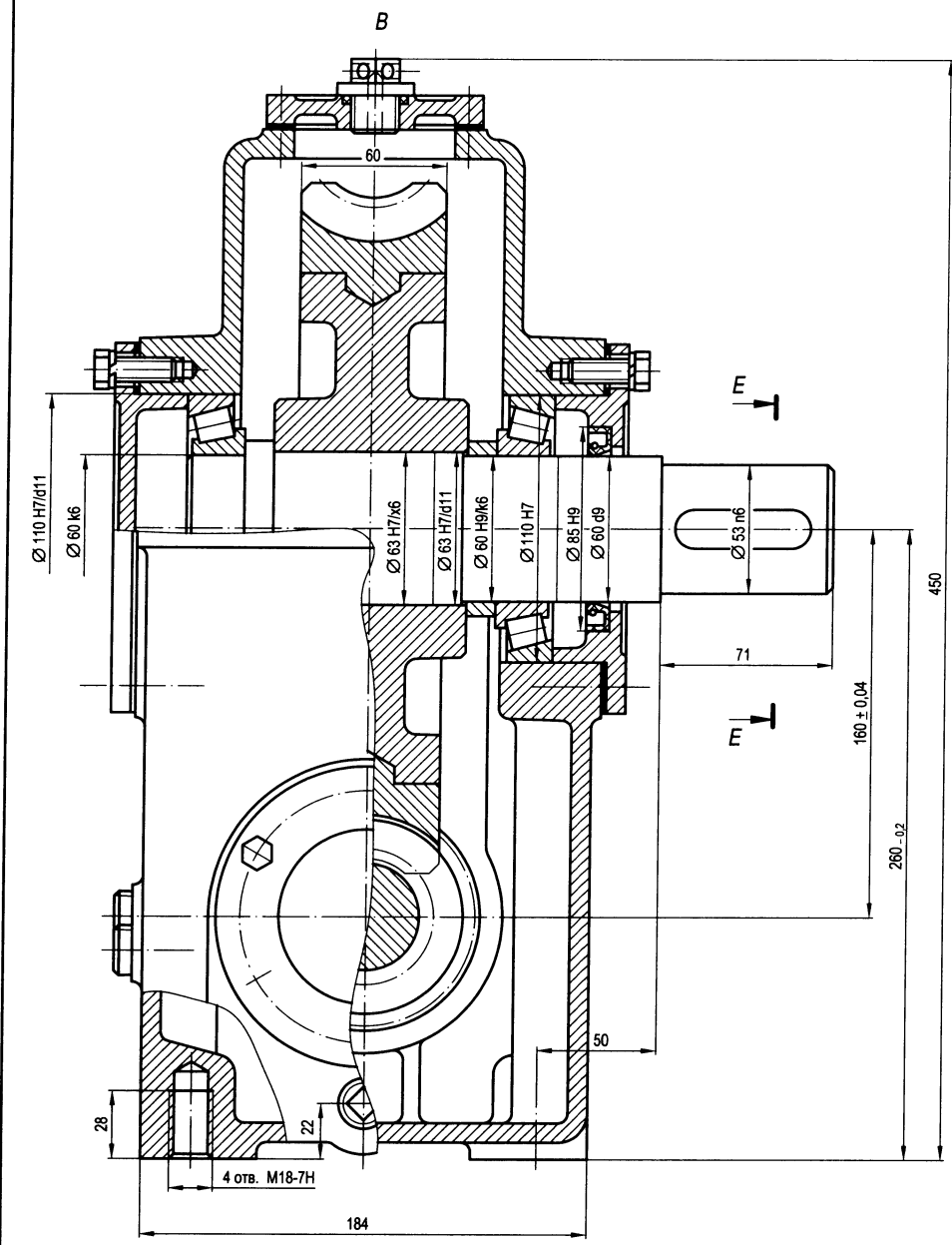
Плоскости соприкосновения деталей покрыть тонким слоем герметика УТ-34 ГОСТ 24285-80 при окончательной сборке



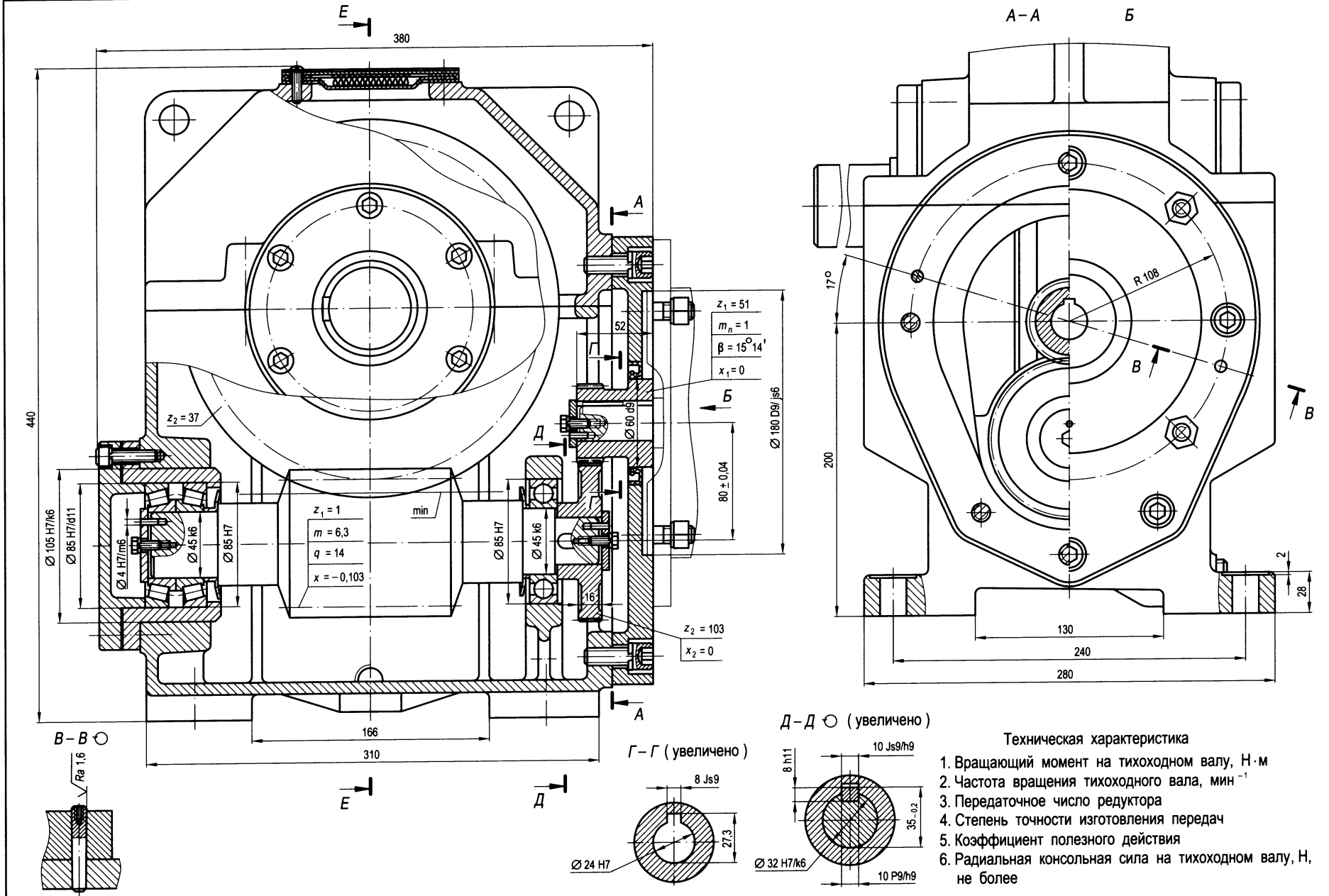
11.4. Редуктор цилиндро-червячный



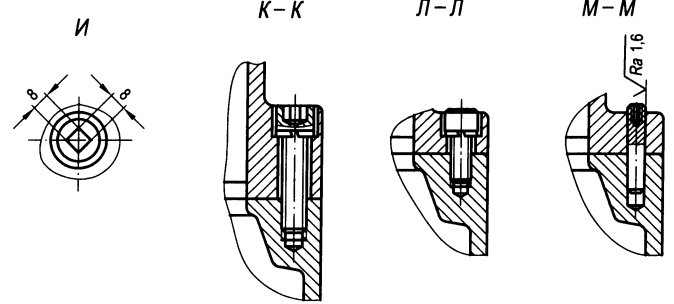
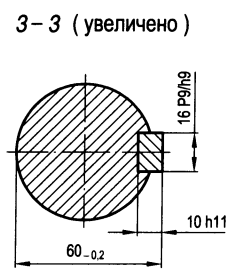
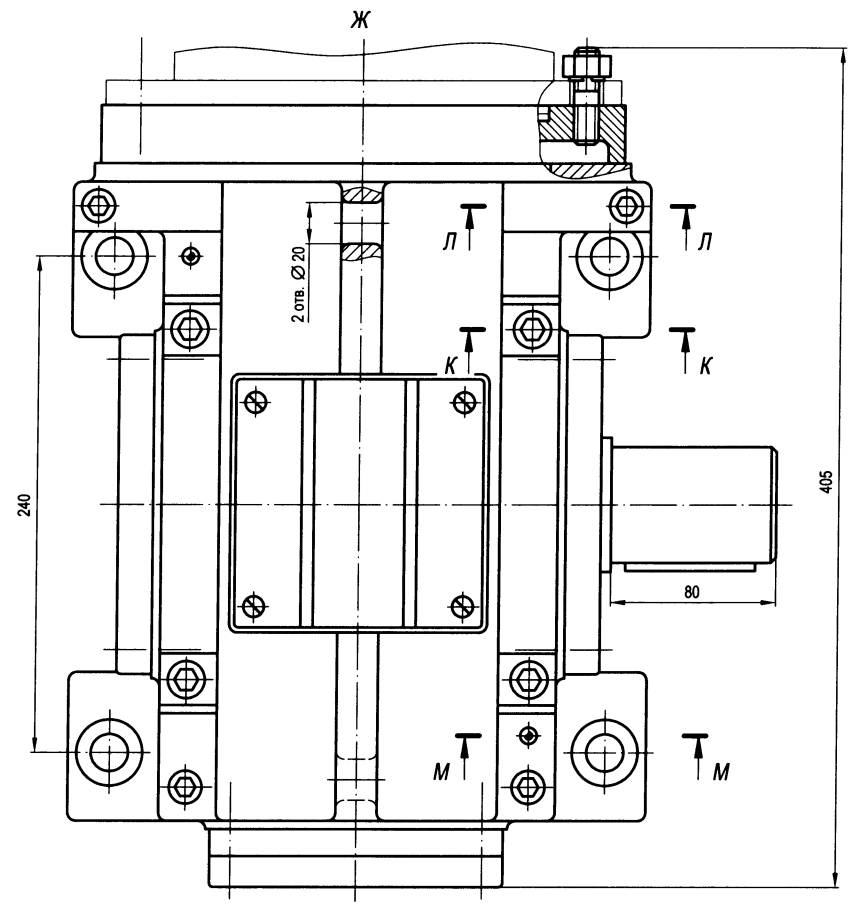
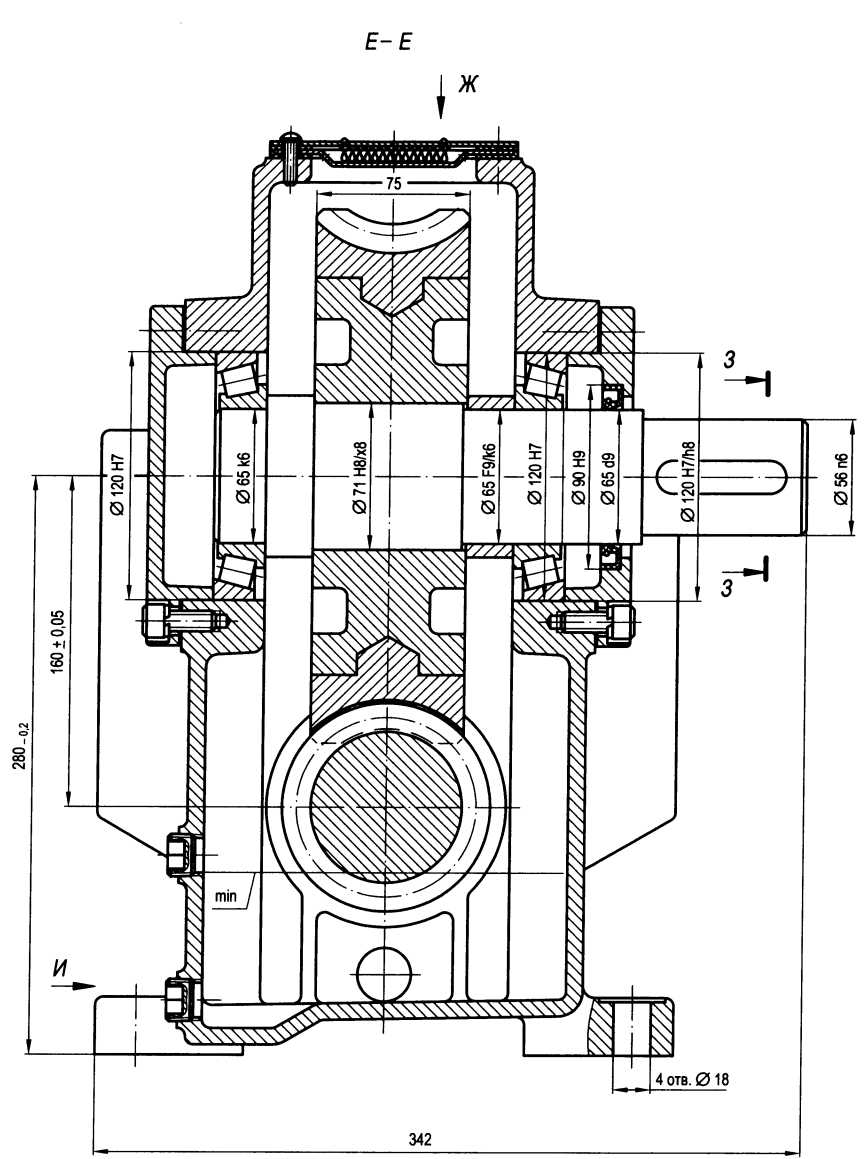
11.4. Редуктор цилиндрично-червячный (окончание)



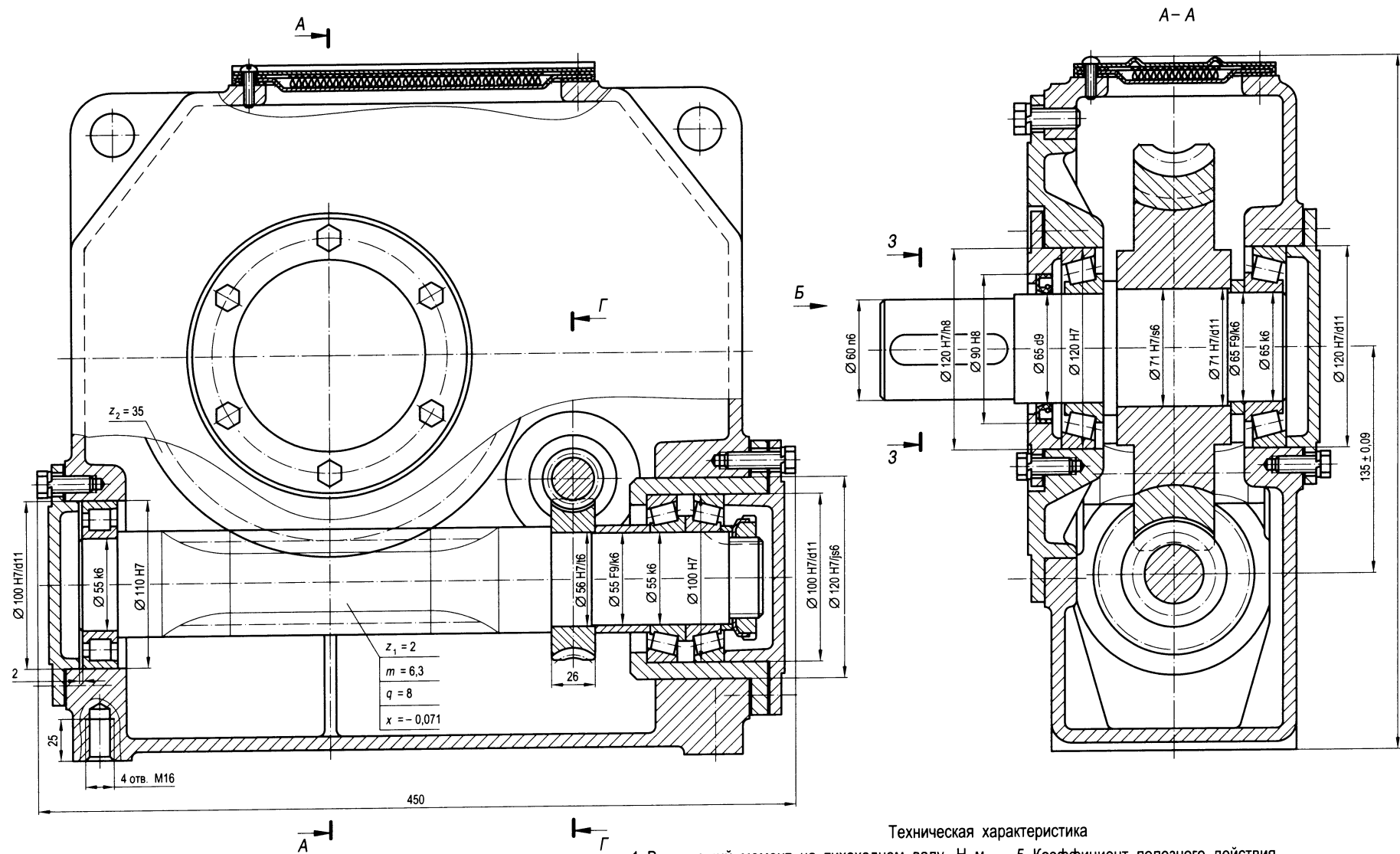
11.5. Мотор-редуктор цилиндро-червячный



11.5. Мотор-редуктор цилиндрико-червячный (окончание)



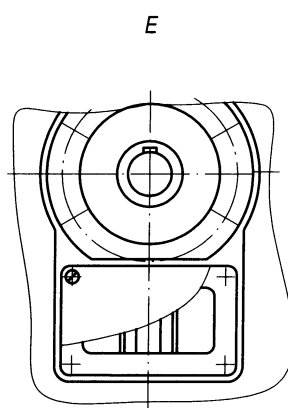
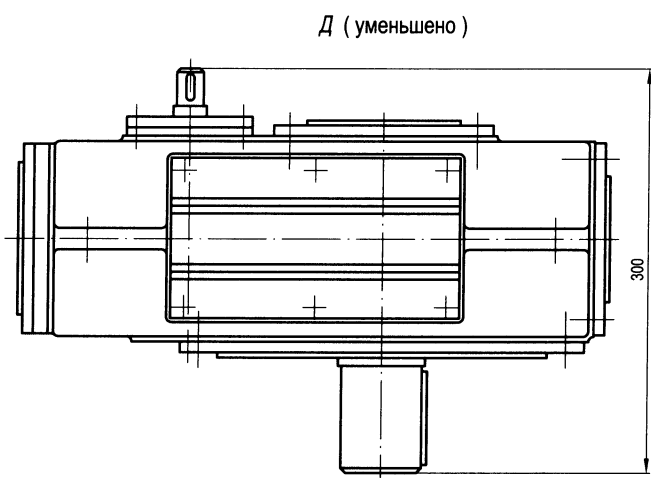
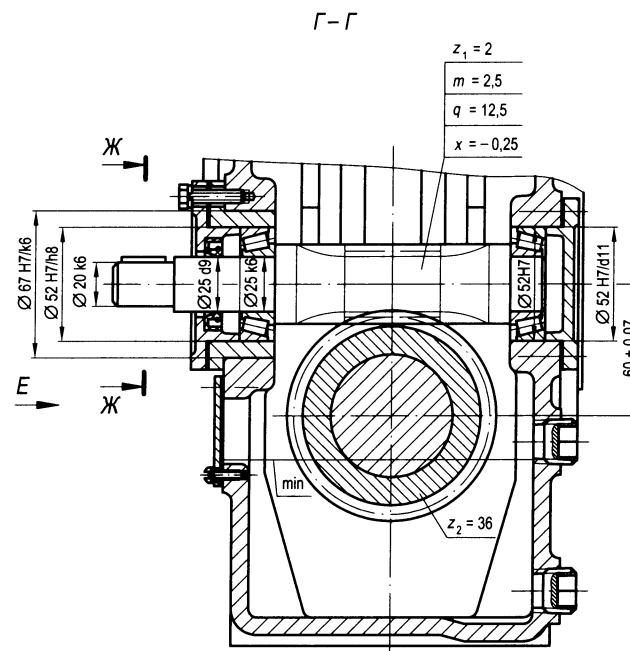
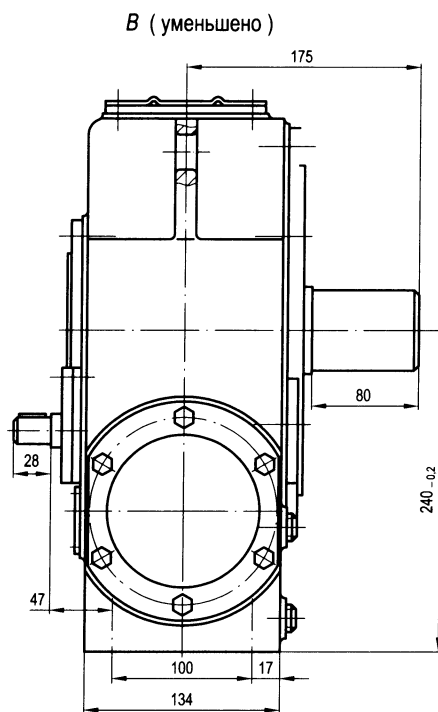
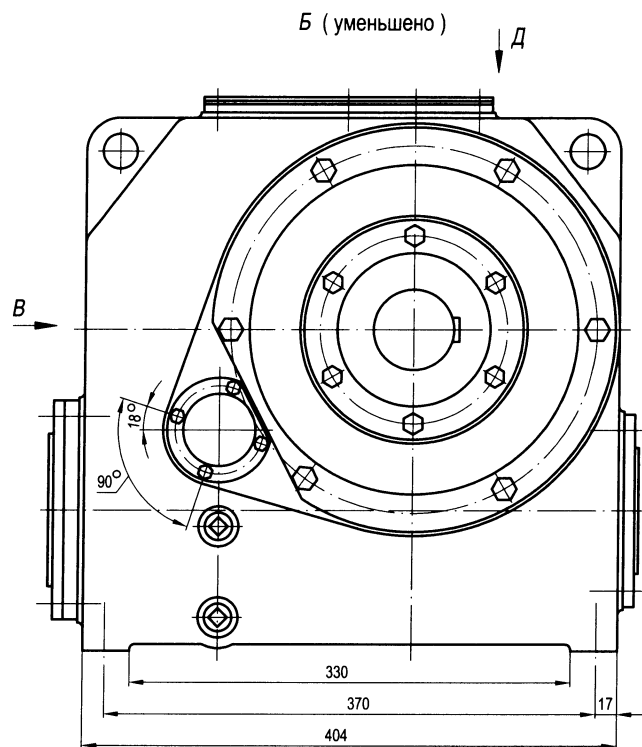
11.6. Редуктор двухступенчатый червячный



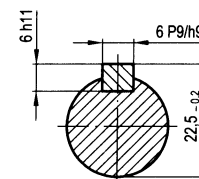
Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
2. Частота вращения тихоходного вала, мин⁻¹
3. Передаточное число редуктора
4. Степень точности изготовления передач
5. Коэффициент полезного действия
6. Радиальная консольная сила на тихоходном валу, Н, не более

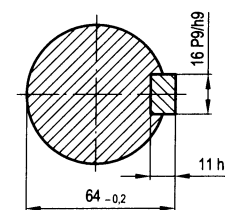
11.6. Редуктор двухступенчатый червячный (окончание)



Ж-Ж (увеличено)



3-3



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, 1 – центральная шестерня быстроходной передачи; 2, 5 – колеса быстроходной передачи; 3, 6 – шестерни тихоходной передачи; 4 – колесо тихоходной передачи с выходным валом. При сборке редуктора после ввода в зацепление колес 1–2, 3–4 и 4–6 зуб замыкающего колеса 5 может оказаться напротив зуба быстроходной шестерни 1 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. $\varphi_{\max} = \pi / z$, 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 1. На рис. 12.1.1, б, в по-

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

Колеса, представленные на рис. 12.1.1, б, в, имеют меньшие осевые размеры, однако колесо, изображенное на рис. 12.1.1, б, 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 показан 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, д 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 уравнивания 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

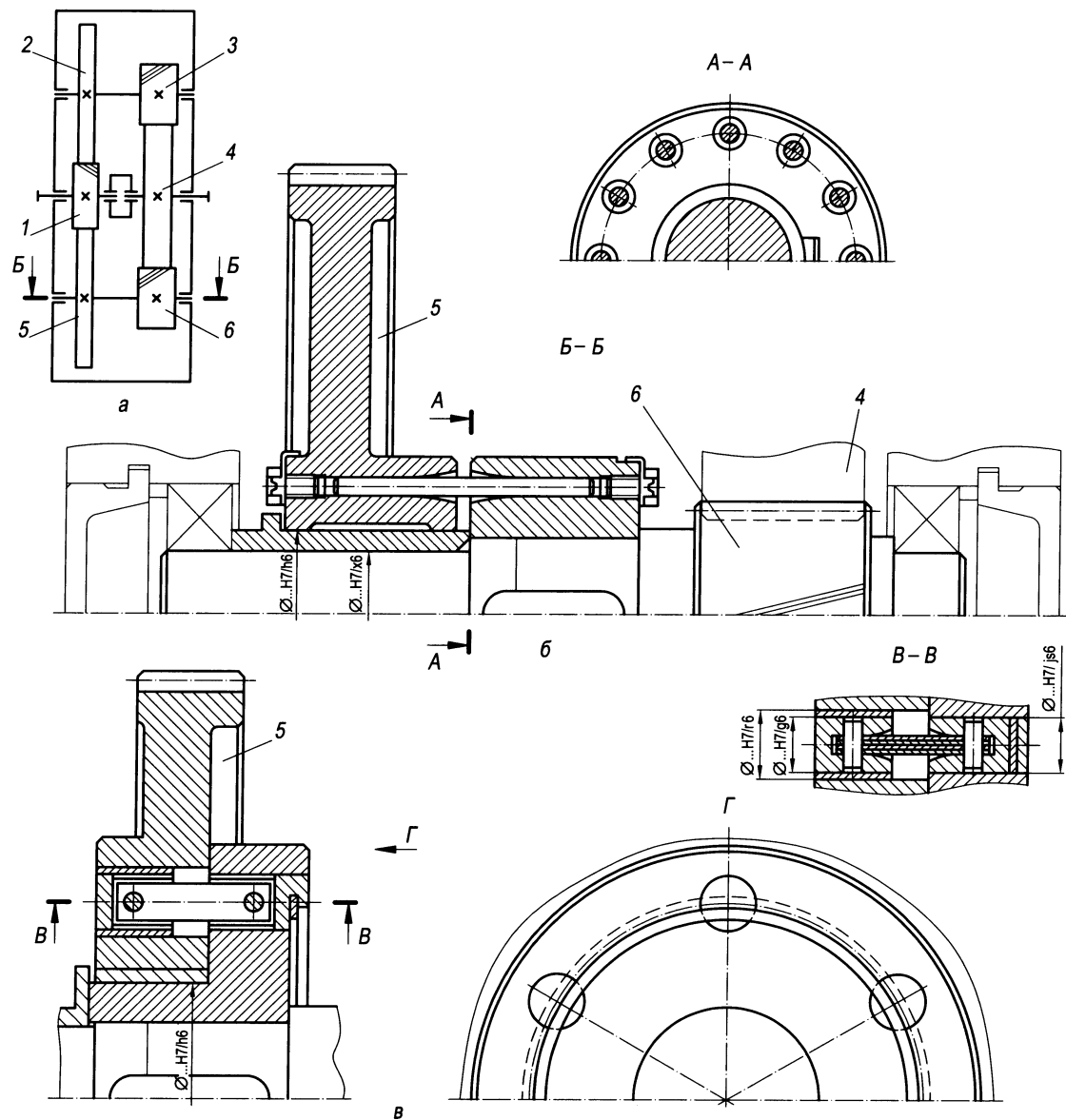


Рис. 12.1.1. Кинематическая схема двухпоточного редуктора (а) и эскизы зубчатых колес быстрогоходной передачи со стержнями (б) и пакетами пластин (в), размещенными параллельно оси вала

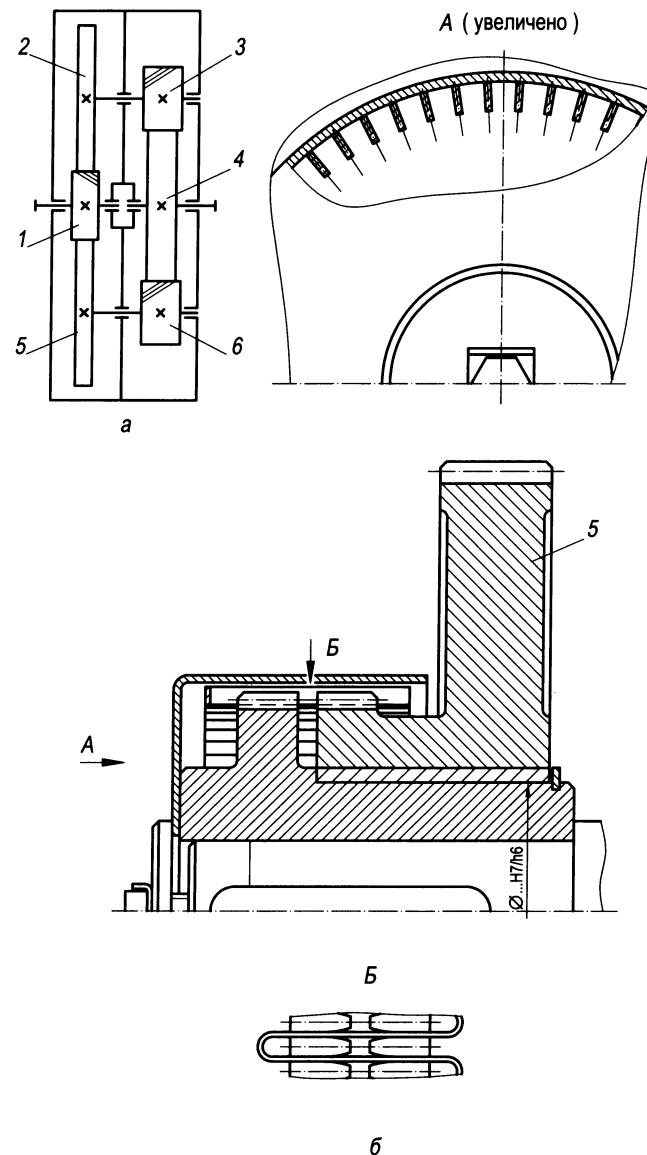


Рис. 12.1.2. Кинематическая схема двухпоточного редуктора (а) и эскиз зубчатого колеса быстрогоходной передачи со змеевидной пружиной (б)

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

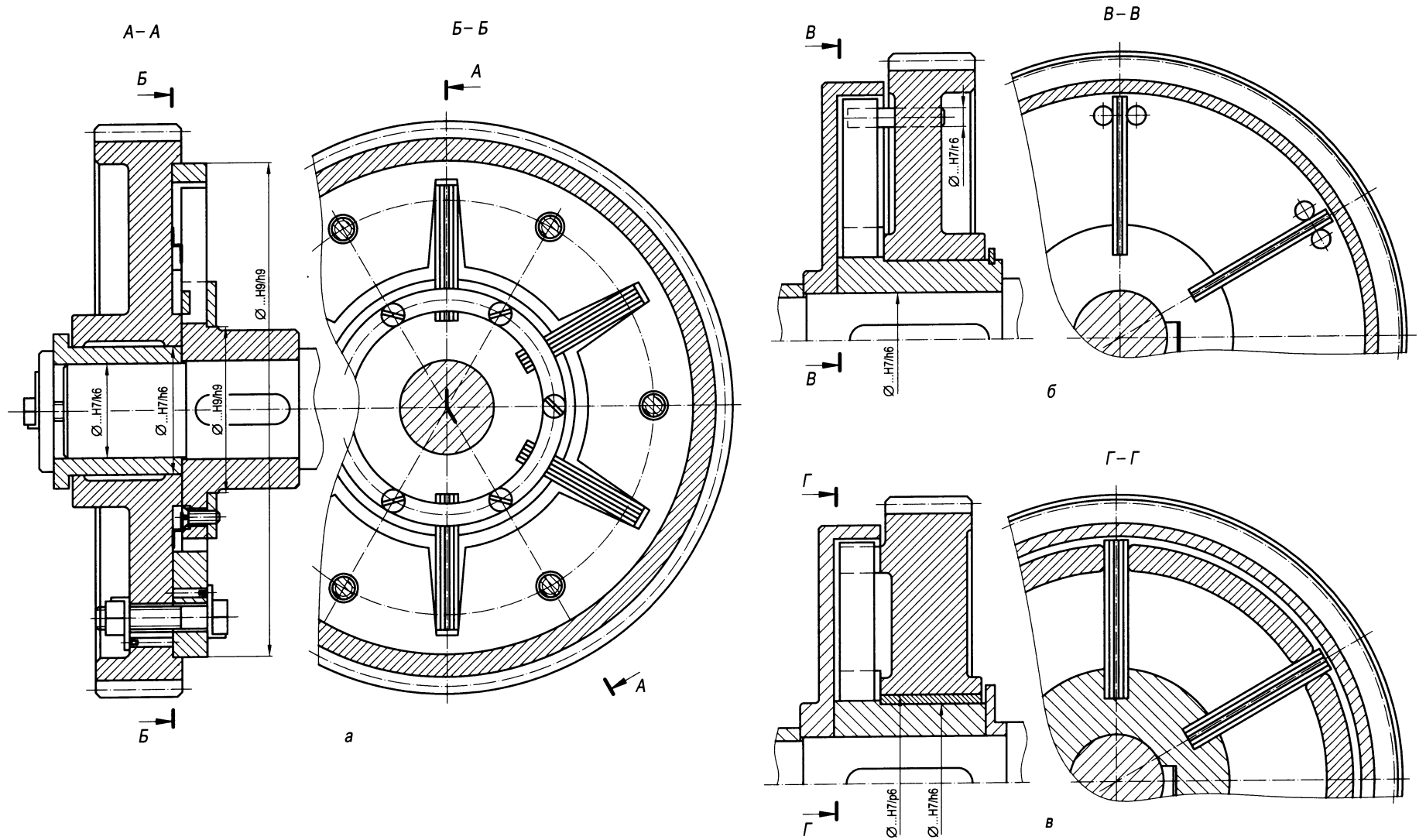


Рис. 12.1.3. Эскизы зубчатых колес быстроходной передачи с пакетами пластин, размещенными в радиальном направлении

12.2. Выравнивание нагрузки с помощью упругих элементов, работающих на кручение

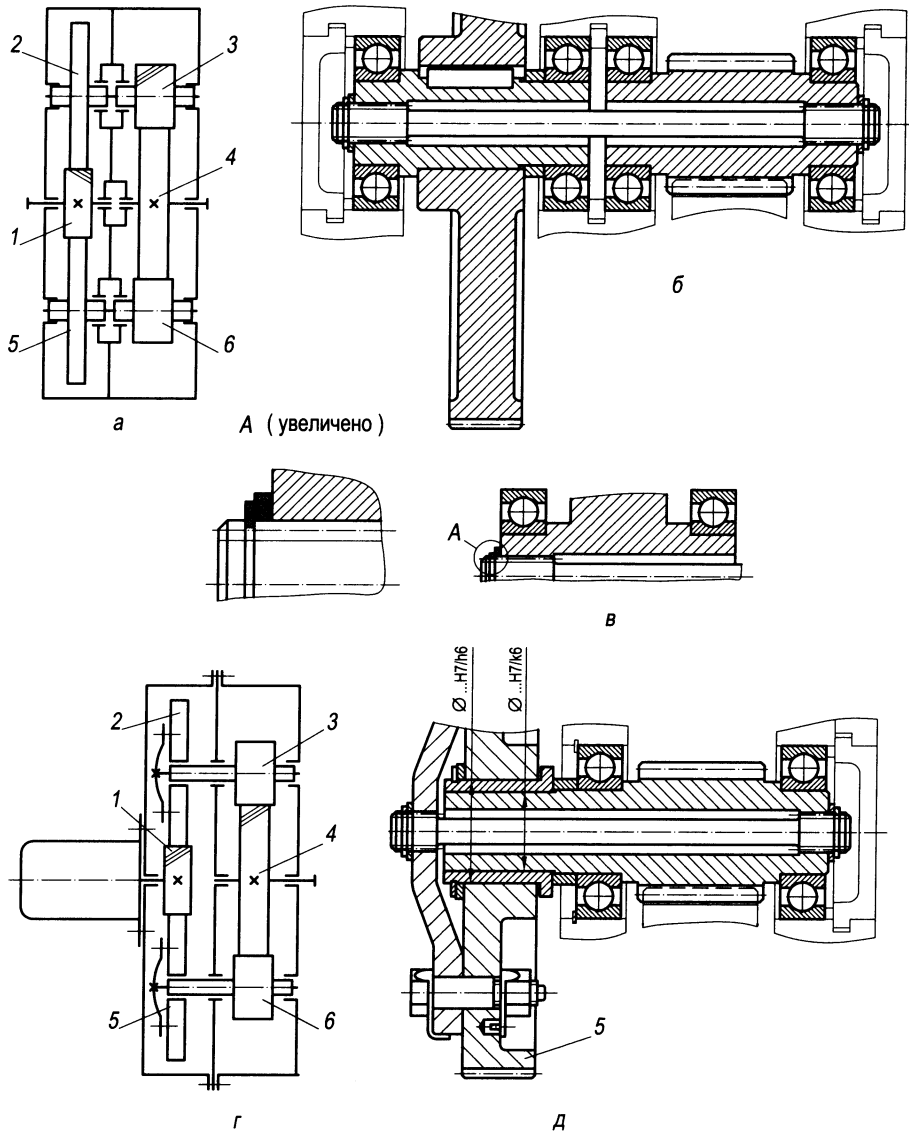


Рис. 12.2.1. Кинематические схемы (а, г) двухпоточного редуктора и эскизы промежуточного и торсионных валов (б, в, д)

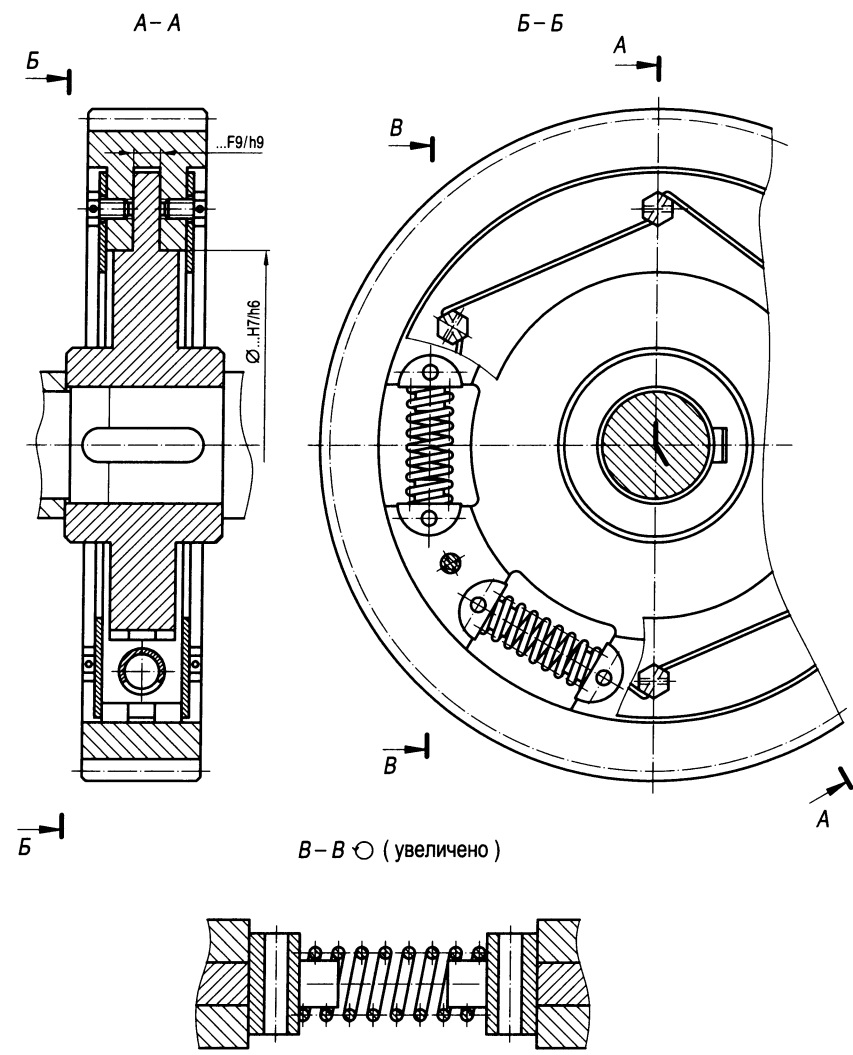


Рис. 12.2. 2. Эскизы промежуточного вала и зубчатого колеса с пружинами сжатия

12.3. Выравнивание нагрузки с помощью вала на плавающих опорах

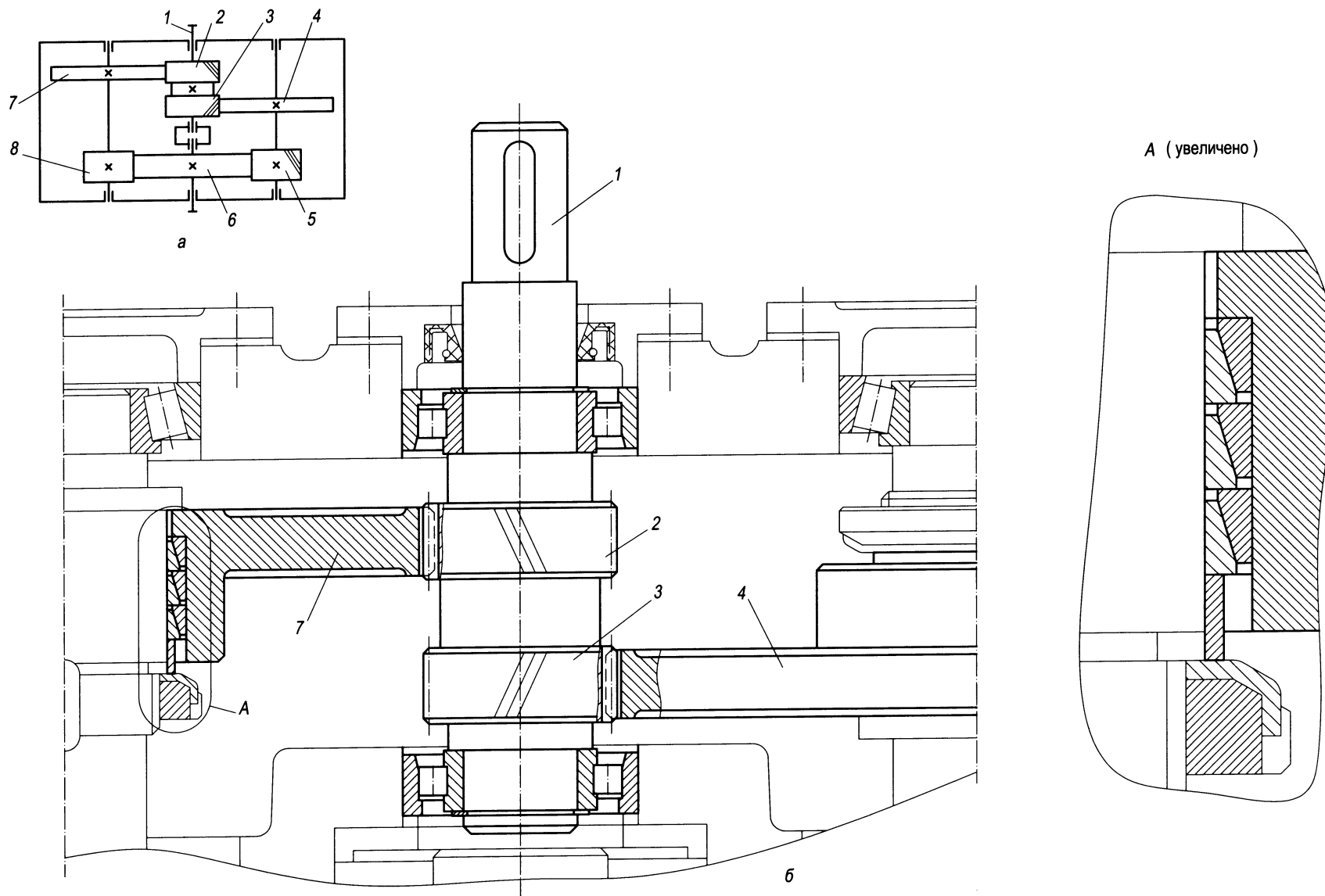


Рис. 12.3.1. Кинематическая схема цилиндрического двухступенчатого двухпоточного редуктора (а) и эскиз быстроходного вала с шевронной передачей и плавающими опорами (б):
 1 – вал; 2, 3 – шестерни; 4, 7 – колеса быстроходной передачи; 5, 8 – шестерни тихоходной передачи; 6 – колесо тихоходной передачи

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: 2К–Н; 3К и К–Н–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, а) наиболее распространена, так как имеет высокий КПД и технологичную конструкцию. Основными ее звеньями являются два центральных колеса 1 и 3 и водило Н. Оптимальное передаточное число для силовых передач $u_{ah}^b = 8$. Для $u_{ah} > 8$ соединяют последовательно две и больше передач. На рис. 13.1.1, б показана схема двухступенчатой передачи 2К–Н, в которой первая ступень с колесами 1–3 и водилом Н₁ соединена со второй ступенью, имеющей колеса 4–6 и водило Н₂, являющееся выходным звеном передачи.

В двухступенчатой передаче 2К–Н 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 Н. 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 К–Н–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 Н сателлит 1, зубья которого очерчены циклоидой. Вращение с сателлита на вал V передается с помощью механизма W. Для динамического уравнивания 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 быстросходным 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. Г–Г). 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 ЗК 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 $u = 30...250$; КПД составляет 0,95...0,6 (падает с увеличением u). В кинематических передачах u достигает 1000 при КПД, равном 0,3.

13.7. Редуктор планетарный с тремя центральными колесами и торсионными валами. Редуктор выполнен по схеме ЗК (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 К–Н–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 К–Н–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 1 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

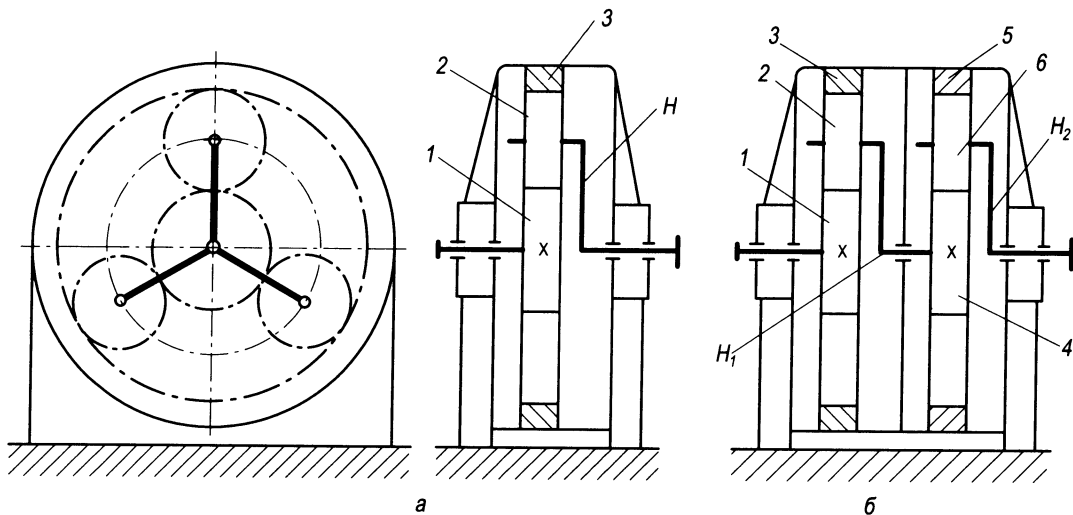


Рис. 13.1.1. Одноступенчатая (а) и двухступенчатая (б) передачи, выполненные по схеме 2К-Н

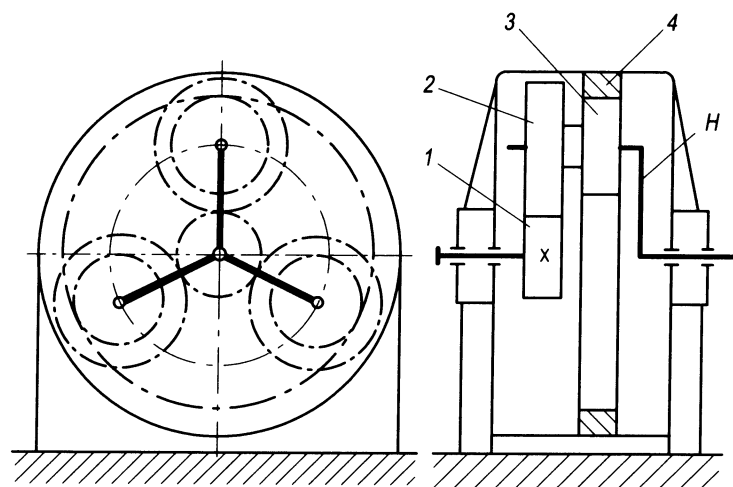


Рис. 13.1.2. Двухступенчатая передача с двумя центральными колесами и двухвенцовыми сателлитами, выполненная по схеме 2К-Н

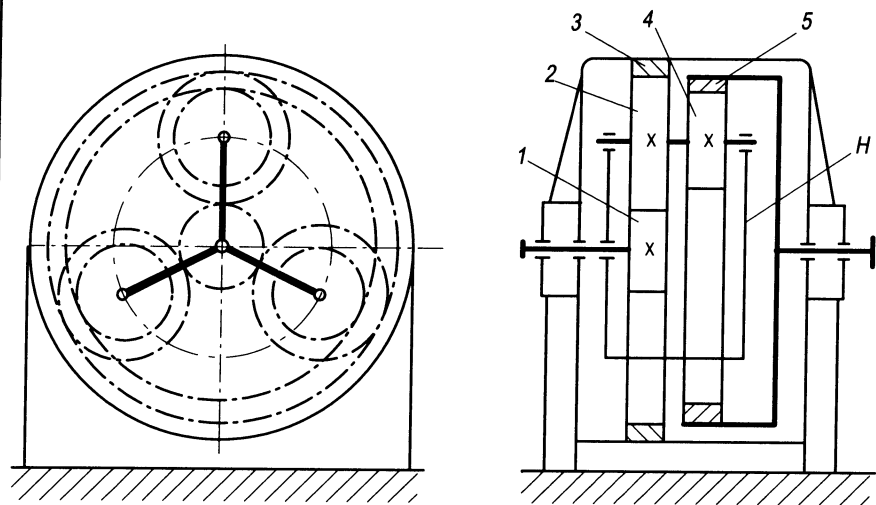


Рис. 13.1.3. Двухступенчатая передача с тремя центральными колесами, выполненная по схеме 3К

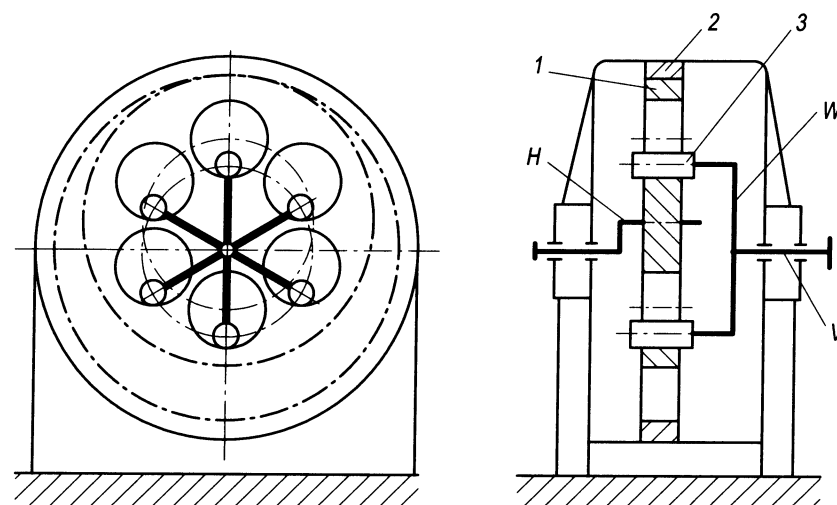
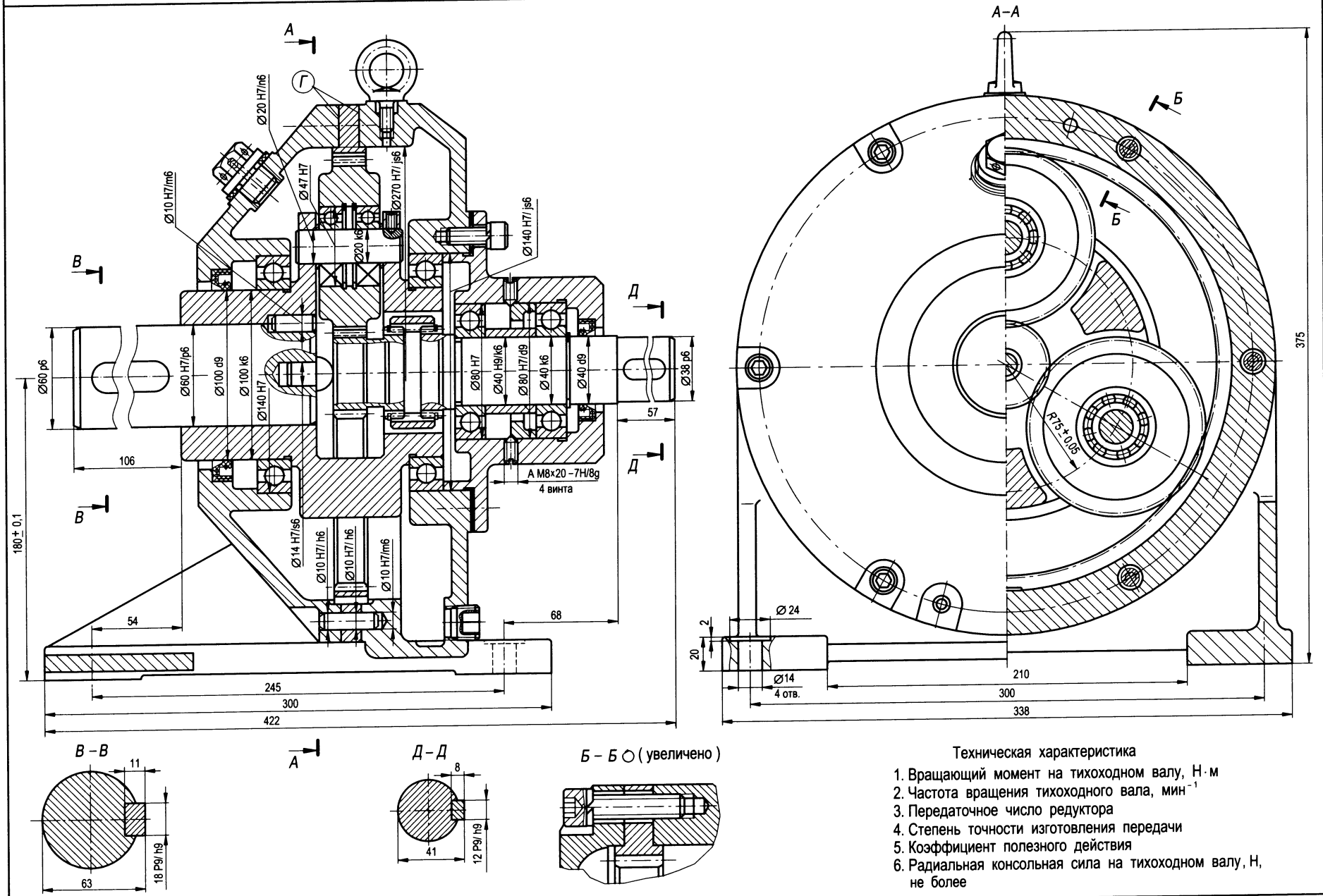
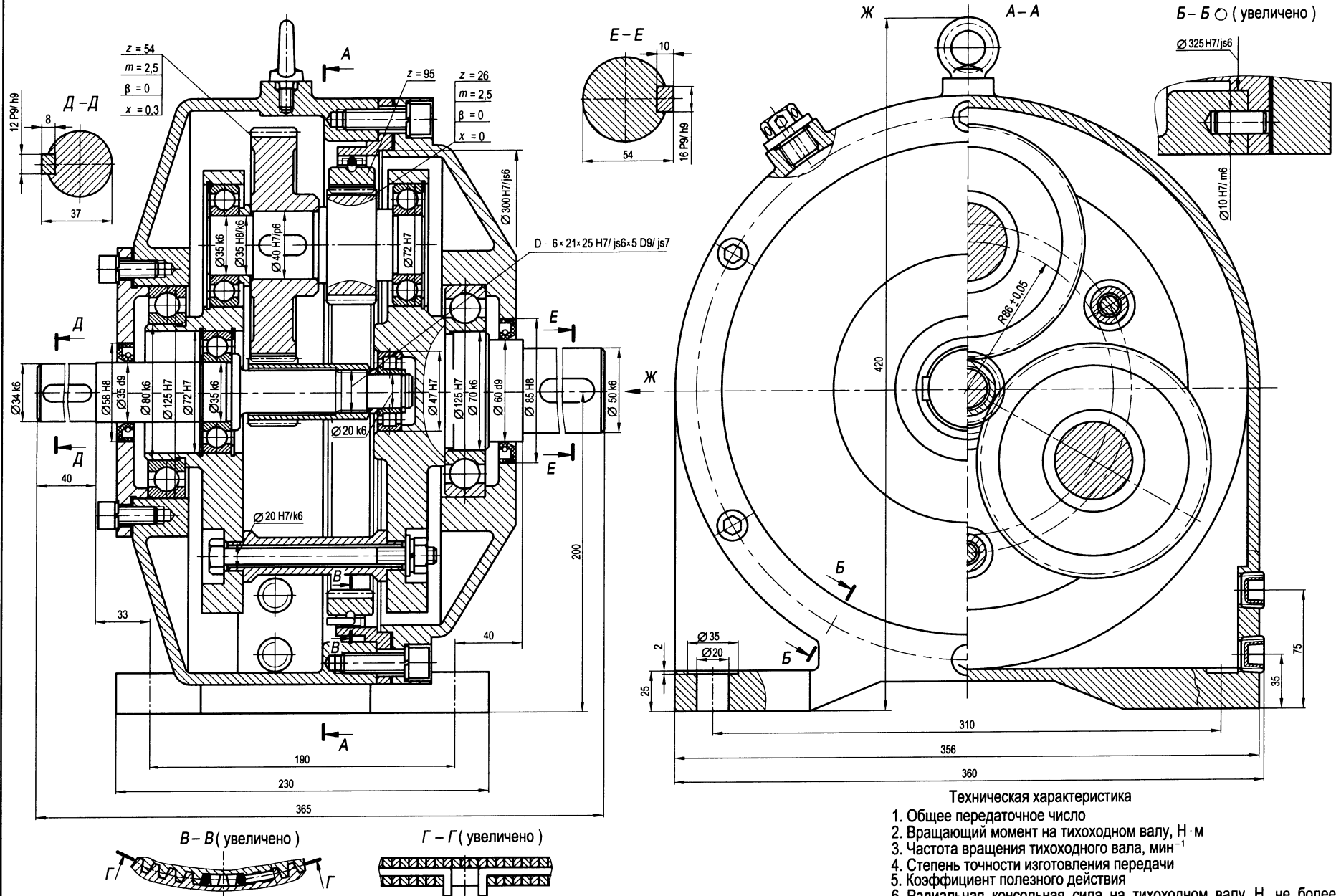


Рис. 13.1.4. Одноступенчатая передача, выполненная по схеме К-Н-V

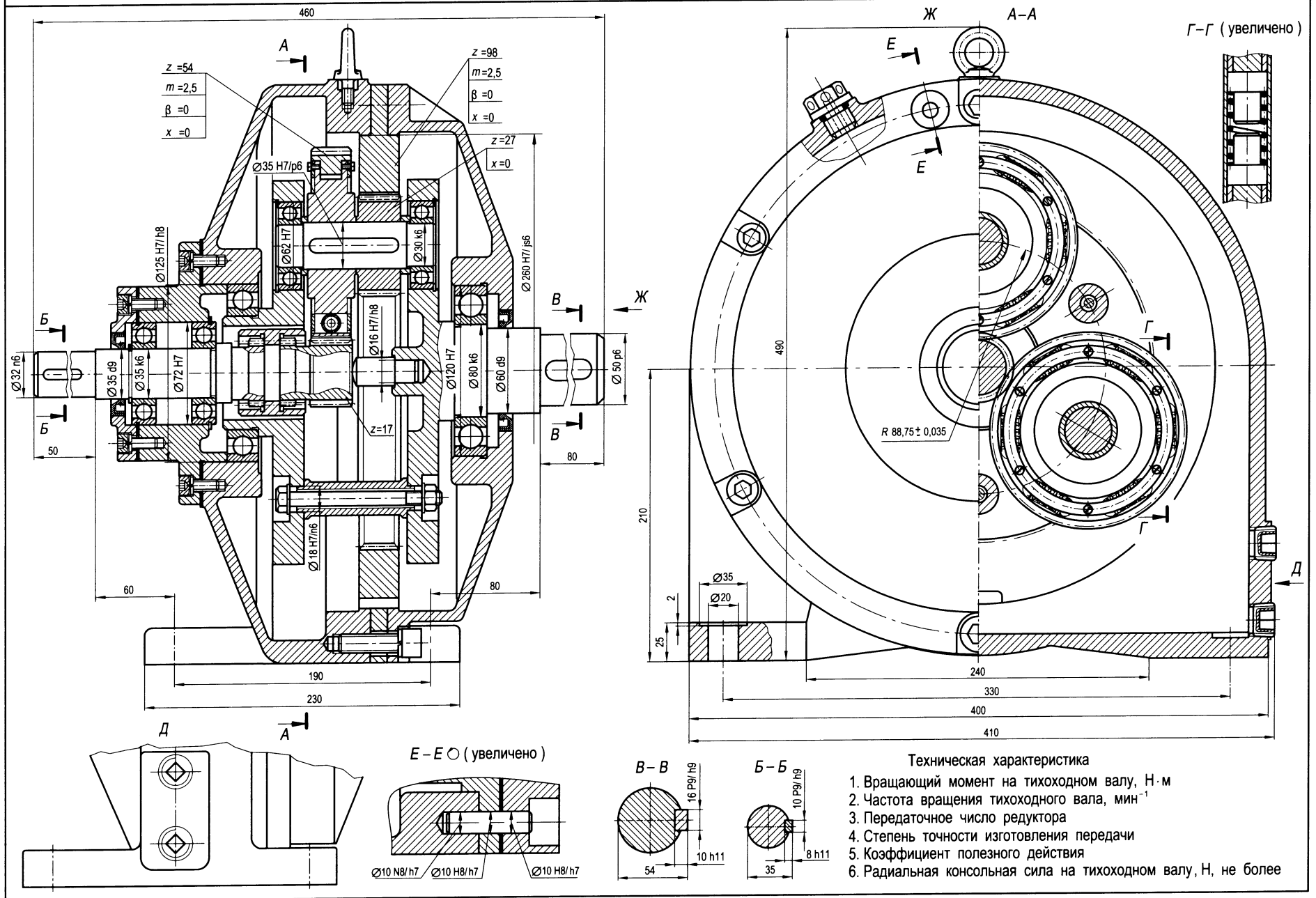
13.2. Редуктор планетарный одноступенчатый



13.3. Редуктор планетарный двухступенчатый с двумя центральными колесами и двухвенцовыми сателлитами



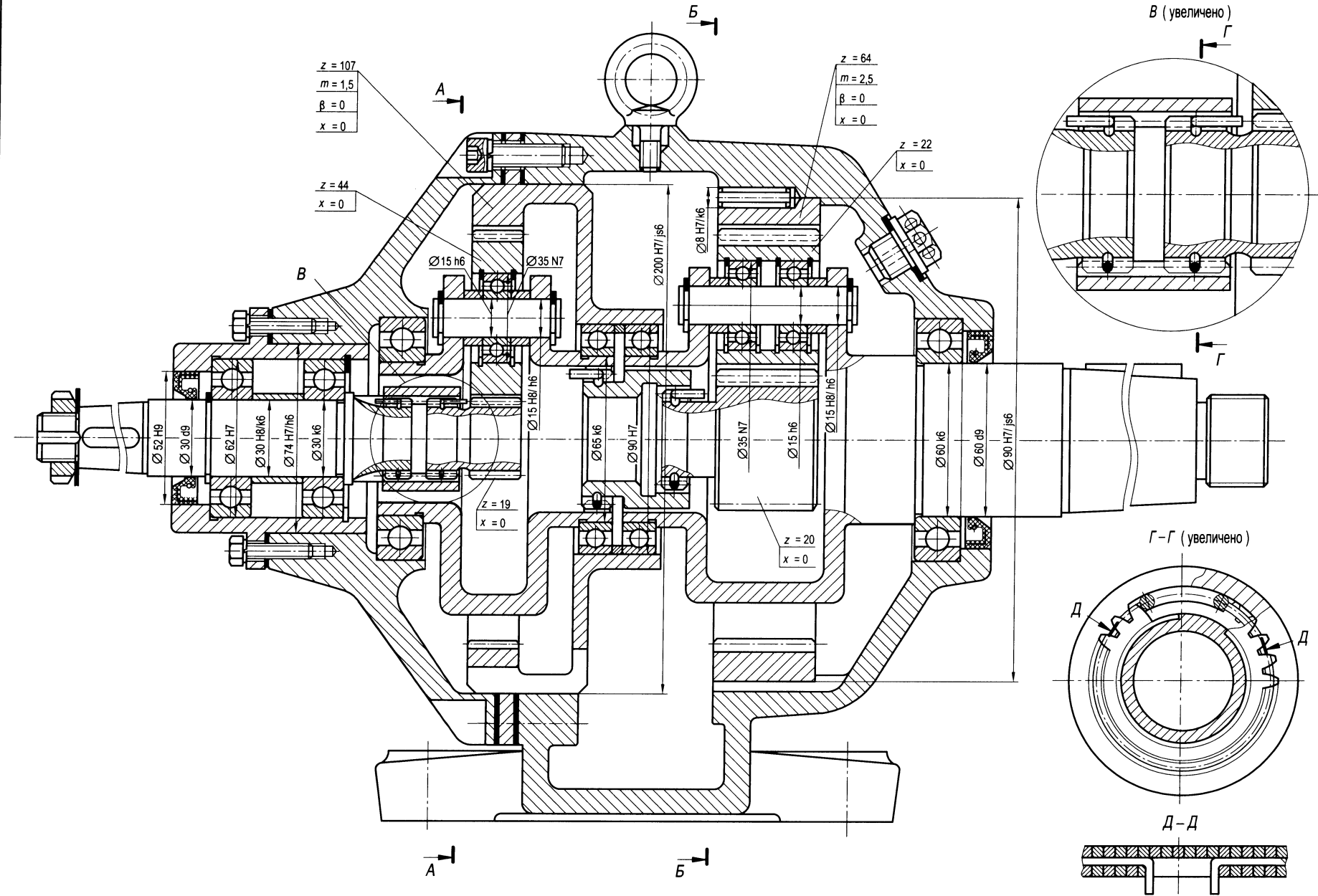
13.4. Редуктор планетарный двухступенчатый с двумя центральными колесами и составными сателлитами



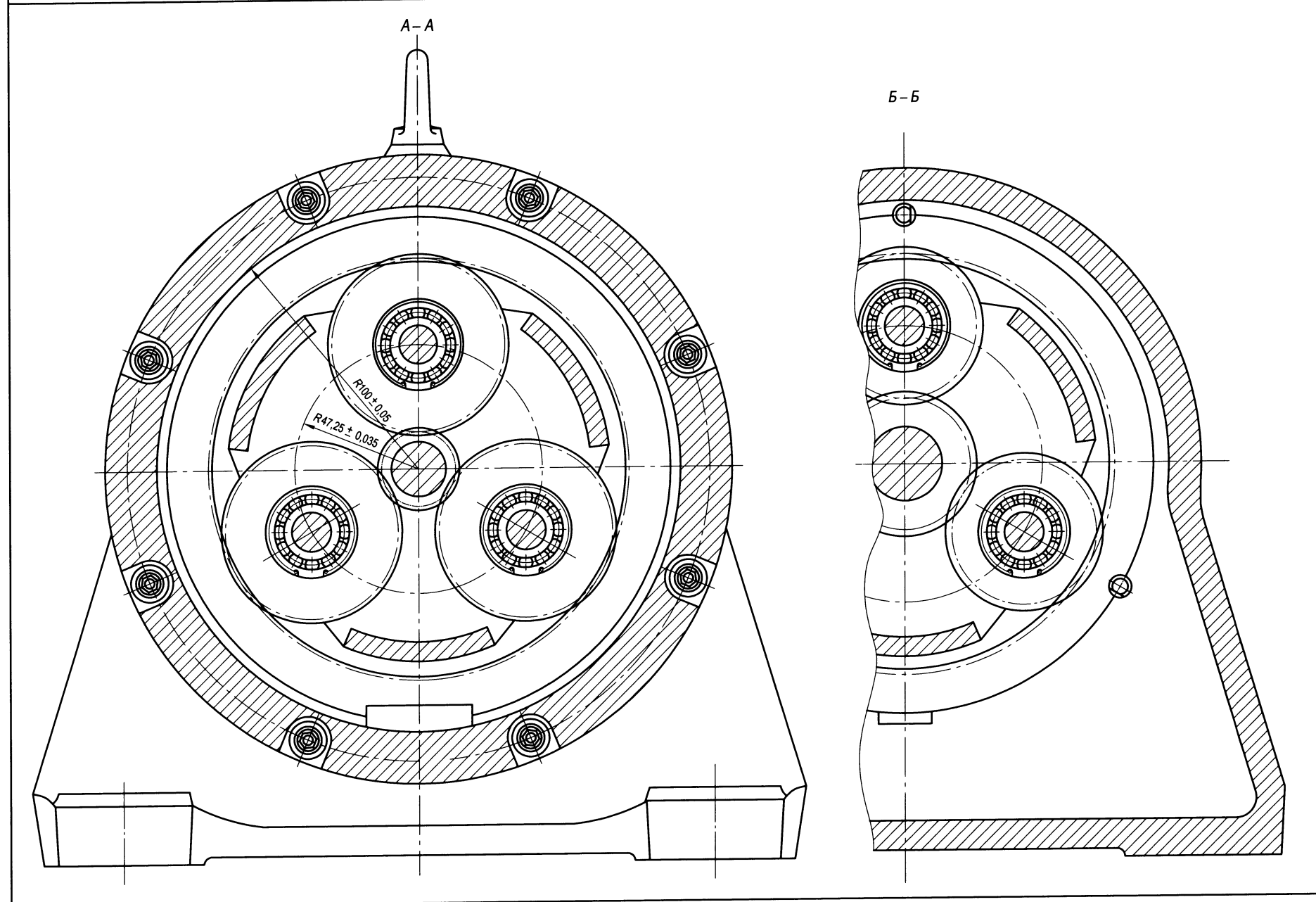
Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
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, не более

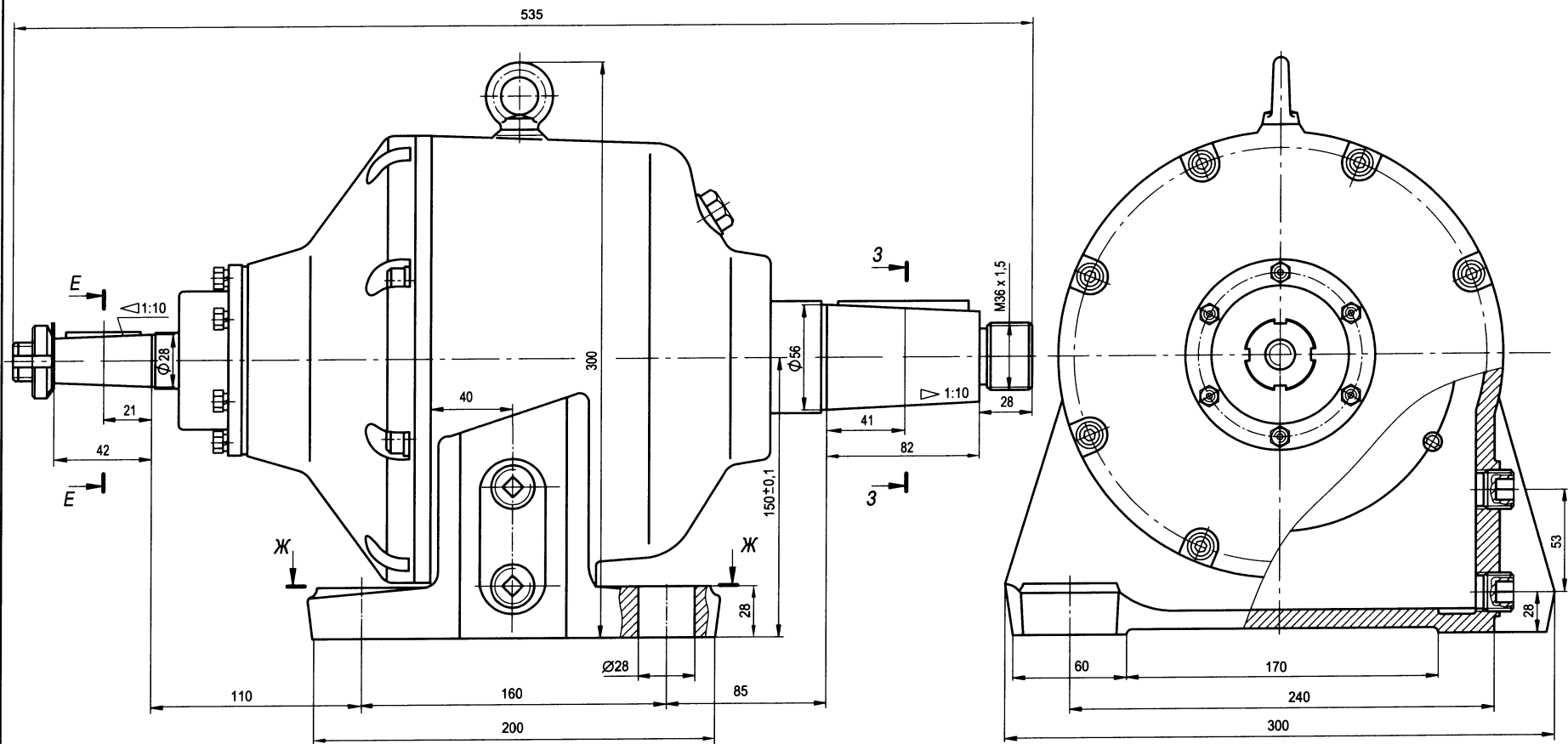
13.5. Редуктор планетарный двухступенчатый



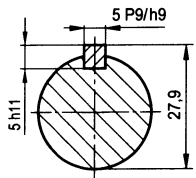
13.5. Редуктор планетарный двухступенчатый (продолжение)



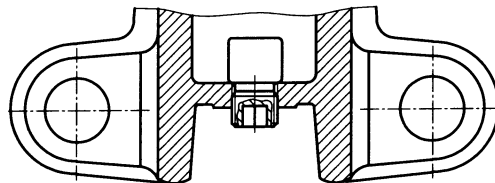
13.5. Редуктор планетарный двухступенчатый (окончание)



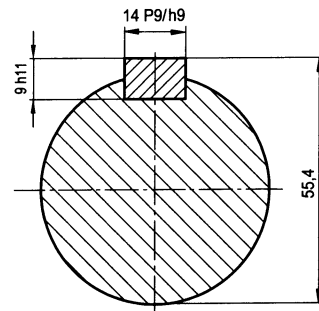
E - E (увеличено)



Ж - Ж



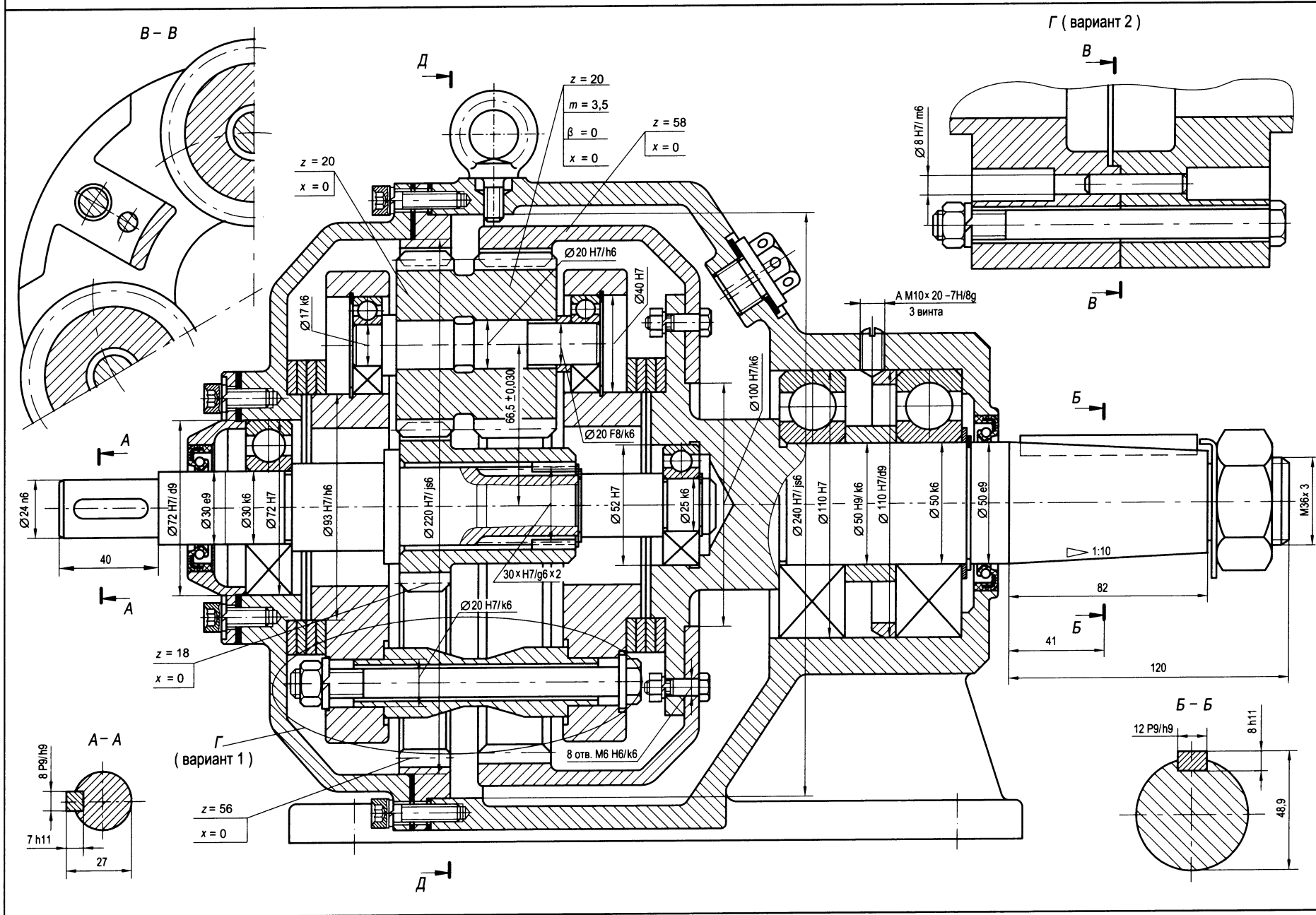
3 - 3 (увеличено)



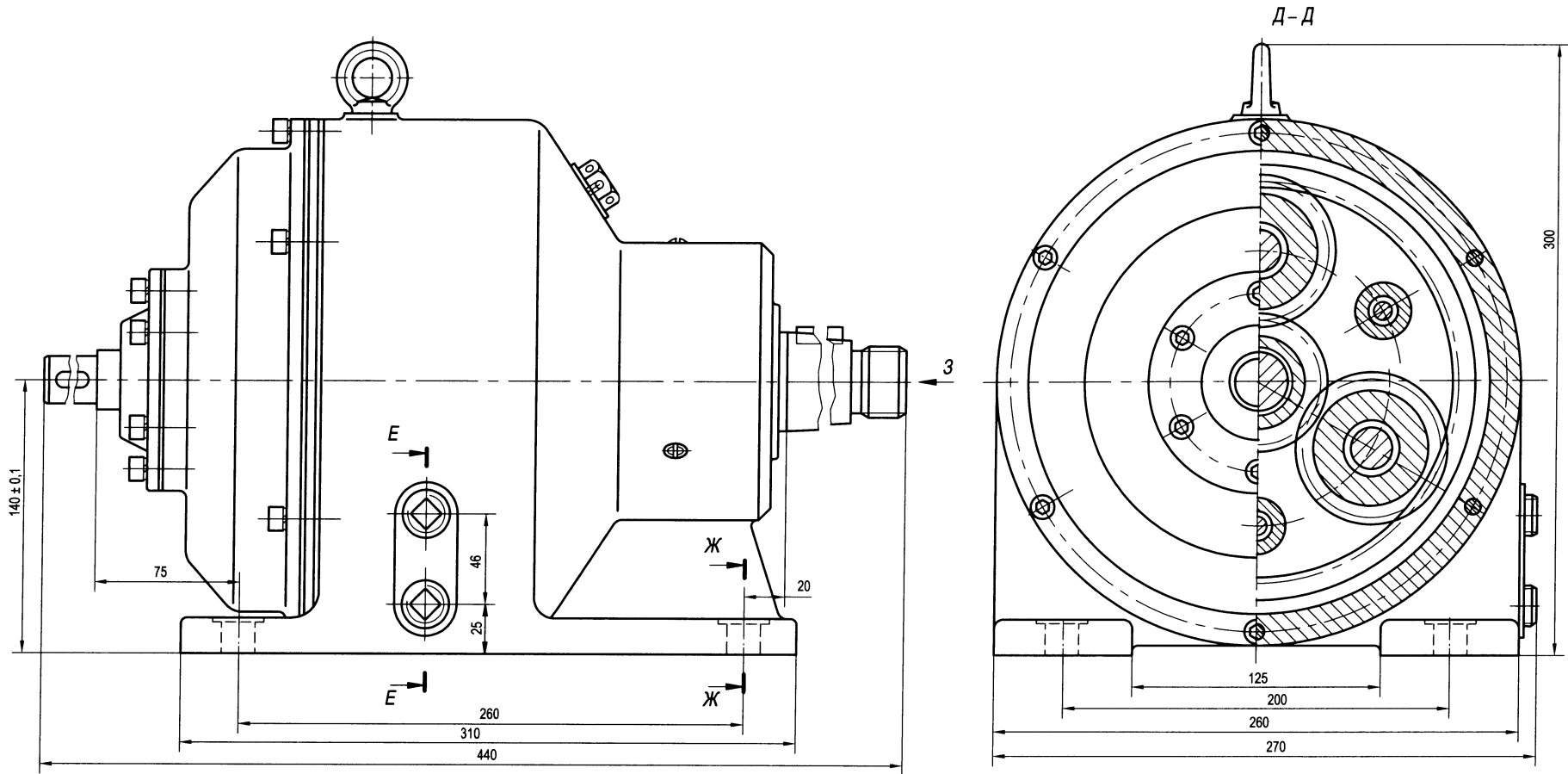
Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
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, не более

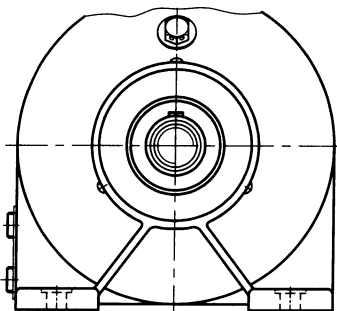
13.6. Редуктор планетарный с тремя центральными колесами



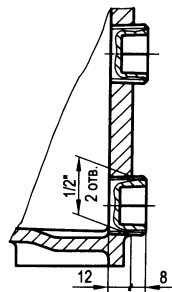
13.6. Редуктор планетарный с тремя центральными колесами (окончание)



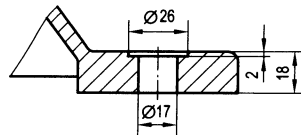
3 (уменьшено)



E - E (увеличено)



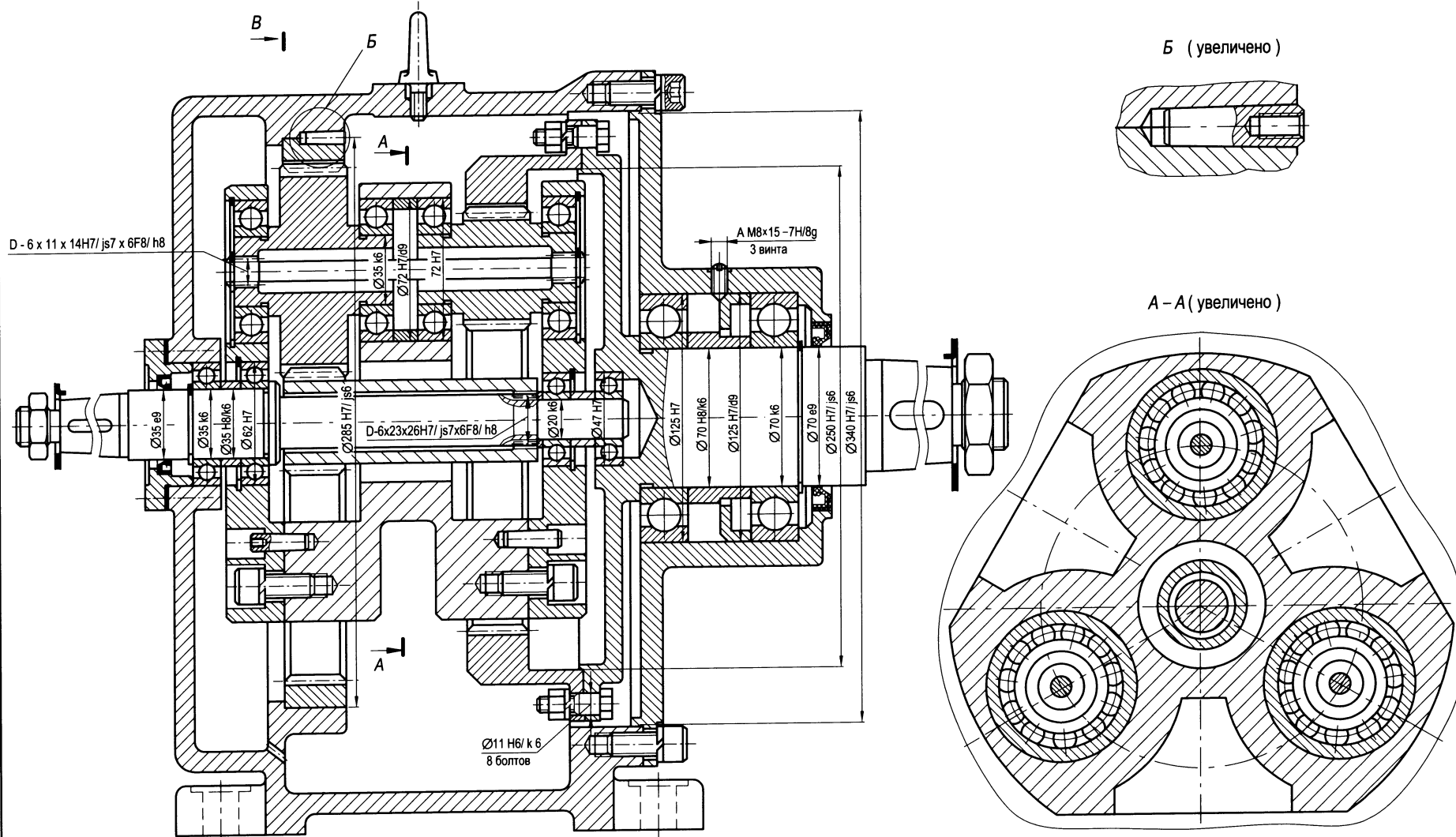
Ж - Ж



Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
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, не более

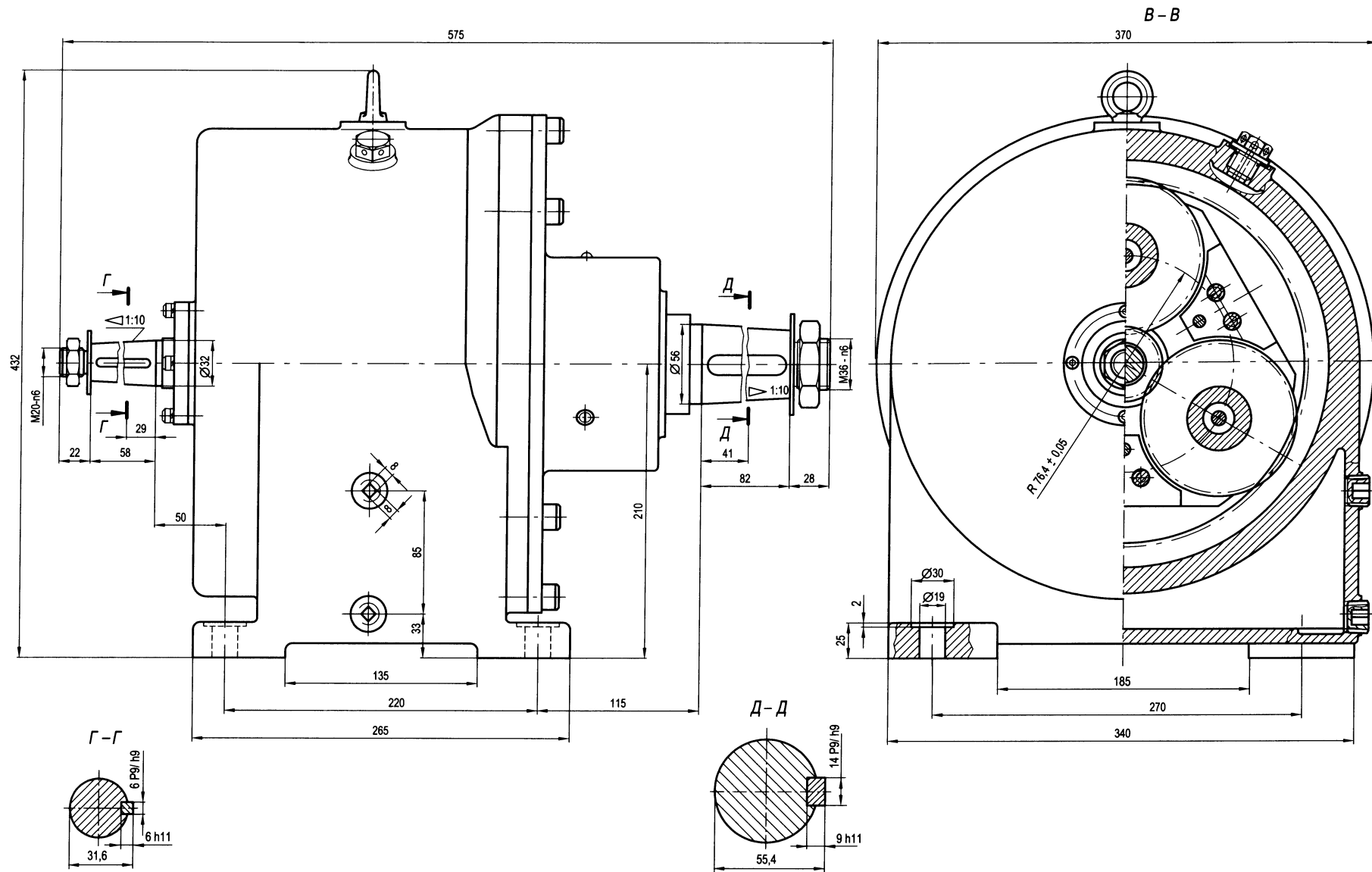
13.7. Редуктор планетарный с тремя центральными колесами и торсионными валами



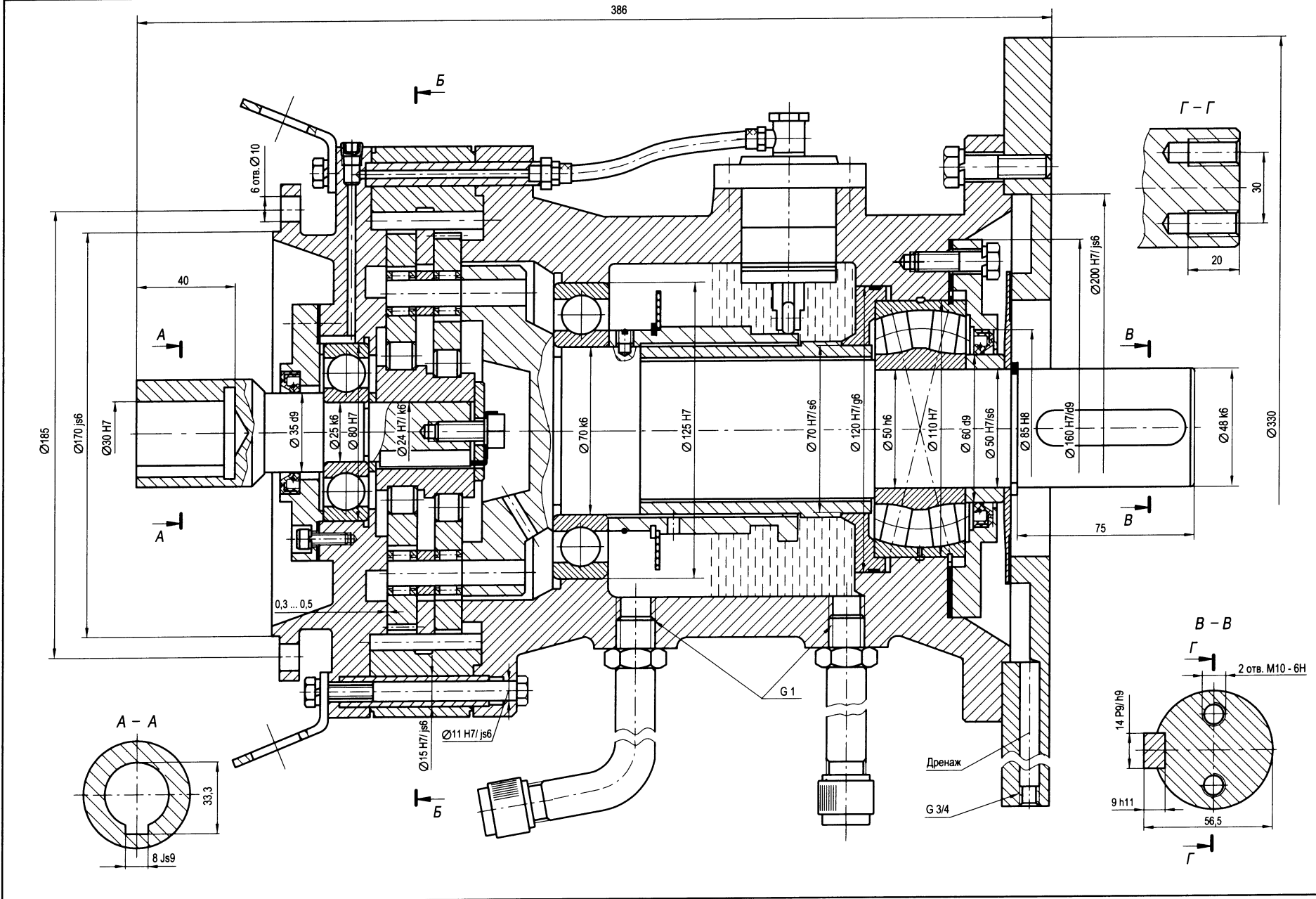
Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
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, не более

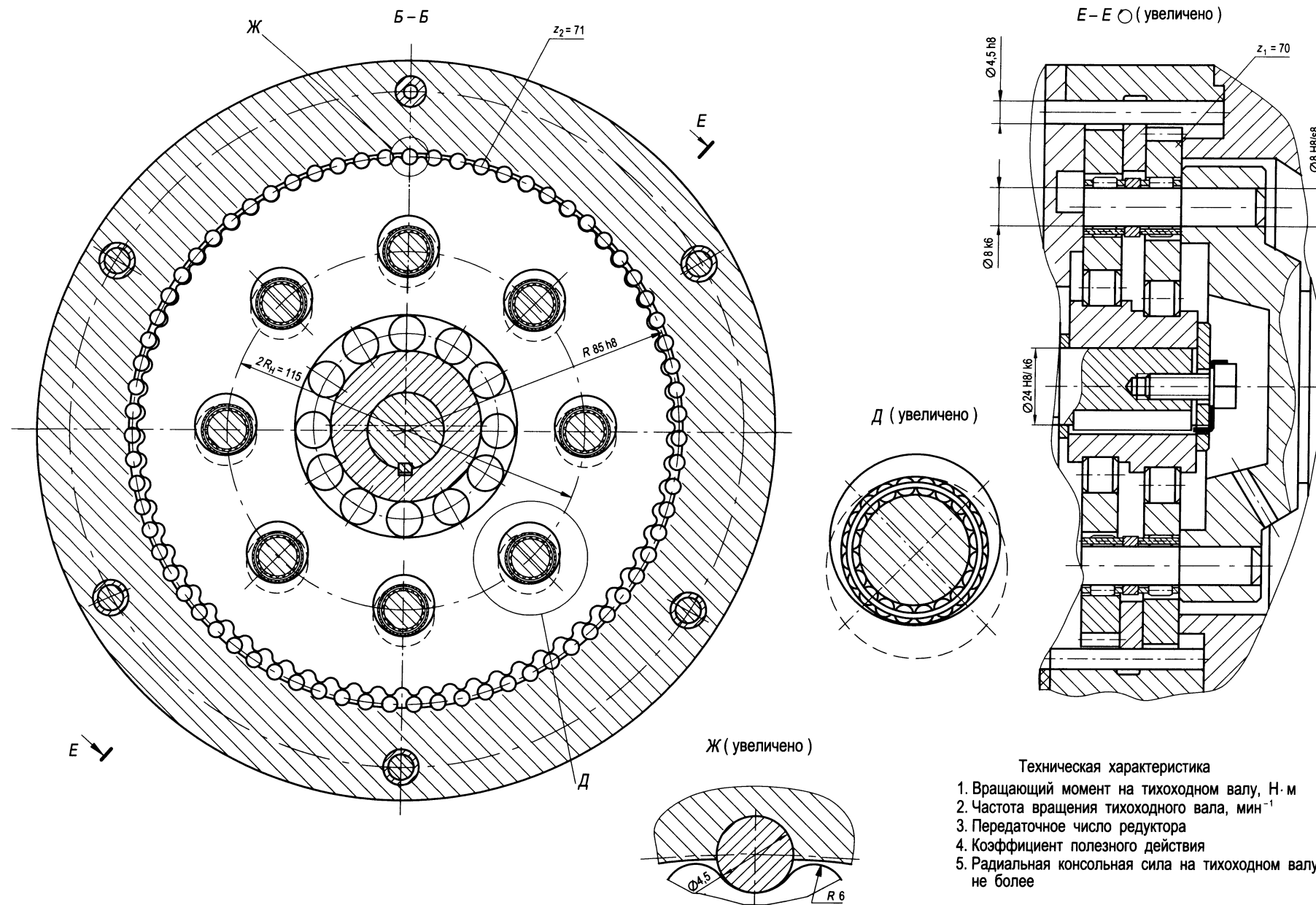
13.7. Редуктор планетарный с тремя центральными колесами и торсионными валами (окончание)



13.8. Редуктор планетарный цевочный



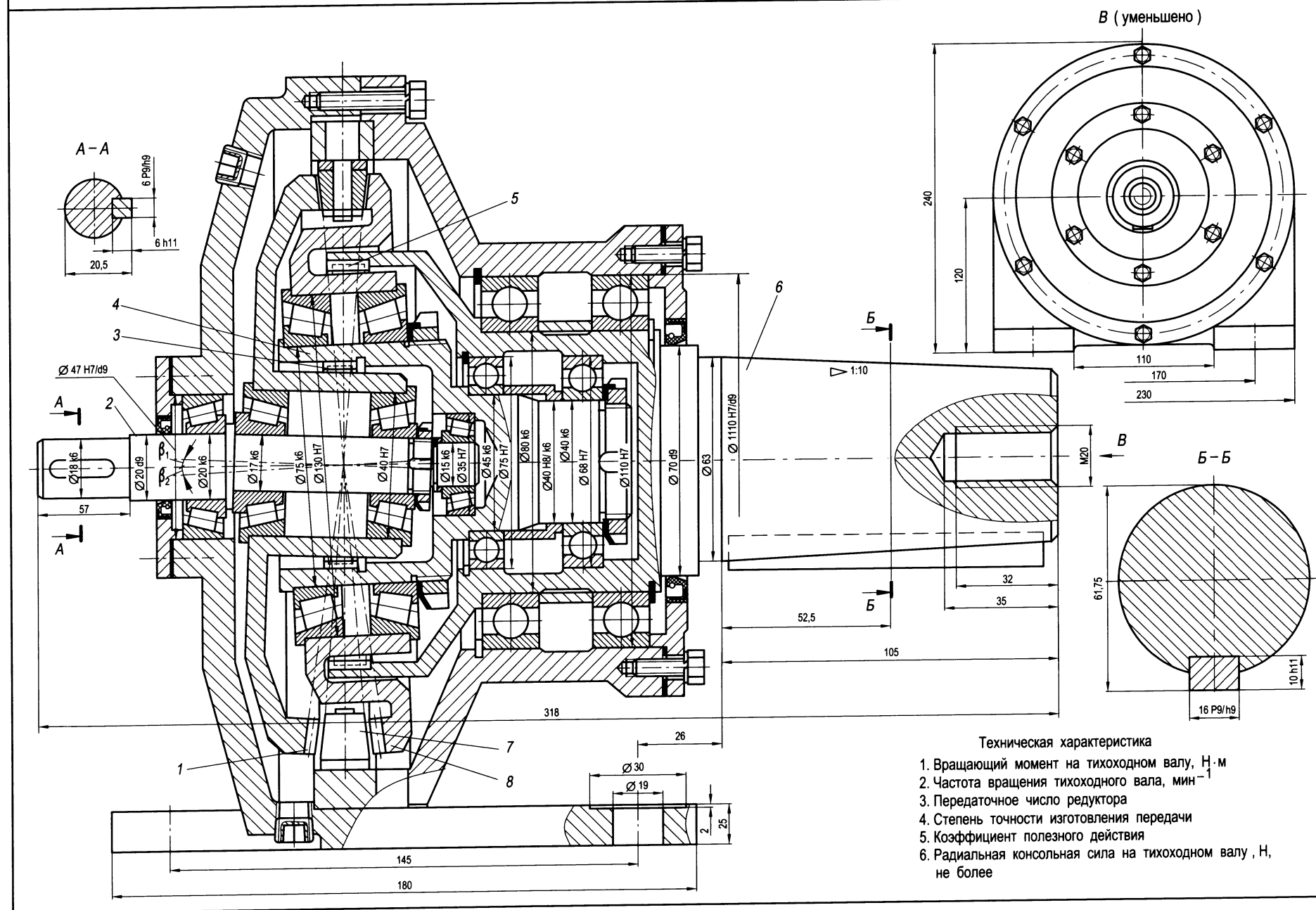
13.8. Редуктор планетарный цевочный (окончание)



Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
2. Частота вращения тихоходного вала, мин⁻¹
3. Передаточное число редуктора
4. Коэффициент полезного действия
5. Радиальная консольная сила на тихоходном валу, Н, не более

13.9. Редуктор планетарный прецессионный



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, отрабатывший 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.

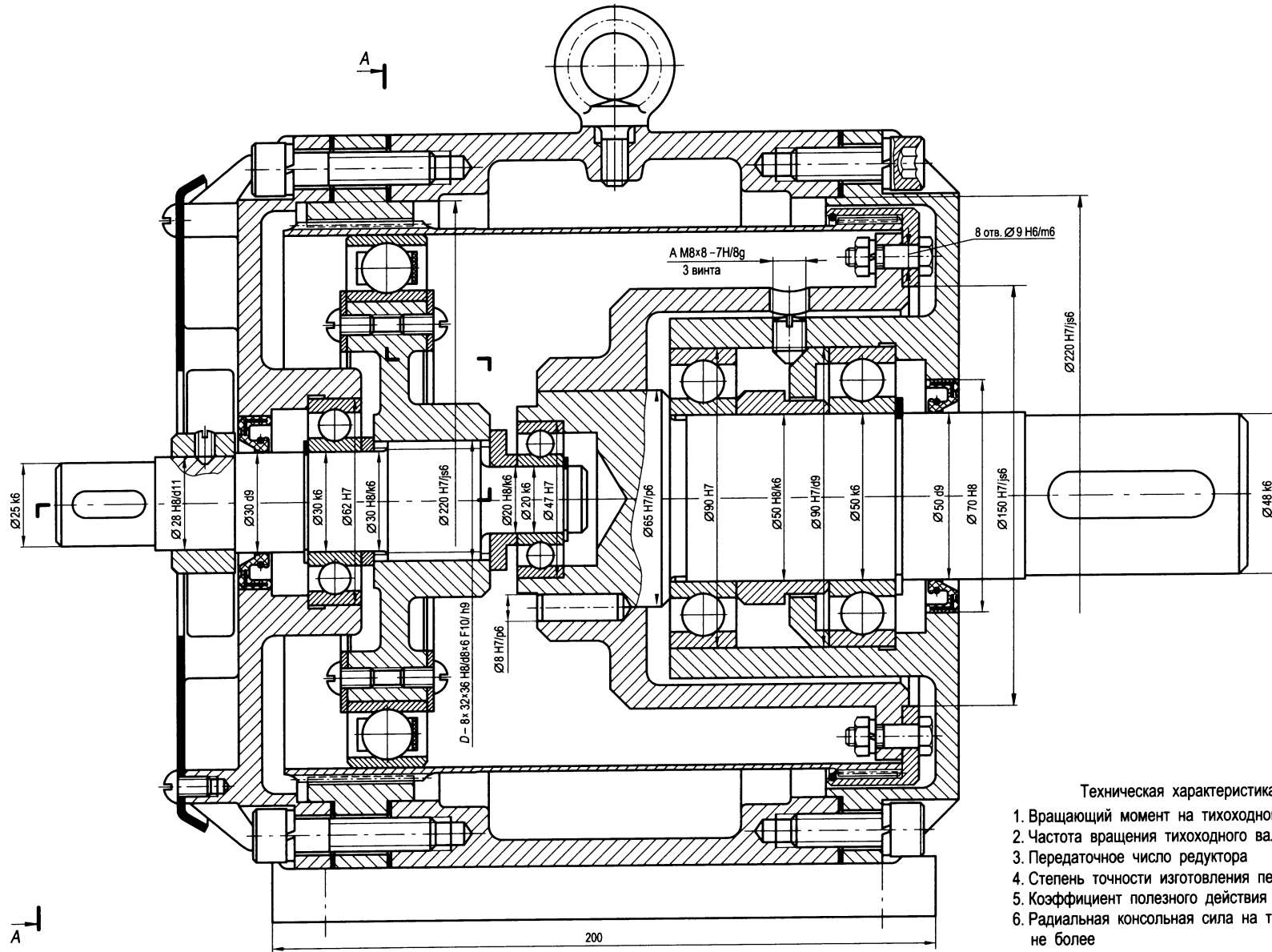
14.5. Мотор-редуктор волновой с дисковым генератором волн и коротким гибким колесом. В редукторе неподвижным является жесткое колесо, соединенное с корпусом. Гибкое колесо выполнено в форме стакана с дном, его длина $L = 0,55D$ (где D – диаметр стакана), что меньше принятой для редукторов общемашиностроительного 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 изготавливают с дном (см. рис. 14.6.1, а), с внешними (см. рис. 14.6.1, б) и внутренними (см. рис. 14.6.1, в) шлицами и с фланцем (см. рис. 14.6.1, г) 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.

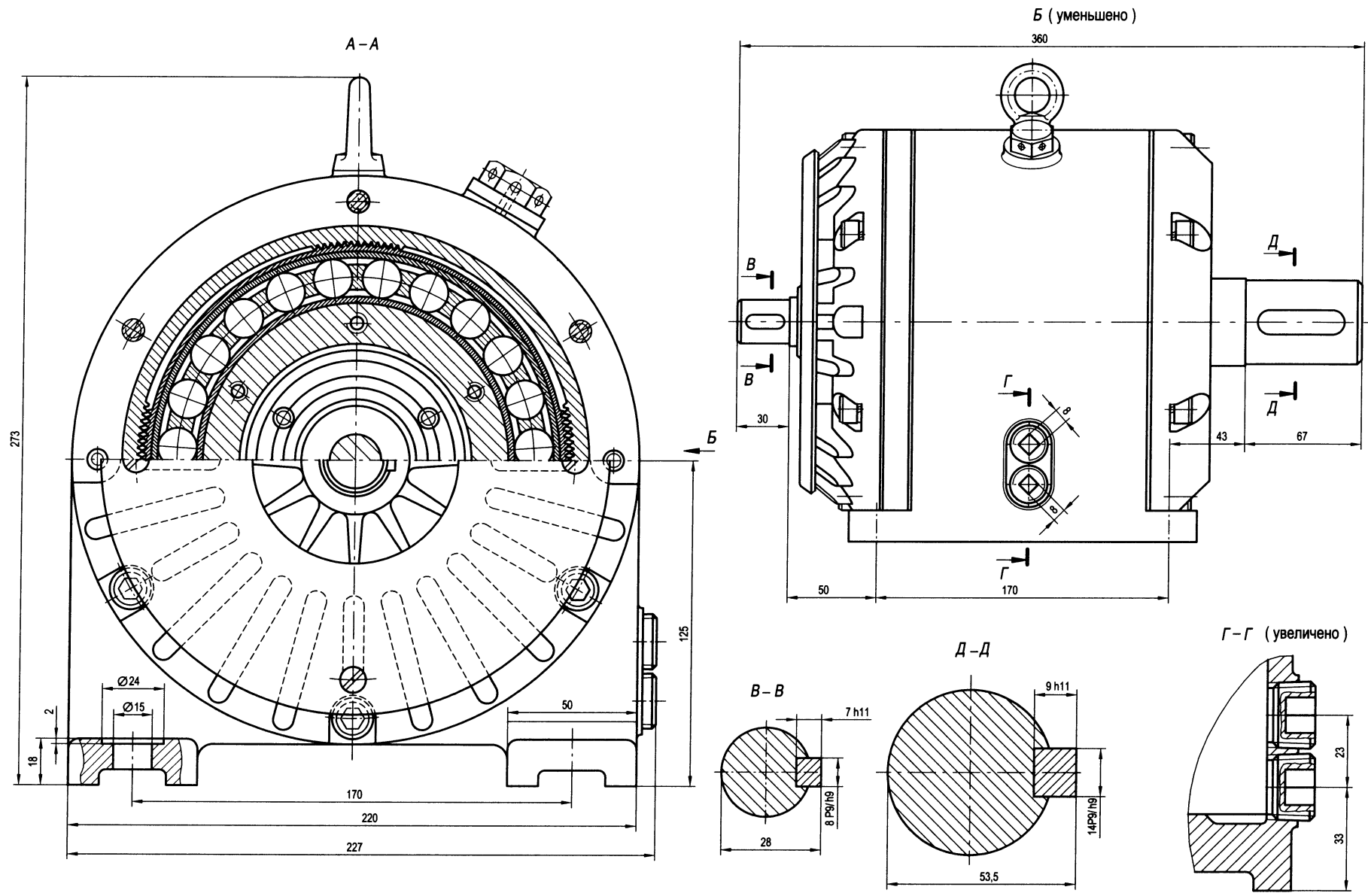
На рис. 14.6.2 показано гибкое колесо для герметичных передач, выполненное методом выдавливания. Следует обратить внимание на возможность увеличения диаметра D_1 мембраны по отношению к диаметру D оболочки, так как при этом увеличивается радиальная податливость оболочки.

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.

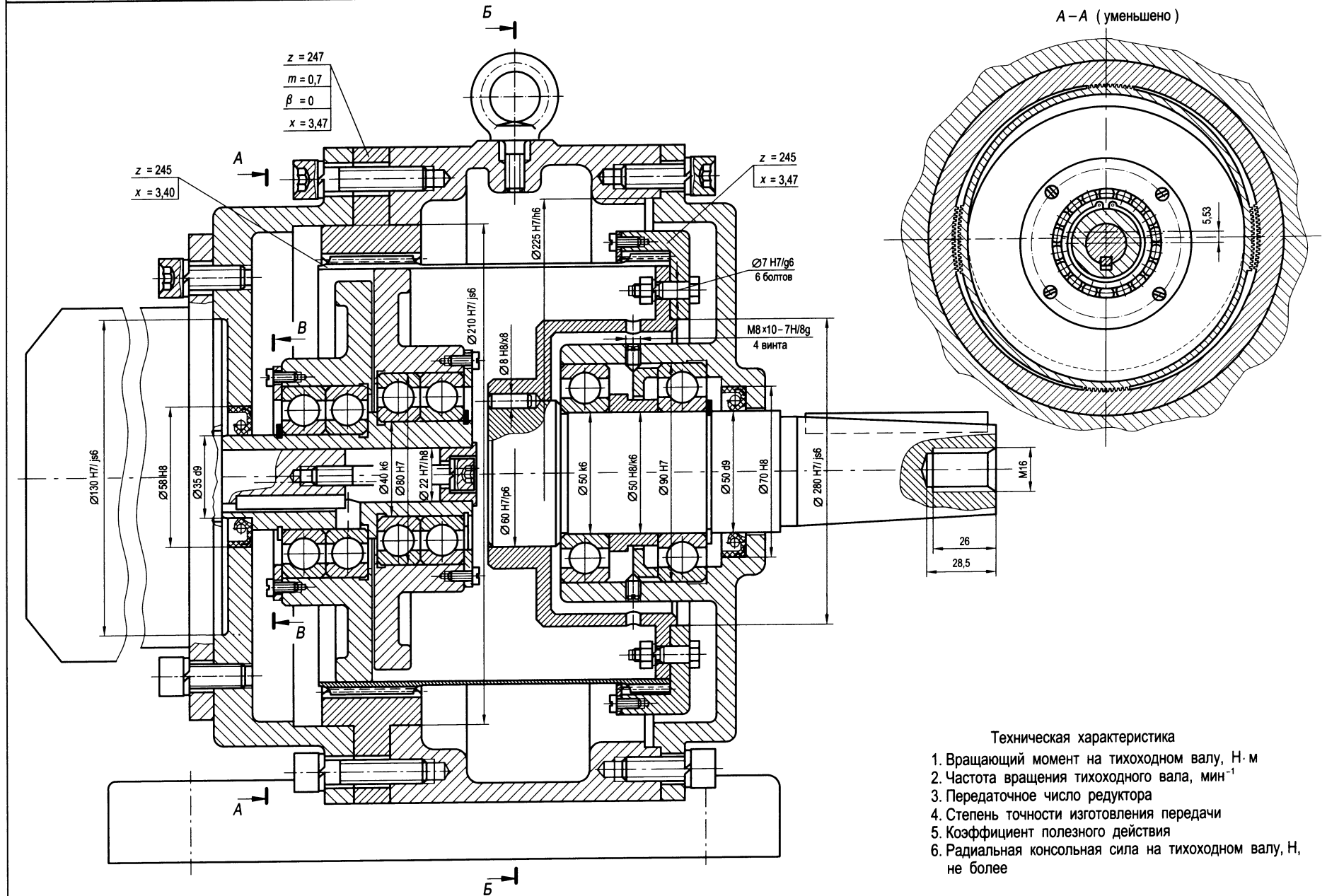
14.1. Редуктор волновой с кулачковым генератором волн



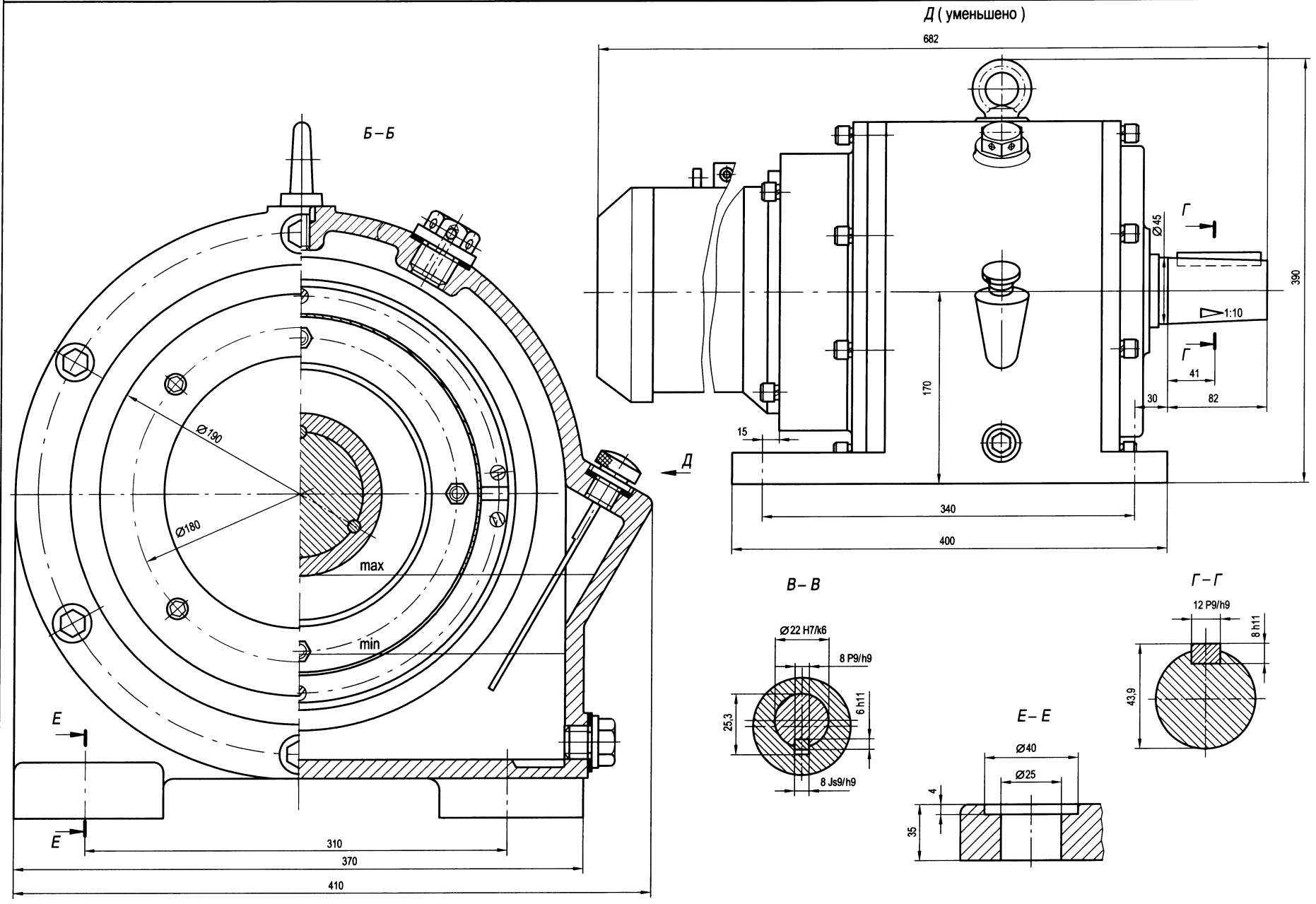
14.1. Редуктор волновой с кулачковым генератором волн (окончание)



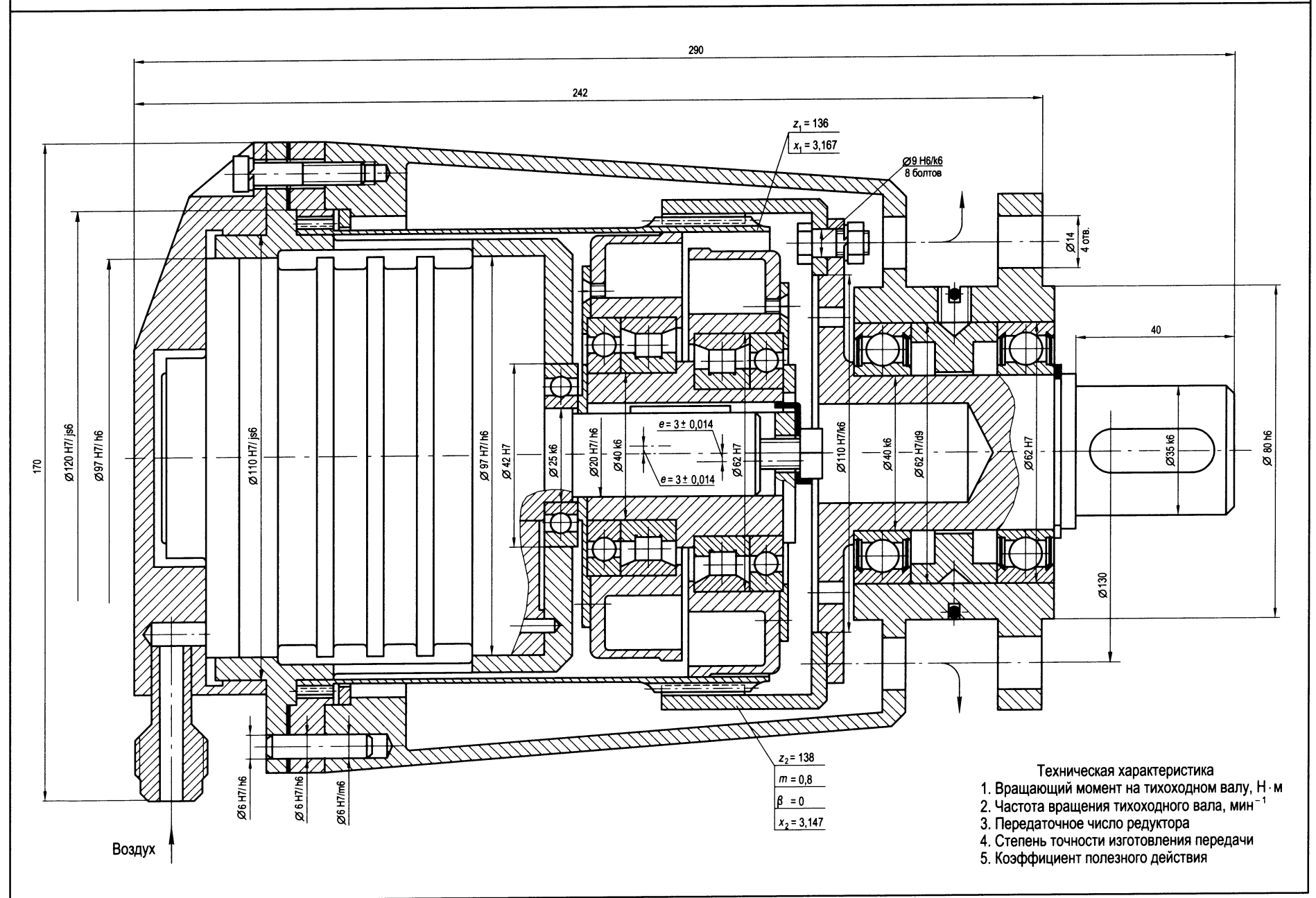
14.2. Мотор-редуктор волновой с дисковым генератором волн



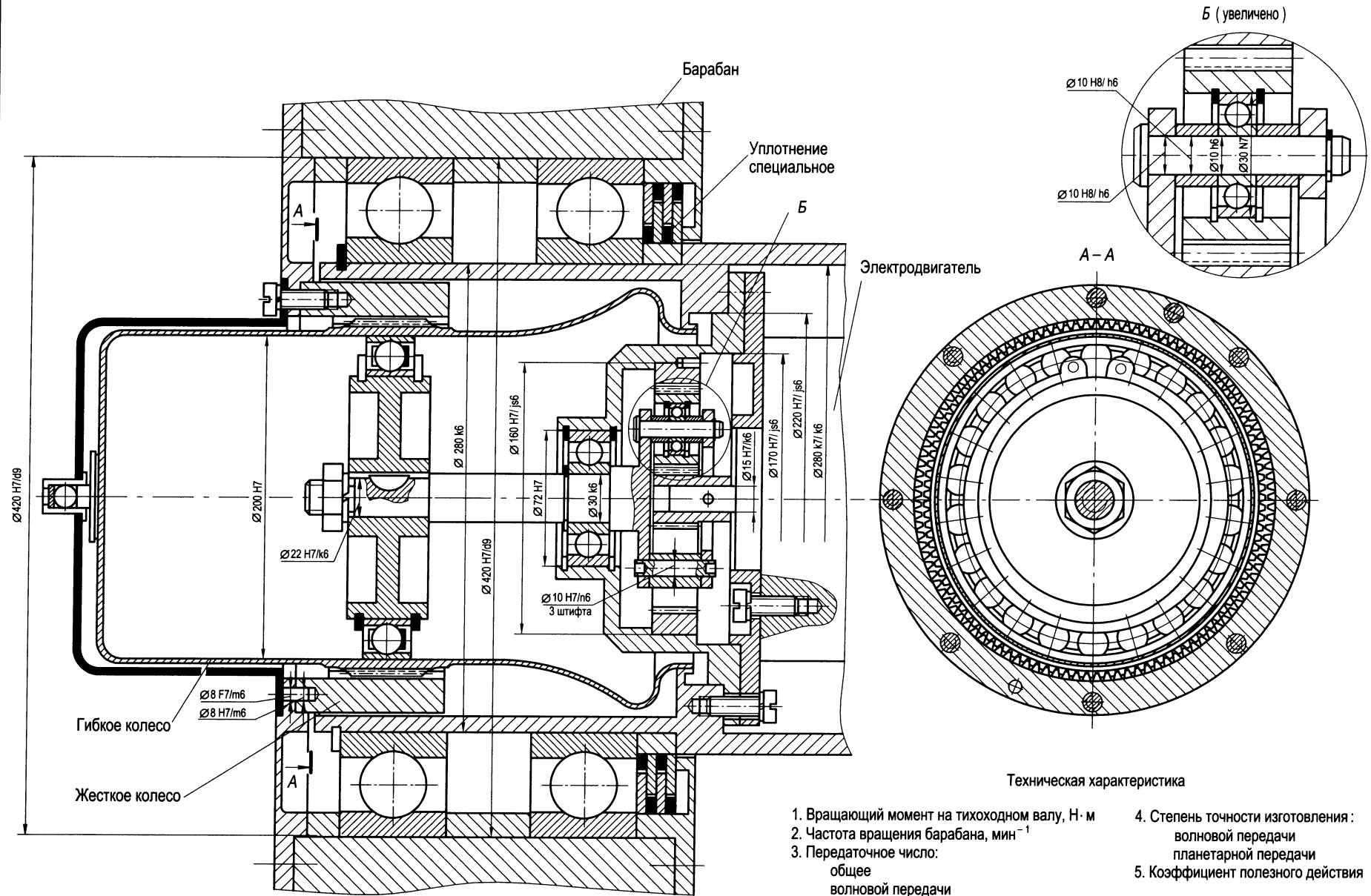
14.2. Мотор-редуктор волновой с дисковым генератором волн (окончание)



14.3. Редуктор волновой фланцевый с пневмодвигателем

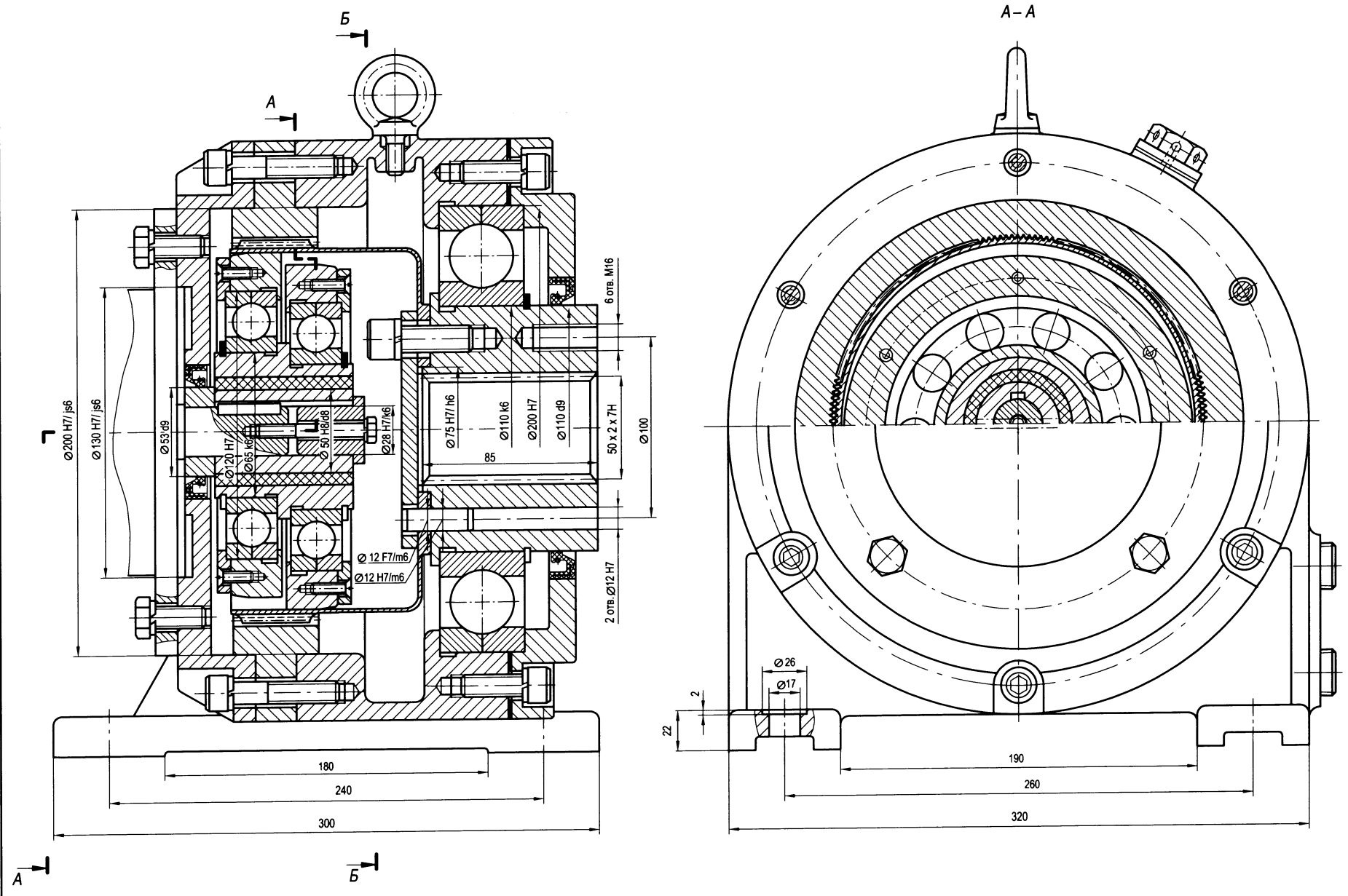


14.4. Привод лебедки космического корабля

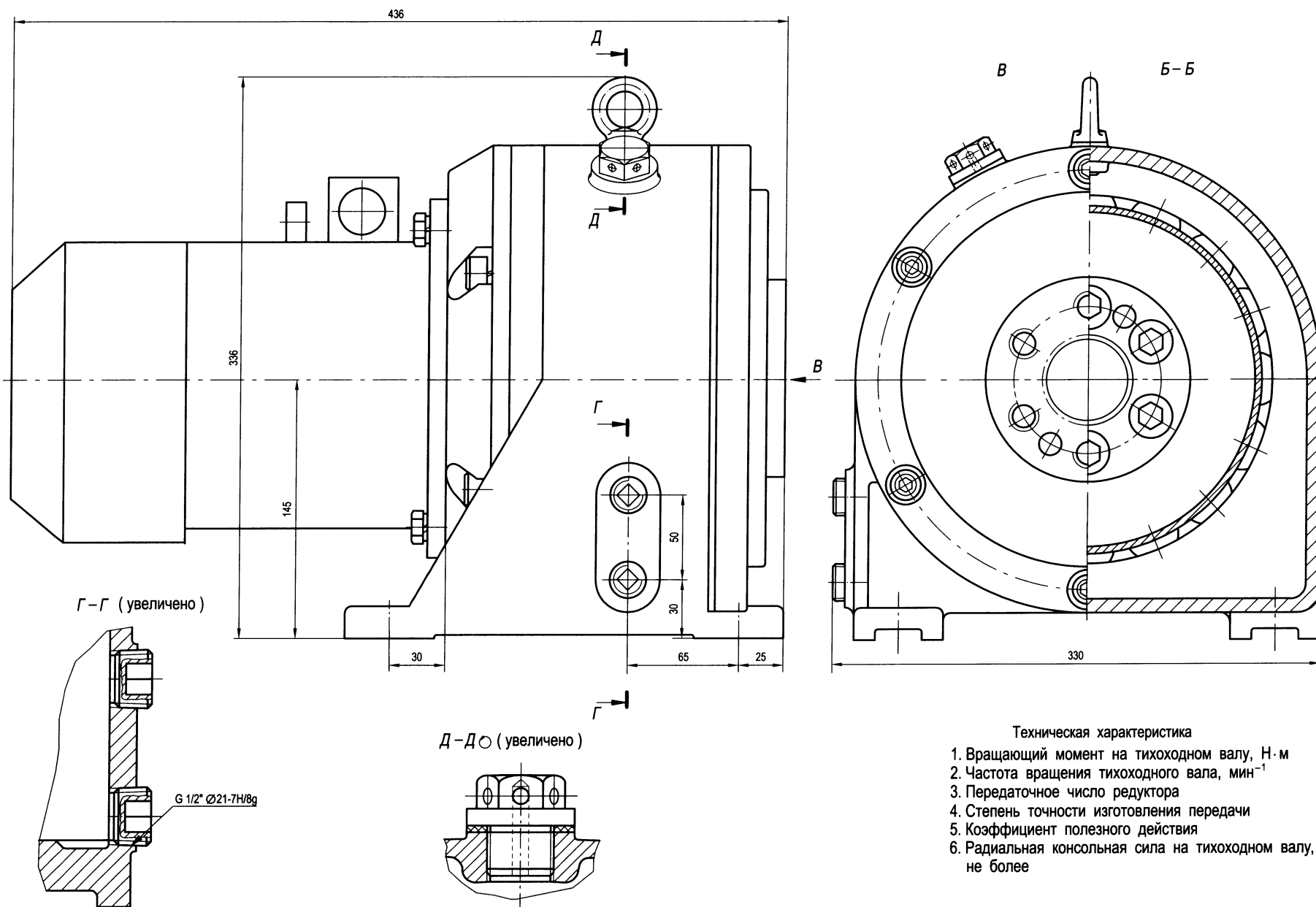


- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м | 4. Степень точности изготовления: |
| 2. Частота вращения барабана, мин ⁻¹ | волновой передачи |
| 3. Передаточное число: | планетарной передачи |
| общее | 5. Коэффициент полезного действия |
| волновой передачи | |
| планетарной передачи | |

14.5. Мотор-редуктор волновой с дисковым генератором волн и коротким гибким колесом



14.5. Мотор-редуктор волновой с дисковым генератором волн и коротким гибким колесом (окончание)



Техническая характеристика

1. Вращающий момент на тихоходном валу, Н·м
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, не более

14.6. Зубчатые колеса волновых редукторов

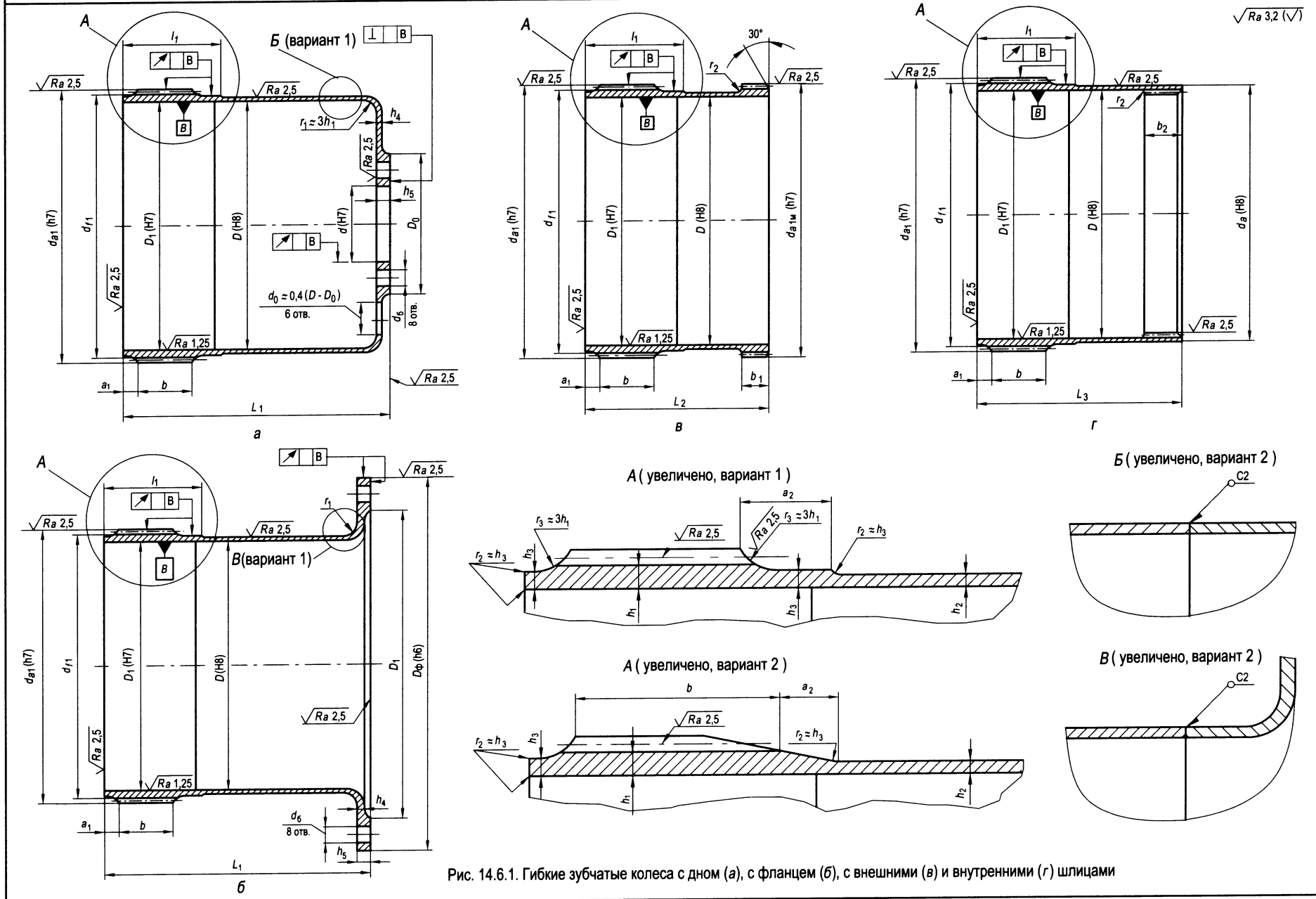


Рис. 14.6.1. Гибкие зубчатые колеса с дном (а), с фланцем (б), с внешними (в) и внутренними (г) шлицами

14.6. Зубчатые колеса волновых редукторов (окончание)

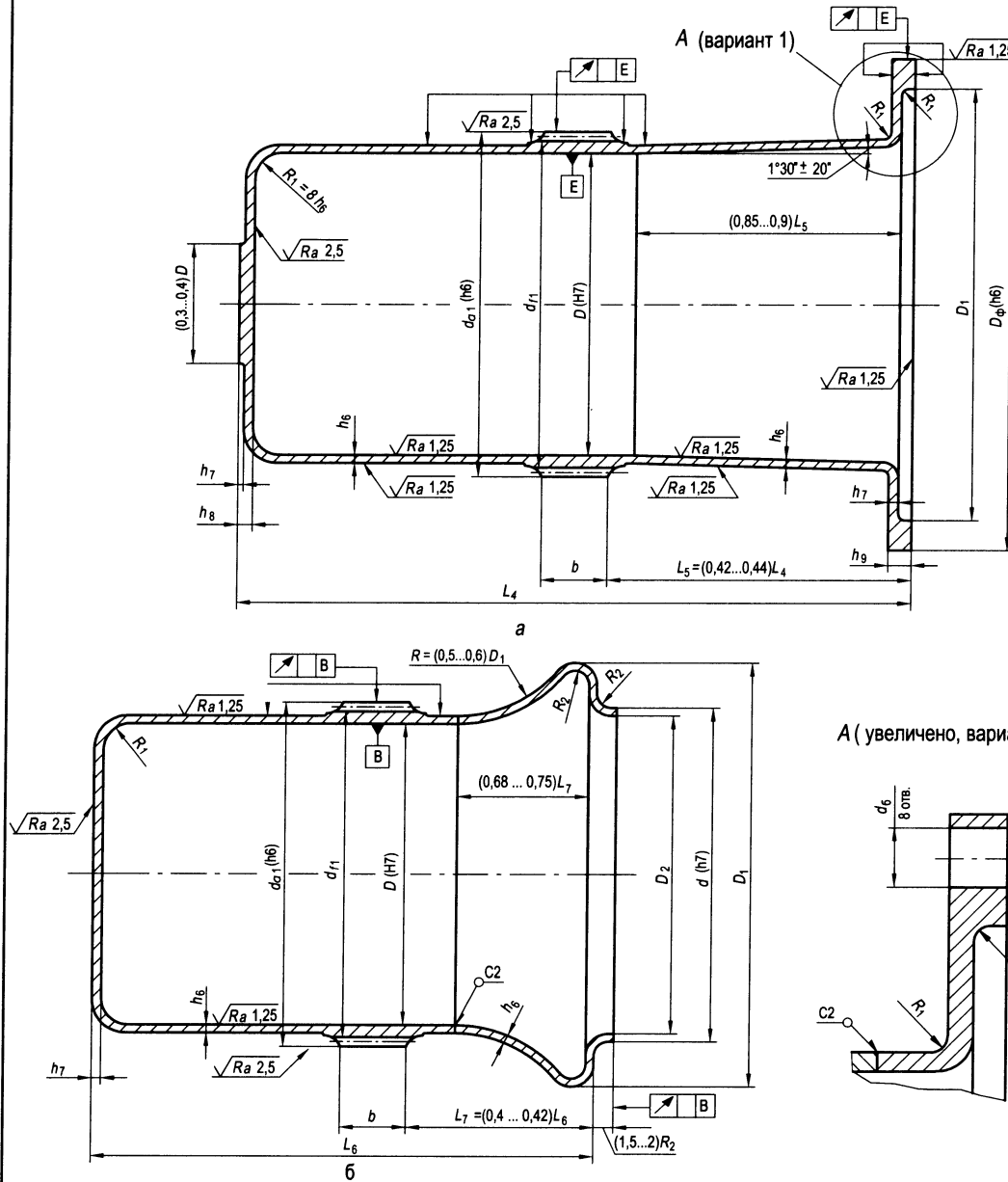


Рис. 14.6.2. Гибкие колеса герметичной передачи полученные механической обработкой (а) и выдавливанием (б)

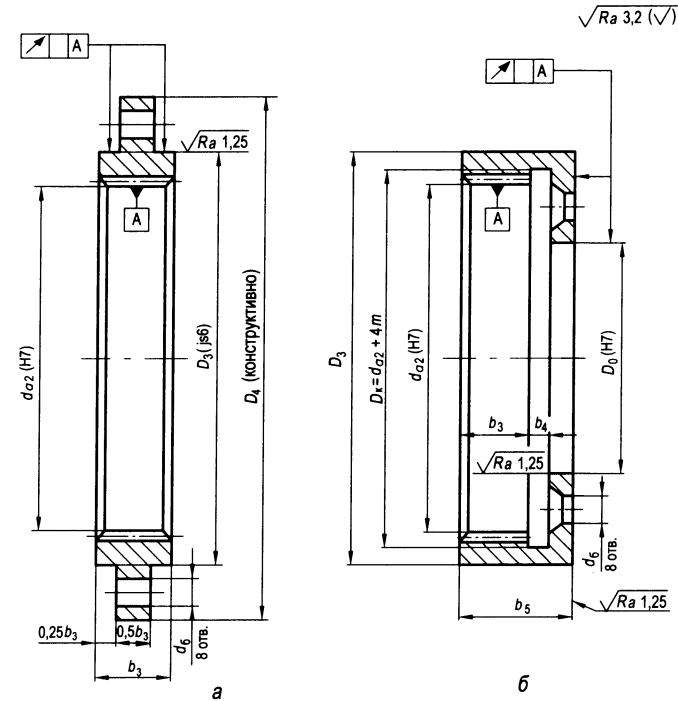


Рис. 14.6.3. Жесткие колеса с фланцем (а) и с дном (б)

Соотношение размеров

Толщина оболочки под зубчатым венцом $h_1 = (B + 0,5u)mz_1 \cdot 10^{-4}$, где $B = 65 \dots 75$

Толщина пояска $h_3 = (0,85 \dots 0,9)h_1$

Толщины оболочки $h_2 = (0,6 \dots 0,7)h_1$; $h_4 = 1,2h_2$; $h_5 = 3h_1$;

$h_6 = (0,35 \dots 0,5)h_1$; $h_7 = 1,4h_6$; $h_8 = 3h_6$; $h_9 \geq 5h_1$

Диаметры колес $D = d_{f1} - 2h_1$; $D_0 = (0,6 \dots 0,8)d$; $D_\Phi = (1,4 \dots 1,6)d$;

$D_1 = (1,35 \dots 1,28)D$; $D_3 \geq (1,3 \dots 1,2)d_{a2}$

Длины колес в долях делительного диаметра $d = mz_1$:

$L_1 = (1,0 \dots 0,8)d_1$; $L_2 \geq 0,6d_1$; $L_3 \geq 0,7d_1$;

$L_4 = (2 \dots 1,9)d_1$; $L_6 = (1,8 \dots 1,7)d_1$

Ширины зубчатых венцов $b = (0,2 \dots 0,15)d_1$; $b_1 = 0,5b$; $b_2 = 0,7b$;

$b_3 = b + (1 \dots 2)\text{мм}$; $b_4 \geq 2\text{мм}$

Диаметры поясков $d_1 = 2h_1$; $d_2 = 5h_1$

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 ϕ 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, *а-г*) либо рычагом с камнем или сухарем (см. рис. 15.3.1, *д-ж*). Центральный двухсторонний захват блока зубчатых колес (см. рис. 15.3.1, *а, в, д, ж*) лучше, чем захват за венец (см. рис. 15.3.1, *б, г*), 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, *а*) – при коротких ходах ползунов, рычагом со штифтом (см. рис. 15.4.1, *б*) – при малых нагрузках и рычагом с камнем (см. рис. 15.4.1, *в*) или рычагом с вилкой (см. рис. 15.4.1, *г*) – при больших нагрузках;

2) привод зубчатым колесом–рейкой (см. рис. 15.4.2, *а*) или зубчатым сектором–рейкой (см. рис. 15.4.2, *б*) – при длинных ходах ползунов;

3) привод дисковым (см. рис. 15.4.3, *а*) или барабанным (см. рис. 15.4.3, *б*) 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, *а*. 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, *б, в*. Конструкцию, приведенную на рис. 15.6.1, *г*, можно использовать при любых углах поворота рукоятки.

В конструкции рукоятки для вариатора (см. рис. 15.6.2, *а*) 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, *б* 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–вилки 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 заблокированы 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 нормам машиностроения МН 4–64, рукоятки с шаровой головкой по ГОСТ 3955–69, рукоятки вращающиеся по нормам машиностроения МН 5–64, ручки переключения с фиксатором по нормам ЭНИМСа, ручки шаровые по нормам машиностроения МН 6–64, ручки рычагов управления по нормам машиностроения МН 2725–64.

15.10. Ступицы рукояток. Показаны ступицы различной конфигурации с фиксацией. Размеры взяты по нормам 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 нормам 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 нормам машиностроения МН 8–64 и МН 9–64.

15.1. Варианты конструктивного исполнения передвижных блоков зубчатых колес

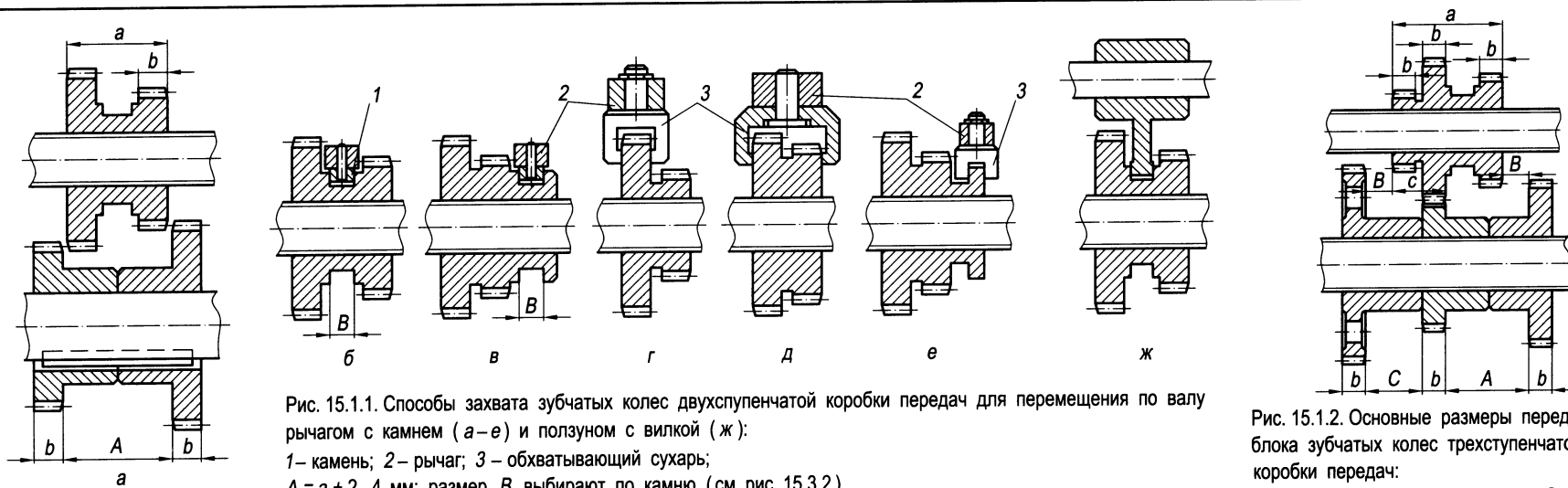


Рис. 15.1.1. Способы захвата зубчатых колес двухступенчатой коробки передач для перемещения по валу рычагом с камнем (а–е) и ползуном с вилкой (ж):

1 – камень; 2 – рычаг; 3 – обхватывающий сухарь;

$A = a + 2 \dots 4$ мм; размер B выбирают по камню (см. рис. 15.3.2)

Рис. 15.1.2. Основные размеры передвижного блока зубчатых колес трехступенчатой коробки передач:

$A = a + 2 \dots 4$ мм; $B = b + 1 \dots 2$ мм; $C = c + 2 \dots 4$ мм

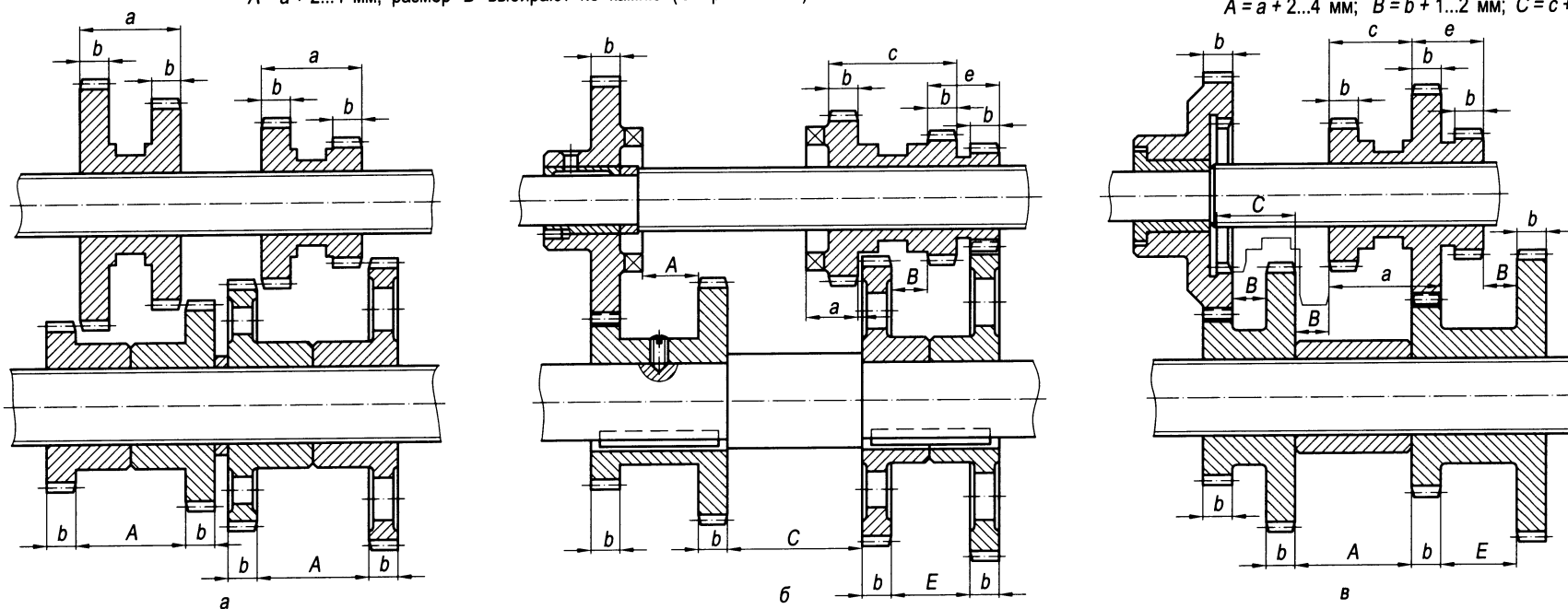


Рис. 15.1.3. Основные размеры передвижного блока зубчатых колес четырехступенчатой коробки передач:

$a - A = a + 2 \dots 4$ мм; $б - A = a + 1 \dots 2$ мм; $B = b + 1 \dots 2$ мм; $C = c + 2 \dots 4$ мм; $E = e + 2 \dots 4$ мм; $в - A = a + 2 \dots 4$ мм; $B = b + 1 \dots 2$ мм; $C = c - 2$ мм; $E = e + 2 \dots 4$ мм

15.2. Способы переключения передвижных зубчатых колес

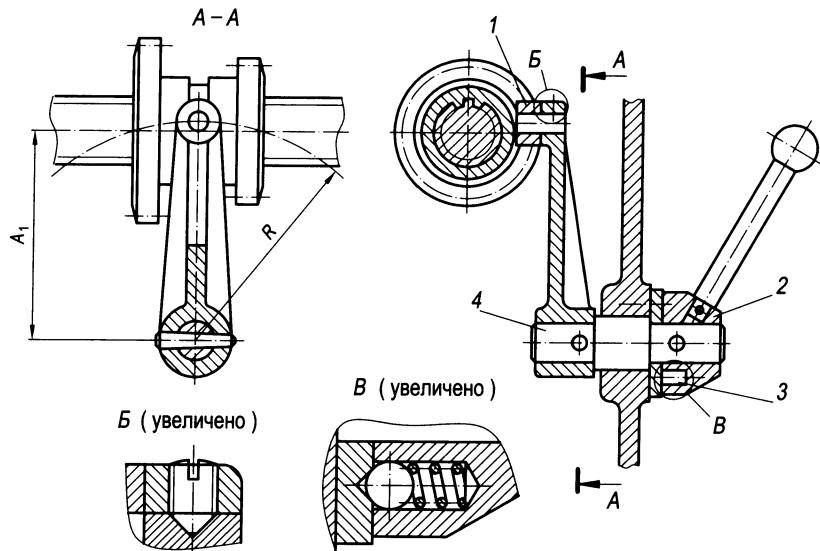


Рис. 15.2.1. Переключение рычагом:

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

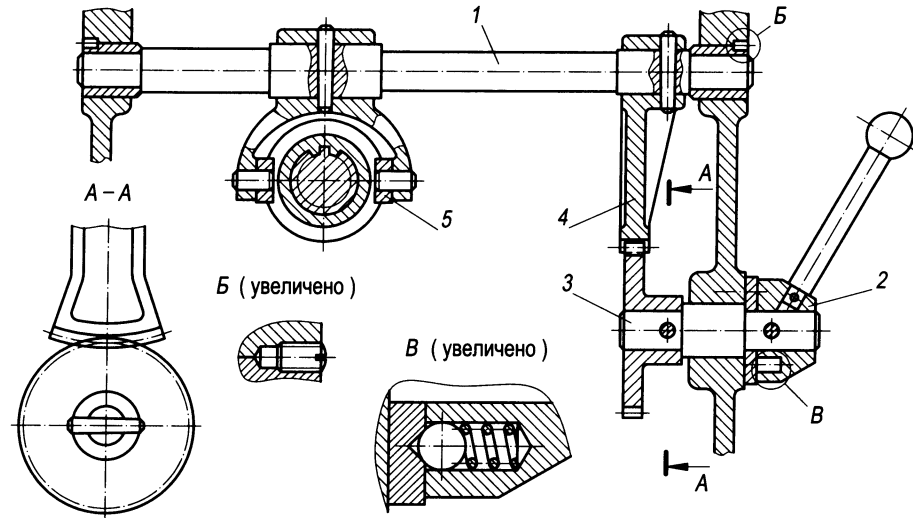


Рис. 15.2.2. Переключение рычагом, закрепленным на промежуточном валу:

1 – промежуточный вал; 2 – рукоятка со ступицей; 3 – ось рукоятки; 4 – рычаг;
5 – сопряжение передвижного блока зубчатых колес с механизмом управления

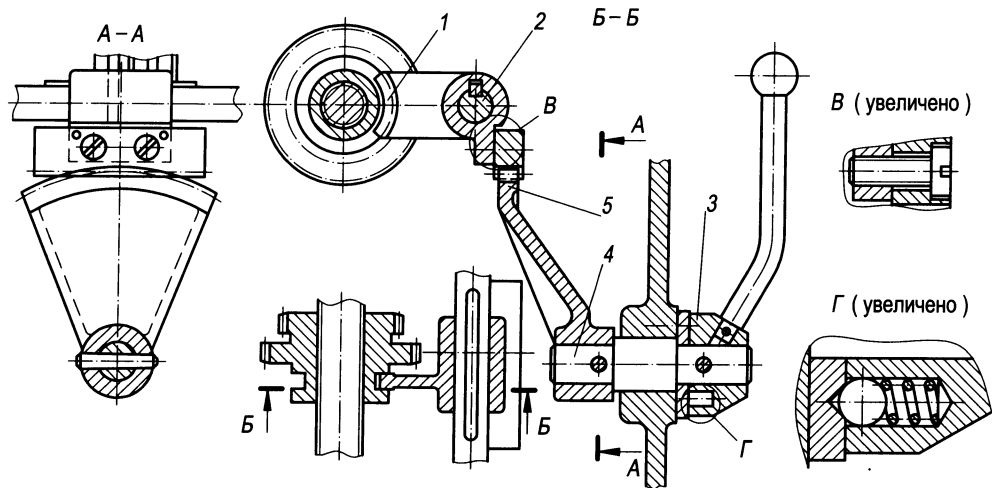


Рис. 15.2.3. Переключение ползуном с вилкой:

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

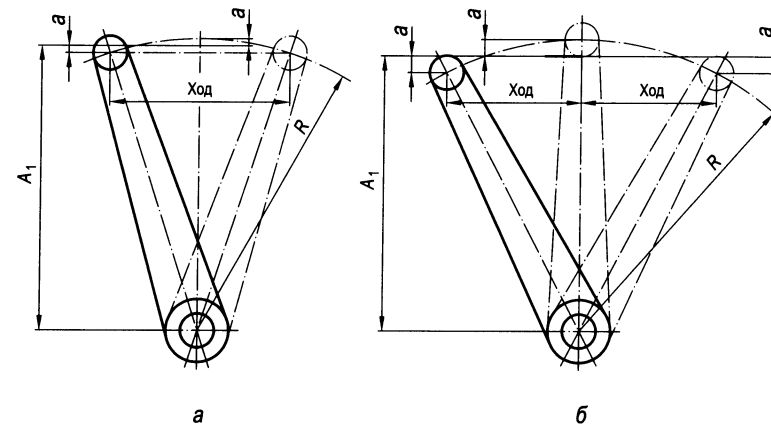


Рис. 15.2.4. Определение радиуса рычага для двух (а) и трех (б) частот вращения вала ($2a$ – перемещение камня или вилки в пазе блока зубчатых колес; $R = A_1 + a$; ход – осевое перемещение блока зубчатых колес)

15.3. Сопряжения передвижных зубчатых колес с механизмами управления

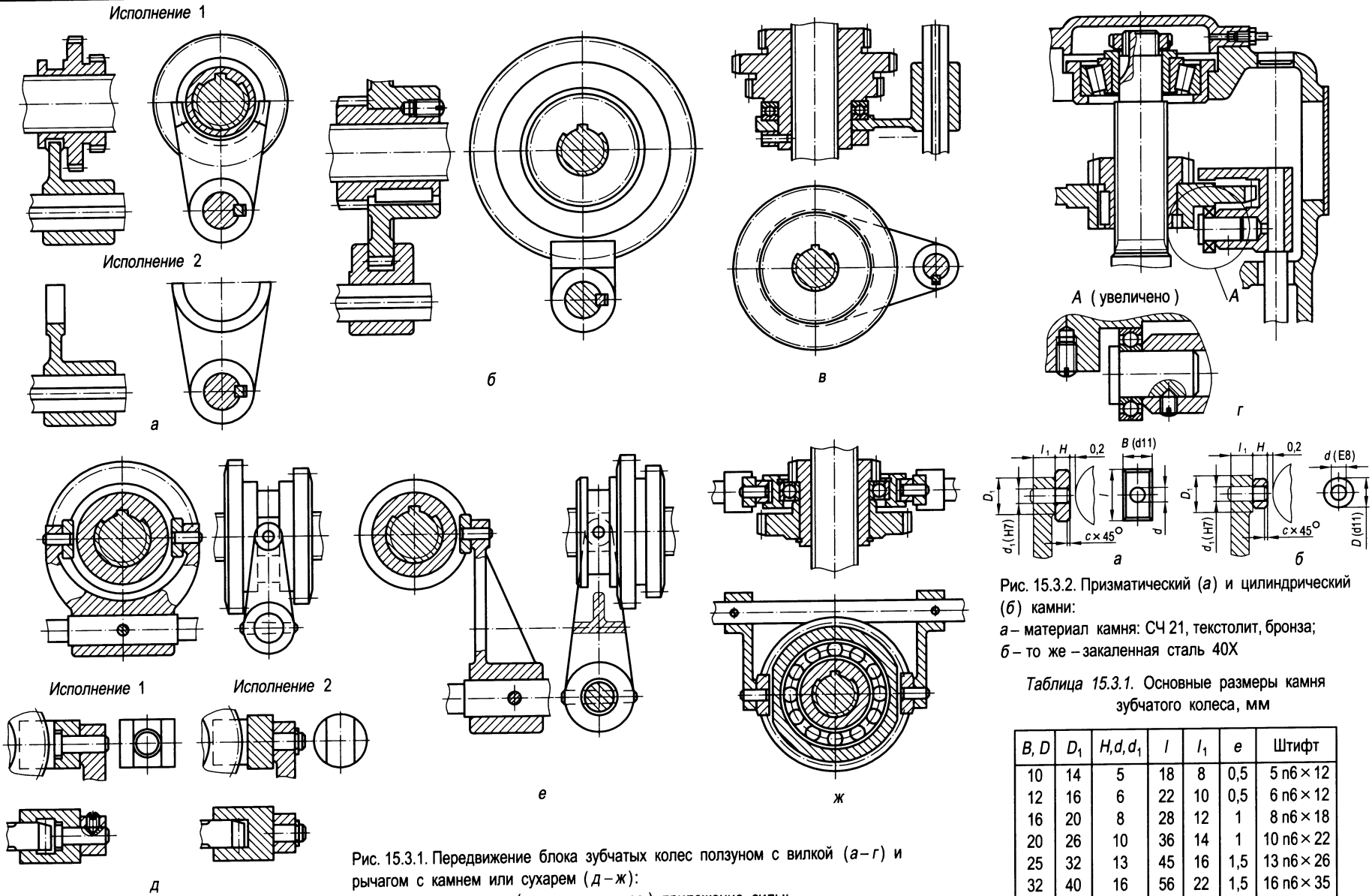


Рис. 15.3.1. Передвижение блока зубчатых колес ползуном с вилкой (а-г) и рычагом с камнем или сухарем (д-ж): а, в, д, ж – центральное (осесимметричное) приложение силы; б, г, е – боковое приложение силы

Рис. 15.3.2. Призматический (а) и цилиндрический (б) камни:
а – материал камня: СЧ 21, текстолит, бронза;
б – то же – закаленная сталь 40Х

Таблица 15.3.1. Основные размеры камня зубчатого колеса, мм

B, D	D ₁	H, d, d ₁	l	l ₁	e	Штифт
10	14	5	18	8	0,5	5 п6 × 12
12	16	6	22	10	0,5	6 п6 × 12
16	20	8	28	12	1	8 п6 × 18
20	26	10	36	14	1	10 п6 × 22
25	32	13	45	16	1,5	13 п6 × 26
32	40	16	56	22	1,5	16 п6 × 35
40	50	20	70	24	2	20 п6 × 40
50	60	25	85	30	2	25 п6 × 50

15.4. Приводы ползунов и вилок механизмов управления

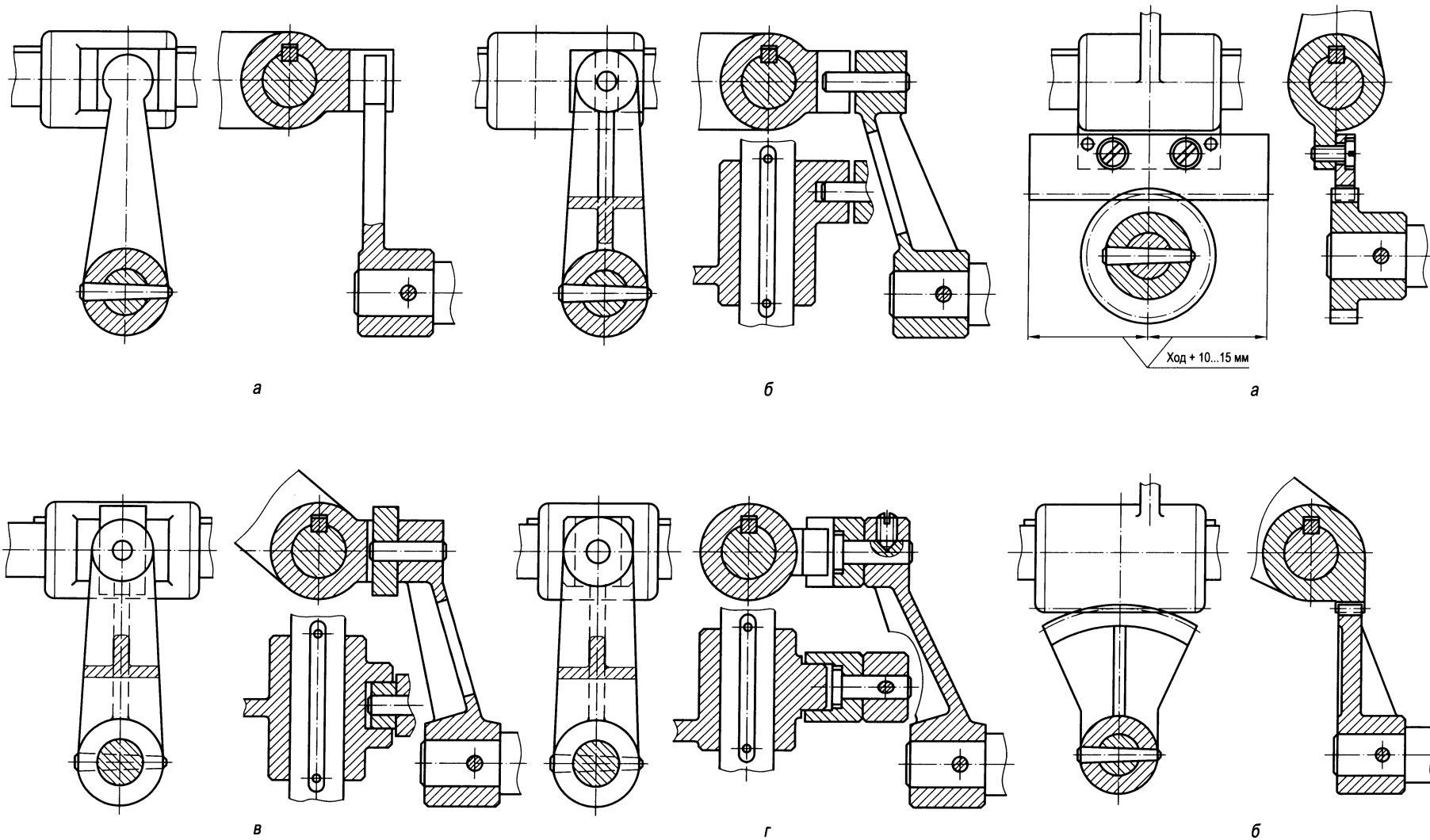


Рис. 15.4.1. Привод непосредственно рычагом (а), рычагом со штифтом (б), рычагом с камнем (в) и рычагом с вилкой (г)

Рис. 15.4.2. Привод зубчатым колесом – рейкой (а) и зубчатым сектором – рейкой (б)

15.4. Приводы ползунков и вилок механизмов управления (окончание)

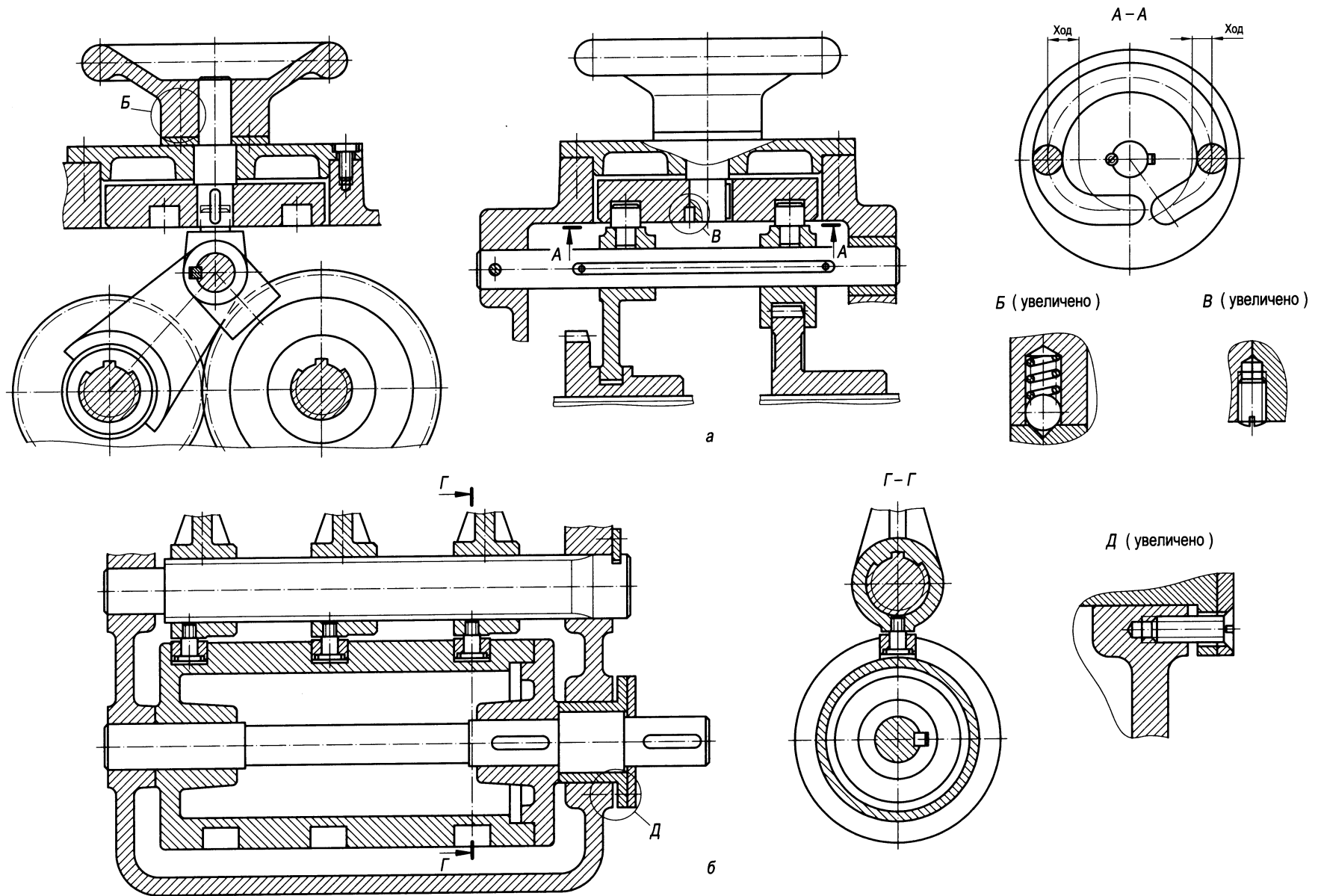
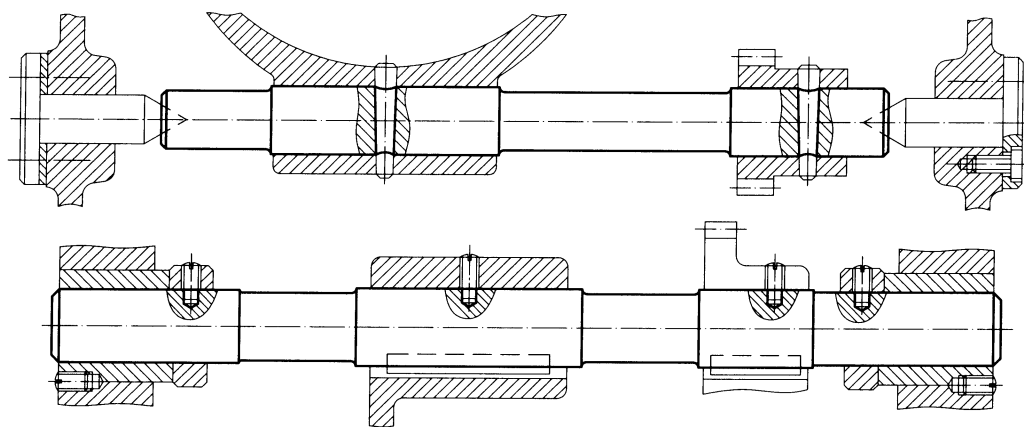
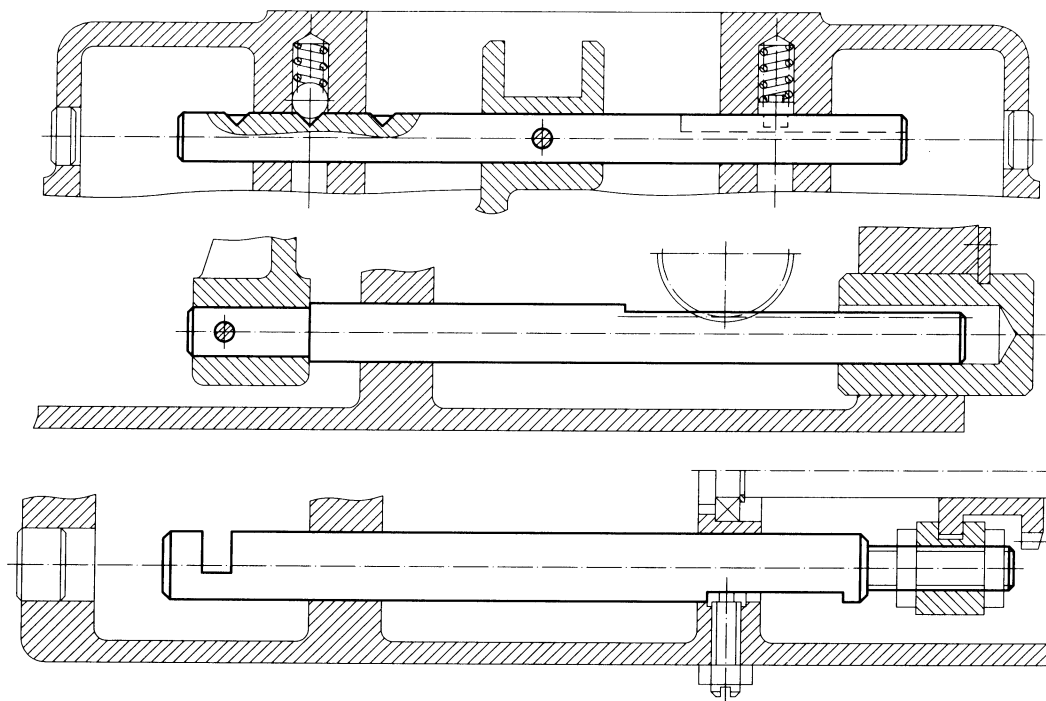
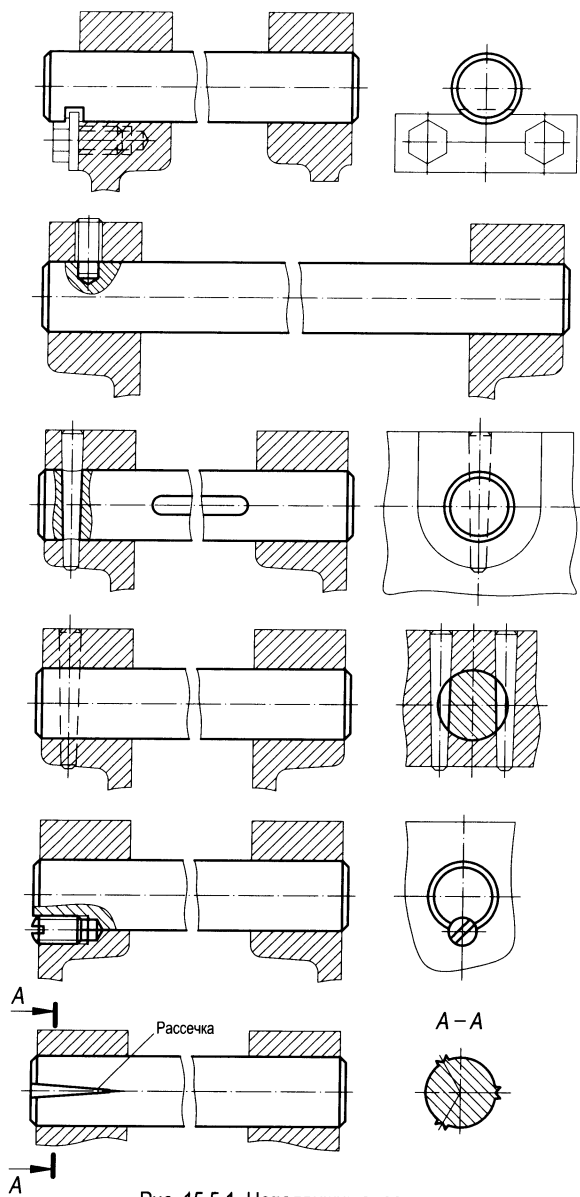


Рис. 15.4.3. Привод дисковым (а) и барабанным (б) кулачком

15.5. Оси, скалки, промежуточные валы механизмов управления



15.5. Оси, скалки, промежуточные валы механизмов управления (окончание)

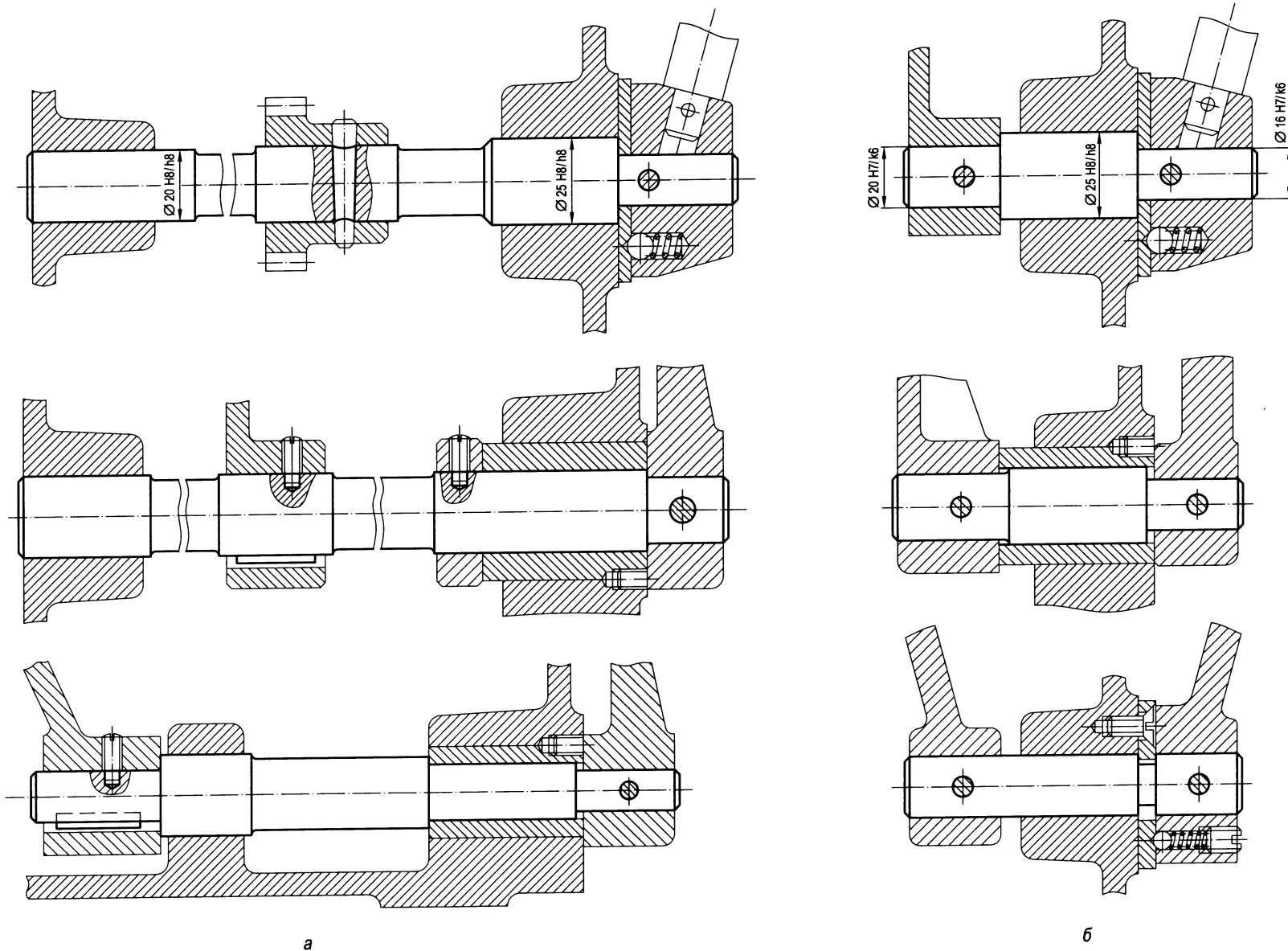


Рис. 15.5.4. Длинные (а) и короткие (б) оси рукояток управления

15.6. Рукоятки с фиксацией

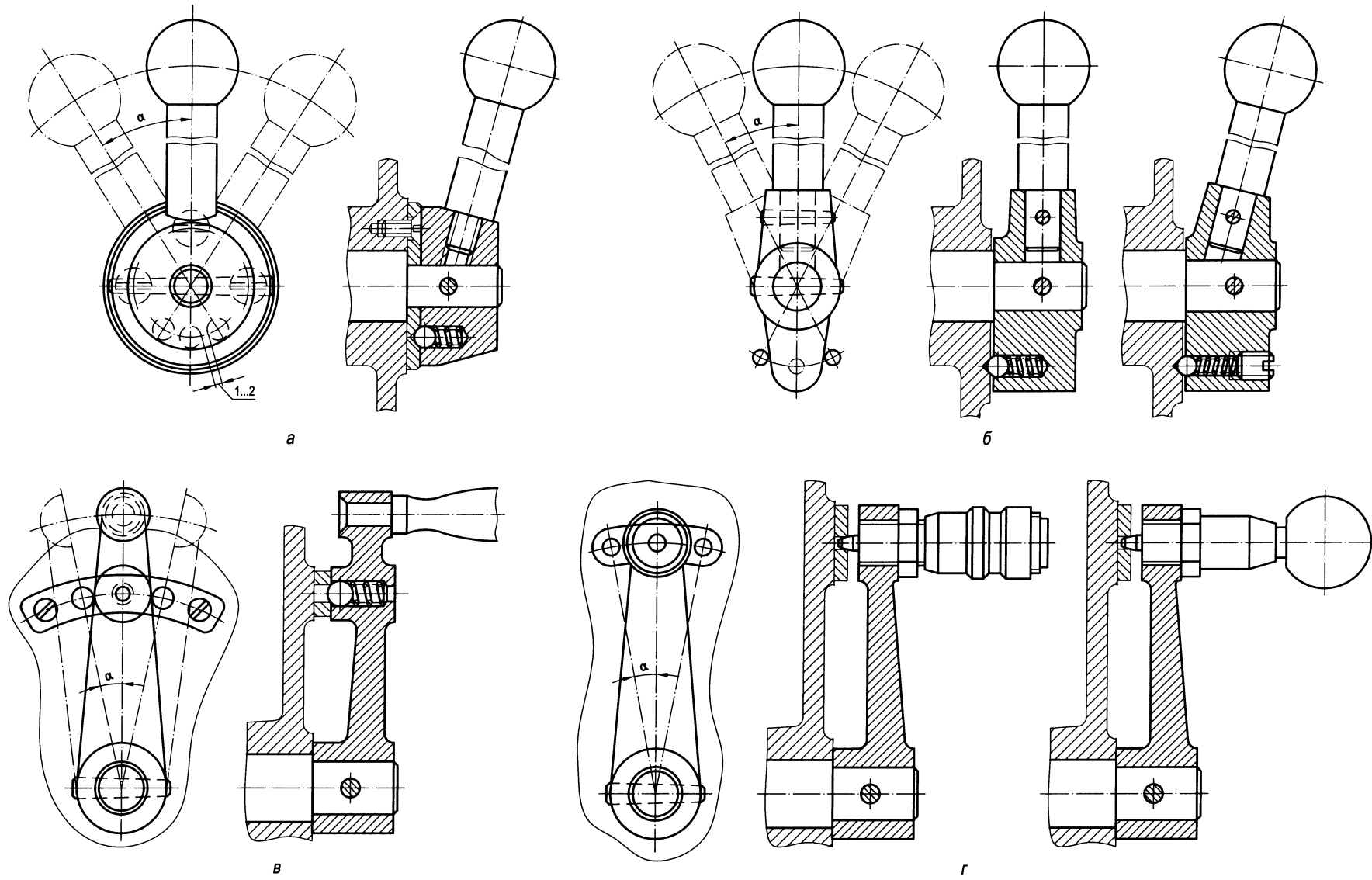


Рис. 15.6.1. Конструкции рукояток с фиксацией для больших (а), средних (б, в) и малых углов поворота (г)

15.6. Рукоятки с фиксацией (окончание)

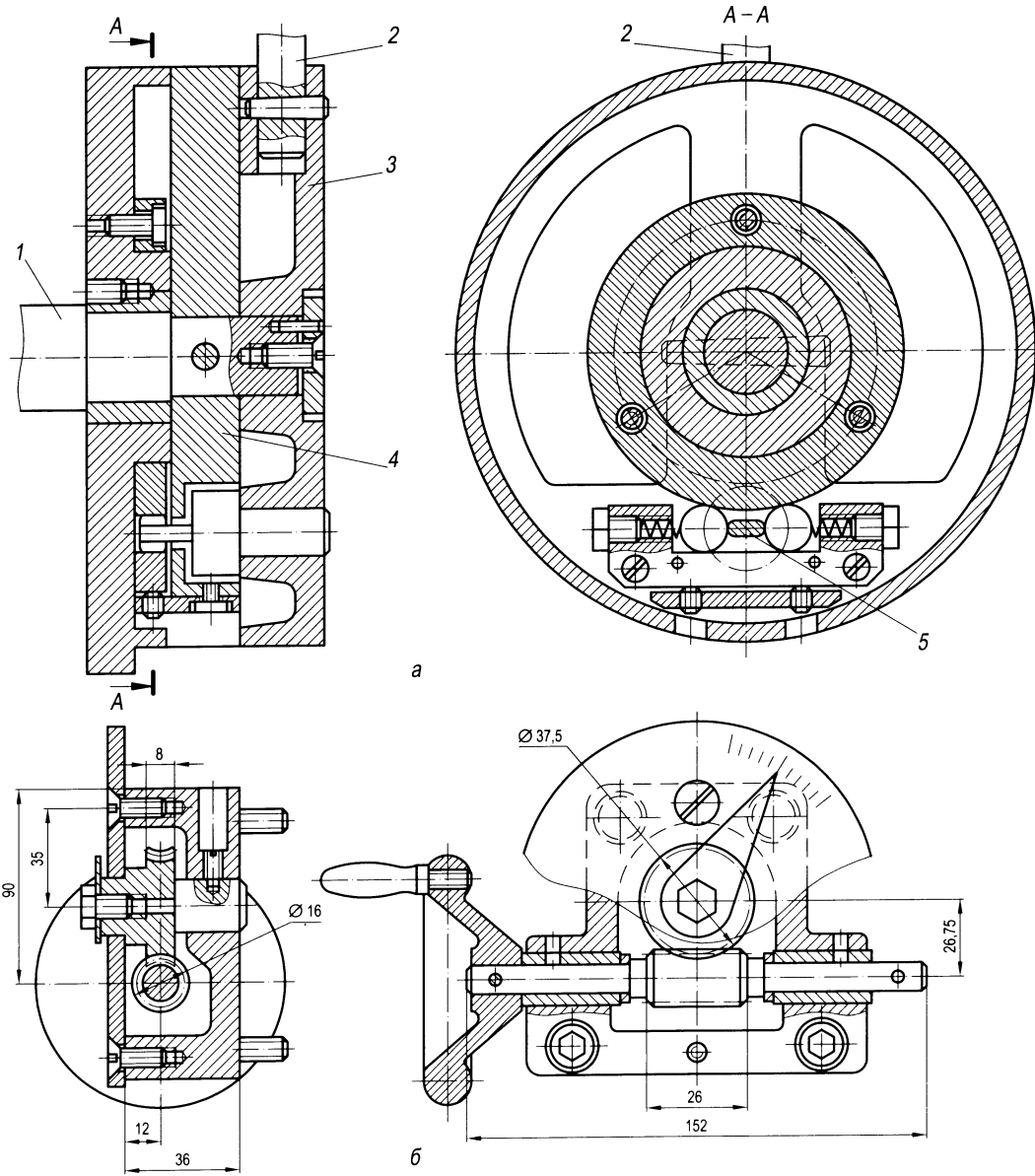
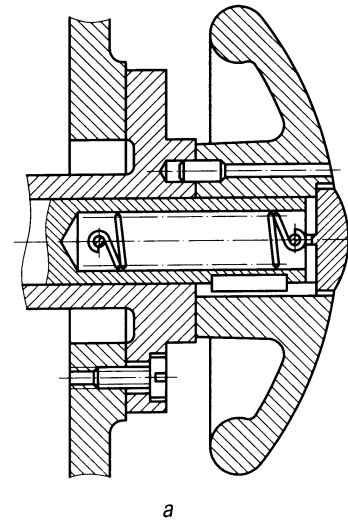
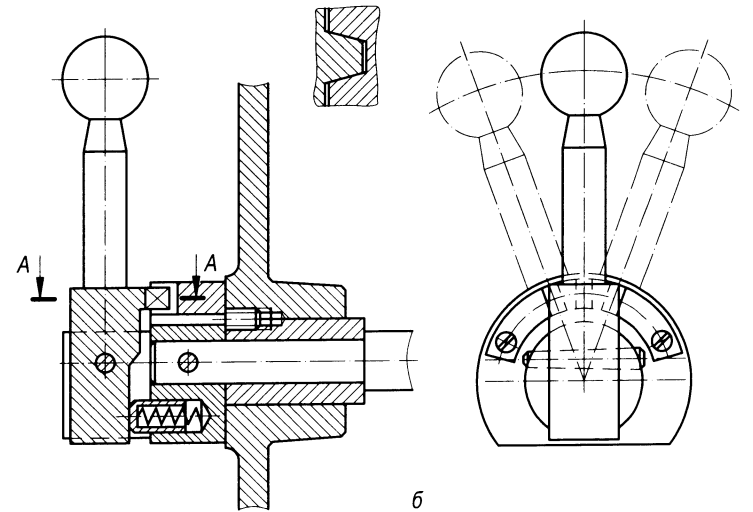


Рис. 15.6.2. Фиксация рукоятки управления вариатором элементами обгонной муфты (а) и червячной передачи (б):
1 – вал; 2 – ручка; 3 – внешний диск; 4 – промежуточный диск; 5 – кулачок



а

А-А (увеличено)



б

Рис. 15.6.3. Нестандартные рукоятки с фиксацией штифтом (а) и кулачком (б)

15.7. Механизмы передвижения зубчатых колес

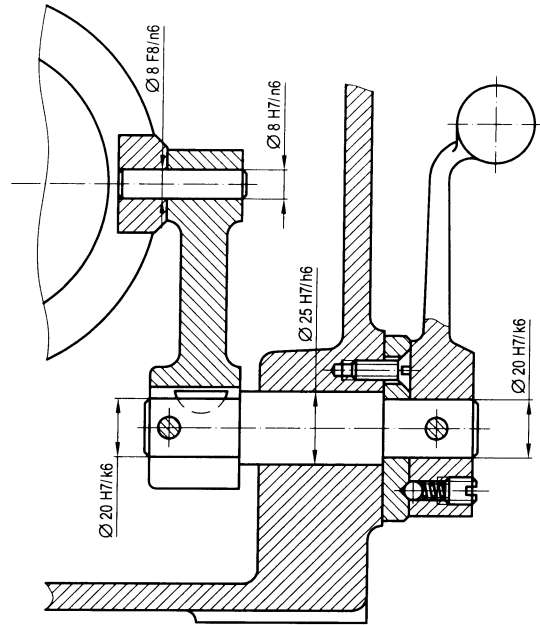


Рис. 15.7.1. Рычаг с камнем

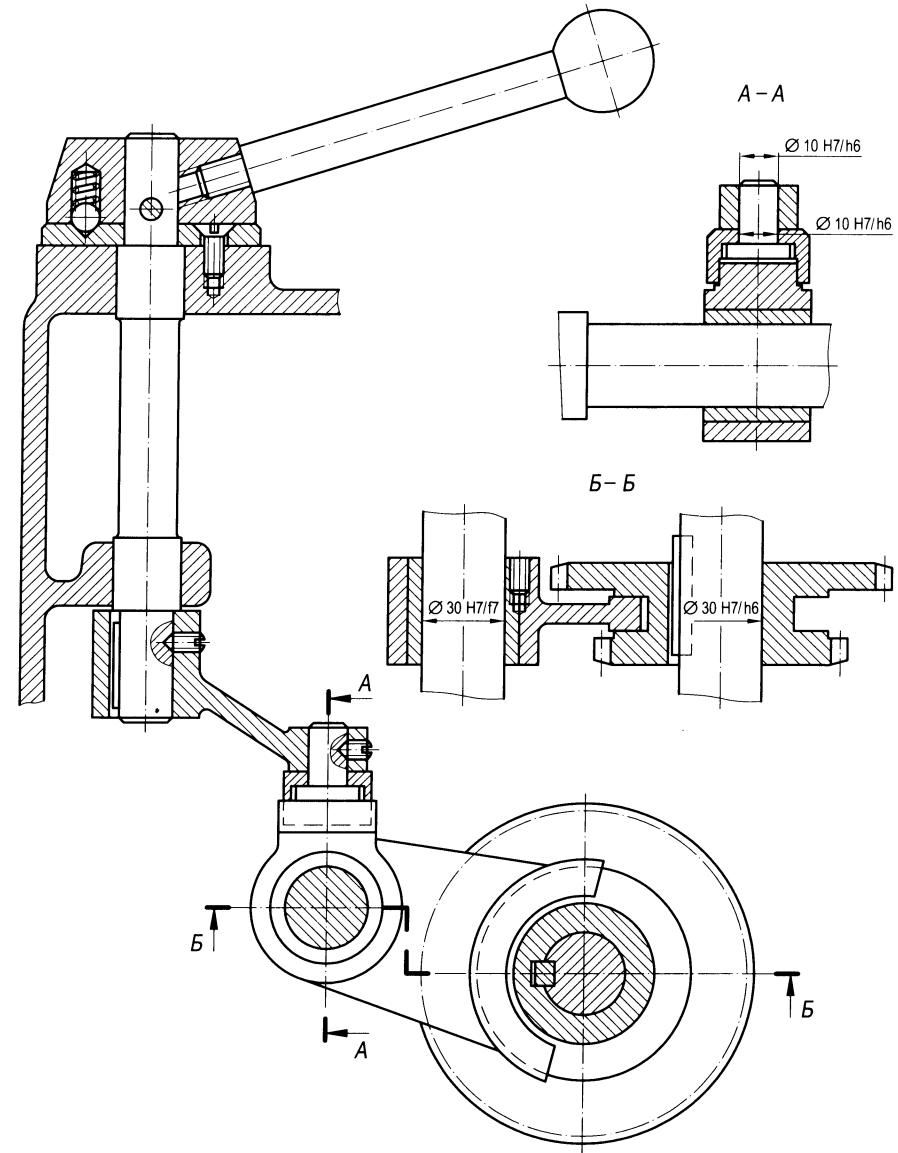


Рис. 15.7.3. Воздействие рычага на ползун-вилку при помощи камня

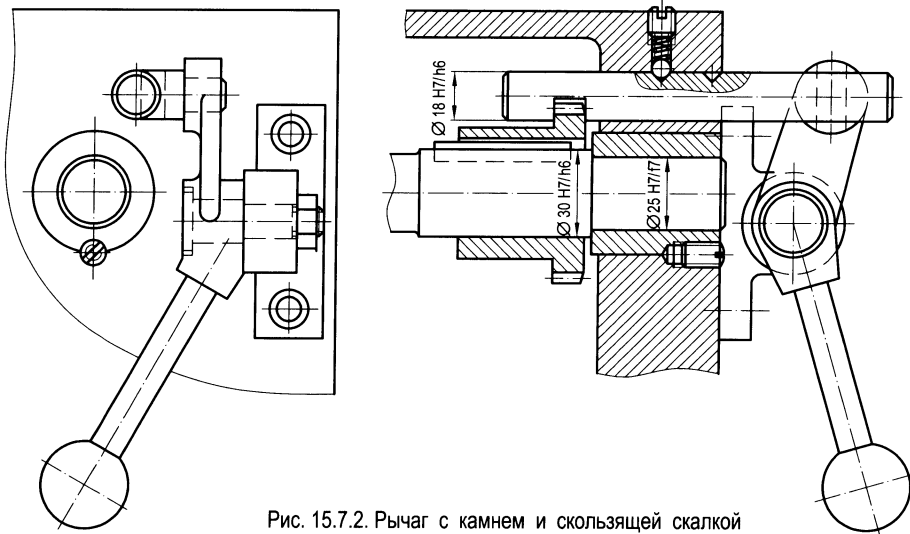


Рис. 15.7.2. Рычаг с камнем и скользящей скалкой

15.7. Механизмы передвижения зубчатых колес (продолжение)

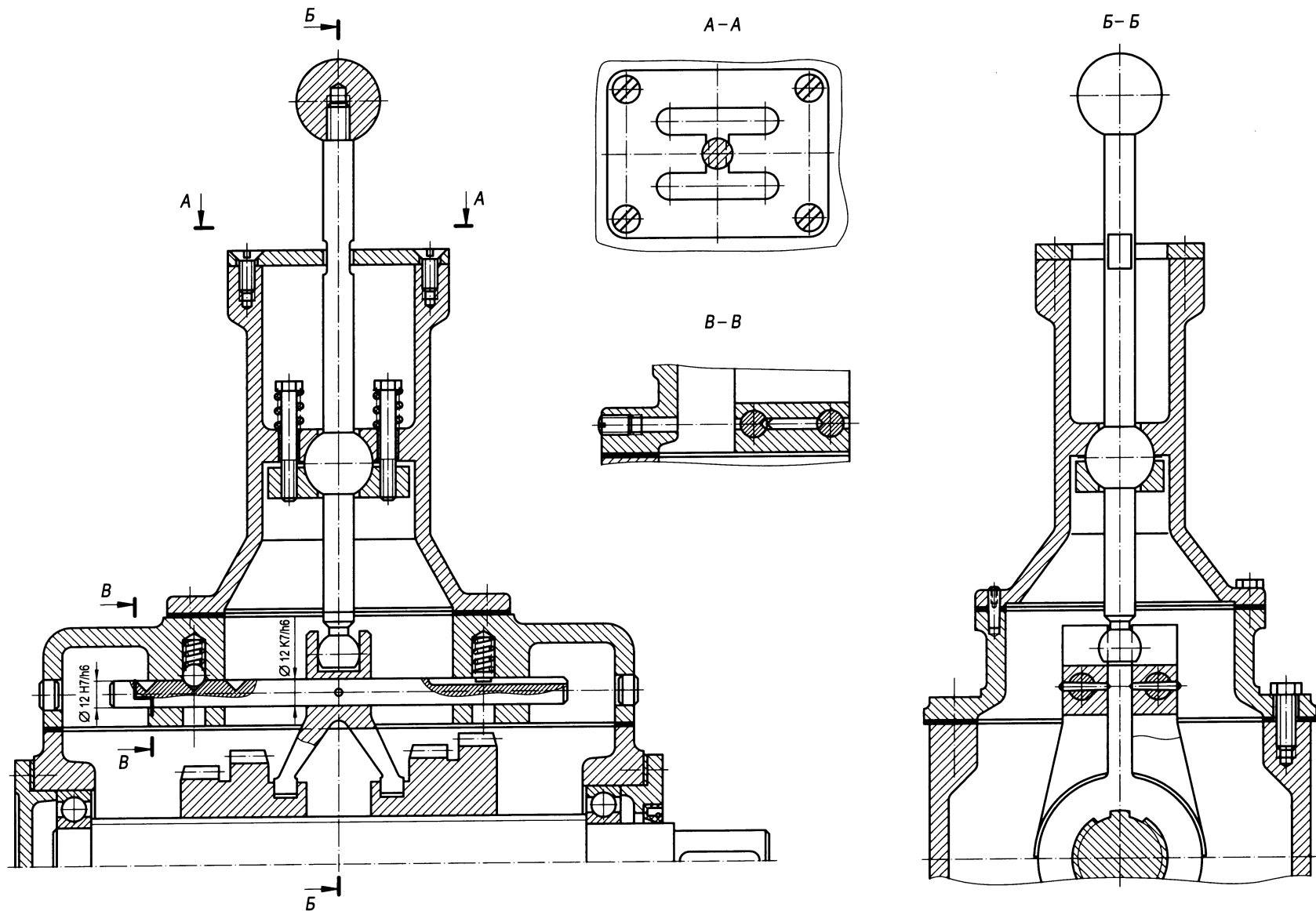


Рис. 15.7.4. Передвижение зубчатых колес переводным рычагом при помощи скалок с вилками

15.7. Механизмы передвижения зубчатых колес (продолжение)

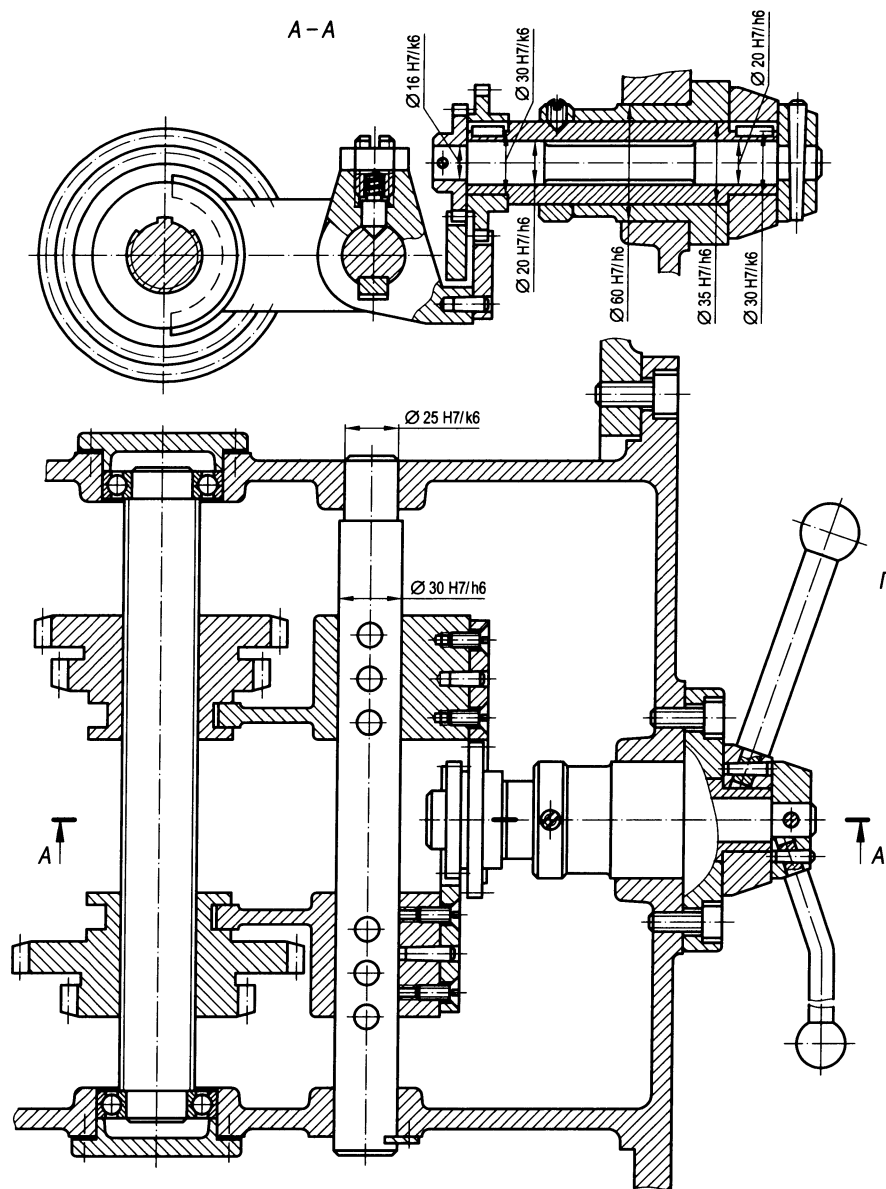


Рис. 15.7.5. Реечно-зубчатый механизм с соосными рукоятками

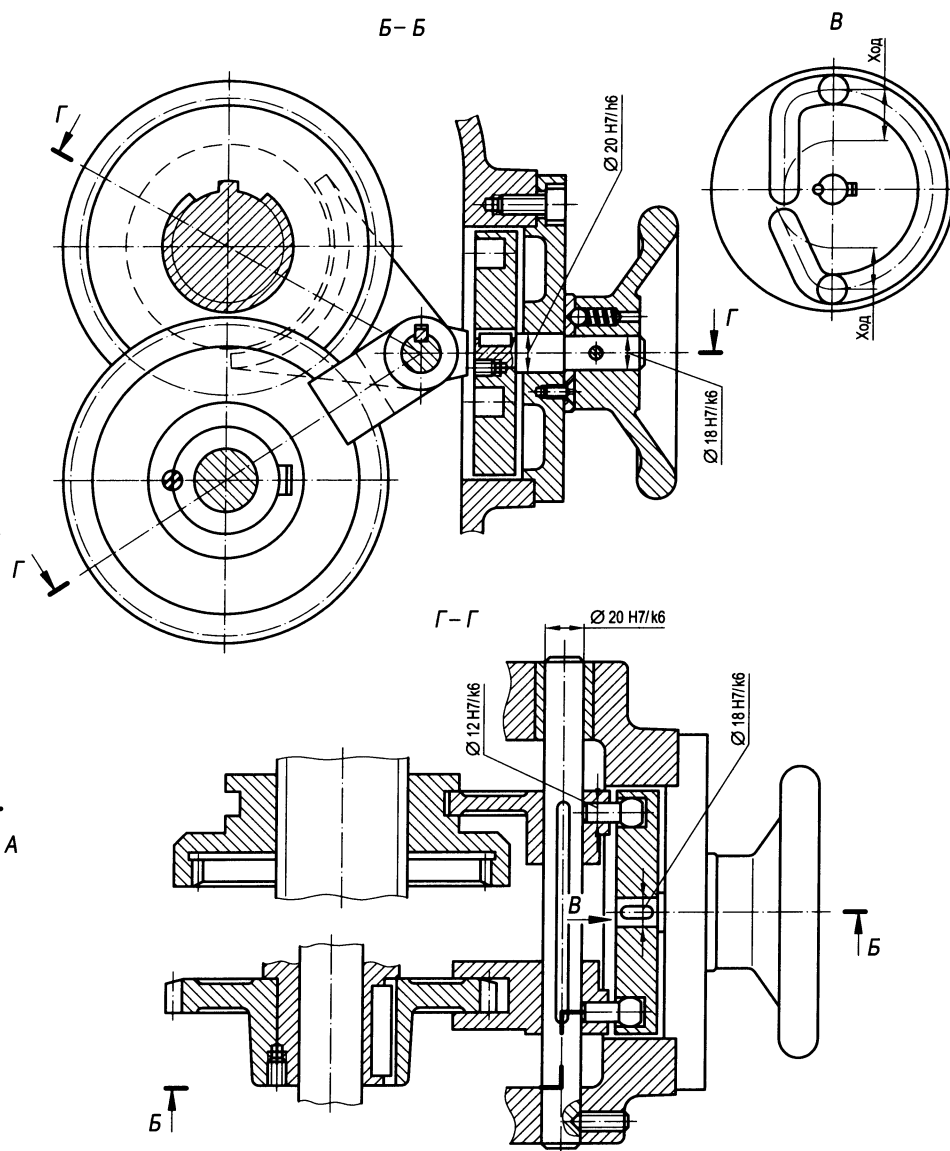


Рис. 15.7.6. Дискový кулачковый механизм

15.7. Механизмы передвижения зубчатых колес (окончание)

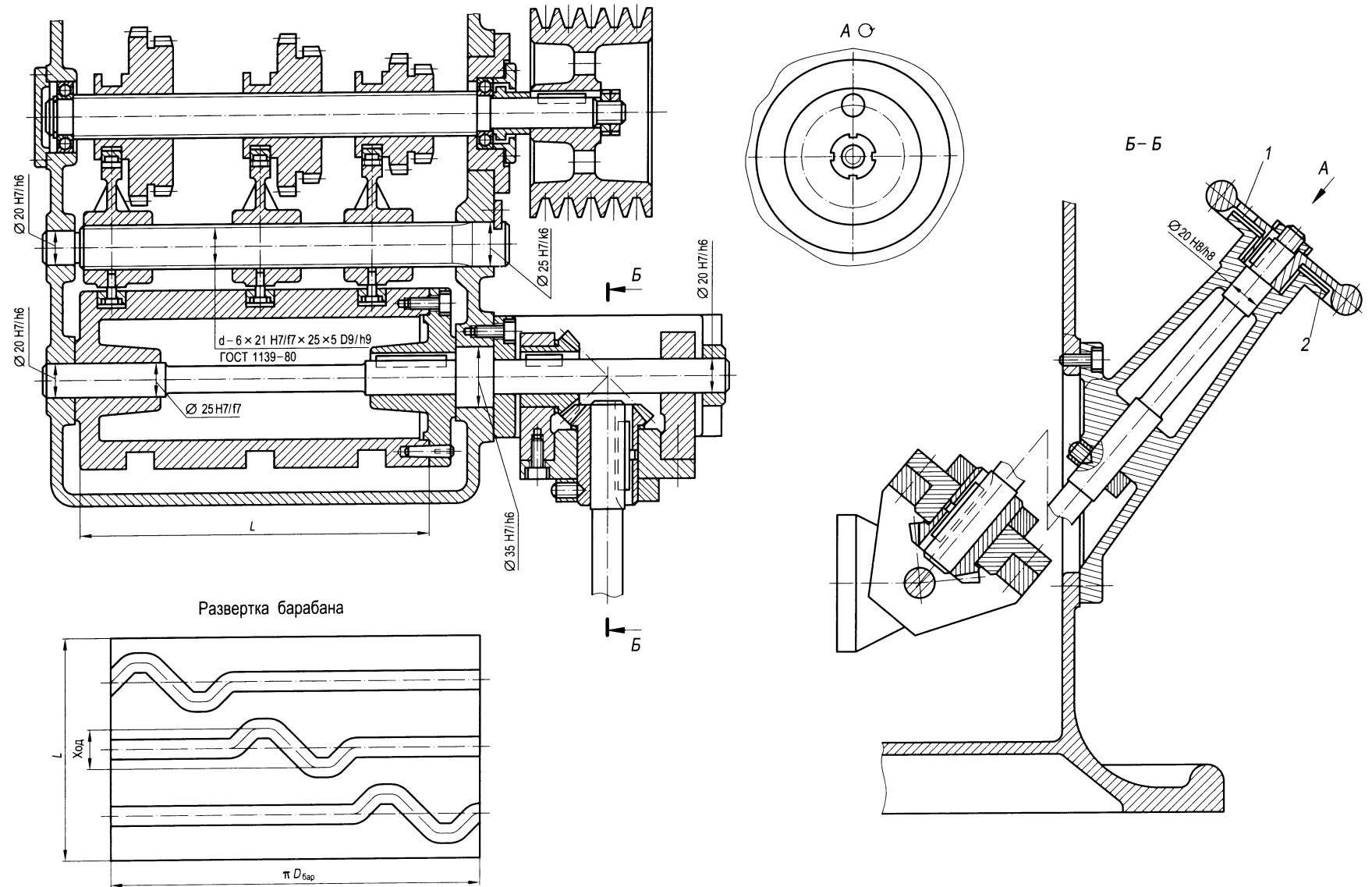


Рис. 15.7.7. Механизм передвижения зубчатых колес барабанным кулачком:
1 – глазок; 2 – шкала частот вращения

15.8. Блокировочные устройства

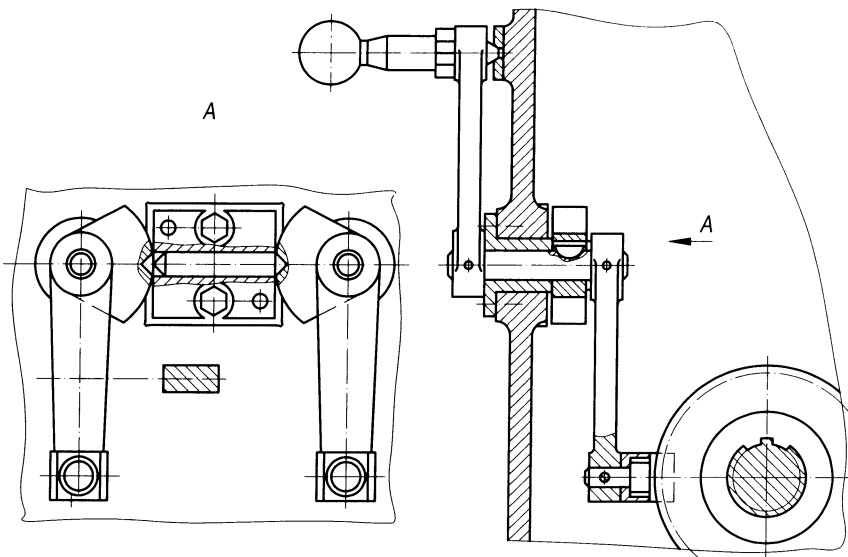


Рис. 15.8.1. Блокировка цилиндрическим штифтом с конусными концами
(ось штифта перпендикулярна осям вращения рукояток)

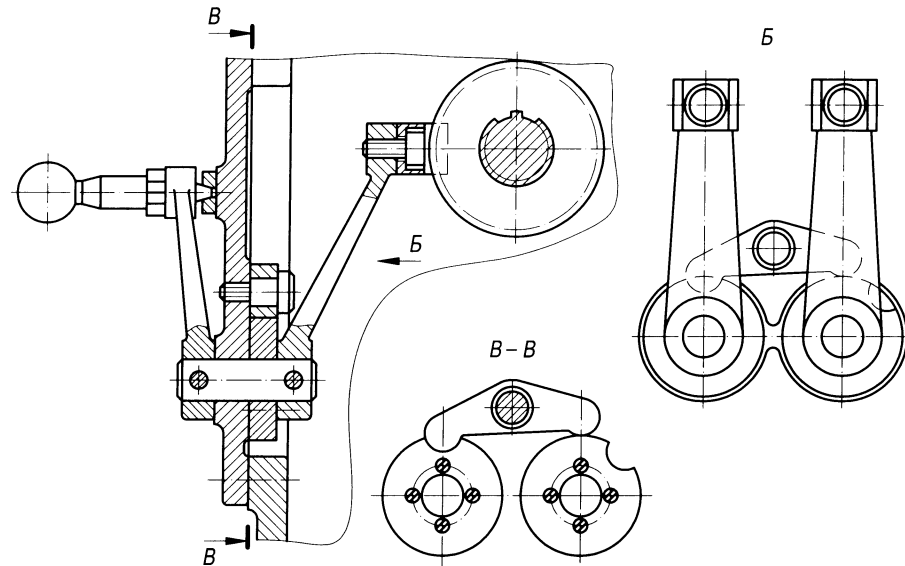


Рис. 15.8.2. Блокировка дисками с лунками и рычагом

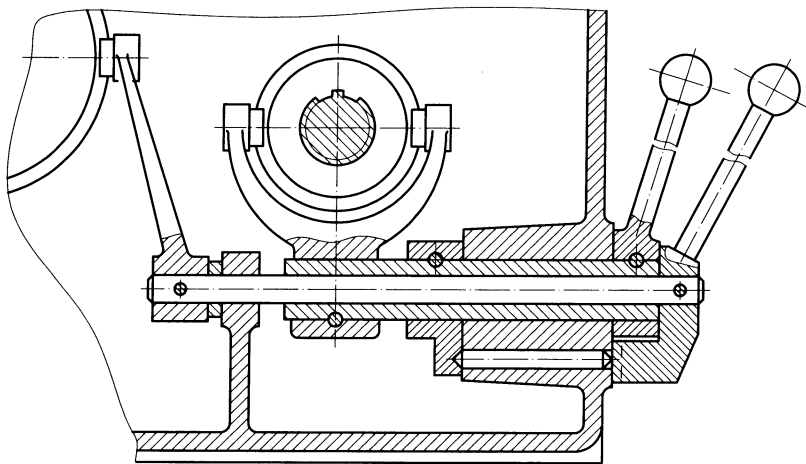


Рис. 15.8.3. Блокировка цилиндрическим штифтом с конусными концами и осью, параллельной оси вращения рукояток

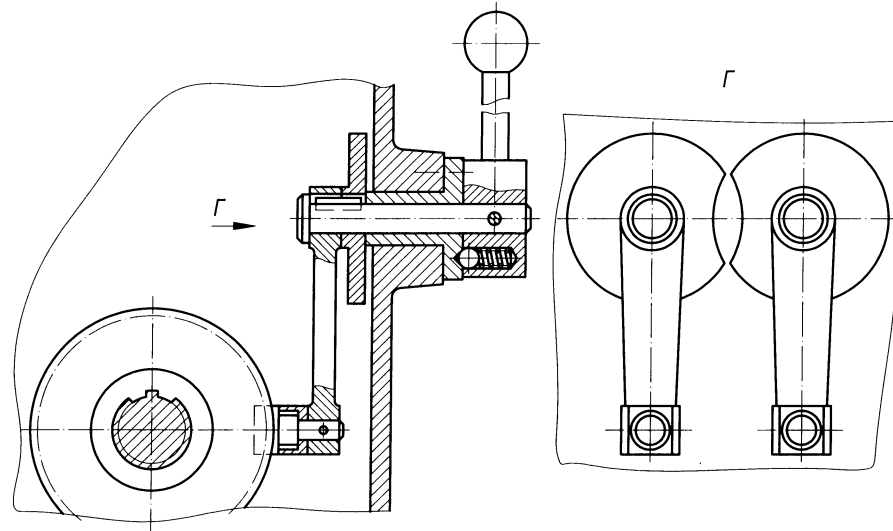


Рис. 15.8.4. Блокировка дисками с лунками

15.9. Ручки

Таблица 15.9.1. Размеры стальных ручек

Обозначение ручки исполнения		L	D	D ₁	D ₂	d	d ₁	d ₂	r	r ₁	r ₂	r ₃	l, мм, для исполнения		l ₁	l ₂	l ₃	c	x	Масса, кг
I	II	мм											I	II	мм					
I 32×6	II 32×8	32	10	7	5	4	M4	2,5	2	20	9,5	0,5	8	8	2,5	20,0	4	0,5	1,6	0,010
I 32×8	II 32×8	32	10	7	5	4	M4	2,5	2	20	9,5	0,5	6	8	2,5	20,0	4	0,5	1,6	0,010
I 32×10	II 32×8	32	10	7	5	4	M4	2,5	2	20	9,5	0,5	10	8	2,5	20,0	4	0,5	1,6	0,010
I 38×8	II 38×8	38	12	8	6	5	M5	3,5	4	24	20	0,5	8	8	3	25,3	4	1,0	1,6	0,020
I 38×10	II 38×8	38	12	8	6	5	M5	3,5	4	24	20	0,5	10	8	3	25,3	4	1,0	1,6	0,020
I 38×12	II 38×8	38	12	8	6	5	M5	3,5	4	24	20	0,5	12	8	3	25,3	4	1,0	1,6	0,020
I 48×10	II 48×10	48	15	10	8	6	M6	4	5	30	27	0,5	10	10	3	32,1	5	1,0	2	0,040
I 48×12	II 48×10	48	15	10	8	6	M6	4	5	30	27	0,5	12	10	3	32,1	5	1,0	2	0,040
I 48×15	II 48×10	48	15	10	8	6	M6	4	5	30	27	0,5	12	10	3	32,1	5	1,0	2	0,040
I 60×12	II 60×12	60	19	12	10	8	M8	5,5	6	38	35	0,5	12	12	4	39,4	6	1,5	2,5	0,080
I 60×15	II 60×12	60	19	12	10	8	M8	5,5	6	38	35	0,5	15	12	4	39,4	6	1,5	2,5	0,080
I 60×18	II 60×12	60	19	12	10	8	M8	5,5	6	38	35	0,5	18	12	4	39,4	6	1,5	2,5	0,080
I 75×15	II 75×15	75	24	16	13	10	M10	7	8	48	40	0,5	15	15	5	49,6	8	1,5	2,5	0,170
I 75×18	II 75×15	75	24	16	13	10	M10	7	8	48	40	0,5	18	15	5	49,6	8	1,5	2,5	0,170
I 75×22	II 75×15	75	24	16	13	10	M10	7	8	48	40	0,5	22	15	5	49,6	8	1,5	2,5	0,170
I 95×22	II 95×20	95	30	20	16	12	M12	9	10	60	52	0,8	22	20	6	63,2	10	1,5	2,5	0,330
I 95×25	II 95×20	95	30	20	16	12	M12	9	10	60	52	0,8	25	20	6	63,2	10	1,5	2,5	0,330
I 95×28	II 95×20	95	30	20	16	12	M12	9	10	60	52	0,8	28	20	6	63,2	10	1,5	2,5	0,330
I 120×28	II 120×25	120	38	25	20	16	M16	12	12	75	58	0,8	28	25	8	77,1	14	2,0	3,0	0,620
I 120×32	II 120×25	120	38	25	20	16	M16	12	12	75	58	0,8	32	25	8	77,1	14	2,0	3,0	0,620
I 120×36	II 120×25	120	38	25	20	16	M16	12	12	75	58	0,8	36	25	8	77,1	14	2,0	3,0	0,620

Таблица 15.9.2. Размеры пластмассовых ручек

Обозначение ручки исполнения		L	D	D ₁	D ₂	d	d ₁	l, мм, для исполнения		l ₁	l ₂	l ₃	r	r ₁	r ₂	Масса, кг
I	II	мм						I	II	мм						
I П 48×10	II П 48×10	48	15	12	9	6	M6	10	10	32,1	6	4	5	30	27	0,014
I П 48×12	II П 48×10	48	15	12	9	6	M6	12	10	32,1	6	4	5	30	27	0,014
I П 48×15	II П 48×10	48	15	12	9	6	M6	15	10	32,1	6	4	5	30	27	0,014
I П 60×12	II П 60×12	60	19	15	12	8	M8	12	12	39,4	8	5	6	38	35	0,030
I П 60×15	II П 60×12	60	19	15	12	8	M8	15	12	39,4	8	5	6	38	35	0,030
I П 60×18	II П 60×12	60	19	15	12	8	M8	18	12	39,4	8	5	6	38	35	0,030
I П 75×15	II П 75×15	75	24	18	16	10	M10	15	15	49,6	10	8	8	48	40	0,060
I П 75×18	II П 75×15	75	24	18	16	10	M10	18	15	49,6	10	8	8	48	40	0,060
I П 75×22	II П 75×15	75	24	18	16	10	M10	22	15	49,6	10	8	8	48	40	0,060
I П 95×22	II П 95×20	95	30	22	20	12	M12	22	20	63,2	15	10	10	60	52	0,115
I П 95×25	II П 95×20	95	30	22	20	12	M12	25	20	63,2	15	10	10	60	52	0,115
I П 95×28	II П 95×20	95	30	22	20	12	M12	28	20	63,2	15	10	10	60	52	0,115
I П 20×28	II П 120×25	120	38	28	25	16	M16	32	25	77,1	18	15	12	75	58	0,235
I П 20×32	II П 120×25	120	38	28	25	16	M16	32	25	77,1	18	15	12	75	58	0,235
I П 20×36	II П 120×25	120	38	28	25	16	M16	32	25	77,1	18	15	12	75	58	0,235

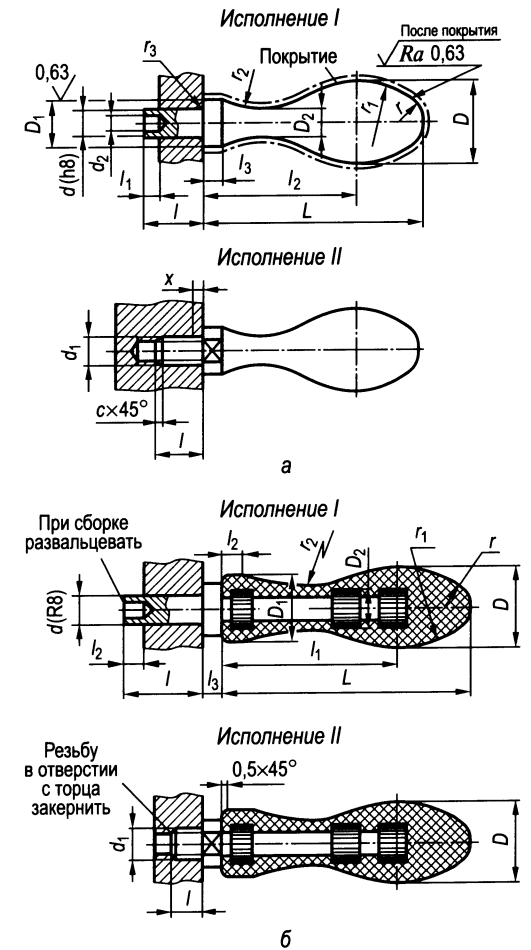


Рис. 15.9.1. Стальная (а) и пластмассовая (б) фасонные ручки (МН 4 – 64)

Примеры условного обозначения

1. Ручка фасонная стальная исполнения I с размерами L=75 мм, l=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

Обозначение рукоятки	Исполнение	L	D	D ₁	D ₂	H	h	d	d ₁	d ₂	d ₃	S	Масса, 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
7061-0024	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

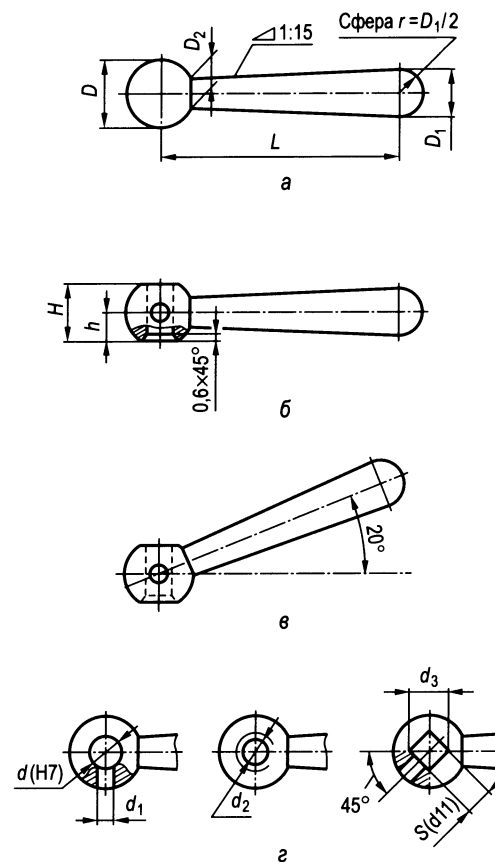


Рис. 15.9.2. Рукоятки с шаровой головкой (ГОСТ 3055-69):
 а – заготовка; б – исполнения 1, 3, 5; в – то же 2, 4, 6;
 г – исполнения отверстий головок для исполнений 1, 2, 4 и 5, 6 рукояток соответственно

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)

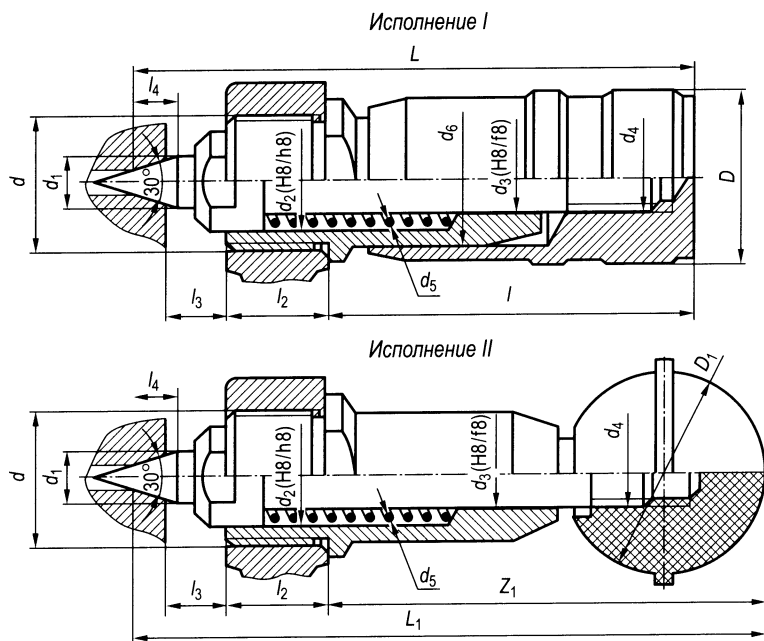


Рис. 15.9.3. Ручка переключения с фиксатором (по нормалам ЭНИМСа)

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}	l*	l ₁ *	l ₂	l ₃	l ₄
24	30	M18×1,5	8	14	10	M8	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, l=22 мм:

Рукоятка I П 75×22 МН 5-64

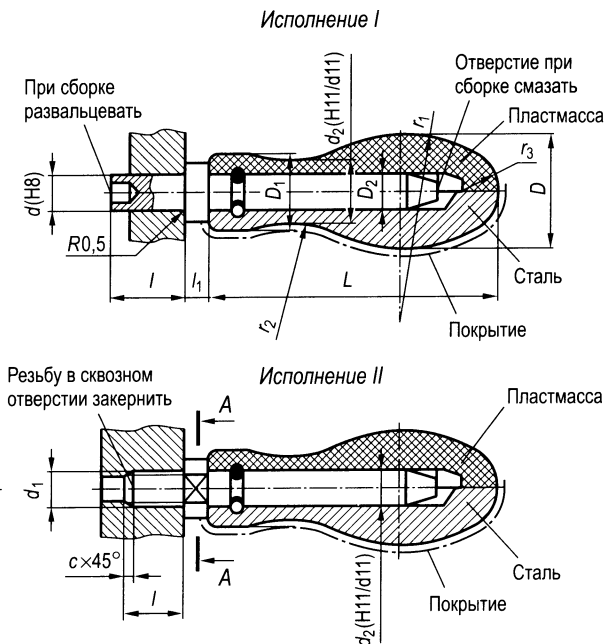


Рис. 15.9.4. Рукоятка вращающаяся (МН 5-64)

Таблица 15.9.5. Размеры рукояток вращающихся, мм

L	D	D ₁	D ₂	d	d ₁	d ₂	l для исполнения		l ₁	r ₁	r ₂	r ₃	c
							I	II					
60	19	15	12	8	M8	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×l (например, I 60×12), обозначение пластмассовой рукоятки кроме перечисленных символов содержит букву «П» (например, I П 60×12).

15.9. Ручки (окончание)

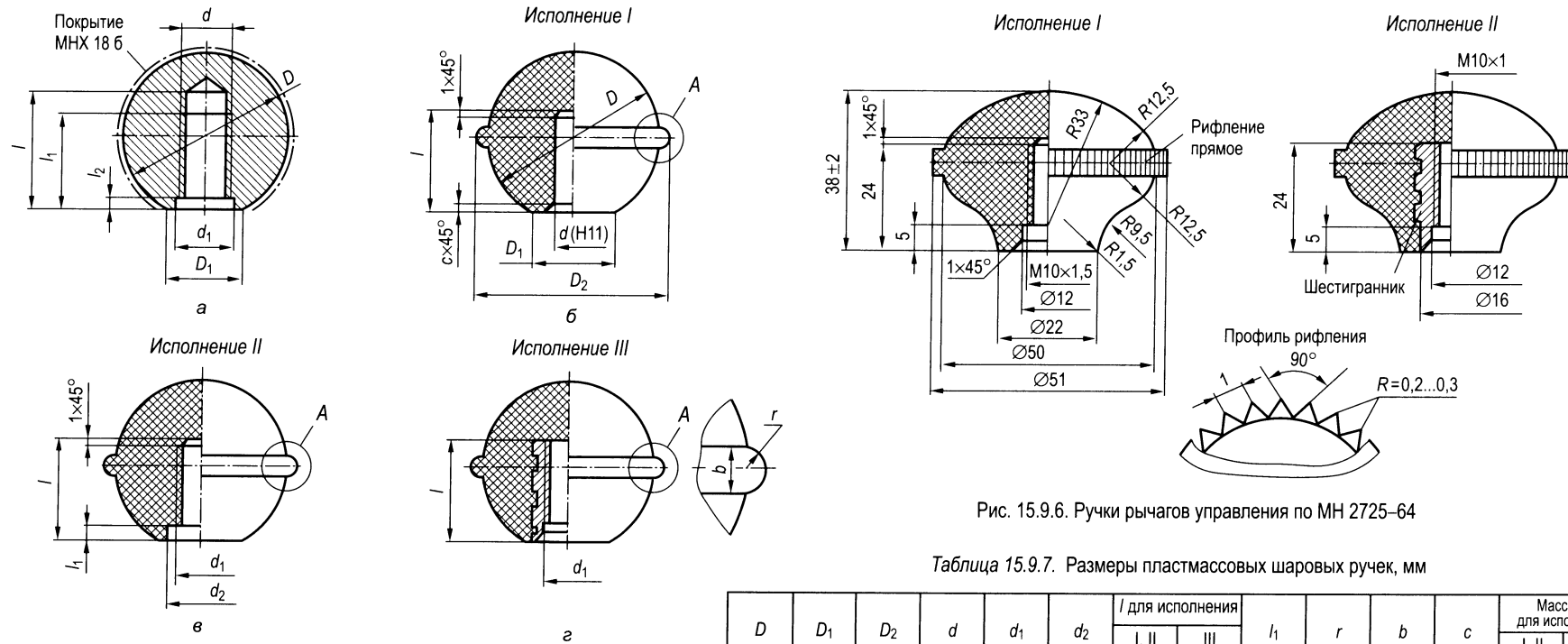


Рис. 15.9.5. Ручки шаровые по МН 6–64:
а – стальная (сталь 15 или 35); б–г – пластмассовые

Таблица 15.9.6. Размеры стальных шаровых ручек, мм

Обозначение ручки	D	D ₁	d	d ₁	l	l ₁	l ₂	Масса, кг
	мм							
12	12	8	M5	6	8	7	1,0	0,01
16	16	10	M6	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	D ₁	D ₂	d	d ₁	d ₂	l для исполнения			l ₁	r	b	c	Масса, кг, для исполнения	
						I, II	III	I, II					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).

* Только для ручек исполнений I и II.

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

15.10. Ступицы рукояток

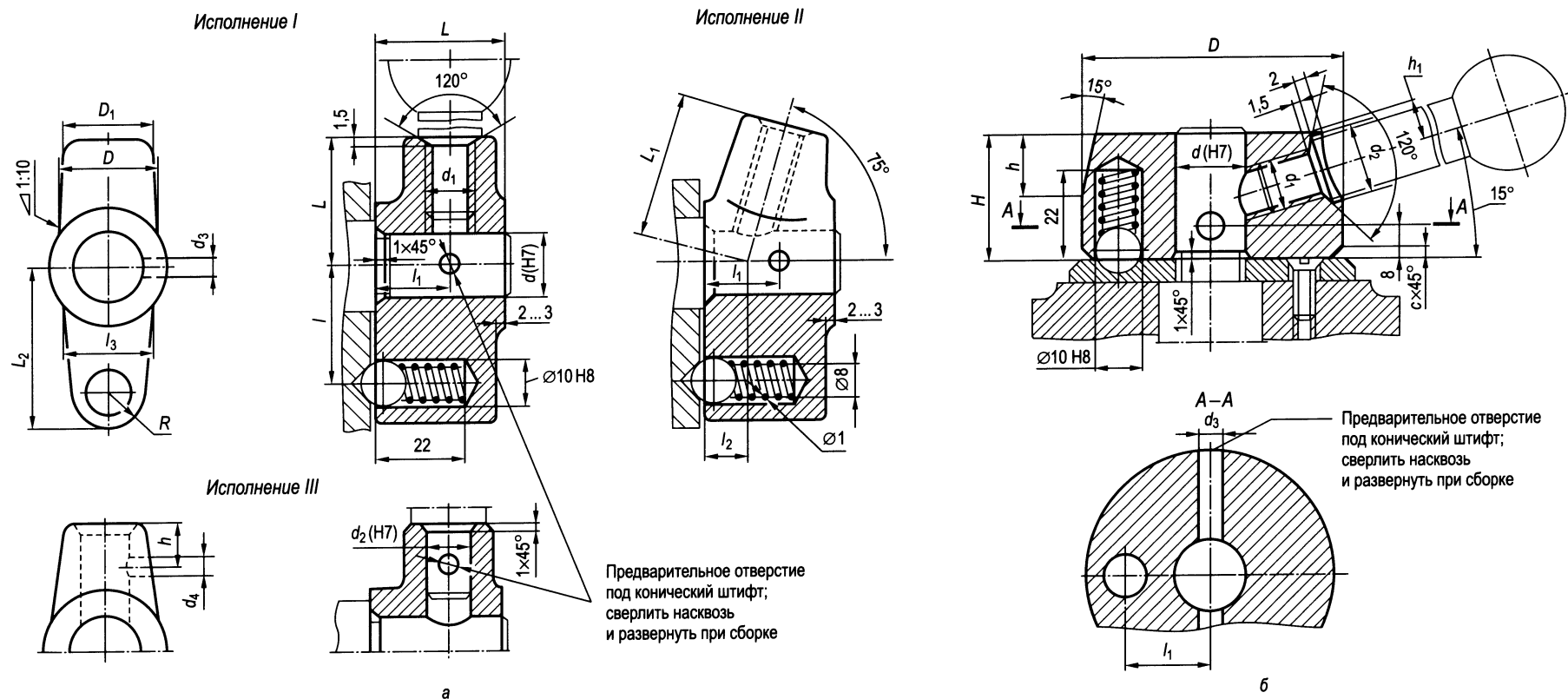


Рис. 15.10.1. Ступицы рукояток переключения с фиксацией

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

d	d_1	d_2	d_3	d_4	D	$D_1=l_3$	R	L	L_1	L_2	l	l_1	l_2	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	l_1	H	h	h_1	c	$d_3 \times l$
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

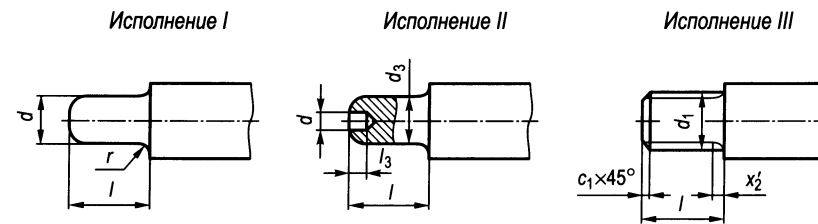
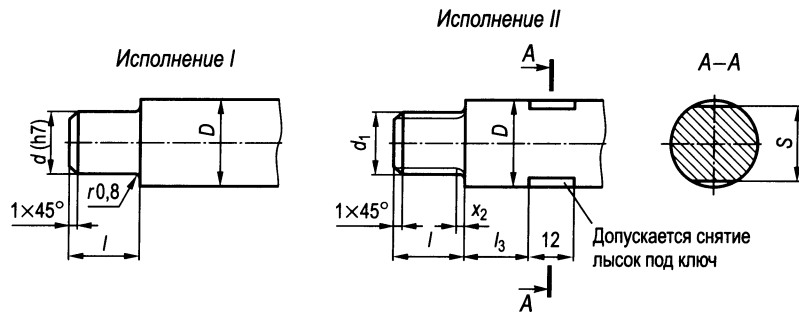
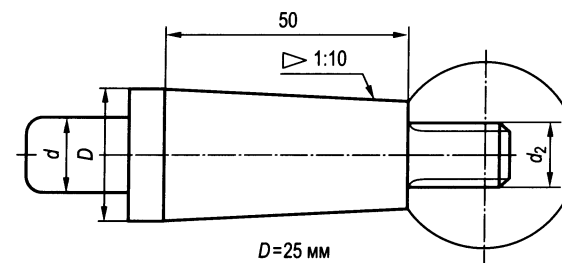
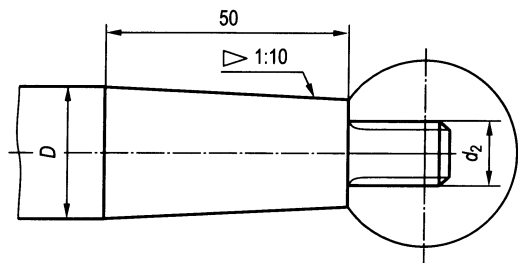
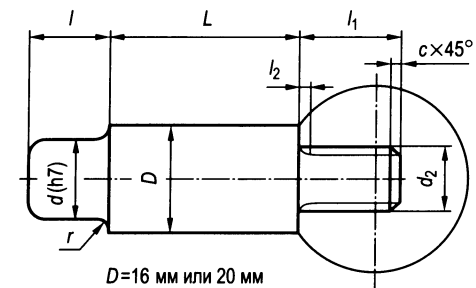
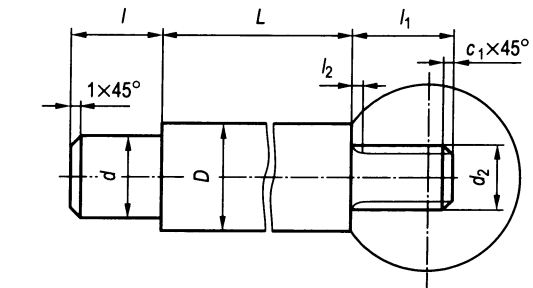


Рис. 15.11.1. Стержни длинные

Рис. 15.11.2. Стержни короткие

Таблица 15.11.1. Размеры коротких стержней, мм

D	d	d ₁	d ₂	d ₃	r	L	l							c	c ₁
16	10	M10	M8	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	M16	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	l				S	c	c ₁	x ₂ '	x ₂	L					
16	12	M12	M8	16	20	12	12	14	1,8	1,2	2,2	1,8	65	80	100	125	160	200
20	16	M16	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

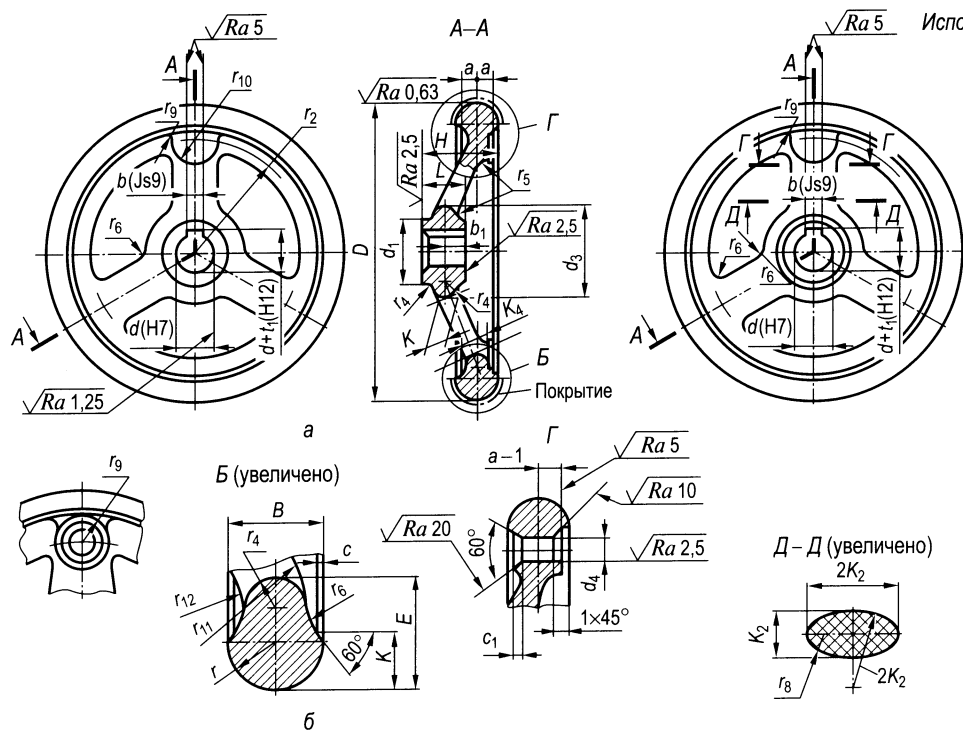


Рис. 15.12.1. Металлические маховички со спицами (а) и вариант исполнения пластика при применении маховичка с ручкой (б)

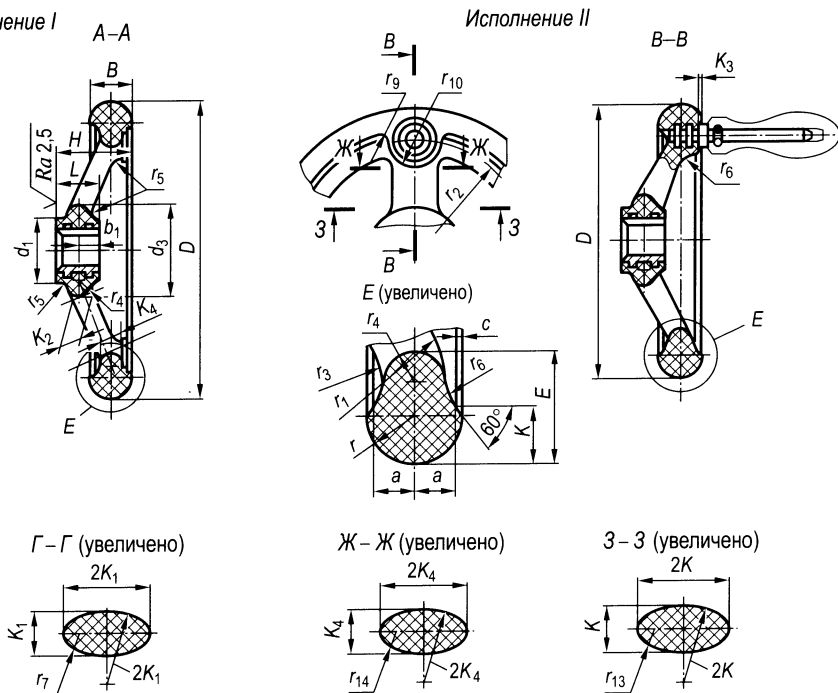


Рис. 15.12.2. Пластмассовые маховички со спицами

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

D	d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄ ^{*2}	d+t ₁	H	L	B	b	b ₁	E	r	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆	r ₇	r ₈	r ₉	r ₁₀	r ₁₁	r ₁₂	r ₁₃	r ₁₄	K	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	a	c	c ₁	z ^{*3}	Масса ^{*4} , кг
125	14	28	40	40	8	15,6	36	18	18	4	8	20	9	18	45	14	5,5	6	3,5	3	4	6	8	18	12	4	3,4	11	9	11	1	9	7	0,8	1,5	3	0,40/0,80
160	16	32	45	45	10	17,9	40	20	20	5	9	22	10	22	60	18	6	7	4	4	4,5	8	10	22	16	4,5	3,7	12	11	14	1	10	8	1	2	3	0,60/1,30
200	20	36	52	50	10	22,3	45	24	22	6	10	25	11	26	80	22	7	8	4	5	5	8	10	26	20	5,3	4,1	14	13	16	1	11	9	1	2	3	1,30/1,80
250	25	45	64	60	12	27,6	50	28	25	8	11	28	12,5	30	102	26	8	9	4	5,5	5,5	11	12	-	24	6	4,5	16	15	18	2	12	10	1,5	2,5	3	2,20/2,80
320	30	55	70	72	12	32,6	55	34	28	8	13	32	14	35	135	30	9	10	5	6	6	11	12	-	28	6,8	5,3	18	17	20	2	14	11	1,5	2,5	5	3,35/6,30
400 ^{*1}	36	65	-	85	16	38,9	65	40	32	10	15	36	16	-	170	-	10	-	6	-	-	14	15	-	45	7,5	6,0	20	-	-	-	16	12,5	1,5	3	5	-/10,50
500 ^{*1}	40	75	-	95	16	42,9	75	45	36	12	17	40	18	-	216	-	11	-	7	-	-	17	15	-	65	8,3	6,8	22	-	-	-	18	14	1,5	3	5	-/16,40

Примечание. Обозначение пластмассового маховичка состоит из номера исполнения (I или II), буквы П и значения D (например, I П 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)

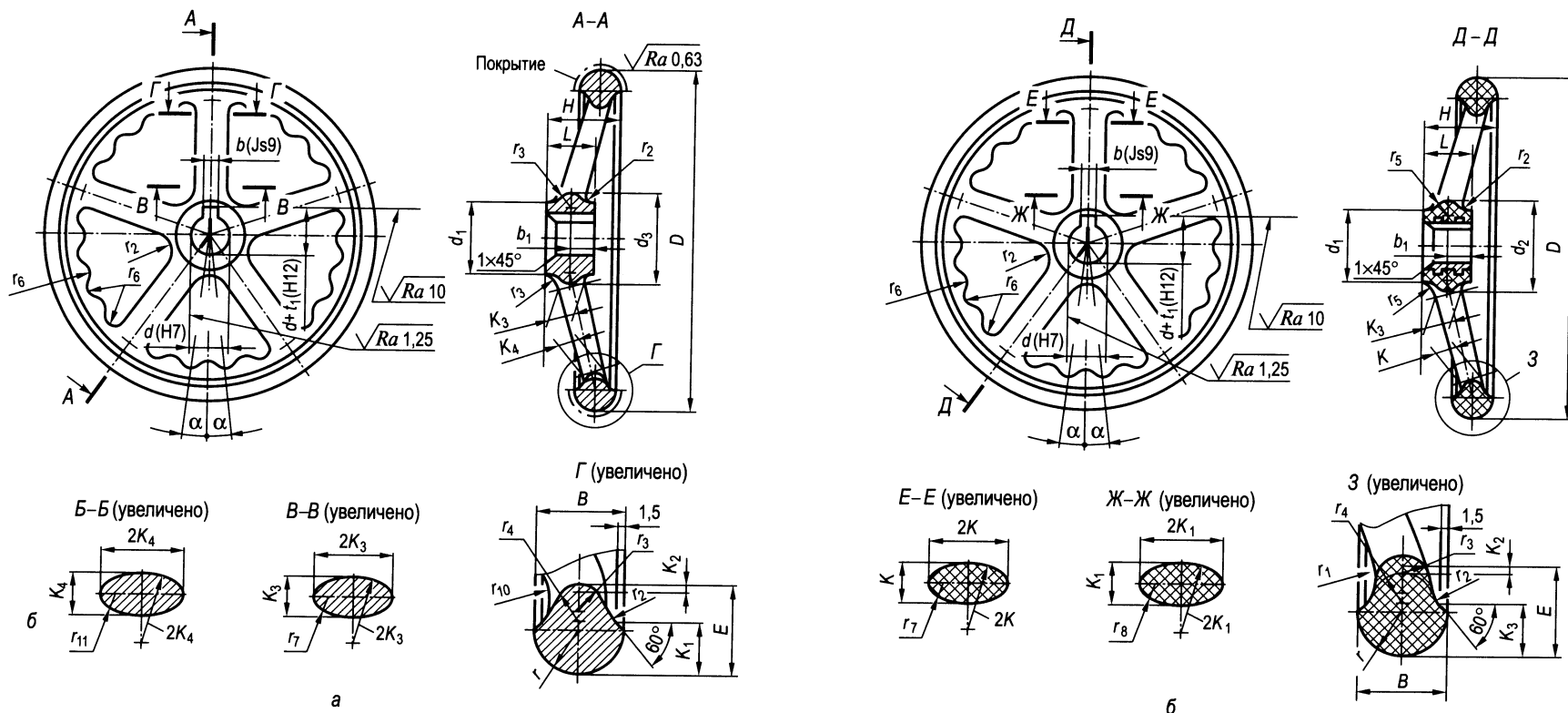


Рис. 15.12.3. Маховички со спицами и выемками металлические (а) и пластмассовые (б)

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

D	d	d ₁	d ₂	d ₃	H	L	B	d+t ₁	b	b ₁	E	r	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆	r ₇	r ₈	r ₉	r ₁₀	r ₁₁	K	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	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	30	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'	5/-	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 МН 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 $u_{cp} = \text{const}$. 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 $v \leq 15$ м/с. Приводные роликовые цепи состоят из внешних b 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_d на z частей. Через центр окружности d_d 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 ψ 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 ребрами 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 востребованные 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 $\lambda \leq 2,2$ 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 разреза по осям звездочек. На корпусе имеется устройство для регулирования натяжения цепи. Смазывание передачи консистентной смазкой периодическое. На рис. 16.8.2 представлено штампованное ограждение со сложной плоскостью разреза и устройством для регулирования натяжения цепи. Смазывание передачи осуществляется окунанием ведомой звездочки и цепи в масляную ванну.

16.1. Цепи приводные роликовые

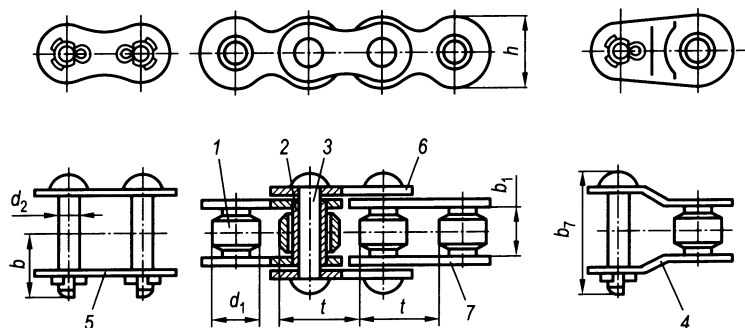


Рис. 16.1.1. Цепи однорядные типа ПР:

1 – ролик; 2 – втулка; 3 – валик; 4 – переходное звено; 5 – соединительное звено;
6 – внешняя пластина; 7 – внутренняя пластина

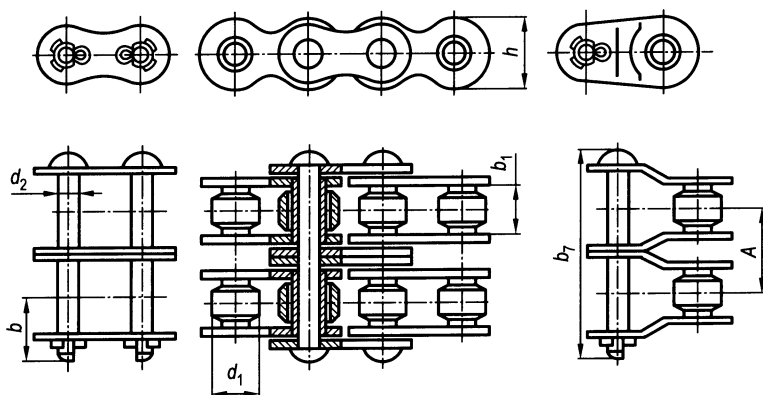


Рис. 16.1.2. Цепи двухрядные типа 2ПР

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 $F_p = 18,2$ кН:

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 цепи	t	b_1 , не менее	d_2	d_1	h	b_7 , не более		b	F_p^* , кН	Масса 1 м цепи, кг
						мм				
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 цепи	t	b_1 , не менее	d_2	d_1	A	h	b_7 , не более		b	F_p^* , кН	Масса 1 м цепи, кг
							мм				
<i>Цепи типа 2ПР</i>											
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	
2ПР-19,05-64	19,05	12,70	5,96	11,91	22,78	18,08	53,4	17,75	64,0	2,9	
2ПР-25,4-114	25,4	15,88	7,92	15,88	29,29	24,20	68	22	114,0	5,0	
2ПР-31,75-177	31,75	19,05	9,53	19,05	35,76	30,20	82	24	177,0	7,3	
2ПР-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	
<i>Цепи типа 3ПР</i>											
3ПР-12,7-45,4	12,7	7,75	4,45	8,51	13,92	11,80	50	11	45,4	2,0	
3ПР-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	$\lambda = t/d_1$, где d_1 – диаметр ролика
Коэффициент K высоты зуба	$\lambda \dots 1,4-1,50$ $1,51-1,60$ $1,61-1,70$ $1,71-1,80$ $1,81-2,0$ $K \dots 0,480$ $0,532$ $0,555$ $0,565$ $0,575$
Диаметр делительной окружности d_d	$d_d = t \operatorname{cosec} 180^\circ/z = t/\sin(180^\circ/z)$
Диаметр окружности выступов D_e	$D_e = t [K + \operatorname{ctg}(180^\circ/z)]$
Диаметр окружности впадин D_i	$D_i = d_d - 2r$
Радиус впадины r	$r = 0,5025d_1 + 0,05$ мм
Радиус сопряжения r_1	$r_1 = 0,8d_1 + r = 1,3025d_1 + 0,05$ мм
Радиус головки зуба r_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 β	$\beta = 18^\circ - 56^\circ/z$
Половина угла зуба φ	$\varphi = 17^\circ - 64^\circ/z = 90^\circ - 180^\circ/z - (\alpha + \beta)$
Прямой участок профиля FG	$FG = d_1(1,24\sin\varphi - 0,8\sin\beta)$
Расстояние от центра дуги впадины до центра дуги головки зуба OO_2	$OO_2 = 1,24d_1$
Смещение центра дуг впадин e	$e = 0,03t$
Координаты точек O_1 и O_2	$x_1 = 0,8d_1\sin\alpha$; $y_1 = 0,8d_1\cos\alpha$; $x_2 = 1,24d_1\cos 180^\circ/z$; $y_2 = 1,24d_1\sin 180^\circ/z$
Радиус закругления зуба (наименьший) r_3	$r_3 = 1,7d_1$
Расстояние от вершины зуба до линии центров дуг закруглений h	$h = 0,8d_1$
Диаметр обода (наибольший)	$D_c = t \operatorname{ctg} 180^\circ/z - 1,3h$
Радиус закругления: при $t \leq 35$ мм при $t > 35$ мм	$r_4 = 1,6$ мм $r_4 = 2,5$ мм
Ширина зуба звездочки e : однорядной двух- и трехрядной многорядной	$b_1 = 0,93b_1^{**} - 0,15$ мм $b_2 = 0,90b_1^{**} - 0,15$ мм $b_n = 0,86b_1^{**} - 0,30$ мм
Ширина венца многорядной звездочки B_n	$B_n = (n-1)A + b_n$, где n – число рядов

* При $d_d < 150$ мм допускается $D_c = t \operatorname{ctg} 180^\circ/z - 1,3h$. ** Расстояние между внутренними пластинами цепи.

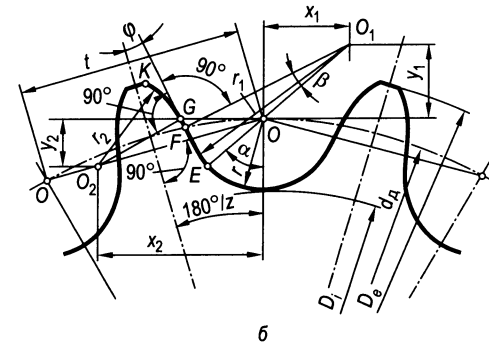
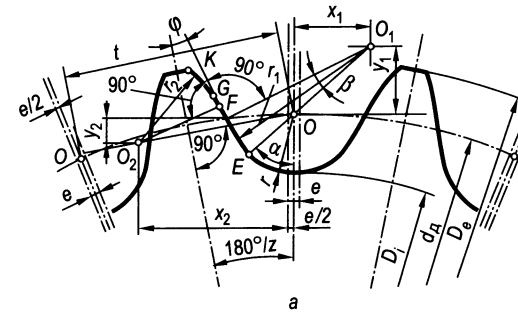


Рис. 16.2.1. Профили зубьев звездочек со смещением (а) и без смещения (б)

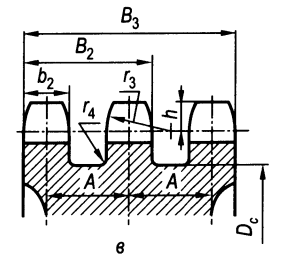
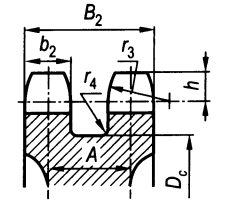
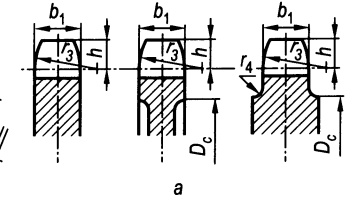


Рис. 16.2.2. Поперечные сечения зубчатых венцов одно- (а); двух- (б) и трехрядных (в)

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

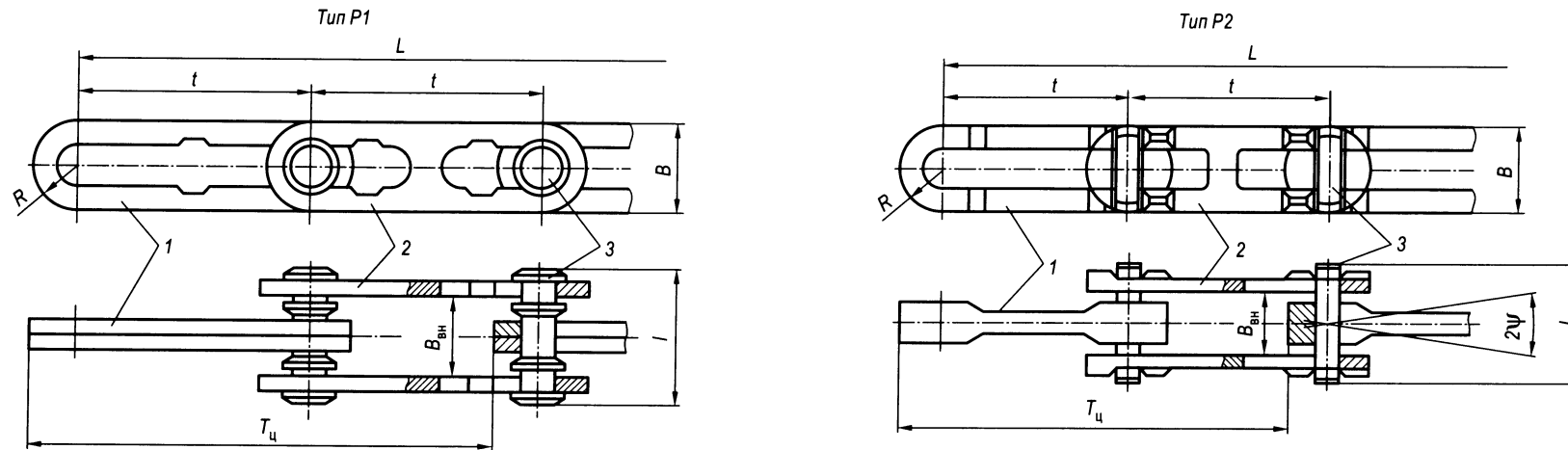


Рис. 16.3.1. Цепь с вращающимися (тип P1) и с фиксированными (тип P2) валиками (1 – внутреннее звено; 2 – наружное звено; 3 – валик)

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

t	$T_{ц}$	$\Delta T_{ц}$	B , не более	$B_{вн}$, не менее	l , не более	F_n	F_p	Масса 1 м цепи, кг, не более	Удельная масса, кг/кН, не более
мм						кН, не менее			
63	126	$\pm 2,0$	18	15	35	38	63	1,4	0,0272
80	160	$\pm 2,5$	30	21	48	60	106	3,2	0,0301
80	160	$\pm 2,5$	42	32	73	174	290	8,7	0,0300
100	200	$\pm 2,5$	32	27	56	96	160	3,8	0,0237
100	200	$\pm 2,5$	37	27	60	132	290	5,2	0,0236
125	250	$\pm 3,0$	46	34	73	150	250	7,4	0,0296
160	320	$\pm 3,0$	40	34	73	174	290	5,7	0,0196
160	320	$\pm 3,0$	59	42	92	240	400	9,1	0,0227
200	400	$\pm 3,0$	66	52	107	380	630	16,5	0,0262
250	500	$\pm 3,0$	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; $T_{ц}$ – шаг зацепления номинальный; $\Delta T_{ц}$ – предельное отклонение.

Примеры условного обозначения

1. Цепь типа P1 с шагом $t = 80$ мм и разрушающей силой $F_p = 106$ кН:

Цепь P1-80-106 ГОСТ 589-85

2. То же типа P2:

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	Параметр	Расчетная формула для комбинированных звездочек
Число зубьев звездочки	$z \geq 4$	Вспомогательный угол	$\theta = \arccos(t_\beta / (2R_1))$
Шаг и ширина звена, расстояние между наружными звеньями, предельное отклонение шага зацепления	Значения t ; B ; $B_{вн}$ и $\Delta T_{ц}$ выбирают по ГОСТ 589-85	Диаметр окружности выступов	$D_{e\max} = d_d \cos \beta + 2R_1 \sin \theta - 0,5R$
Угол заострения зуба γ	$\gamma \leq 18^\circ$	Расстояние от впадины до центра звездочки	$H = 0,5 d_d \cos \alpha - R$
Предельно допустимое увеличение шага зацепления цепи при эксплуатации	$\delta \leq 0,25 B$	Высота зуба от основания	$h = 0,5 (D_e + 2R \sin \gamma - d_d \cos \beta)$
Половина центрального угла шага звездочки	$\varphi = 180^\circ / z$	Толщина зуба у основания	$c = t_\beta - 2R \cos \gamma$
Компенсирующий зазор	$e \geq \frac{1,4 \Delta T_{ц}}{\cos \varphi} \sqrt{z}$ при $t \geq 100$ мм; $e = \frac{0,7 \Delta T_{ц}}{\cos \varphi} \sqrt{z}$ при $t \leq 80$ мм	Длина опорной грани звездочки	$L \leq t_\beta$
Шаг центров построения впадины	$t_\alpha = d_d \sin \alpha$		
Угол смещения	$\rho = \arcsin e / d_d$		
Половина центрального угла впадины	$\alpha = \varphi / 2 + \rho$		
То же зуба	$\beta = \varphi - \alpha$		
Диаметр делительной окружности	$d_d = \frac{t}{\sin(\varphi / 2)}$		
Шаг центров построения зуба	$t_\beta = d_d \sin \beta$		
Шаг звездочки	$t_z = d_d \sin \varphi$		
Радиус скругления	$R = 0,5B$		
Длина рабочего участка профиля	$l = t_\beta \sin \gamma$		
Радиус скругления вершины зуба	$R_1 = t_\beta \cos \gamma - R$		

Рис. 16.4.1. Профиль зубьев звездочки:
1 – внутренний венец; 2 – наружный венец

16.5. Цепи тяговые пластинчатые

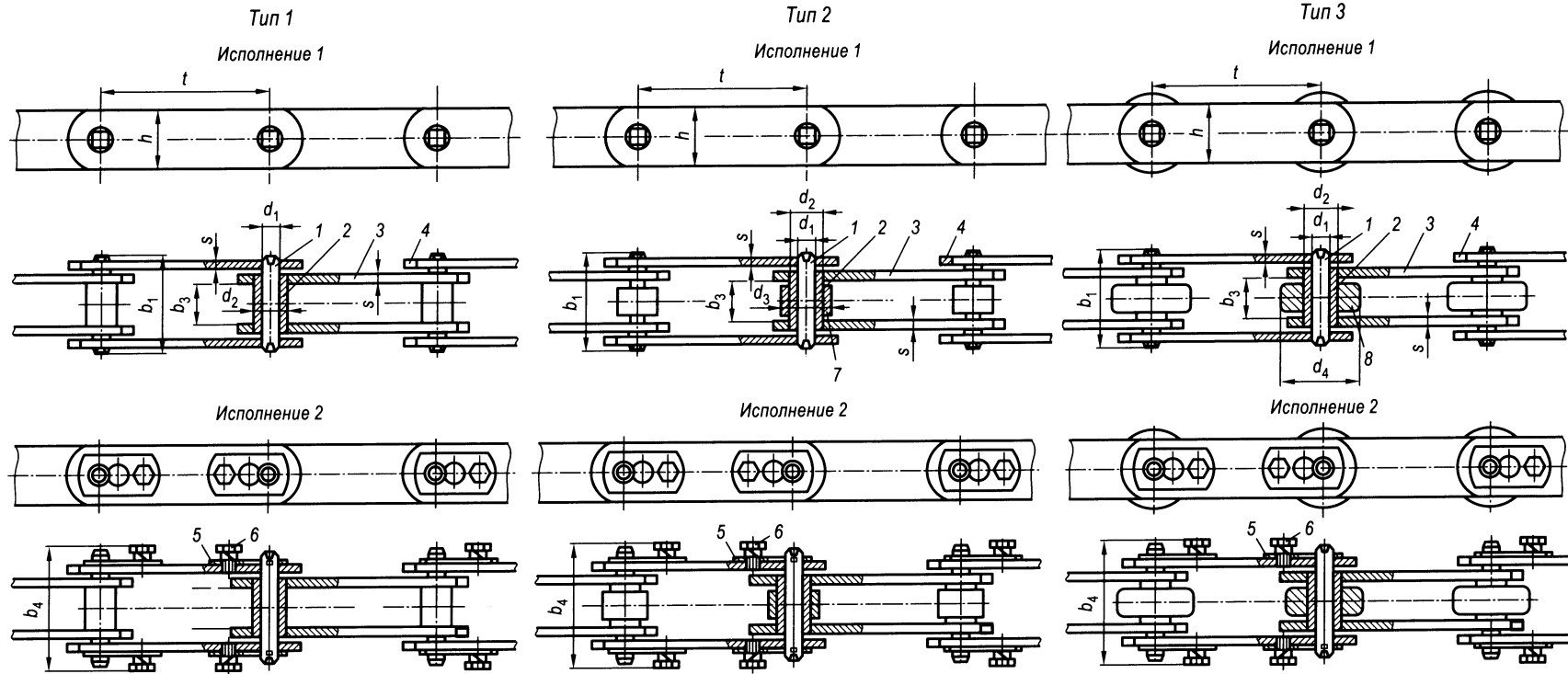


Рис. 16.5.1. Втулочная (тип 1), роликовая (тип 2) и катковая с гладкими катками (тип 3) тяговые пластинчатые цепи:
1 – валик; 2 – втулка; 3 – внутренняя пластина; 4 – наружная пластина; 5 – ригель; 6 – винт; 7 – ролик; 8 – каток

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

Обозначение	F _р , кН, не менее	t	s	b ₁	b ₃	b ₄	h	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	Обозначение	F _р , кН, не менее	t	s	b ₁	b ₃	b ₄	h	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄
		мм		мм, не более			мм							мм		мм, не более			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												

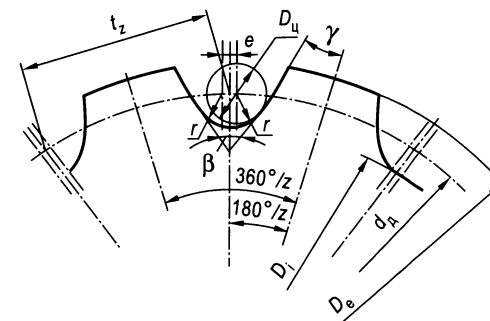
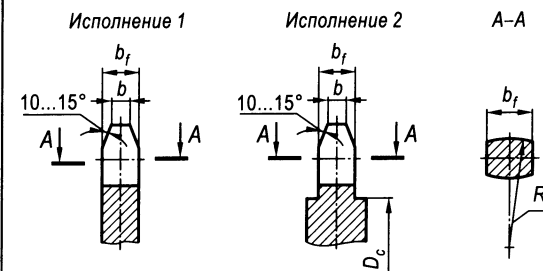
Примечание. Шаг t цепи выбирают из следующего ряда: 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630 мм.

16.6. Звездочки для тяговых пластинчатых цепей

Таблица 16.6.1. Основные соотношения для расчета звездочки с геометрической характеристикой зацепления ($\lambda > 2,2$) (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	$D_{\text{ц}} = d_2; D_{\text{ц}} = d_3$														
Геометрическая характеристика зацепления	$\lambda = t/D_{\text{ц}}$														
Шаг зубьев звездочки	$t_z = t$														
Число зубьев звездочки	$z \geq 6$														
Диаметр делительной окружности	$d_{\text{д}} = \frac{t}{\sin(180^\circ/z)}$														
Диаметр наружной окружности	$D_{\text{в}} = t [K + K_z - (0,31/\lambda)]$														
Диаметр окружности впадин	$D_{\text{г}} = d_{\text{д}} - D_{\text{ц}}$														
Коэффициент высоты зуба	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">z</th> <th colspan="2">K при</th> </tr> <tr> <th>$D_{\text{ц}} \leq 80$</th> <th>$D_{\text{ц}} > 80$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5-10</td> <td>0,56</td> <td>0,56</td> </tr> <tr> <td>11-25</td> <td>0,46</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>26-60</td> <td>0,65</td> <td>0,50</td> </tr> </tbody> </table>	z	K при		$D_{\text{ц}} \leq 80$	$D_{\text{ц}} > 80$	5-10	0,56	0,56	11-25	0,46	0,35	26-60	0,65	0,50
z	K при														
	$D_{\text{ц}} \leq 80$	$D_{\text{ц}} > 80$													
5-10	0,56	0,56													
11-25	0,46	0,35													
26-60	0,65	0,50													
Коэффициент числа зубьев	$K_z = \text{ctg}(180^\circ/z)$														
Смещение центров дуг впадин	$e_{\text{мин}} = 0,01t; e_{\text{макс}} = 0,05t$														
Радиус впадин зубьев	$r = 0,5D_{\text{ц}}$														
Половина угла заострения зуба	$\gamma = 13...20^\circ$														
Угол впадины зуба	$\beta = 86^\circ$ при $z = 6...8$; $\beta = 68^\circ$ при $z = 9...11$; $\beta = 60^\circ$ при $z = 12...15$														
Расстояние между внутренними пластинами, ширина пластины	Значения b_3 и h выбирают по ГОСТ 588-81														
Ширина зуба звездочки	$b_{\text{rmax}} = 0,9b_3 - 1; b_{\text{rmin}} = 0,87b_3 - 1,7$														
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	$D_{\text{с}} = tK_z - 1,3h$														

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

Рис. 16.6.1. Профиль зубьев звездочки с геометрической характеристикой зацепления $\lambda > 2,2$ Рис. 16.6.2. Профиль боковой поверхности зубьев звездочки (R_k – радиус выпуклости, $R_k = 28,65b_3/\varphi_c$, где $\varphi_c = 3 \dots 10^\circ$); φ_c – расчетный угол условного смещения, зависящий от точности монтажа

16.7. Звездочки натяжные

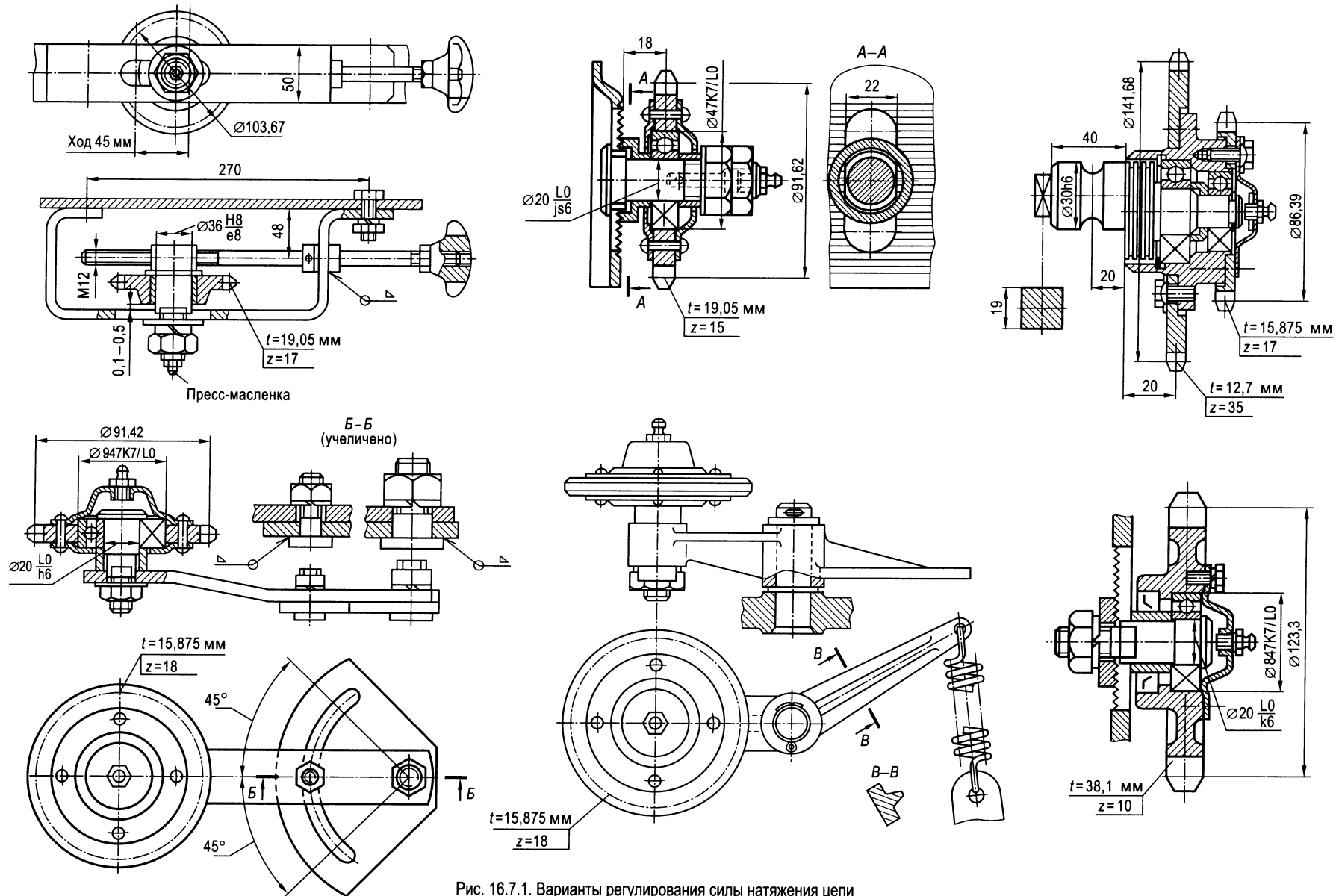
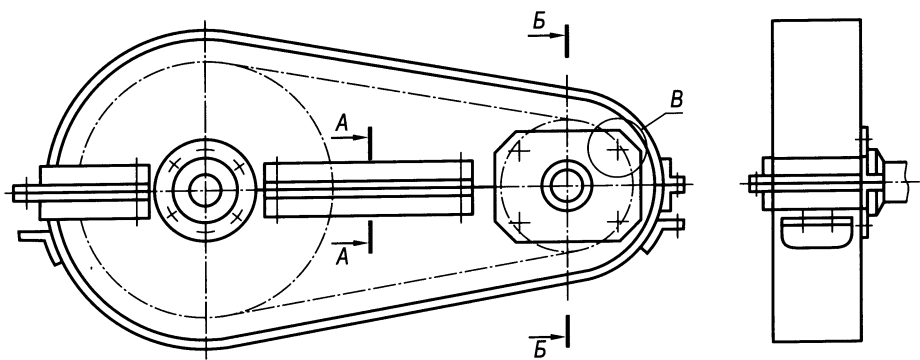
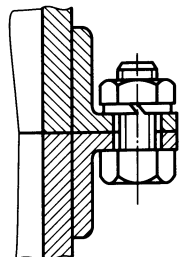


Рис. 16.7.1. Варианты регулирования силы натяжения цепи

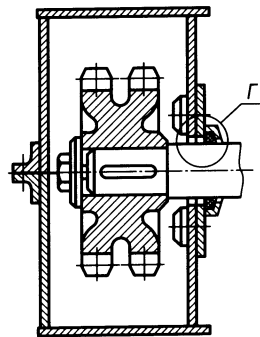
16.8. Ограждения и смазывание цепной передачи



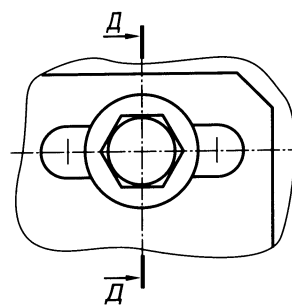
А-А (увеличено)



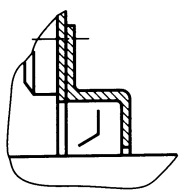
Б-Б (увеличено)



В (увеличено)



Г (увеличено)



Д-Д

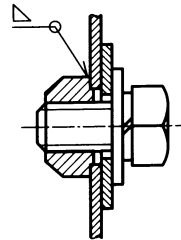
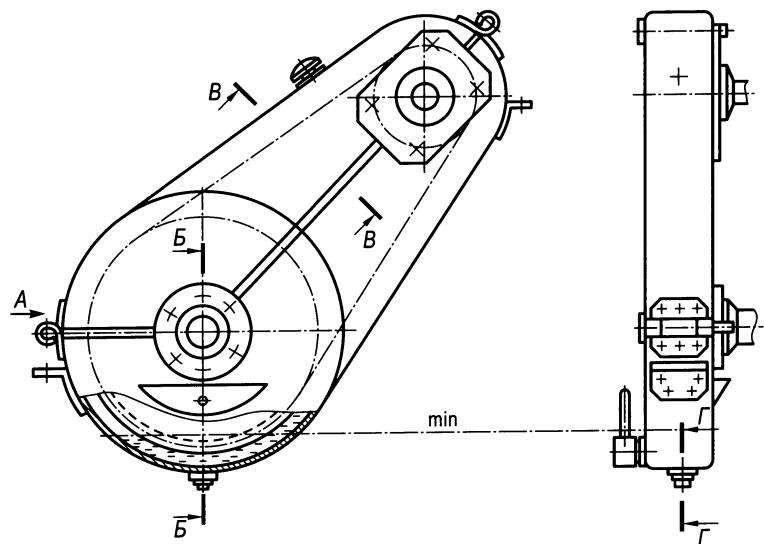
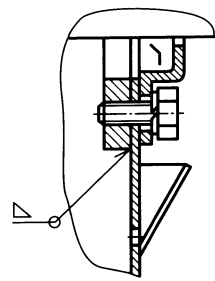


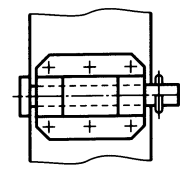
Рис. 16.8.1. Сварной защитный кожух



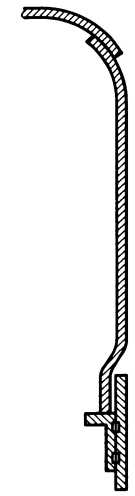
Б-Б (увеличено)



А (увеличено)



В-В О



Г-Г (увеличено)

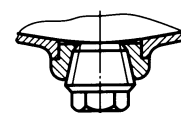


Рис. 16.8.2. Штамповсварной защитный кожух

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 РВМ 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 1, 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_v и z_r – 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 $z_v = z_r = 5$, что обеспечивает рациональное соотношение размеров деталей механизма. Чтобы между сопрягаемыми витками винта и роликов реализовывалось трение качения, необходимо иметь следующее соотношение:

$d_{2r} = z_r d_{2p}$, где d_{2r} и d_{2p} – средние диаметры резьбы гайки и ролика. Средний диаметр резьбы винта $d_{2в} = (z_r - 2)d_{2p}$, а расстояние между осями винта и ролика $a_w = 0,5(z_r - 1)d_{2p}$ (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 $d_{2в} = 40...50$ 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 HRC₃.

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, б и в).

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, Г). 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, зацепляющийся 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 полу-муфт с зубьями на торцовых поверхностях. В боковых пластинах корпуса имеются базовые отверстия для установки модуля на работе, 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 (а, б) показано сечение резьбы с криволинейным профилем: полукруглым (а) и “стрельчатая арка” (б). Наибольшее распространение получила резьба с полукруглым профилем.

Основные геометрические параметры ШВМ с полукруглым профилем резьбы (см. рис. 17.2.1, а): номинальный диаметр d_0 ; шаг резьбы P ; угол контакта α ($\alpha = 45^\circ$); 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 $R_{пр} = (1,03...1,05)R_W$; смещение центра радиуса профиля $C_{пр} = (R_{пр} - R_W) \sin \alpha$; диаметр качения по профилю винта $d_{к.в} = d_0 - D_W \cos \alpha$; диаметр качения по профилю гайки $d_{к.г} = d_0 + D_W \cos \alpha$; наружный диаметр резьбы

гайки $d_{2r} = d_0 + 2R_{\text{пр}} - 2C_{\text{пр}}$; внутренний диаметр резьбы гайки $d_{3r} = d_0 + 0,5(d_0 - d)$; радиус галтели винта $r_b = 0,2R_W$; радиус галтели гайки $r_r = 0,15R_W$; угол подъема резьбы на диаметре $d_{к.в} \psi = \arctg(Pz / \pi d_{к.в})$; угол подъема винтовой линии на диаметре $d_0 \psi_0 = \arctg(Pz / \pi d_0)$.

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 ($i_b = 3$). Для механизмов, имеющих гайки с i_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, а, использован радиально-упорный конический роликовый подшипник по ГОСТ 6364–78, а в опоре, приведенной на рис. 17.2.6, б, – 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 1, 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

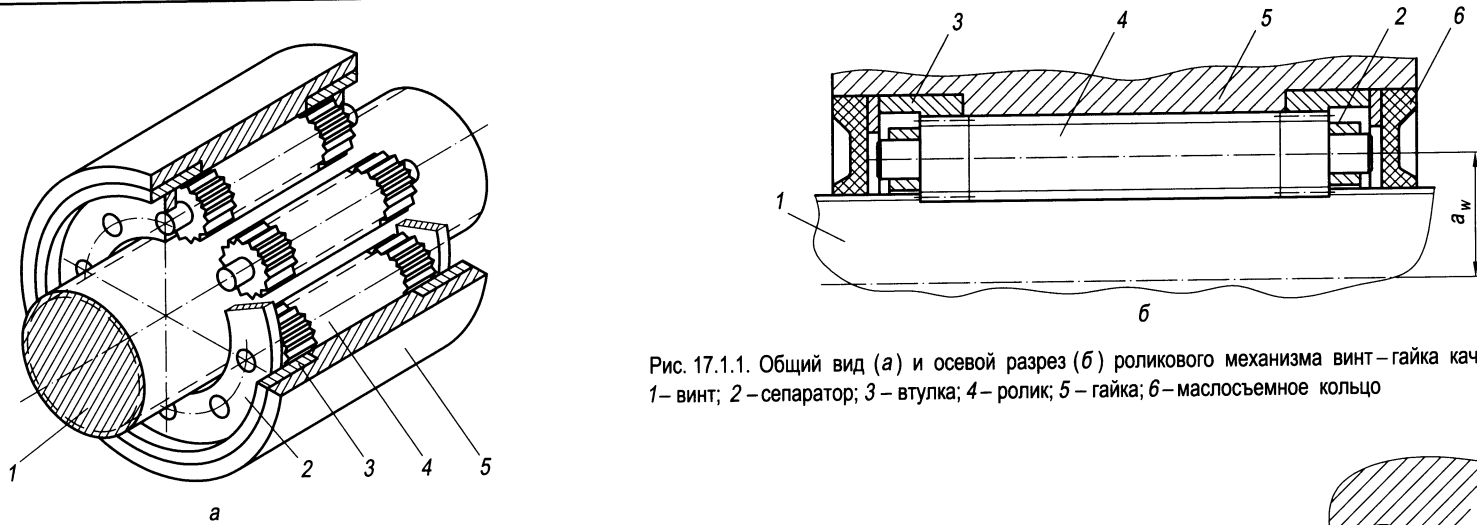


Рис. 17.1.1. Общий вид (а) и осевой разрез (б) роликового механизма винт-гайка качения (РВМ):
1- винт; 2- сепаратор; 3- втулка; 4- ролик; 5- гайка; 6- маслосъемное кольцо

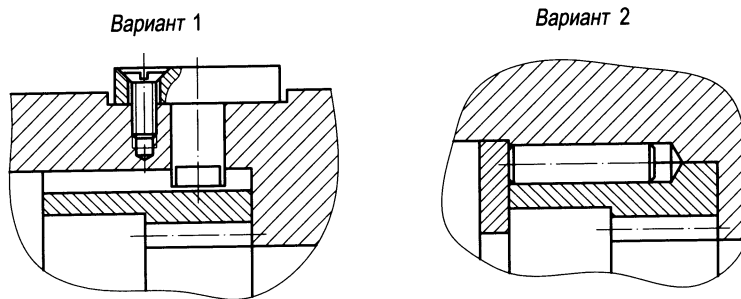


Рис. 17.1.2. Способы установки втулки в отверстие гайки

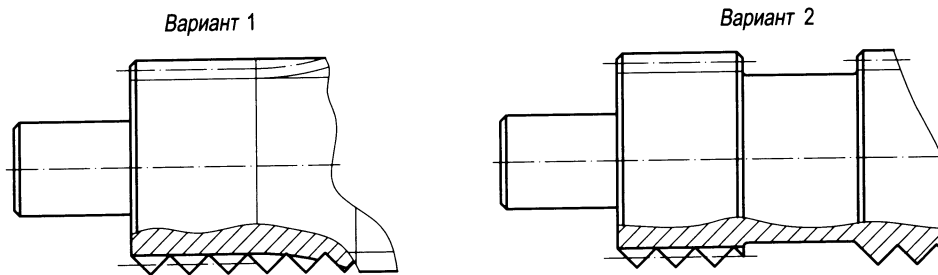


Рис. 17.1.3. Способы выполнения зубьев на концевых участках ролика

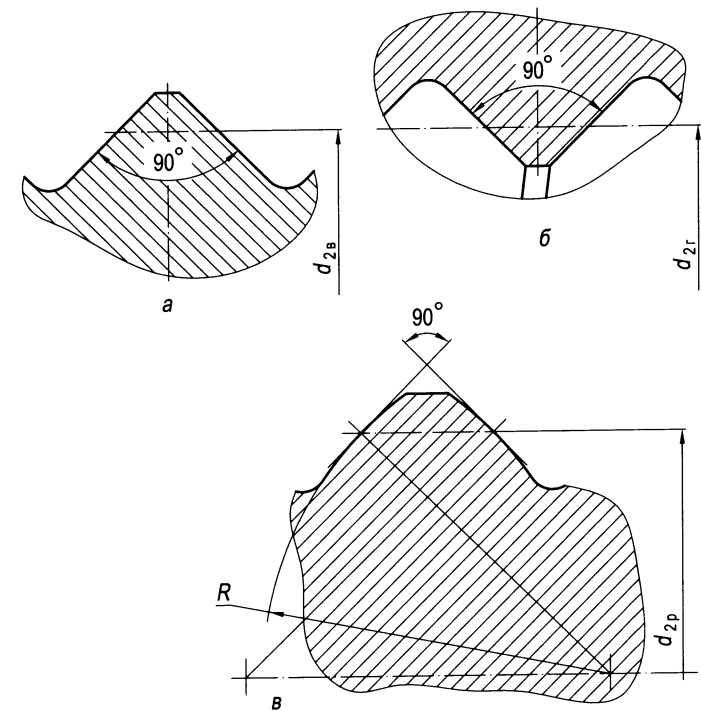


Рис. 17.1.4. Профили резьбы винта (а), гайки (б) и ролика (в)

17.1. Роликовый механизм винт-гайка качения (продолжение)

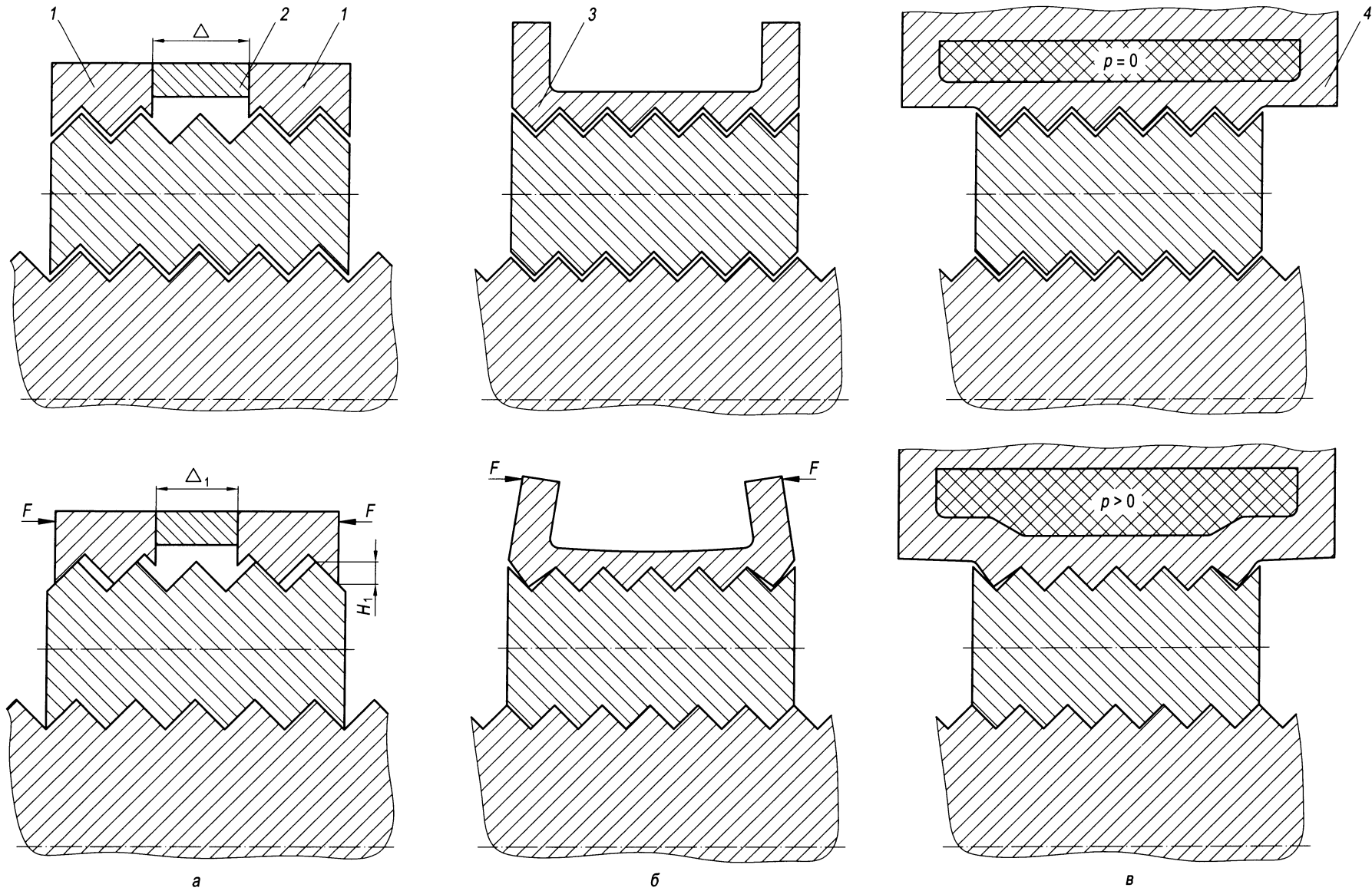


Рис. 17.1.5. Способы компенсации зазоров с помощью полу гаек 1 и компенсатора 2 (а), гайки 3, деформируемой силами F (б), а также с помощью гайки 4, деформируемой давлением p (в)

17.1. Роликовый механизм винт-гайка качения (продолжение)

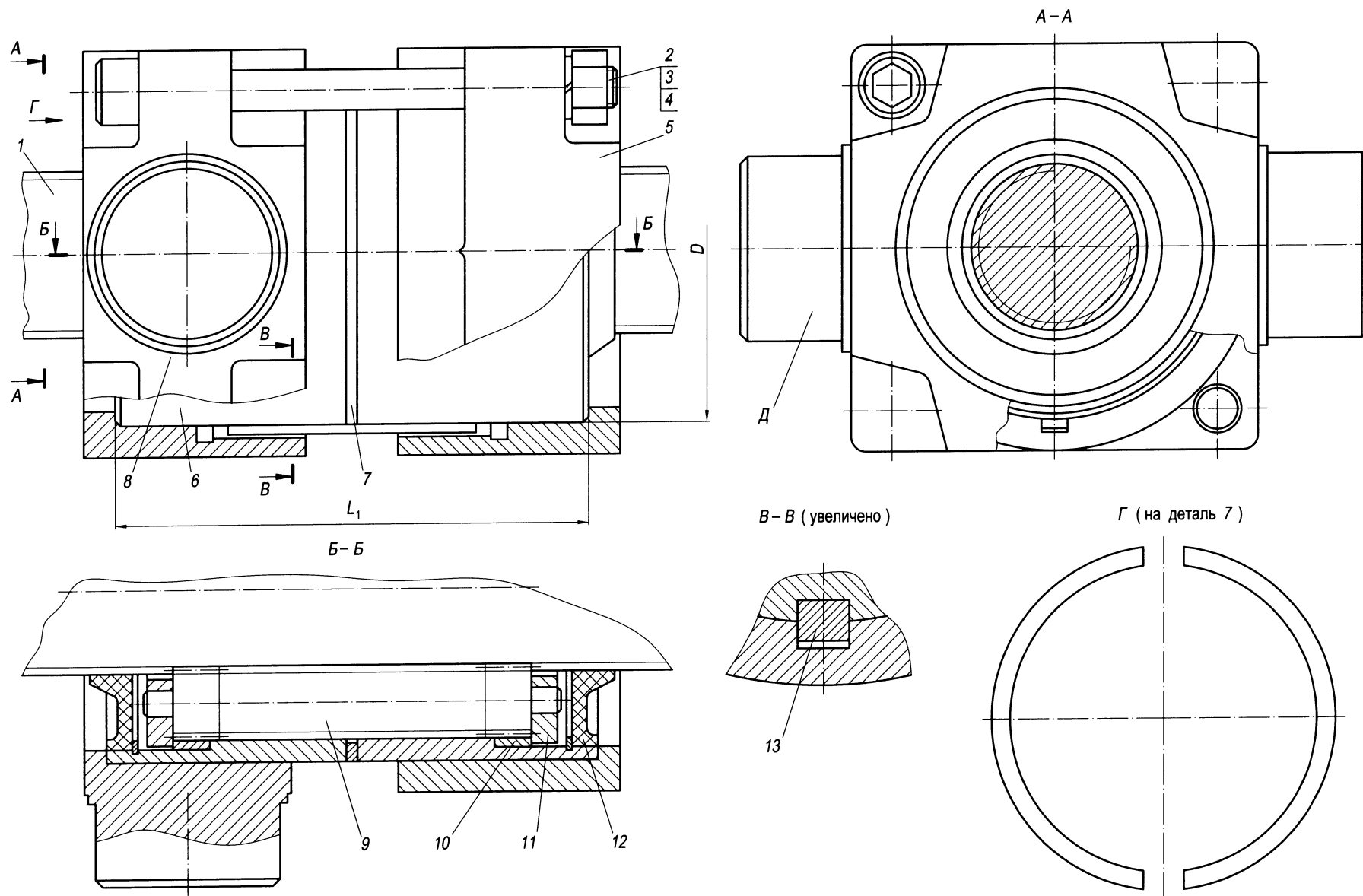


Рис. 17.1.6. Конструкция ПРВМ с гайкой, состоящей из полу гаек и компенсатора:

1-винт; 2-болт; 3-гайка; 4-шайба; 5, 8-корпусные детали; 6-полу гайка; 7-компенсатор; 9-ролик; 10-втулка; 11-сепаратор; 12-маслосъемное кольцо; 13-шпонка

17.1. Роликовый механизм винт-гайка качения (продолжение)

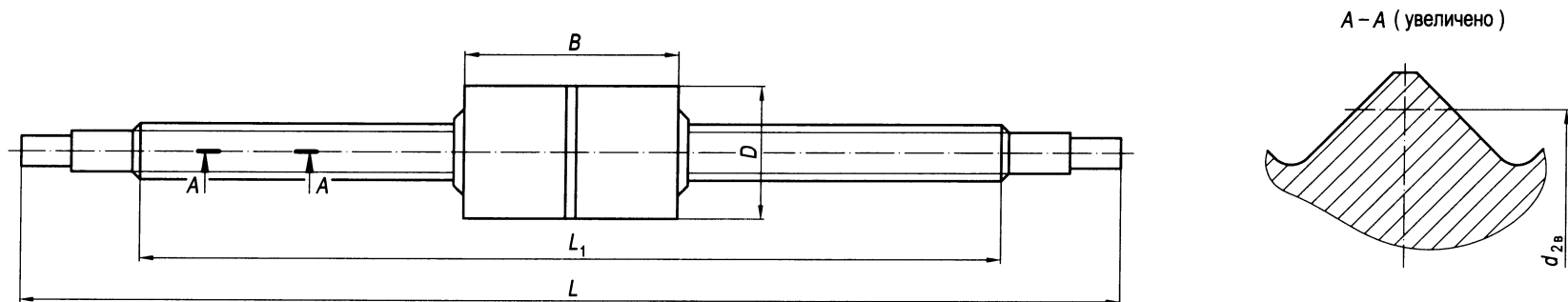


Рис. 17.1.7. Общий вид и основные размеры ПРВМ

Таблица 17.1.1. Размеры и основные параметры ПРВМ

Типоразмер механизма	$d_{2в}$	D	B	L_1	L	Ход резьбы винта	Осевой люфт гайки	Тип гайки *	δ^{**} , мм, для $l_{баз}$, мм		$[F]_{дин}$	$[F]_{ст}$	Осевая жесткость с при F		Сила сжатия полугаек, кН	Вращающий момент холостого хода, $T_{хх}$, Н·м
									25	300			кН	c , Н/мкм			$F$, кН
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	—	Р	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 $l_{баз}$.

17.1. Роликовый механизм винт-гайка качения (продолжение)

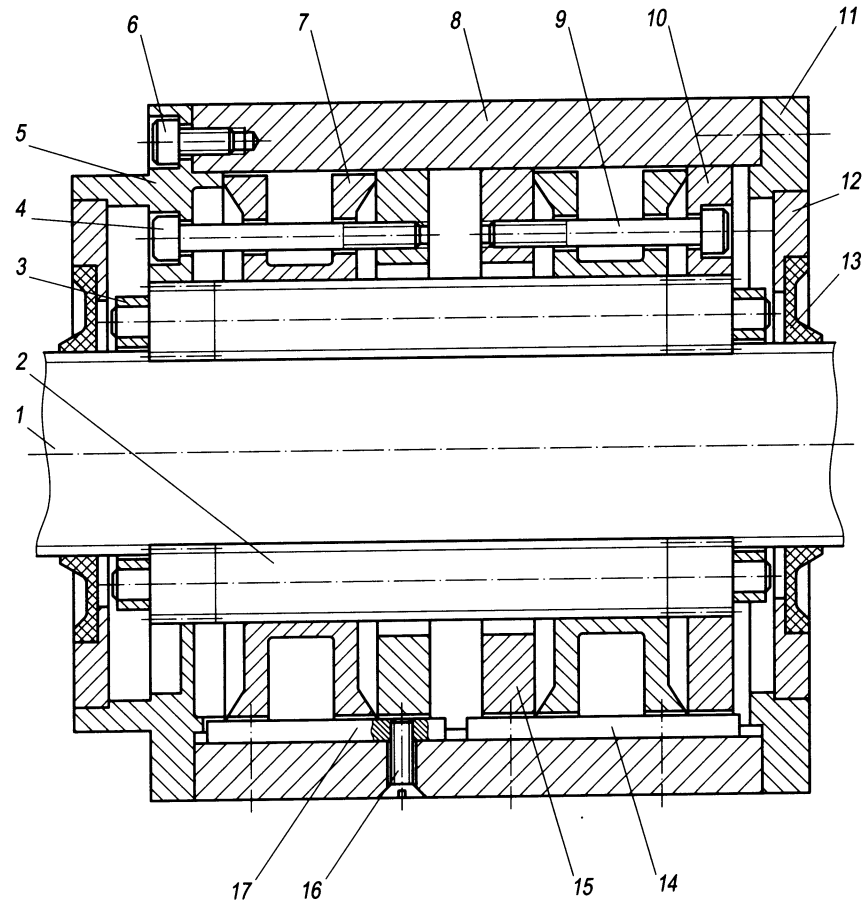


Рис. 17.1.8. Конструкция ПРВМ с гайкой, деформируемой осевыми силами:
 1 – ходовой винт; 2 – ролик; 3 – сепаратор; 4, 6, 9, 16 – винты; 5, 11 – крышки;
 7 – полугайка; 8 – корпус; 10 – кольцо; 12 – втулка; 13 – маслосъемное кольцо;
 14, 17 – шпонки; 15 – прижимной элемент

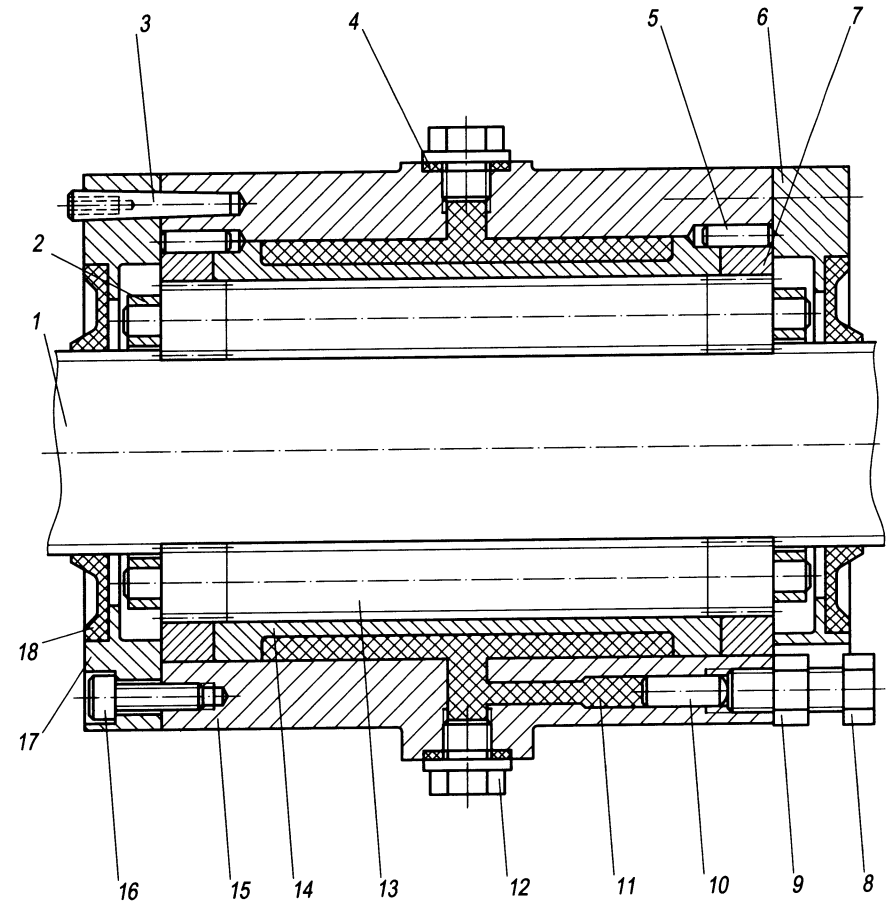


Рис. 17.1.9. Конструкция ПРВМ с гайкой, деформируемой давлением гидропласта:
 1 – ходовой винт; 2 – сепаратор; 3, 5 – штифты; 4 – прокладка; 6, 17 – крышки;
 7 – втулка; 8 – нажимной винт; 9 – контргайка; 10 – плунжер; 11 – гидропласт;
 12 – винт-пробка; 13 – ролик; 14 – гайка; 15 – корпус; 16 – винт;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

17.1. Роликовый механизм винт-гайка качения (окончание)

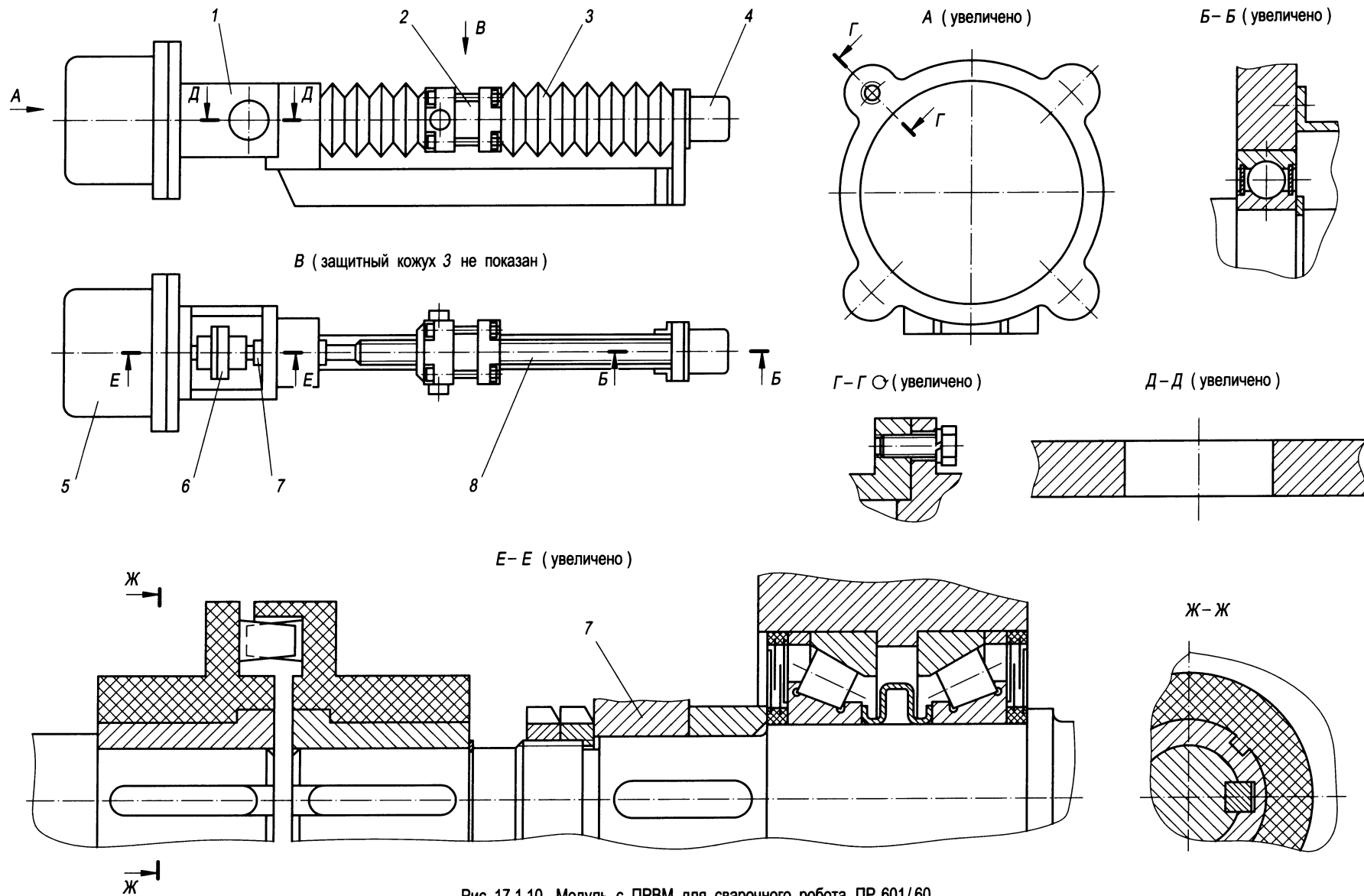


Рис. 17.1.10. Модуль с ПРВМ для сварочного робота ПР 601/60

17.2. Шариковый механизм винт-гайка качения (ШВМ)

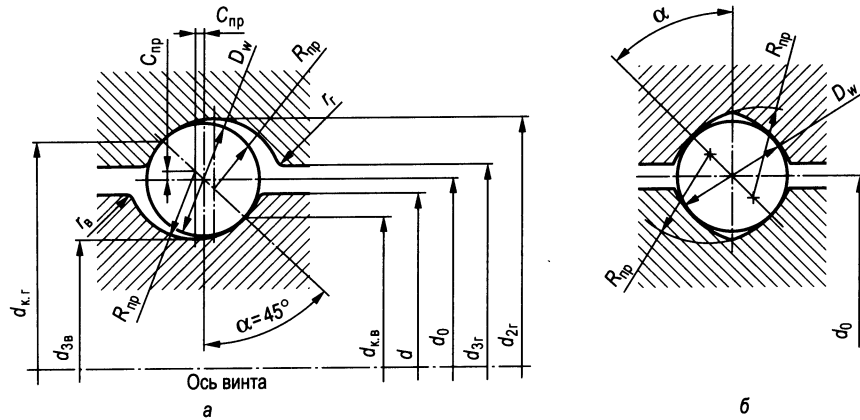


Рис. 17.2.1. Полуциркульный (а) и типа «стрельчатая арка» (б) профили резьб

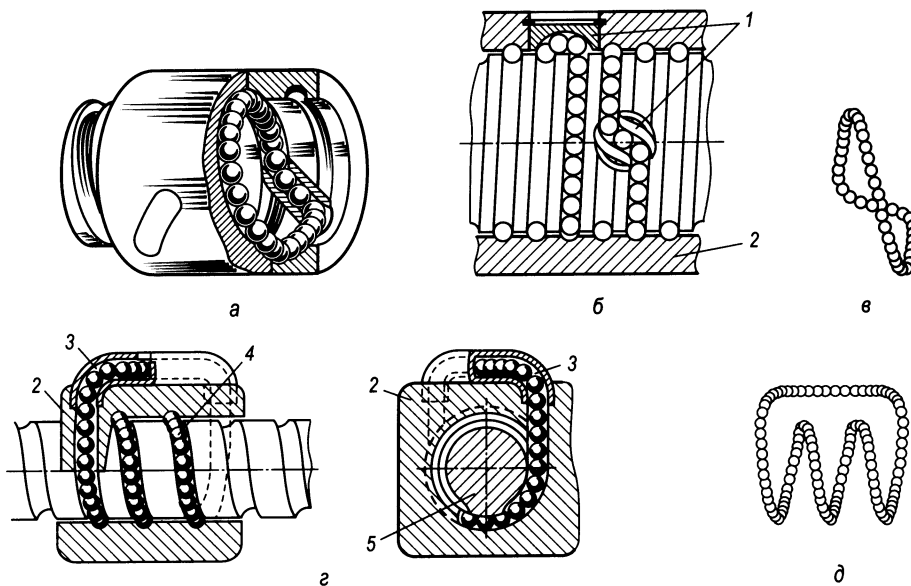
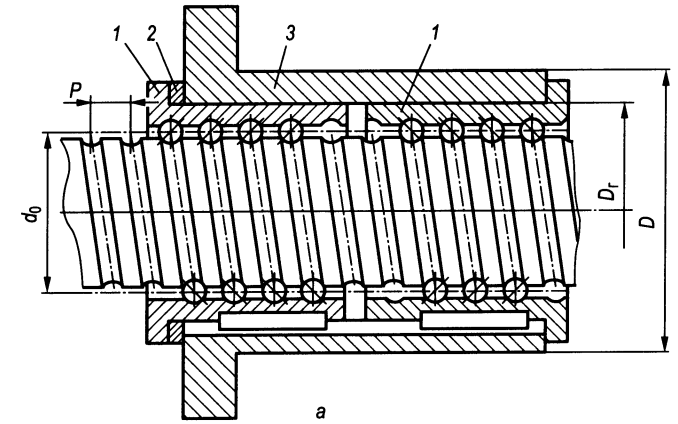


Рис. 17.2.2. Варианты возврата тел качения (а, б, в) и соответствующие им траектории движения шариков (в, д): а, б – с помощью вкладыша в корпусе гайки; в – один виток; в – с помощью трубки; д – три витка; 1 – вкладыши; 2 – гайки; 3 – канал возврата (трубка); 4 – тела качения; 5 – винт

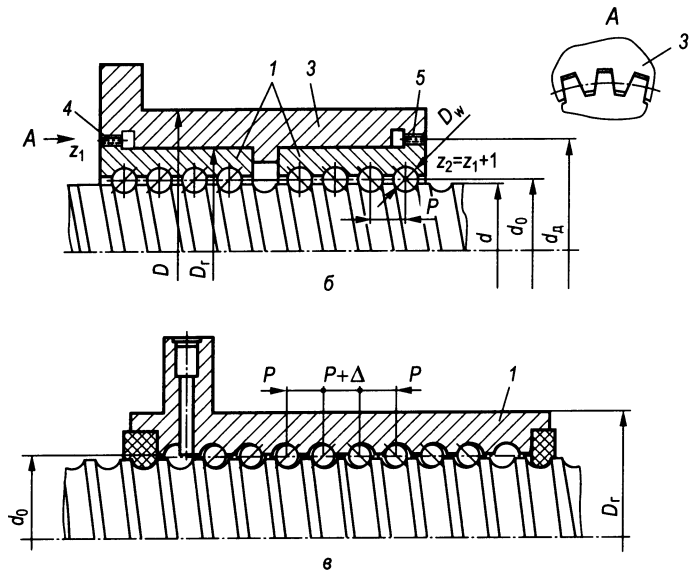


Рис. 17.2.3. Способы регулирования осевого зазора и натяга в ШВМ: а – прокладками; б – взаимным поворотом гаек вокруг оси вращения винта; в – изменением шага витков резьбы в гайке на величину Δ ; 1 – гайка; 2 – прокладка; 3 – корпус; 4, 5 – зубчатые венцы с числом зубьев z_1 и z_2 ; d_d – делительный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

17.2. Шариковый механизм винт – гайка качения (продолжение)

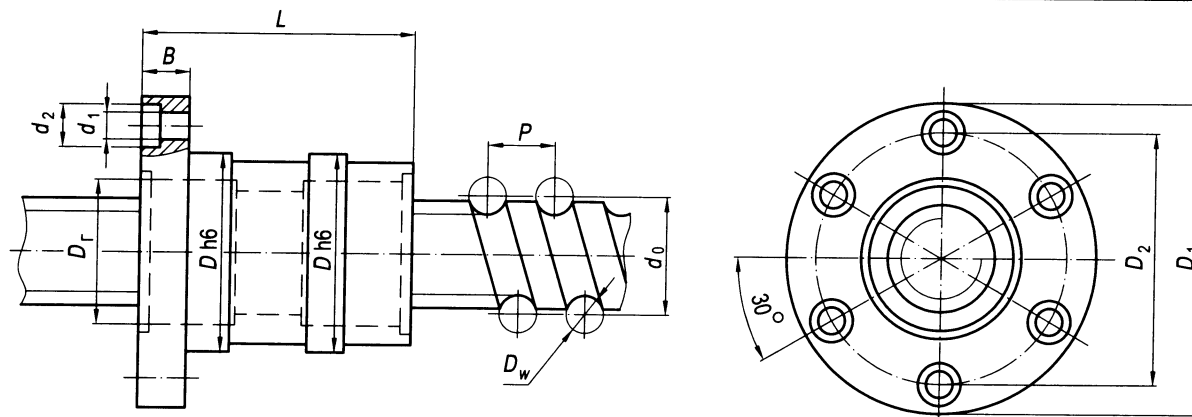


Рис. 17.2.4. Основные размеры ШВМ

Таблица 17.2.1. Размеры и основные параметры ШВМ

d_0	P	L , мм, при i , равном				Параметры зубчатого соединения			D	D_1	D_2	d_1	d_2	B	D_w	D_r	C_{0a}	C_a	T_{xx}^* , Н·м	
		3	4	5	6	m_n , мм	z_1	z_2											H		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

Примечание. 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)

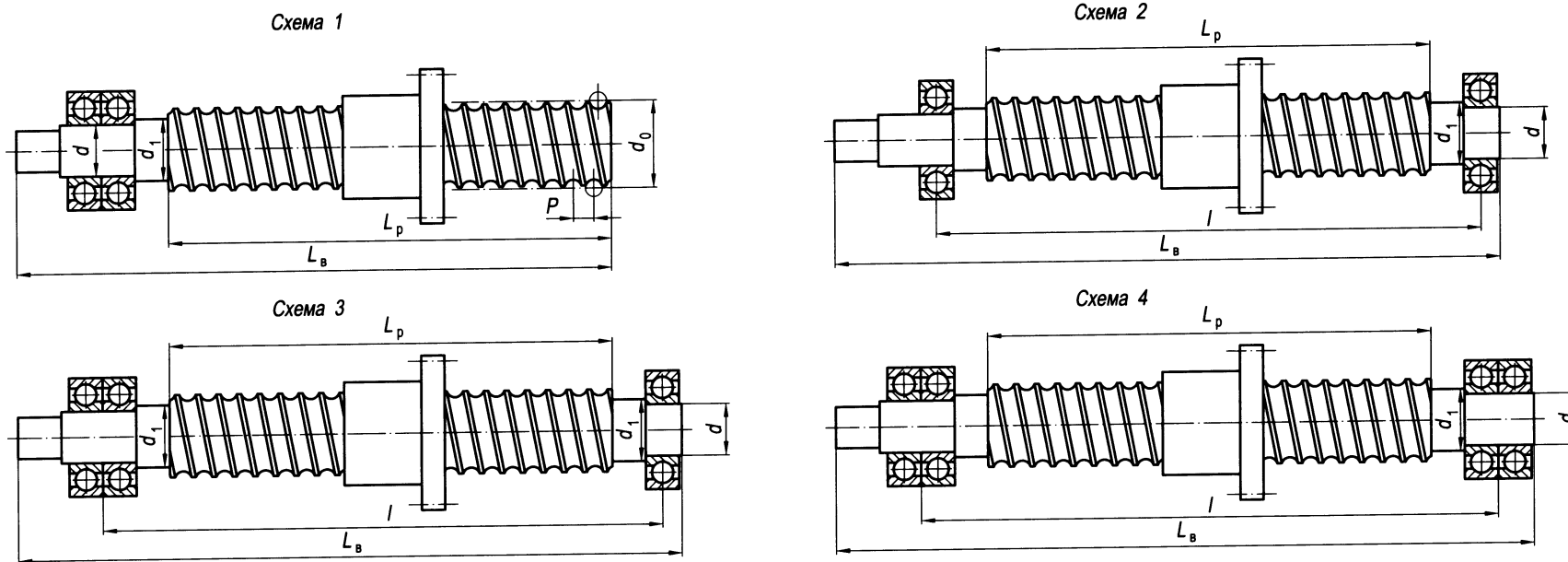


Рис. 17.2.5. Схемы закрепления винтов ШВМ в опорах

Таблица 17.2.2. Размеры винтов, мм

d_0	P	L_b	L_p	d
		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

Примечание. 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 (продолжение)

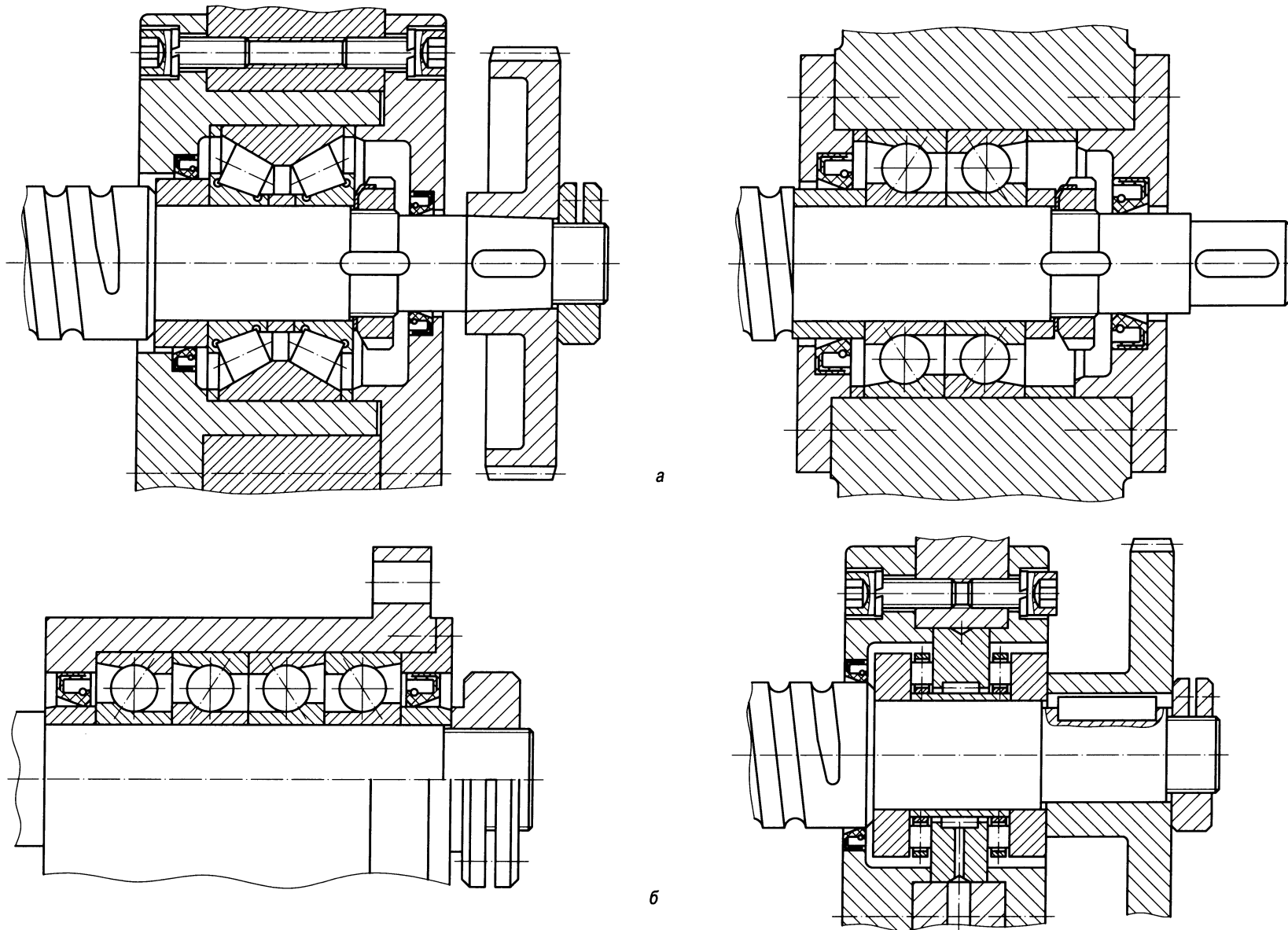


Рис. 17.2.6. Фиксирующие опоры для восприятия малых и средних (а) и больших (б) осевых и радиальной сил

17.2. Шариковый механизм винт-гайка качения (окончание)

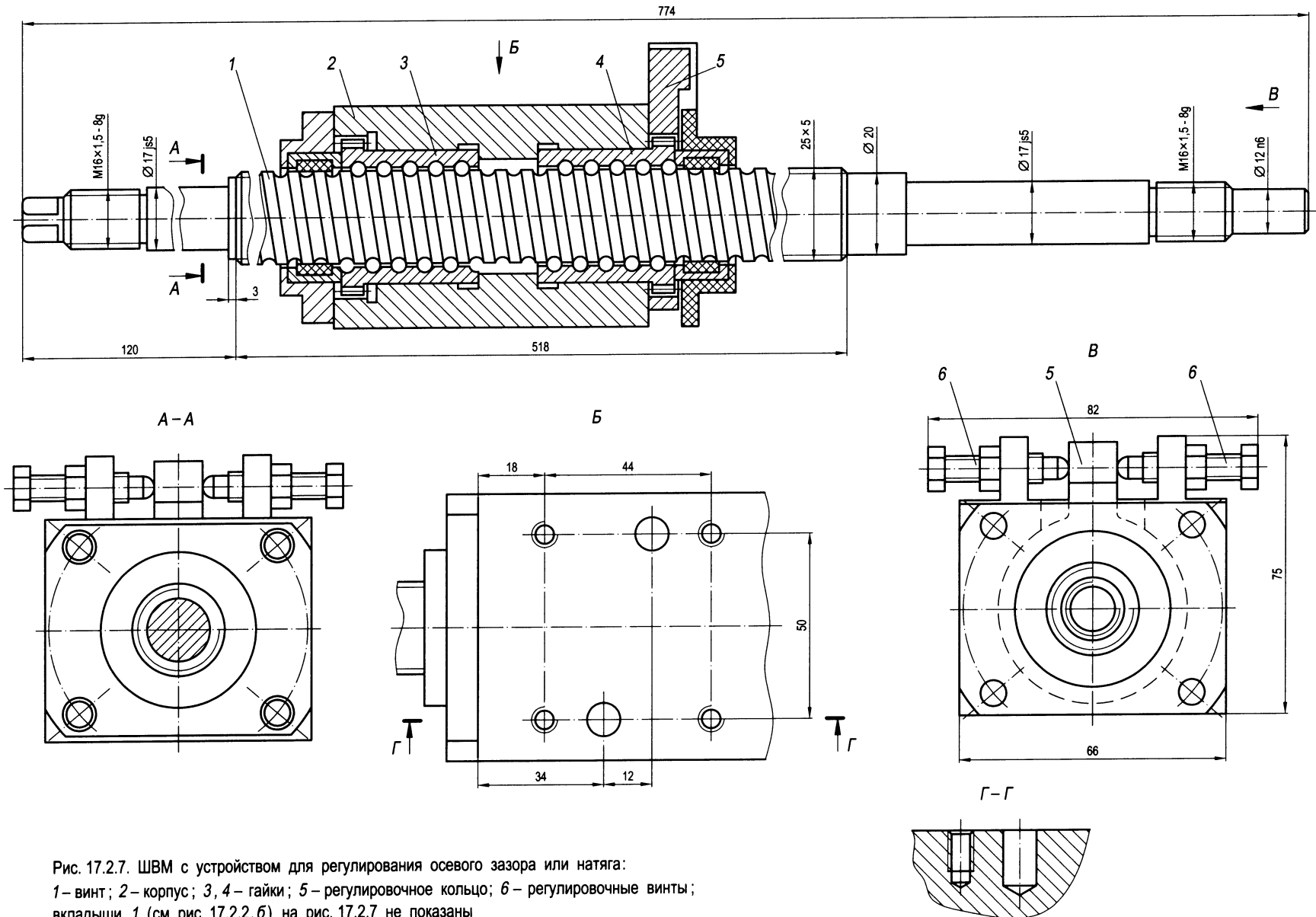
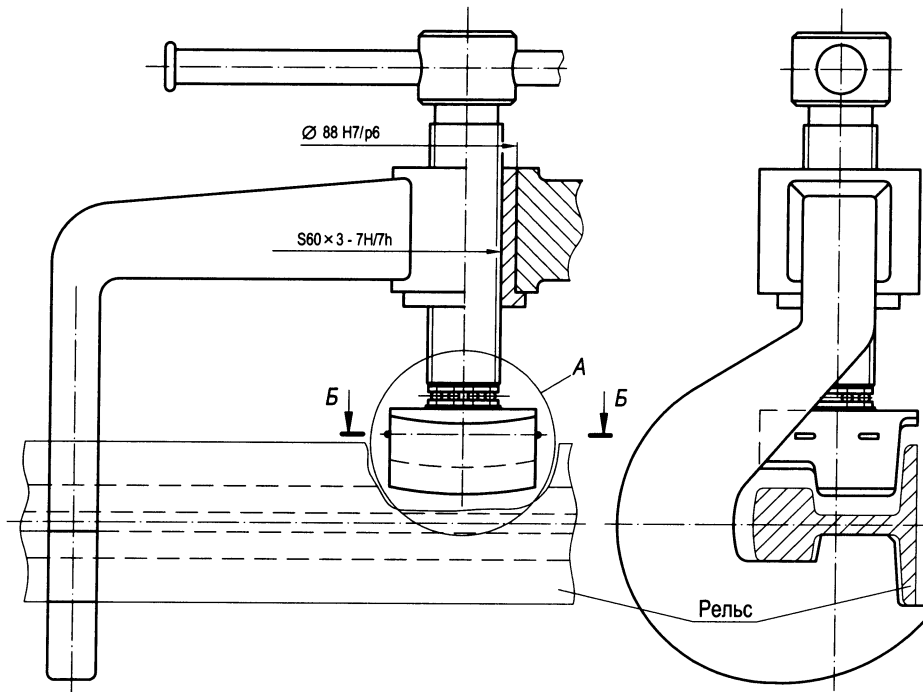
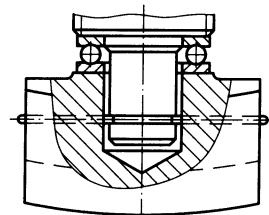


Рис. 17.2.7. ШВМ с устройством для регулирования осевого зазора или натяга:
 1 – винт; 2 – корпус; 3, 4 – гайки; 5 – регулировочное кольцо; 6 – регулировочные винты;
 вкладыши 1 (см. рис. 17.2.2, б) на рис. 17.2.7 не показаны

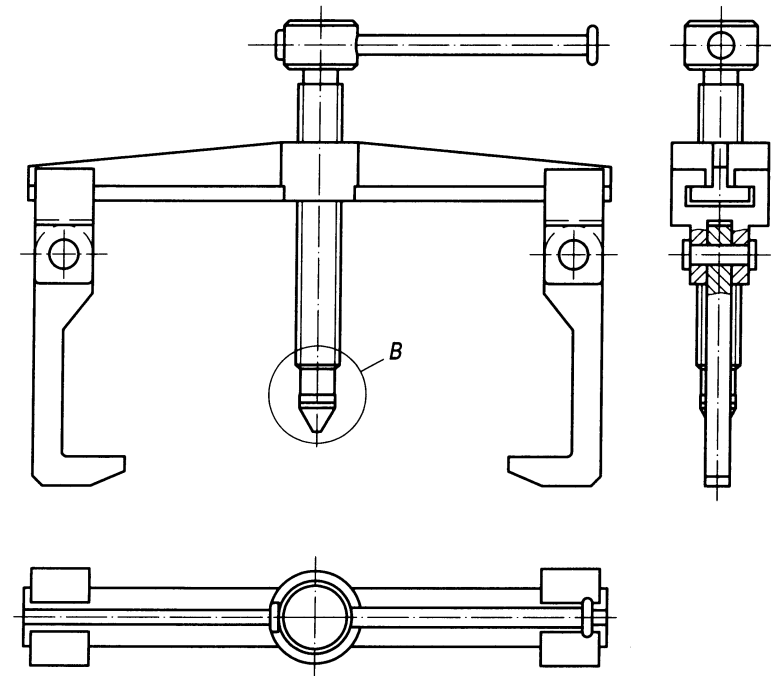
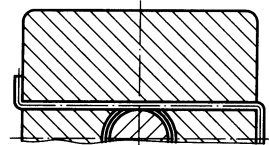
17.3. Механизм винт-гайка скольжения



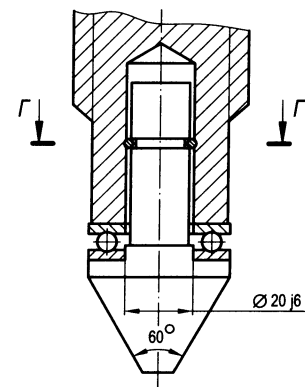
A (увеличено)



Б-Б (увеличено)



B (увеличено)



Г-Г (увеличено)

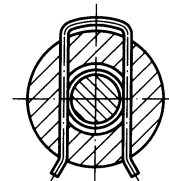


Рис. 17.3.1. Пресс для гибки рельс

Рис. 17.3.2. Съёмник

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: колленчатые (см. рис. 18.1.2, *з*), гибкие и др. Оси имеют прямую геометрическую ось. Наиболее просты и технологичны прямые валы и оси постоянного диаметра (см. рис. 18.1.3, *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, *а–е*). Валы и оси могут быть сплошными или полыми (см. рис. 18.1.1, *е*), по форме сечения – цилиндрическими, со шпоночными или шлицевыми канавками, с лысками (см. рис. 18.1.3, *з*), 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 *В* и *Н* (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, полу-муфт и шкивов на концевых участках валов. При креплении 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, *а*) применяют редко. При креплении ступицы на валу с помощью конических стяжных колец (см. рис. 18.5.10, *б*) 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 (запличка) 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 осевой фиксации деталей на валах без запличек представлены на рис. 18.6.2, *б*; 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, б) 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, а), либо быстроходный вал выполняют составным (см. рис. 18.7.5, б).

18.8. Промежуточные валы зубчатых редукторов. Обычно шестерни нарезают на валу, а колеса делают насадными (см. рис. 18.8.1–18.8.3, а). В некоторых конструкциях промежуточного вала двухпоточного цилиндрического редуктора предусматривают торсионный вал (см. рис. 18.8.3, б), 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, а; 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, а; 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, а) либо сварными из стали (см. рис. 18.11.1, б; 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

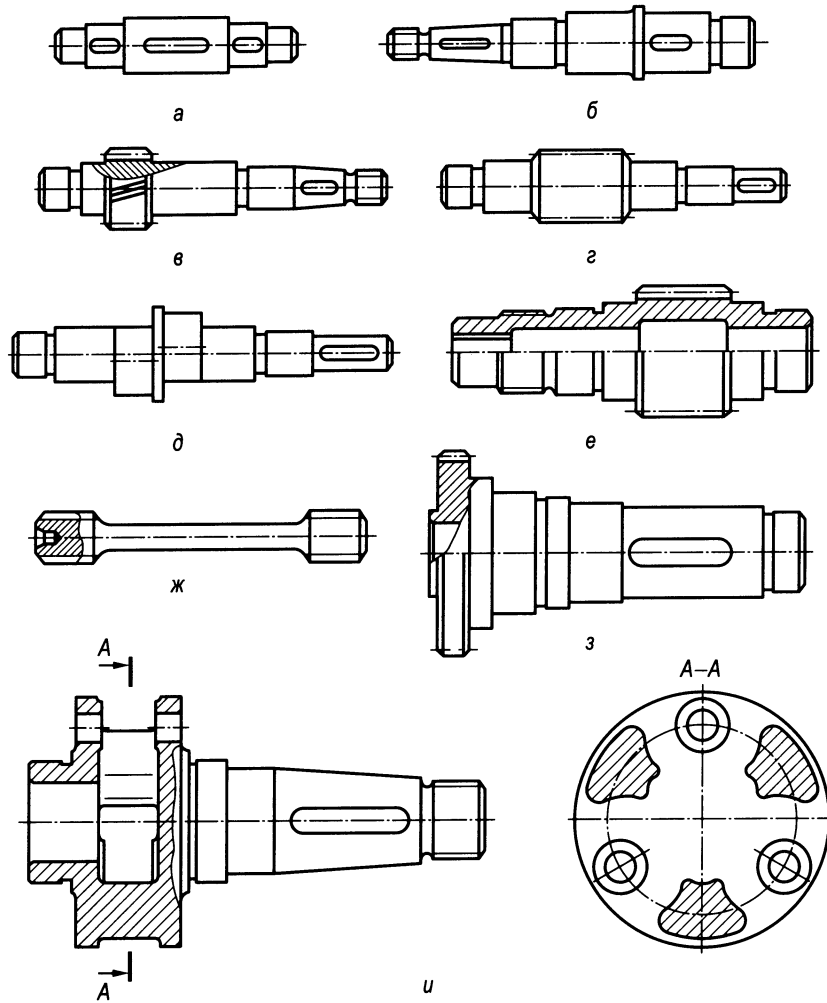


Рис. 18.1.1. Валы передач:
 а, б – ступенчатые; в – вал-шестерня (входной вал цилиндрического зубчатого редуктора);
 г – вал-червяк; д – эксцентриковый вал (вал генератора волн волновой зубчатой передачи);
 е – полый вал; ж – торсион; з – вал с зубчатой полумуфтой; и – вал-водило (выходной вал
 планетарной передачи)

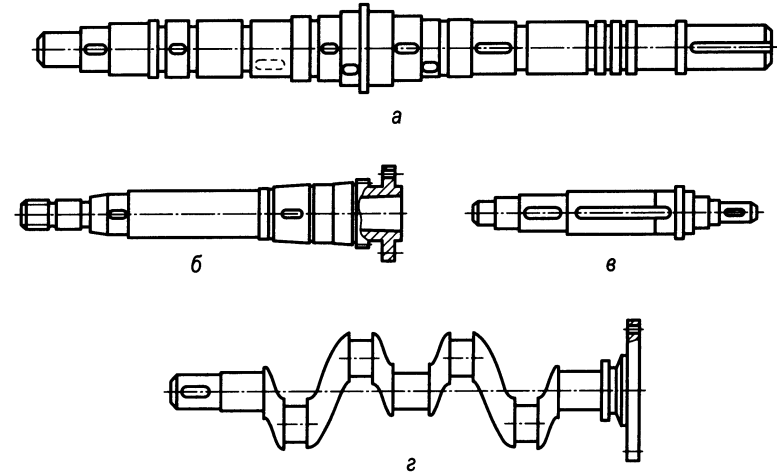


Рис. 18.1.2. Валы коренные:
 а – вал турбины; б – шпindelь станка; в – вал электрической машины;
 г – коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания

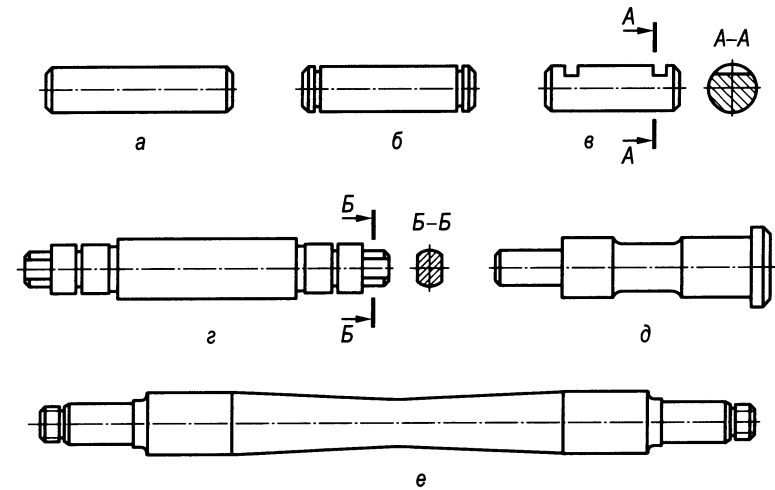


Рис. 18.1.3. Оси:
 а, б, в – гладкие; г, д – ступенчатые; е – вращающаяся ось
 колесной пары железнодорожных вагонов

18.2. Концевые участки валов и осей

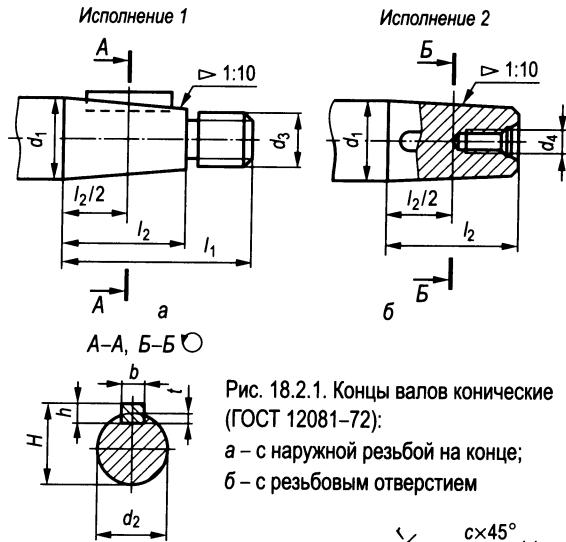


Рис. 18.2.1. Концы валов конические (ГОСТ 12081-72):
а – с наружной резьбой на конце;
б – с резьбовым отверстием

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

d_1		l_1		l_2		b	h	t	d_3	d_4	d_1		l_1		l_2		b	h	t	d_3	d_4
I ряд	II ряд	длинные	короткие	длинные	короткие						I ряд	II ряд	длинные	короткие	длинные	короткие					
12; 14	—	30	18	—	—	2	2	1,2	M8×1	M4	63	60; 65	140	105	105	70	16	10	6	M42×3	M20
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	M30
20; 22	24	50	36	36	22	4	4	2,5	M12×1,25	M6	90	—	170	130	130	90	22	14	9	M64×4	M30
25; 28	—	60	42	42	24	5	5	3	M16×1,5	M8	95	—	170	130	130	90	22	14	9	M64×4	M30
32; 36	30; 35	80	58	58	36	6	6	3,5	M20×1,5	M10	100	—	210	165	165	120	25	14	9	M72×4	M36
—	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 $d_1 = 3 \dots 630$ мм, причем первый ряд диаметров является предпочтительным. 2. Размер центрального отверстия по ГОСТ 14034-74. 3. Форма и длина шпоночного паза стандартом не регламентированы. 4. $H = 0,5 d_1 - 0,025 l_2 - t + h$. 5. $d_2 = d_1 - 0,05 l_2$.

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

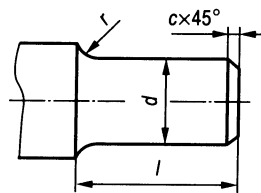


Таблица 18.2.2. Концы валов цилиндрические (ГОСТ 12080-66), мм

d		l		r	c
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.

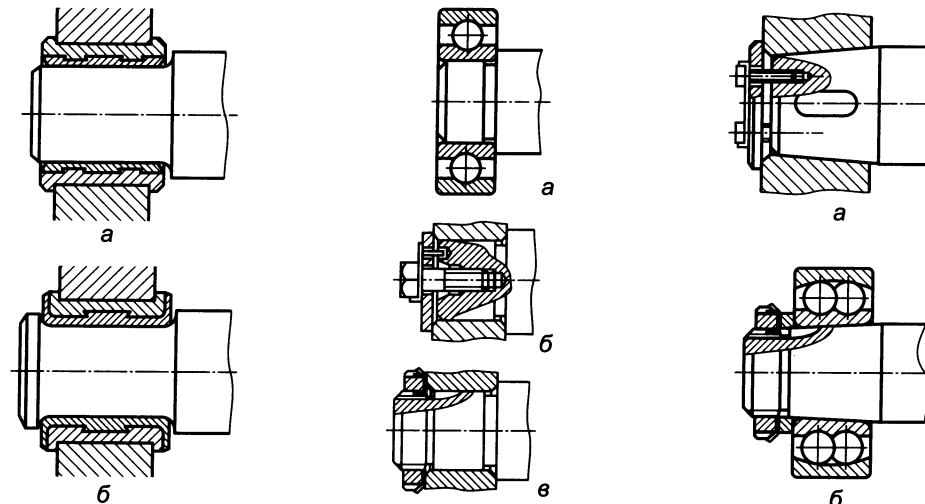


Рис. 18.2.3. Концы валов и осей цилиндрические для подшипников скольжения:
а – осевая фиксация односторонняя;
б – то же двухсторонняя

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)

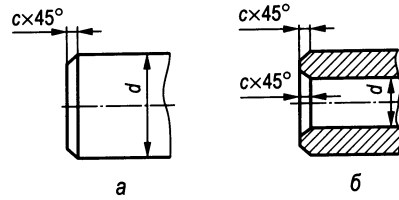


Рис. 18.3.1. Внешняя (а) и внутренняя (б) фаски

Таблица 18.3.1. Рекомендуемые размеры фасок, мм

d	c	d	c
До 20	0,5–1	Св. 50 до 100	1–3
Св. 20 до 30	0,8–1,5	» 100 » 150	2–4
» 30 » 50	1–2	» 150 » 250	3–5

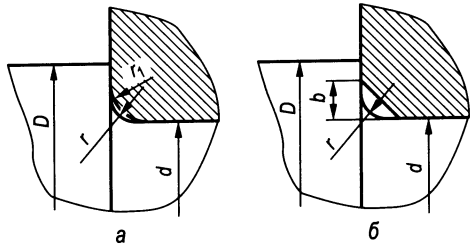


Рис. 18.3.2. Галтели круговые ($D \approx 1,2d$ или $D \approx d + 4r$; $b \approx 1,1r$): а – перекрытие галтели вала или оси галтелью сопряженной ступицы; б – то же фаской сопряженной ступицы

Таблица 18.3.2. Галтели круговые, мм

d	r	r ₁	d	r	r 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

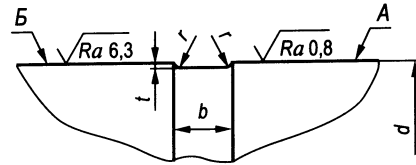


Рис. 18.3.3. Канавки, отделяющие посадочную поверхность А от непосадочной Б ($r \approx t$)

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

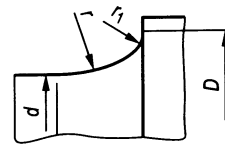


Рис. 18.3.4. Галтели с двумя радиусами кривизны ($r = d$; $D = 1,3d$; $r_1 = 0,1d$)

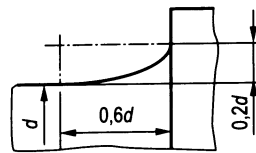
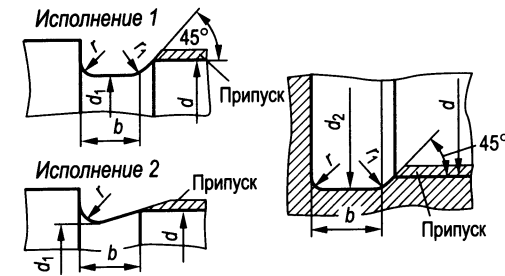
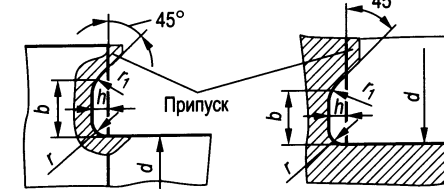


Рис. 18.3.5. Галтели эллиптические

Шлифование по цилиндру



Шлифование по торцу



Шлифование по цилиндру и торцу

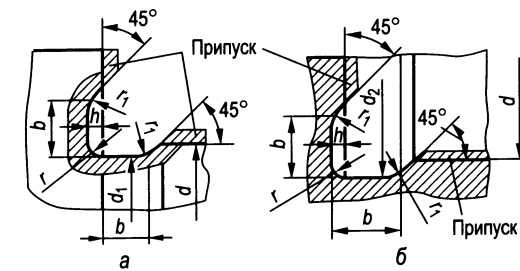


Рис. 18.3.6. Канавки для выхода инструмента при наружном (а) и внутреннем (б) шлифовании

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

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

18.4. Отверстия центровые

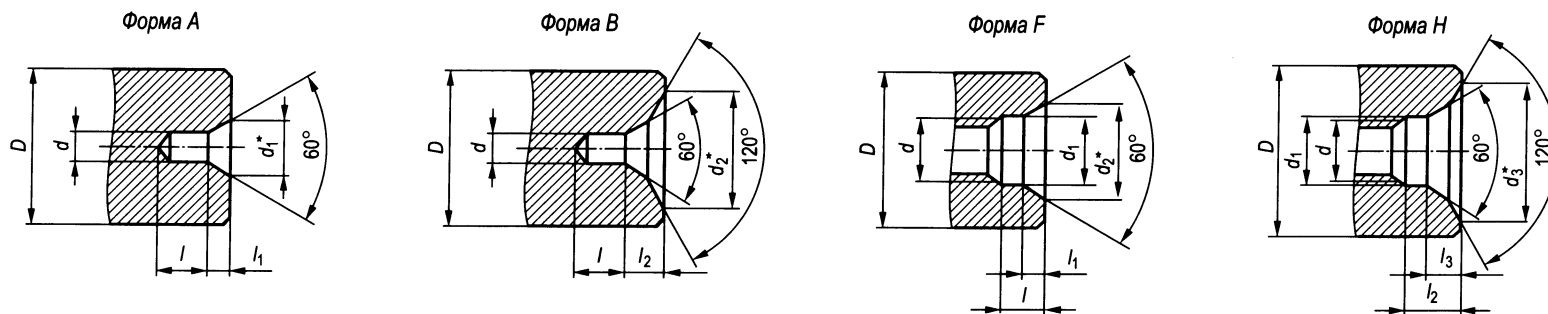


Рис. 18.4.1. Отверстия центровые

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

D	d	d ₁ *	d ₂ *	l ₁ не менее	l 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.

* Размеры для справок.

Примеры условного обозначения

- Отверстие центровое формы А диаметром $d=4$ мм:
Отв. центр. А4 ГОСТ 14034–74
- То же формы В:
Отв. центр. В4 ГОСТ 14034–74
- Отверстие центровое формы F диаметром $d=16$ мм:
Отв. центр. FM16 ГОСТ 14034–74
- То же формы Н:
Отв. центр. NM16 ГОСТ 14034–74

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

D для формы		d	d ₁	d ₂ *	d ₃ *	l ₁ не более	l ₁	l ₂ не более	l ₃
F	H								
8	12	M3	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	M6	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.

2 отв. центр. А4
ГОСТ 14034–74

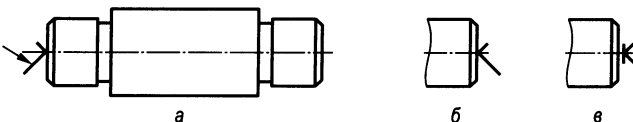


Рис. 18.4.2. Обозначение центровых отверстий на рабочем чертеже:
а – отверстия для механической обработки; б – отверстия в готовом изделии;
в – отверстия в изделии недопустимы

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

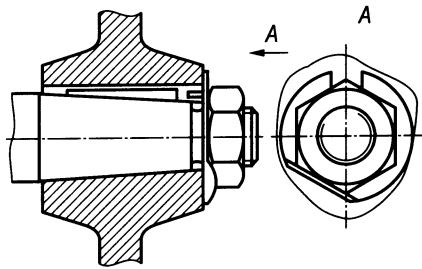


Рис. 18.5.1. Крепление гайкой и отгибной шайбой с лапкой

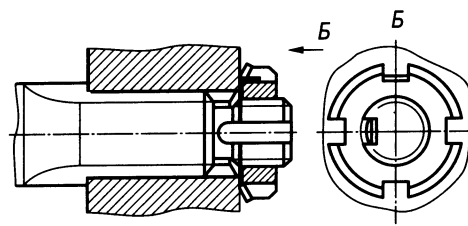


Рис. 18.5.2. Крепление круглой шлицевой гайкой и стопорной многолапчатой шайбой

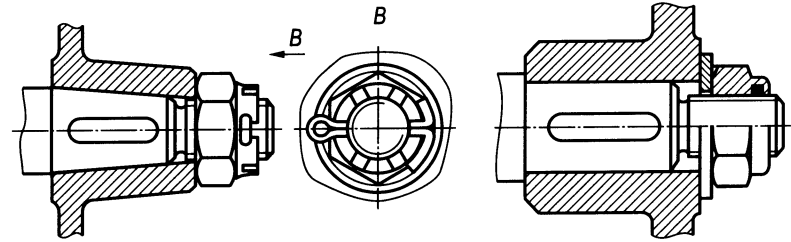


Рис. 18.5.3. Крепление корончатой гайкой и шплинтом

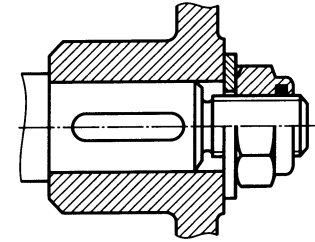


Рис. 18.5.4. Крепление самоконтрящейся гайкой с полиамидным кольцом

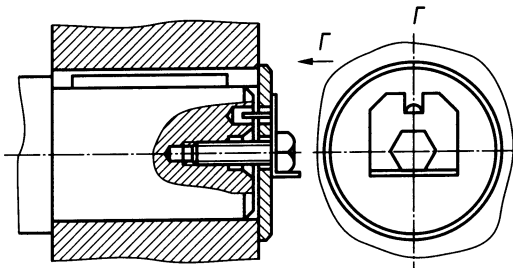


Рис. 18.5.5. Крепление концевой шайбой, винтом и стопорной планкой

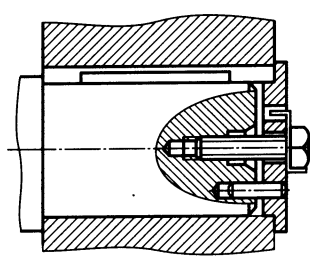


Рис. 18.5.6. Крепление концевой шайбой, винтом, штифтом и стопорной шайбой с отгибными лапками

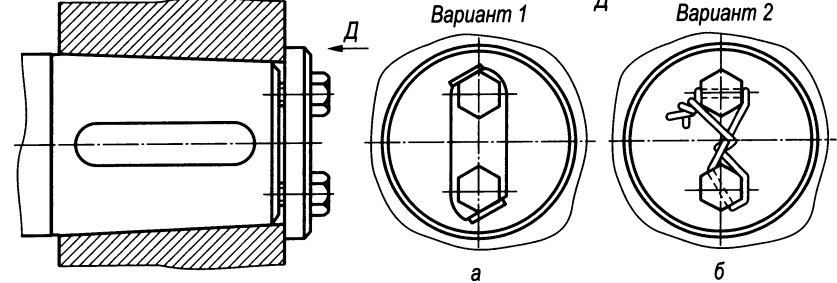


Рис. 18.5.7. Крепление концевой шайбой и двумя винтами, застопоренными отгибной планкой (вариант 1) и проволокой (вариант 2)

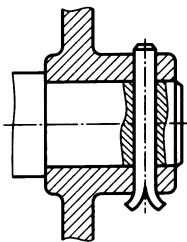


Рис. 18.5.8. Крепление коническим радиальным штифтом

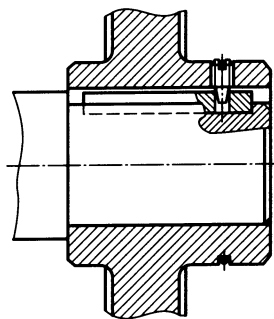


Рис. 18.5.9. Крепление установочным винтом (винт застопорен проволокой)

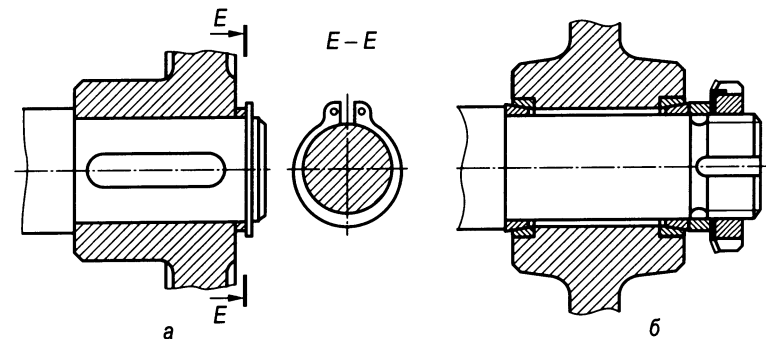


Рис. 18.5.10. Крепление стопорным пружинным кольцом (а) и стяжными кольцами (б)

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

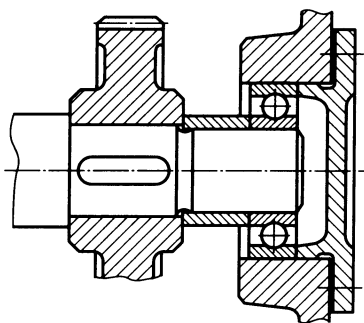


Рис. 18.6.1. Фиксация уступом (буртиком) и втулкой

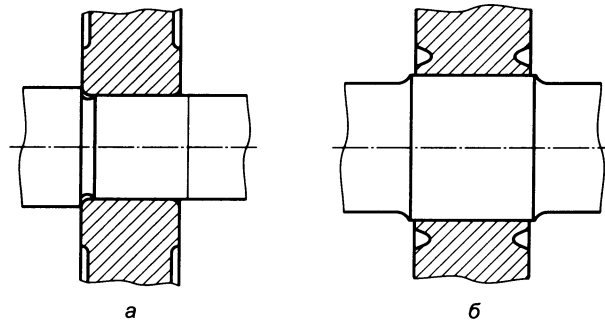
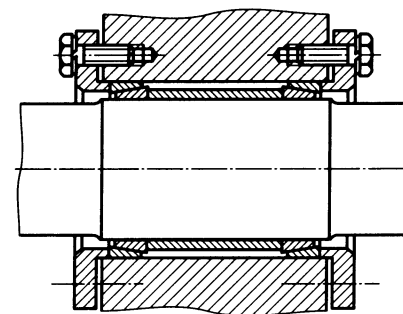
Рис. 18.6.2. Фиксация посадкой с натягом:
а – вал с уступом (буртиком); б – вал без уступа

Рис. 18.6.3. Фиксация коническими стяжными кольцами

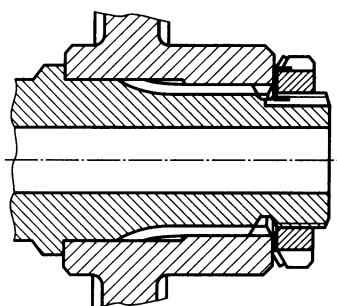


Рис. 18.6.4. Фиксация буртиком (запличиком) и гайкой

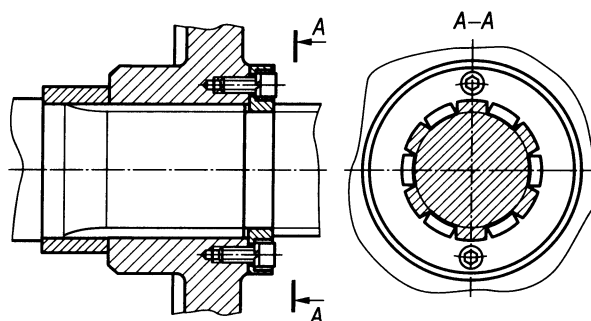


Рис. 18.6.5. Фиксация втулкой и кольцом с внутренними шлицами

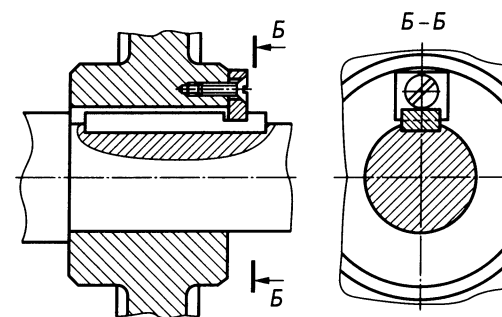


Рис. 18.6.6. Фиксация врезной планкой, входящей в паз на шпонке

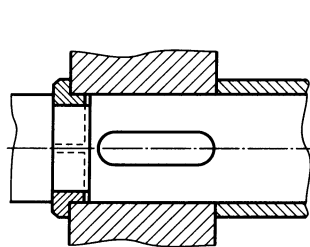


Рис. 18.6.7. Фиксация двумя полукольцами и втулкой

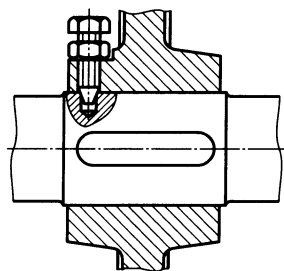


Рис. 18.6.8. Фиксация установочным винтом

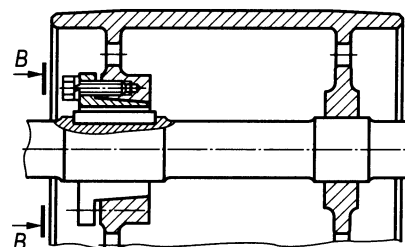


Рис. 18.6.9. Фиксация конической разрезной втулкой

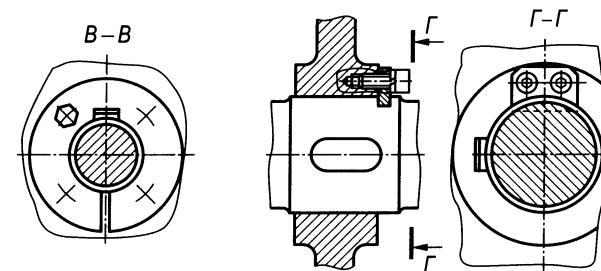


Рис. 18.6.10. Фиксация врезной планкой (ригелем)

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

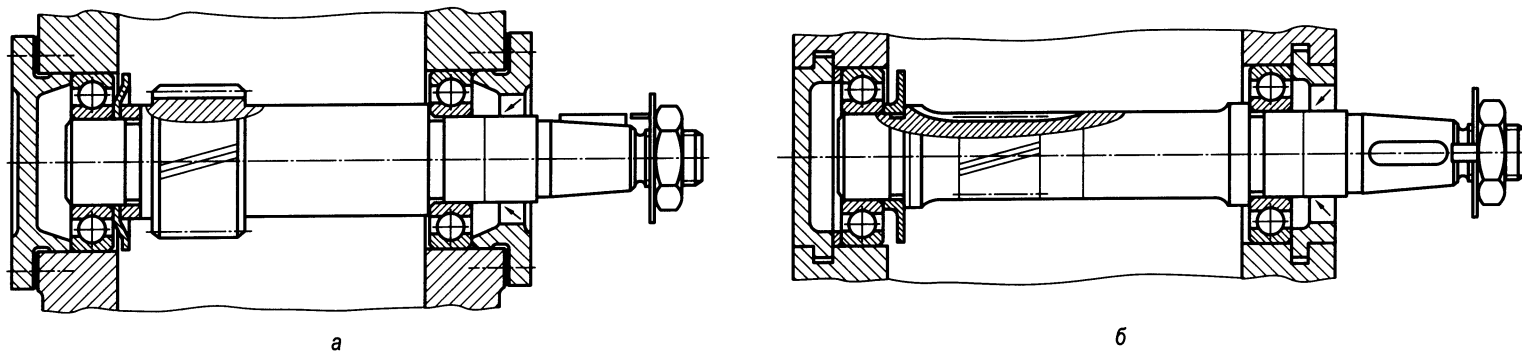


Рис. 18.7.1. Вал-шестерня цилиндрического зубчатого редуктора (а – исполнение со свободным входом зубонарезного инструмента; б – врезная шестерня)

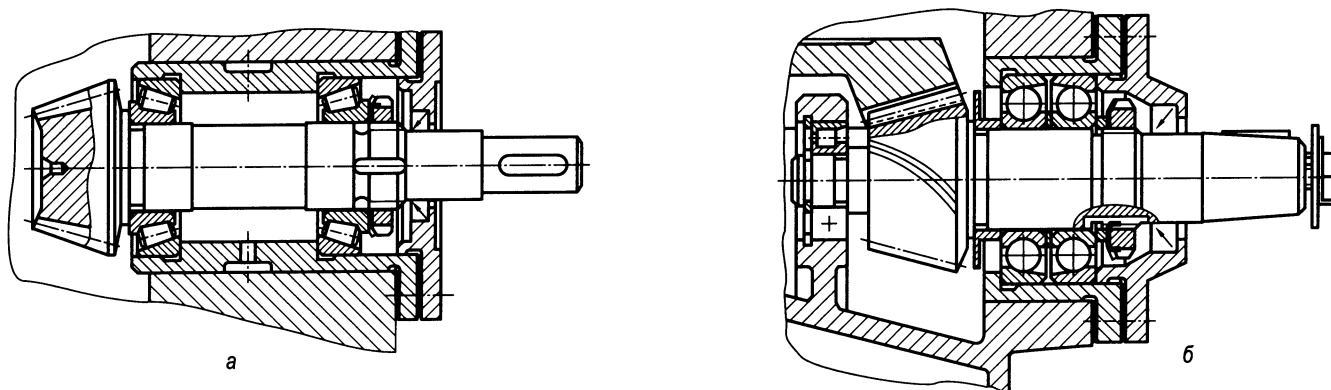


Рис. 18.7.2. Вал-шестерня конической зубчатой передачи с консольным (а) и неконсольным (б) расположением шестерни

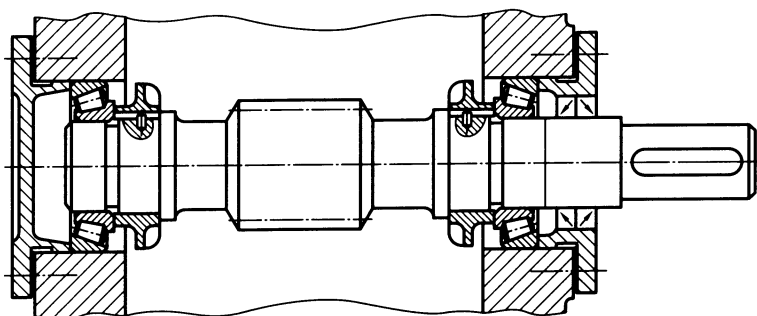


Рис. 18.7.3. Входной вал червячного редуктора

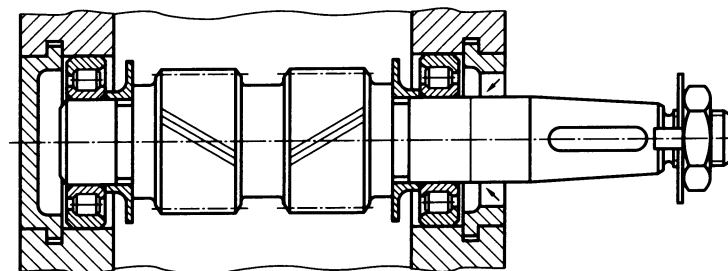


Рис. 18.7.4. Входной вал шевронной цилиндрической передачи

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

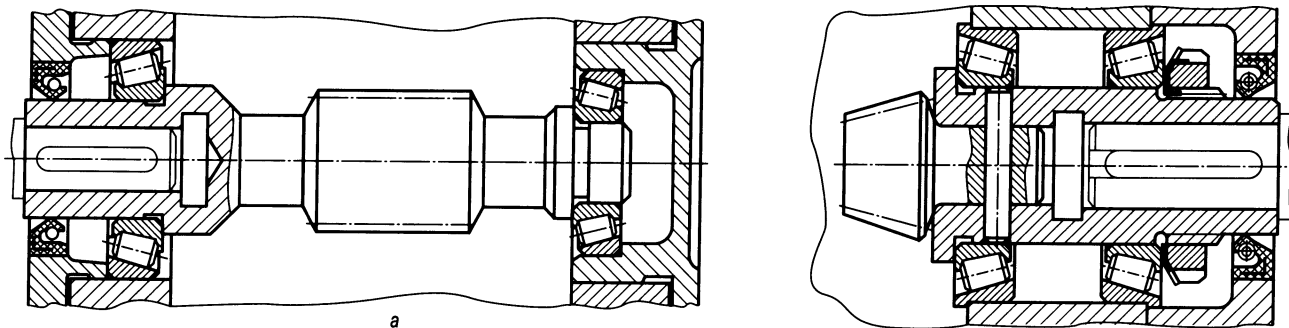


Рис. 18.7.5. Входной вал червячного (а) и конического (б) мотор-редуктора

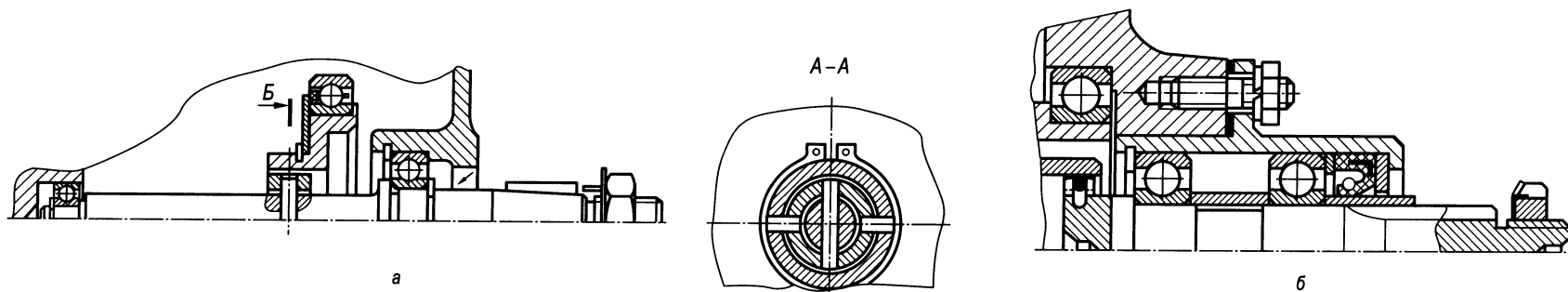


Рис. 18.7.6. Входной вал волнового (а) и планетарного (б) зубчатого редуктора

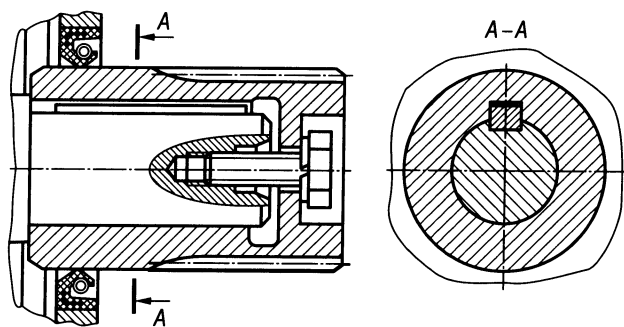


Рис. 18.7.7. Шестерня цилиндрического зубчатого мотор-редуктора, установленная на валу электродвигателя

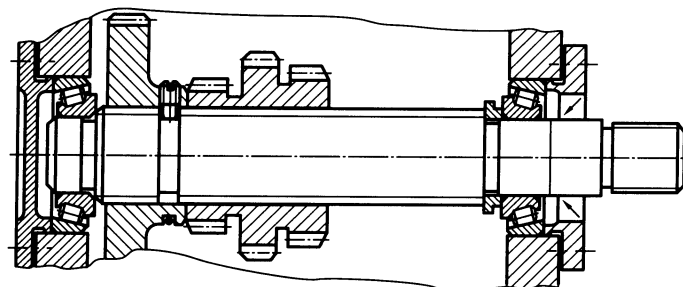


Рис. 18.7.8. Входной вал коробки передач

18.8. Промежуточные валы зубчатых редукторов

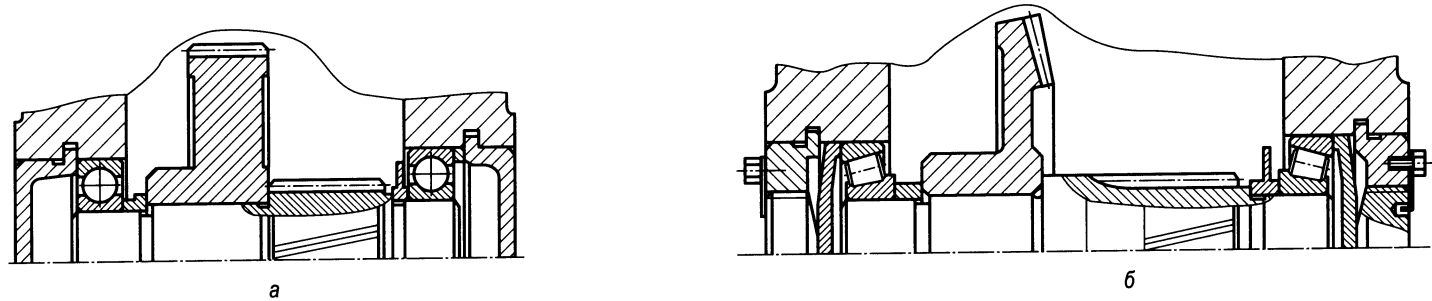


Рис. 18.8.1. Промежуточный вал цилиндрического (а) и коническо-цилиндрического (б) редуктора

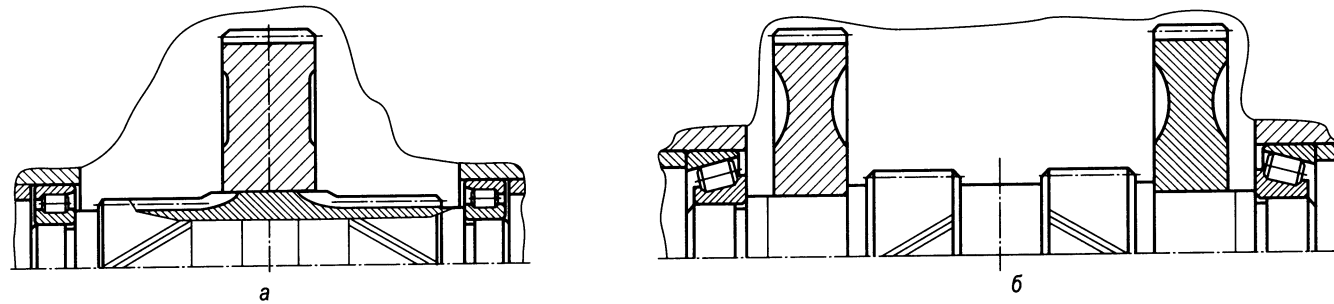


Рис. 18.8.2. Промежуточный вал шевронного редуктора (а – вал установлен в «плавающих» опорах; б – то же в фиксирующих опорах)

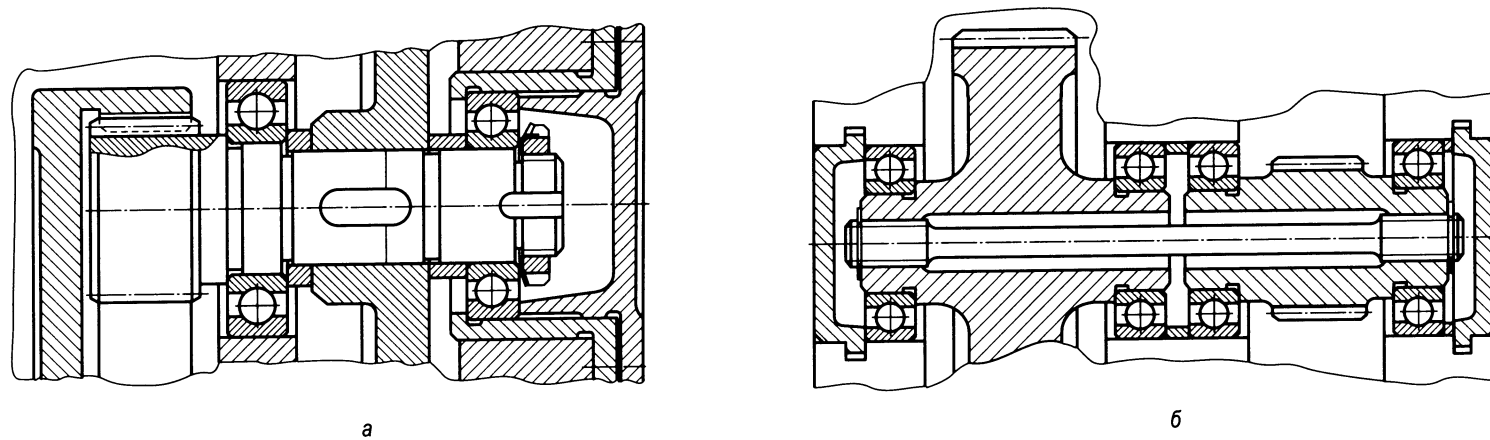


Рис. 18.8.3. Промежуточный вал цилиндрического редуктора внутреннего зацепления (а) и двухпоточного цилиндрического редуктора (б)

18.9. Выходные (тихоходные) валы редукторов

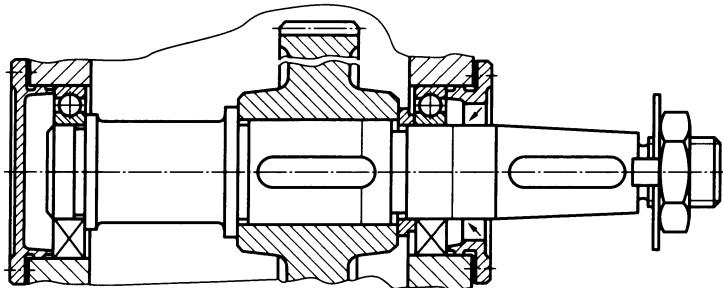


Рис. 18.9.1. Выходной вал цилиндрического зубчатого редуктора (мотор-редуктора)

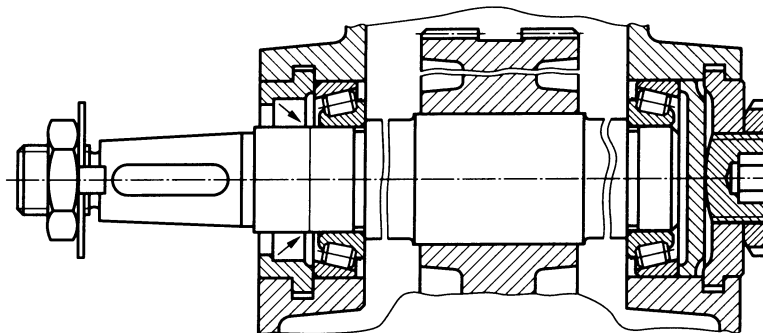


Рис. 18.9.2. Выходной вал шевронного редуктора (мотор-редуктора)

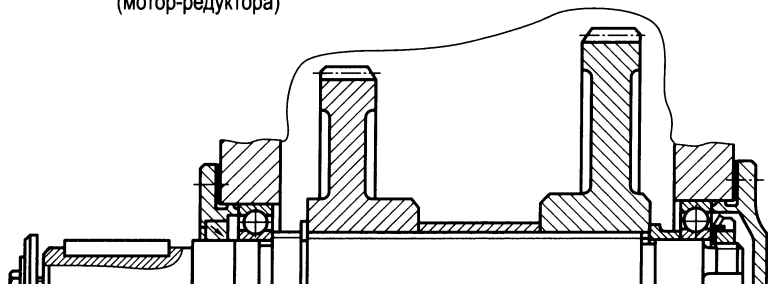


Рис. 18.9.3. Выходной вал коробки передач

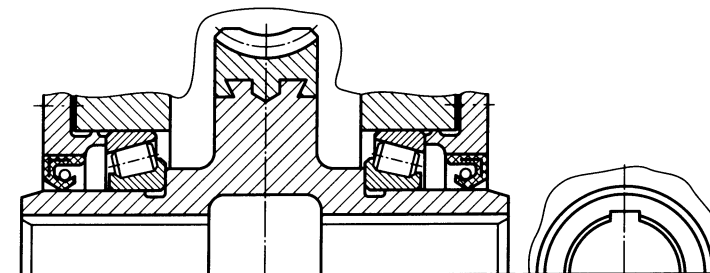


Рис. 18.9.4. Выходной полый вал навесного червячного редуктора

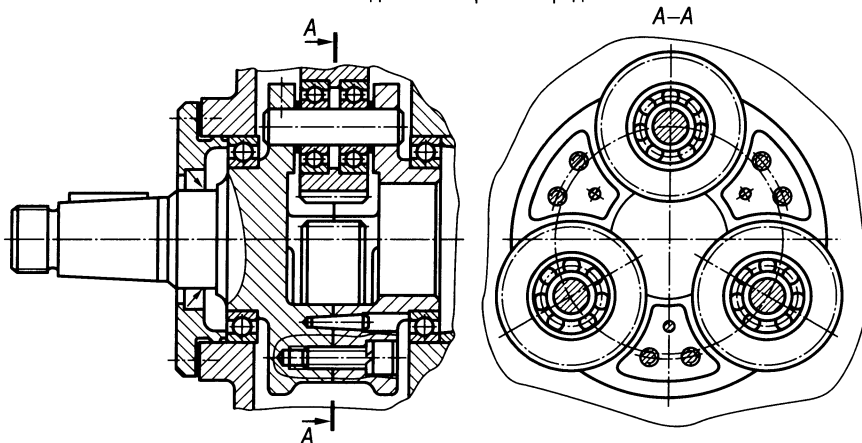


Рис. 18.9.5. Разъемный вал-вилка планетарного зубчатого редуктора

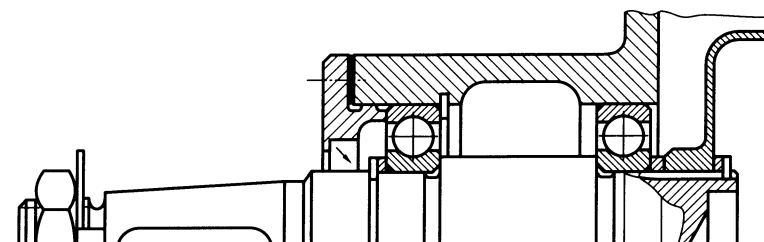


Рис. 18.9.6. Выходной вал волнового зубчатого редуктора

18.10. Способы крепления осей

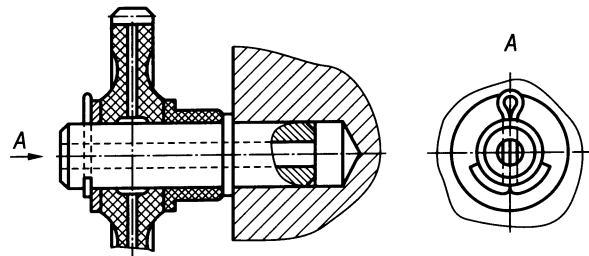


Рис. 18.10.1. Крепление посадкой с натягом

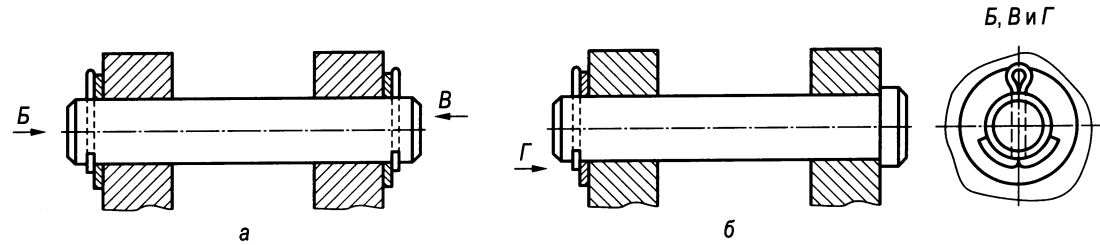


Рис. 18.10.2. Крепление шайбами и шплинтами с двух (а) и с одной (б) стороны

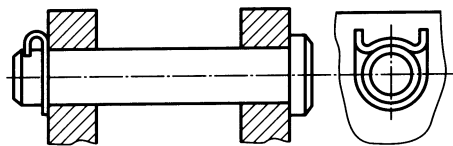


Рис. 18.10.3. Крепление шайбой типа ШЕЗ

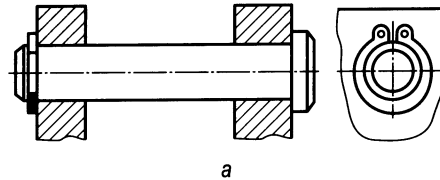


Рис. 18.10.4. Крепление плоскими пружинными наружными (а) и внутренними (б) кольцами

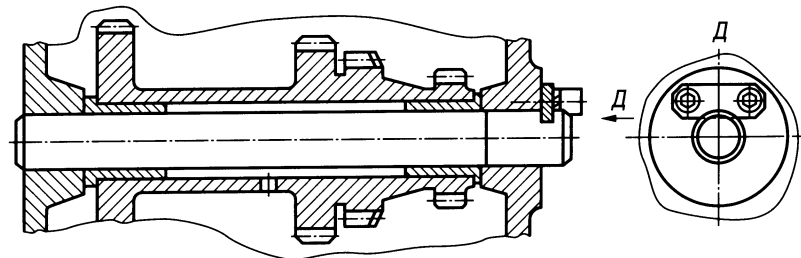
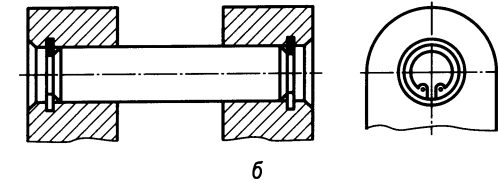


Рис. 18.10.5. Крепление привертной врезной пластиной

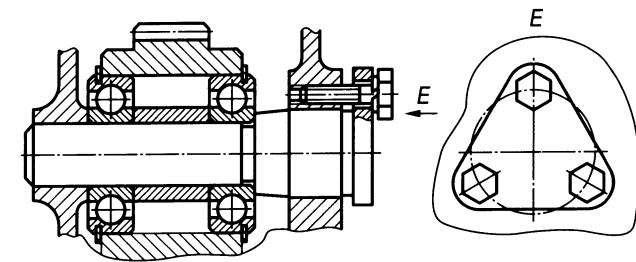


Рис. 18.10.6. Крепление винтами

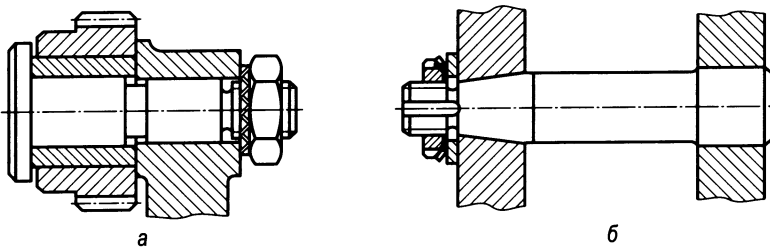


Рис. 18.10.7. Крепление обычной шестигранной (а) и круглой шлицевой (б) гайками

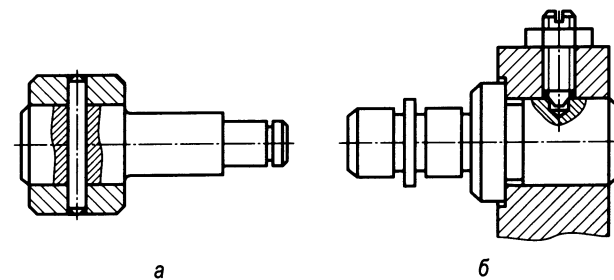


Рис. 18.10.8. Крепление радиальным штифтом (а) и установочным винтом (б)

18.11. Валы приводных барабанов ленточных конвейеров

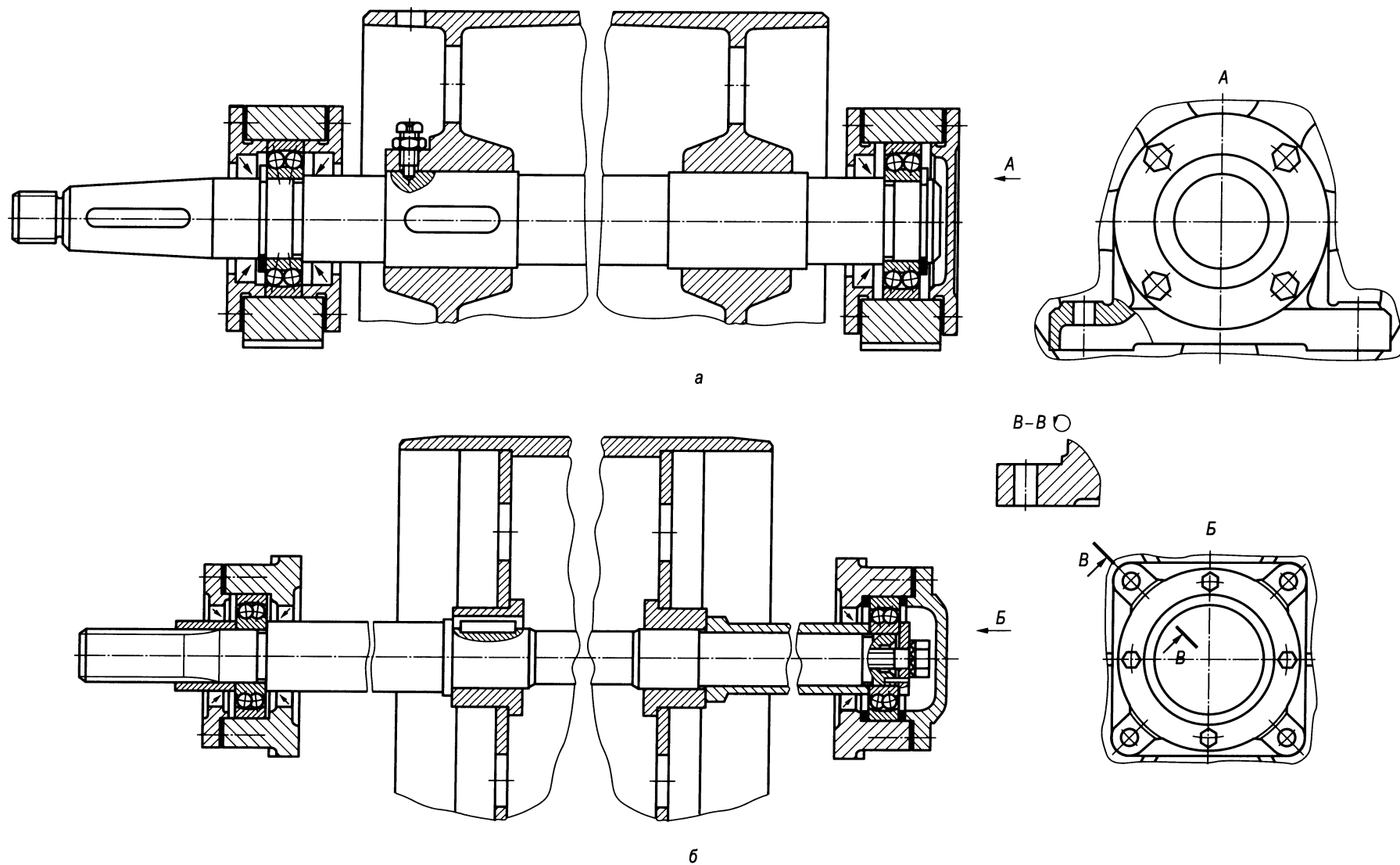


Рис. 18.11.1. Вал приводной с литым (а) и сварным (б) барабаном

18.11. Валы приводных барабанов ленточных конвейеров (окончание)

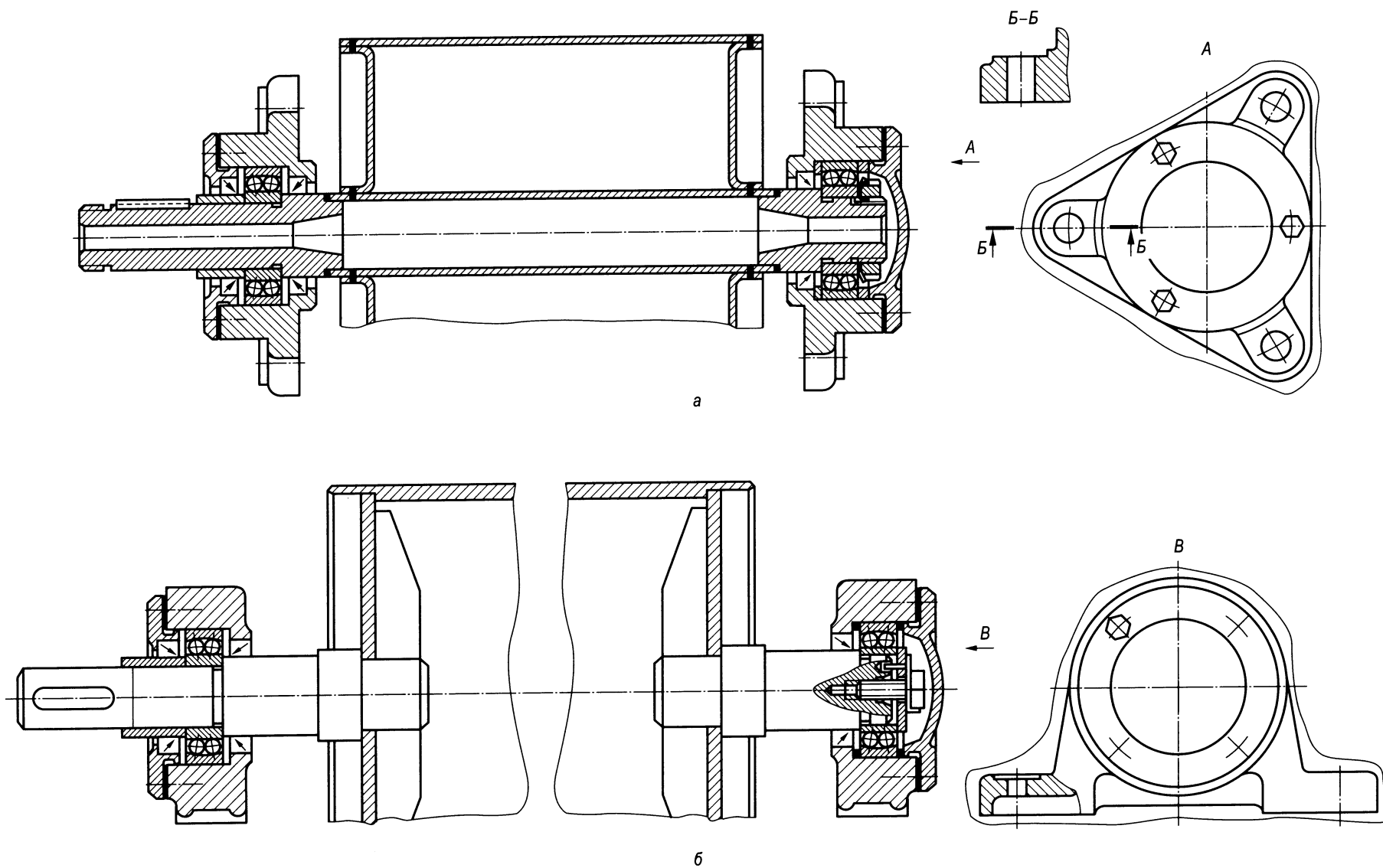


Рис. 18.11.2. Сварной приводной вал-барабан из труб и штампованных деталей (а) и с цапфами (б)

18.12. Вали приводные со звездочками

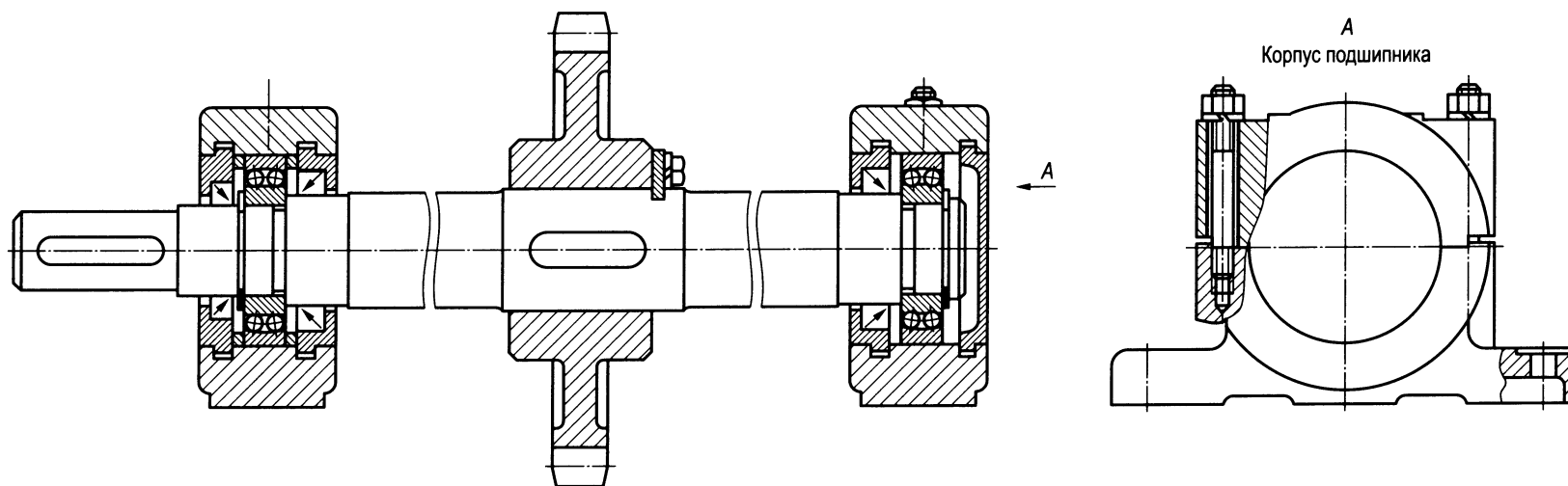


Рис. 18.12.1. Вал приводной с литой звездочкой

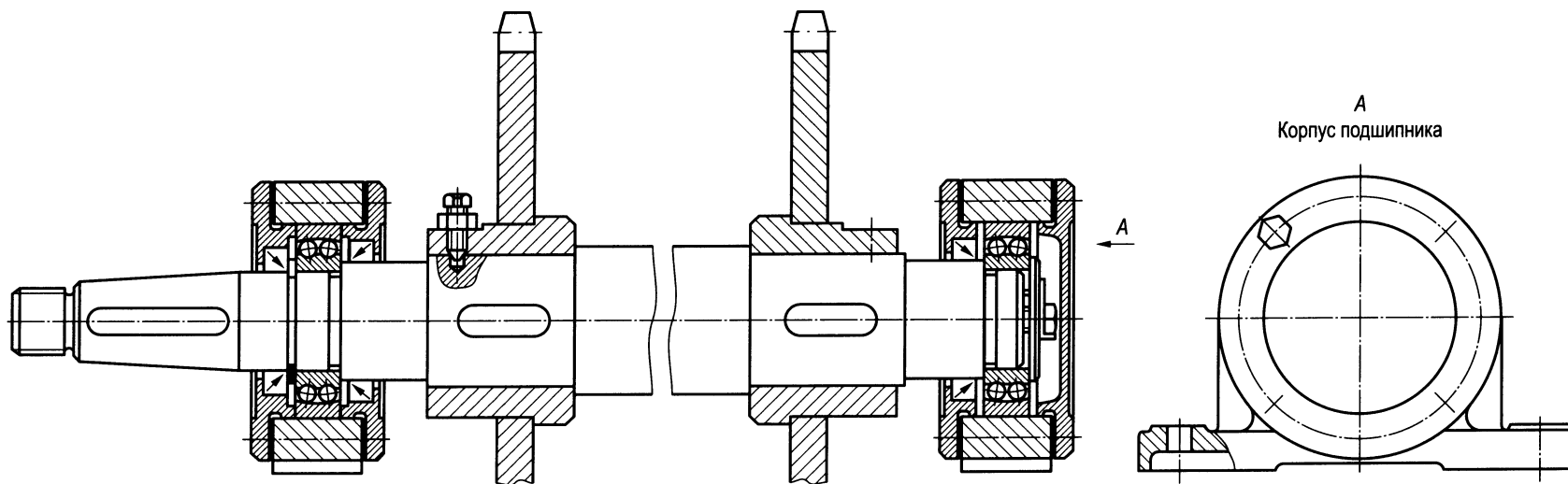


Рис. 18.12.2. Вал приводной со сварными звездочками

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. Подшипники скольжения подразделяют на следующие типы:

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

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

радиально-упорные для восприятия радиальной и осевой сил (см. рис. 19.1.1, в, г).

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 тяжело нагруженных подшипниках СМ подают под давлением. В неотвественных легко нагруженных 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, д, е). В некоторых случаях возможно нанесение мелкой резьбы (см. рис. 19.2.5, з). 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 изготавливают 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 неотвественных 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 $0,04\dots 0,23$. При низких скоростях скольжения ($0,05\dots 0,1$ 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 изготавливают 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 колесо 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 конструкциях 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 6. 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 вала 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 вала. 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 безлофтовых 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

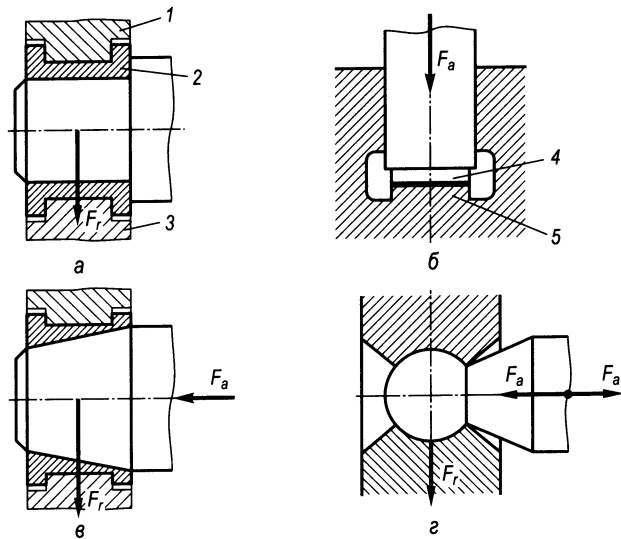


Рис. 19.1.1. Типы подшипников скольжения:
а – радиальные; б – упорные (подпятники); в, з – радиально-упорные;
1 – крышка; 2 – втулка; 3 – корпус; 4 – пята; 5 – подпятник

Таблица 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

Пара трения	p , МПа
Сталь – чугун	2,0–2,5
Сталь – бронза	4,0–6,0
Закаленная сталь – бронза	7,5–8,0
Закаленная сталь – сталь	12,0–15,0
Закаленная сталь – баббит	5,0–7,0

Таблица 19.1.3. Допустимые режимы работы подшипников

Материал вкладыша	Закаленная шейка вала		Незакаленная шейка вала	
	$[pv]$, МПа·м/с	$[v]$, м/с	$[pv]$, МПа·м/с	$[v]$, м/с
Бронза оловянно-фосфористая БрО10Ф1	10	8	6	5
Бронзы оловянно-цинко-свинцовые БрО5Ц7С12, БрО6Ц6С3	8	6	5	4
Бронза безоловянная БрА9ЖЗЛ	7,5–15	5	Не рекомендуется	
Бронза безоловянная БрС30	10	10	То же	
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

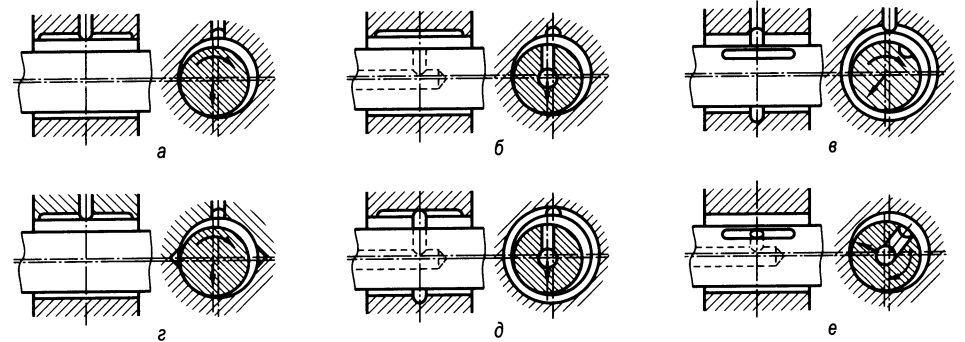


Рис. 19.1.2. Способы подачи СМ в горизонтальный подшипник через неразъемный корпус и втулку (а, в), через вал (б, д, е) и через разъемный корпус и вкладыш (з):
а, б, з, д – направление нагрузки постоянное или изменяется в диапазоне $\pm 90^\circ$;
в, е – нагрузка вращается вместе с валом

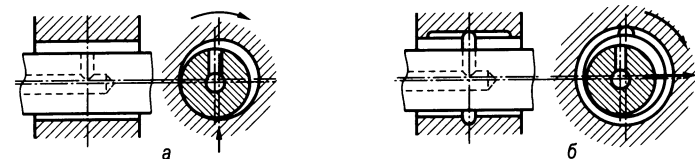


Рис. 19.1.3. Способы подачи СМ в подшипник при его вращении:
а – направление нагрузки постоянное или изменяется в диапазоне $\pm 90^\circ$;
б – нагрузка вращается вместе с подшипником

19.2. Втулки и вкладыши металлические подшипников скольжения

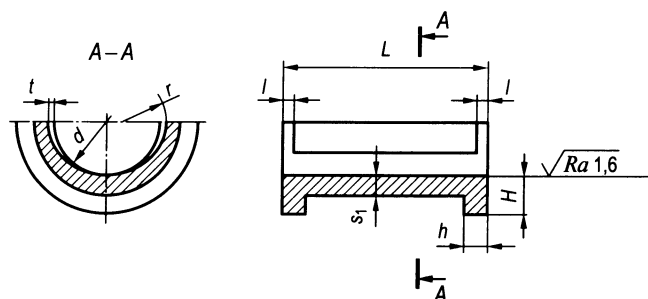


Рис. 19.2.1. Конструкция и размеры вкладыша подшипника
 ($H \approx (1,1 \dots 1,3) s_1 + 5$ мм; $h \approx 0,5H$; $s_1 \approx 5$ мм для $d = 35 \dots 60$ мм;
 $s_1 \approx 7,5$ мм для $d = 65 \dots 110$ мм и $s_1 \approx 10$ мм для $d = 120 \dots 200$ мм).
 Размеры l, r, t и др. маслоподводящих карманов см. таблицу 19.2.5

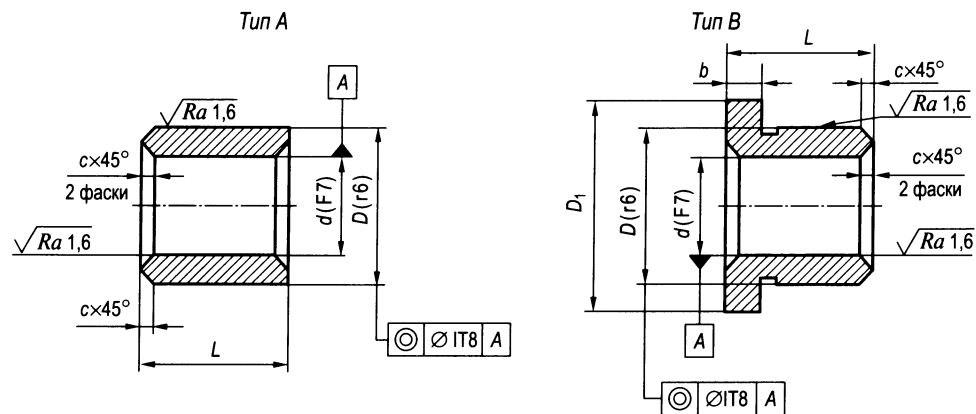


Рис. 19.2.2. Втулки металлические для подшипников общего назначения

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

d	D для ряда		D ₁	L для ряда			b	c*	d	D для ряда		D ₁	L для ряда			b	c*
	1	2		1	2	3				1	2		1	2	3		
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 $d = 75 \dots 250$ мм. 2. Размеры, указанные в скобках, применять не рекомендуется.

* Допускается фаска под углом 15° .

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 B 25/32×20 ГОСТ 1978–81

19.2. Втулки и вкладыши металлические подшипников скольжения (продолжение)

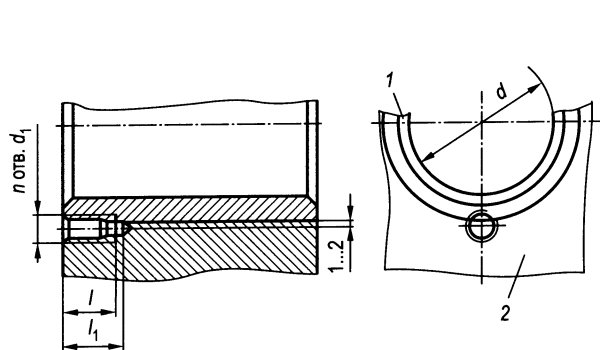


Рис. 19.2.3. Дополнительное крепление втулок (1) в неразъемных и фланцевых корпусах (2)

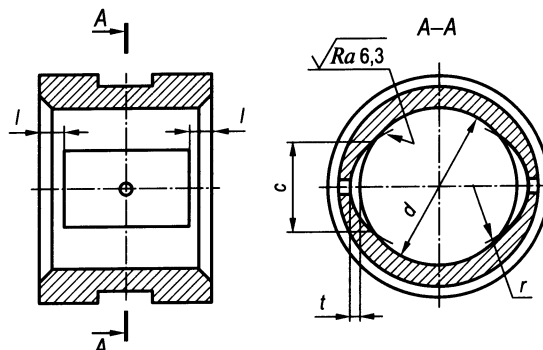


Рис. 19.2.4. Карманы маслоподводящие для жидкой смазки втулок

Таблица 19.2.2. Размеры элементов дополнительного крепления втулок, мм

d	l	l_1	n	d_1
12–20	7	9	1	M4×6
22–28	10	12	1	M4×8
30–36	14	18	1	M4×12
40–85	14	18	1	M6×16
90–125	17	21	2	M8×20

Таблица 19.2.3. Размеры маслоподводящих карманов, мм

d	c	r	t	l
40–50	17	14	1,5	3
55–60	20	18	1,5	3
67–80	27	24	2	4
85–100	34	32	2	5

Примечание. Предусмотрены $d = 105 \dots 125$ мм.

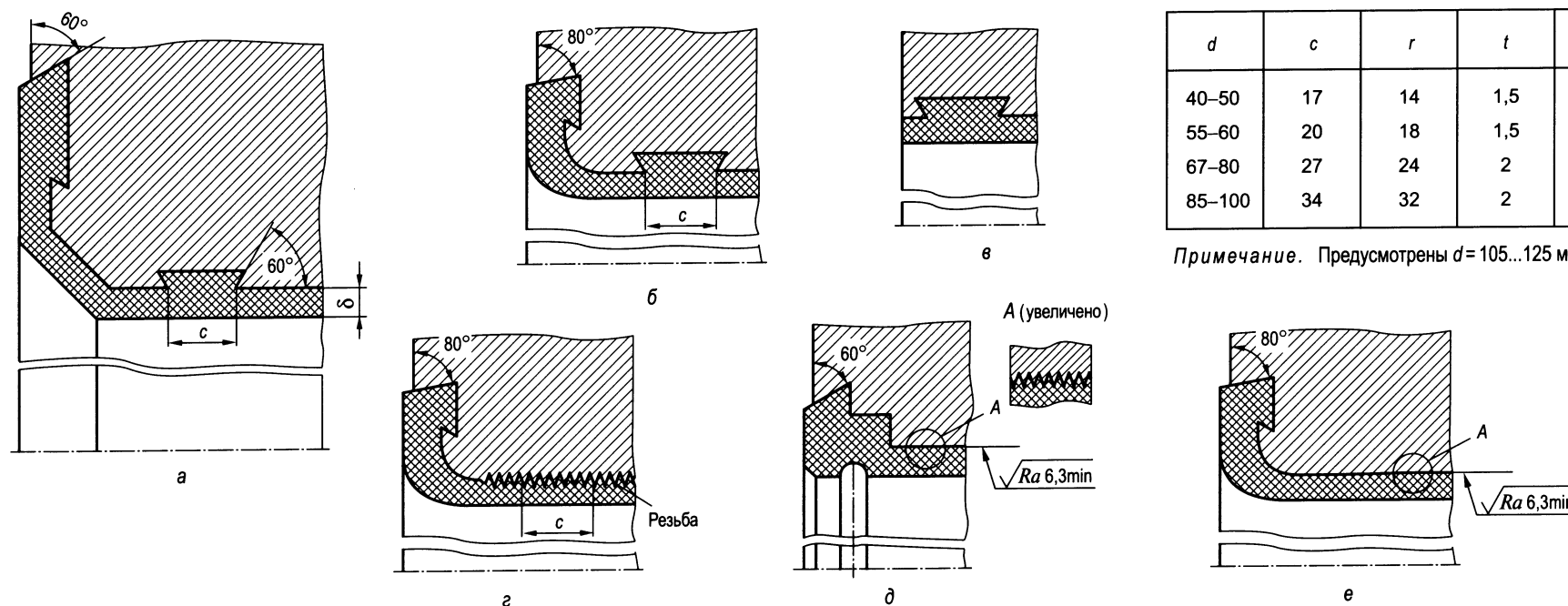


Рис. 19.2.5. Формы пазов для заливки баббитового или бронзового слоя $\delta \approx 0,01d + (0,5 \dots 1)$ мм для корпуса из стали и $\delta \approx 0,01d + (1 \dots 2)$ мм для корпуса из чугуна, $c = (0,02 \dots 0,04)d$

19.2. Втулки и вкладыши металлические подшипников скольжения (окончание)

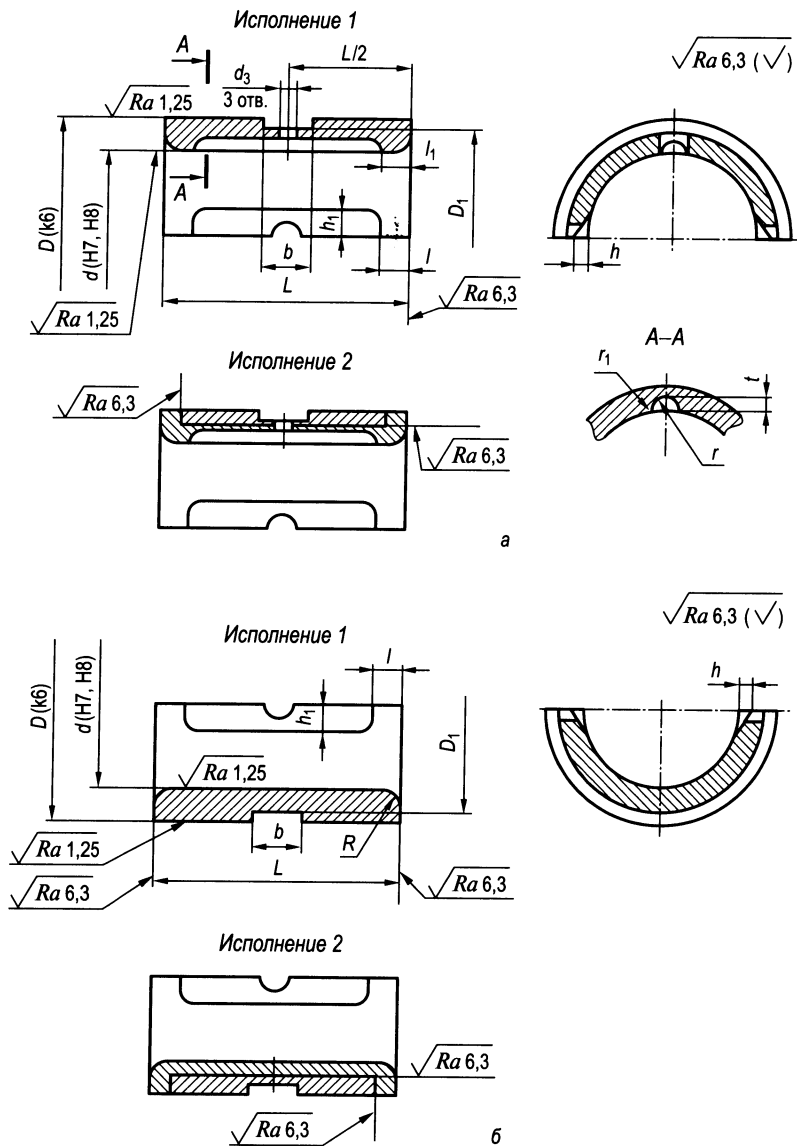


Рис. 19.2.6. Металлические гладкие верхние (а) и нижние (б)

Таблица 19.2.4. Размеры вкладышей корпусов, мм

d^*	D^*	D_1	L	$l=l_1$	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 качеству точности.

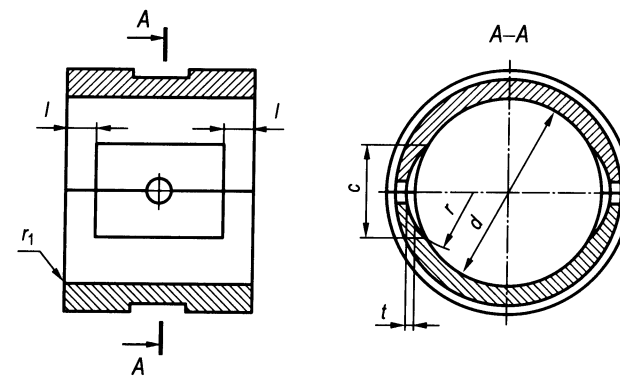


Рис. 19.2.7. Карманы маслопроводящие для жидкой смазки гладких вкладышей

Таблица 19.2.5. Размеры карманов вкладышей, мм

d	c	r	r_1	t	l
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

Обозначение корпуса	d	D	A	L	H^*	H_1	h	B	B_1	b	l	r	Обозначение корпуса	d	D	A	L	H^*	H_1	h	B	B_1	b	l	r
12×16	(12)	(18)	65	90	45	22	12	16	16	9	13	19	50×63	50	60	165	220	112	56	25	50	63	22	32	52
12×20	(12)	(18)	65	90	45	22	12	20	20	9	13	19	50×80	50	60	165	220	112	56	25	63	80	22	32	52
14×16	14	20	65	90	45	22	12	16	16	9	13	19	55×63	55	65	165	220	112	56	25	50	63	22	32	52
14×20	14	20	65	90	45	22	12	20	20	9	13	19	55×80	55	65	165	220	112	56	25	63	80	22	32	52
16×20	(16)	(22)	75	105	50	25	14	20	20	11	17	21	63×80	63	73	200	270	140	71	32	63	80	26	39	63
16×25	(16)	(22)	75	105	50	25	14	25	25	11	17	21	63×100	63	73	200	270	140	71	32	80	100	26	39	63
18×20	18	24	75	105	50	25	14	20	20	11	17	21	70×80	70	85	200	270	140	71	32	63	80	26	39	63
18×25	18	24	75	105	50	25	14	25	25	11	17	21	70×100	70	85	200	270	140	71	32	80	100	26	39	63
20×25	(20)	(26)	80	120	58	28	14	20	25	11	17	25													
20×32	(20)	(26)	80	120	58	28	14	25	32	11	17	25													
22×25	22	28	80	120	58	28	14	20	25	11	17	25													
22×32	22	28	80	120	58	28	14	25	32	11	17	25													
25×32	25	32	100	140	68	34	16	25	32	13	20	30													
25×40	25	32	100	140	68	34	16	32	40	13	20	30													
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													
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													

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

*Размер для справок.

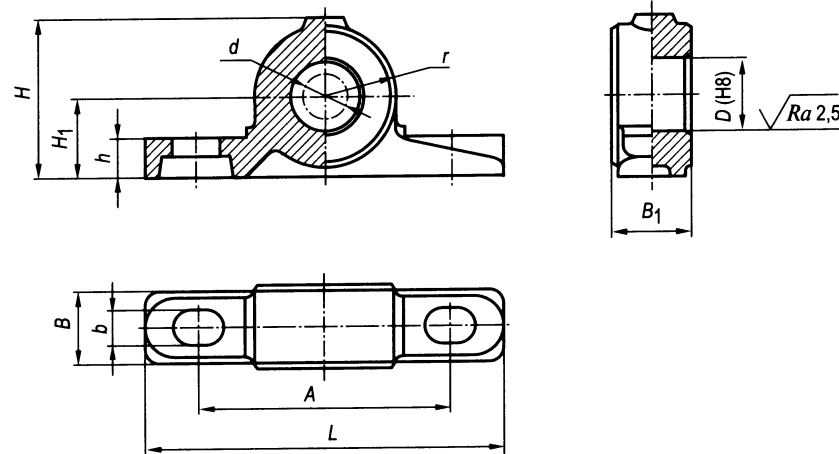


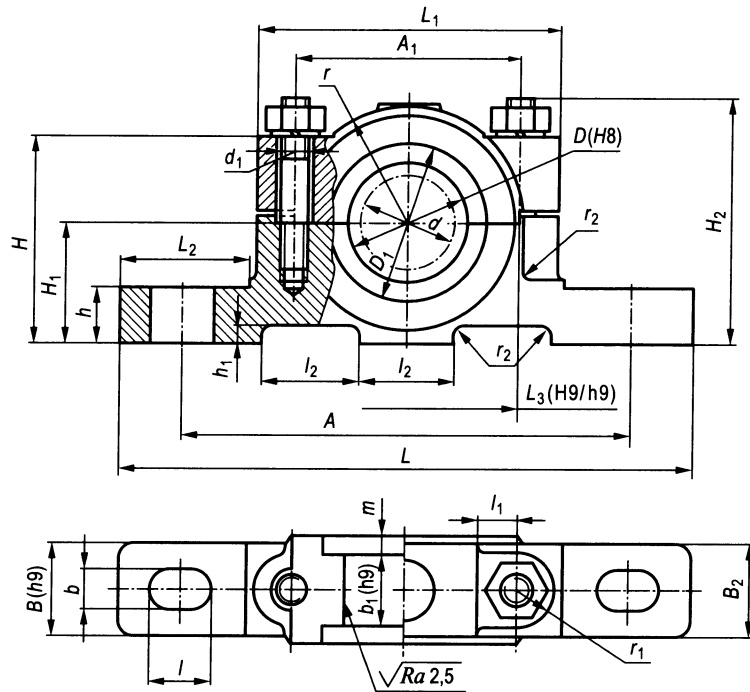
Рис. 19.3.1. Корпус неразъемный с двумя крепежными отверстиями

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	A	$A_1=L_3$	L	L_1	H	H_1	H_2	h	B	B_1	b	b_1	l	l_1	r , не менее	d_1	m	l_2	h_1	B_2	r_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	M8	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	M8	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^{**}	c	L	d^*	D^*	s^{**}	c	L
5	7	1	0,3	4-8	85	90	2,5	0,8	26-90
6	8	1	0,3	4-10	90	95	2,5	0,8	26-90
7	9	1	0,3	4-10	100	105	2,5	0,8	26-90
8	10	1	0,3	4-12	110	115	2,5	0,8	26-90
10	13	1,5	0,5	6-16	120	125	2,5	0,8	26-90
12	15	1,5	0,5	6-18					
14	17	1,5	0,5	8-22					
16	19	1,5	0,5	8-24					
18	21	1,5	0,5	10-26					
20	23	1,5	0,5	10-30					
22	25	1,5	0,5	12-34					
24	27	1,5	0,5	12-36					
26	29	1,5	0,5	16-40					
28	31	1,5	0,5	16-42					
30	33	1,5	0,5	16-44					
32	35	1,5	0,5	16-48					
34	37	1,5	0,5	20-50					
35	38	1,5	0,5	20-56					
38	41	1,5	0,5	18-56					
40	43	1,5	0,5	18-60					
42	45	1,5	0,5	18-60					
45	50	2,5	0,8	18-65					
48	53	2,5	0,8	18-70					
50	55	2,5	0,8	18-75					
55	60	2,5	0,8	20-80					
60	65	2,5	0,8	20-90					
65	70	2,5	0,8	24-90					
70	75	2,5	0,8	24-90					
75	80	2,5	0,8	26-90					
80	85	2,5	0,8	26-90					

Примечания: 1. Материал – фторопластовая лента с основой из стали 08Х18Н10Т (0Х18Н10Т) по ГОСТ 4986-79. 2. Покрытие для втулок из стали 08кп-КдЗ, кроме поверхности В. 3. Зазор в стыке в свободном состоянии втулки – не более 0,2 мм. 4. Отклонение от перпендикулярности поверхностей А и Б относительно поверхности В – не более 0,1 мм на длине 100 мм. 5. Отклонение от параллельности линии стыка втулки относительно поверхности В – не более 0,3 мм на длине 100 мм. 6. Разностенность втулки – не более 0,03 мм.

*Размеры даны для втулки в рабочем состоянии.

**Размер для справок.

Таблица 19.4.2. Размеры втулок с буртиком из металлофторопласта, мм

d^*	D^*	D_1	s^{**}	c	r	h	L^{***}
5	7	12	1,0	0,3	1,0	0,9	4-8
6	8	14	1,0	0,3	1,0	0,9	4-10
7	9	16	1,0	0,3	1,0	0,9	4-10
8	10	18	1,0	0,3	1,0	0,9	4-12
10	13	20	1,5	0,5	1,5	1,4	6-16
12	15	22	1,5	0,5	1,5	1,4	6-18
14	17	24	1,5	0,5	1,5	1,4	8-22
16	19	26	1,5	0,5	1,5	1,4	8-24
18	21	28	1,5	0,5	1,5	1,4	10-26
20	23	30	1,5	0,5	1,5	1,4	10-30
22	25	33	1,5	0,5	1,5	1,4	12-34
24	27	36	1,5	0,5	1,5	1,4	12-36
26	29	39	1,5	0,5	1,5	1,4	16-40
28	31	42	1,5	0,5	1,5	1,4	16-42
30	33	45	1,5	0,5	1,5	1,4	16-44
32	35	48	1,5	0,5	1,5	1,4	16-48
34	37	52	1,5	0,5	1,5	1,4	18-56
35	38	54	1,5	0,5	1,5	1,4	18-56
38	41	57	1,5	0,5	1,5	1,4	18-56
40	43	60	1,5	0,5	1,5	1,4	18-60
42	45	65	1,5	0,5	1,5	1,4	20-60
45	50	67	2,5	0,8	2,0	2,4	22-60
48	53	73	2,5	0,8	2,0	2,4	24-60
50	55	75	2,5	0,8	2,0	2,4	26-65
55	60	82	2,5	0,8	2,0	2,4	28-65
60	65	90	2,5	0,8	2,0	2,4	28-65
65	70	95	2,5	0,8	2,0	2,4	28-65
70	75	105	2,5	0,8	2,0	2,4	30-65

Примечание. Материал – металлофторопластовая лента с основой из стали 08кп по ГОСТ 1050-88 и из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т по ГОСТ 4986-79.

*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.

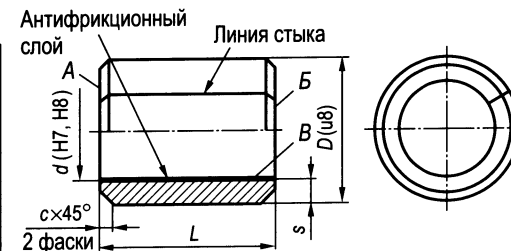


Рис. 19.4.1. Втулка из металлофторопласта

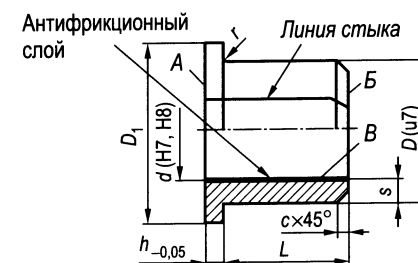


Рис. 19.4.2. Втулка с буртиком из металлофторопласта

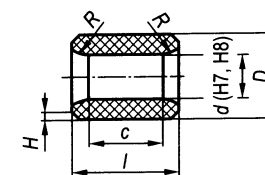


Рис. 19.4.3. Втулка из углеродистого графита

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

D	d	l	c	H	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

Примечание. Предусмотрены $d=80...250$ мм.

19.5. Примеры применения подшипников скольжения

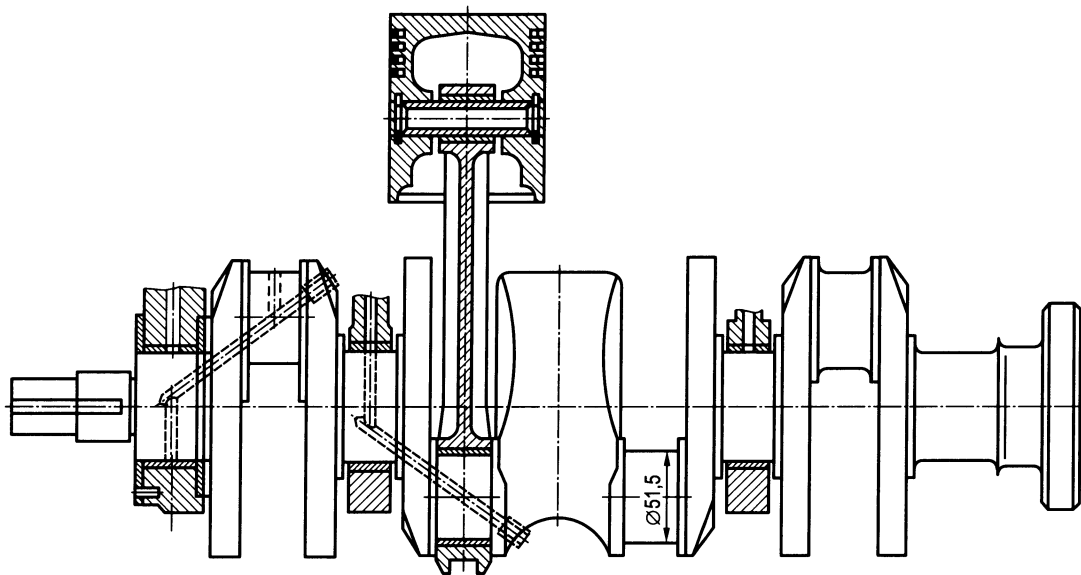


Рис. 19.5.1. Коленчатый вал двигателя внутреннего сго

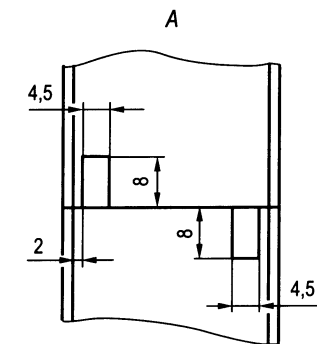
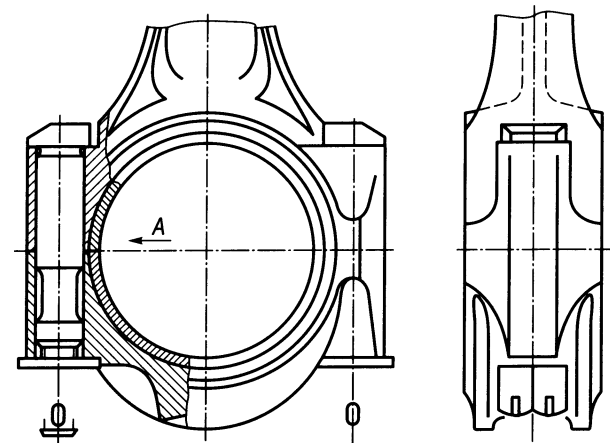


Рис. 19.5.2. Нижняя головка шатуна с вкладышами

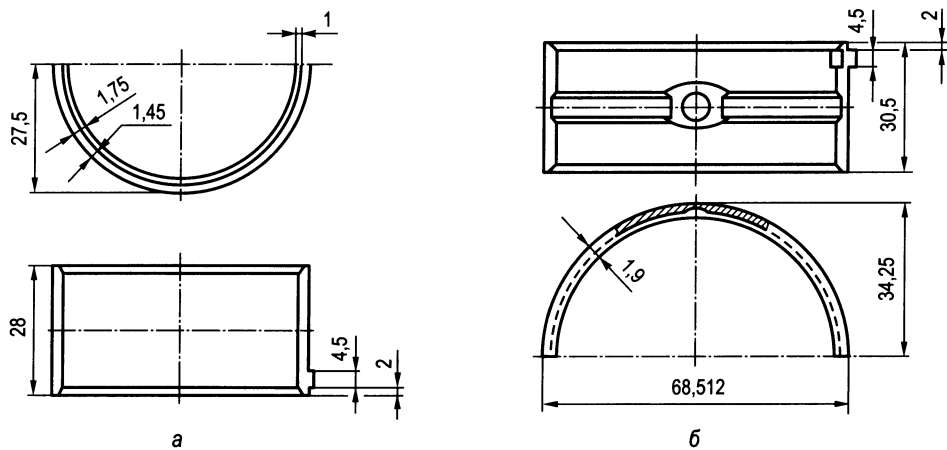


Рис. 19.5.3. Нижний (а) и верхний (б) вкладыши подшипника

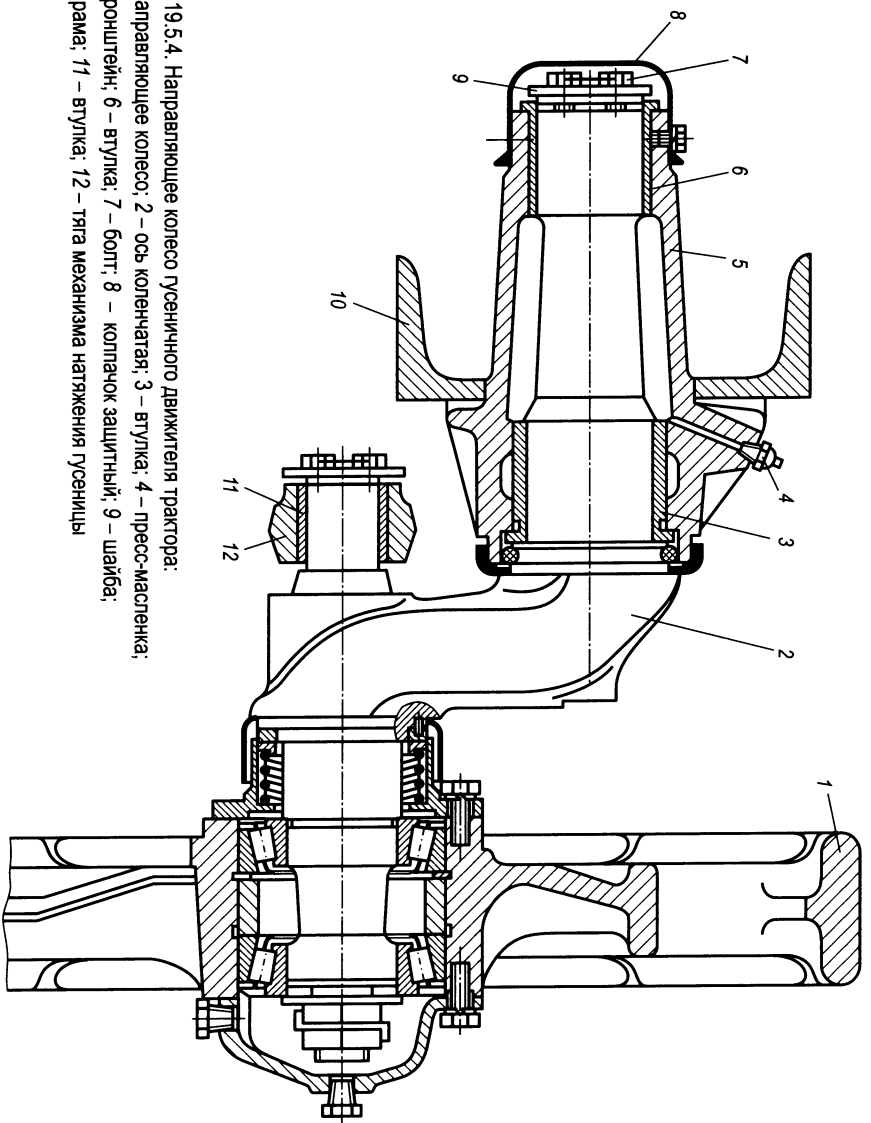


Рис. 19.5.4. Направляющее колесо гусеничного движителя трактора:
 1 – направляющее колесо; 2 – ось колёчатая; 3 – втулка; 4 – пресс-настенка;
 5 – кронштейн; 6 – втулка; 7 – болт; 8 – колпачок защитный; 9 – шайба;
 10 – рама; 11 – втулка; 12 – тяга механизма натяжения гусеницы

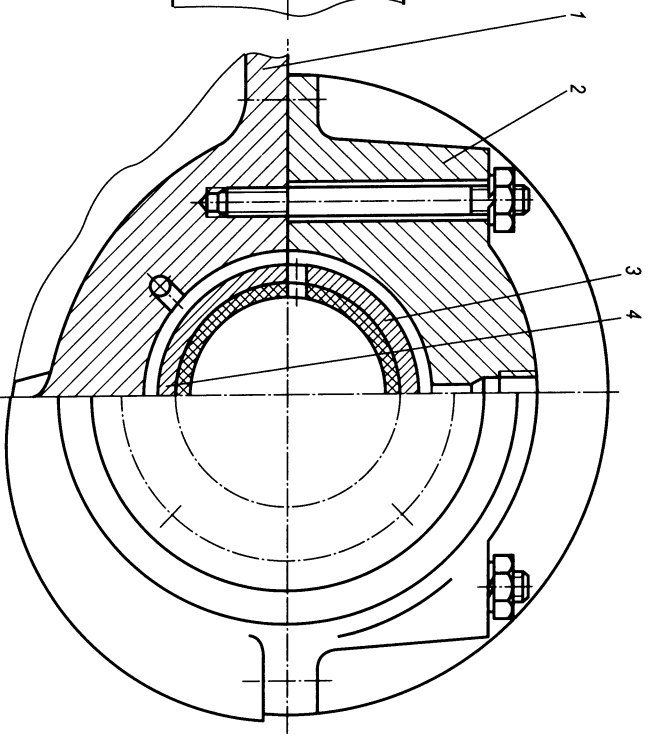
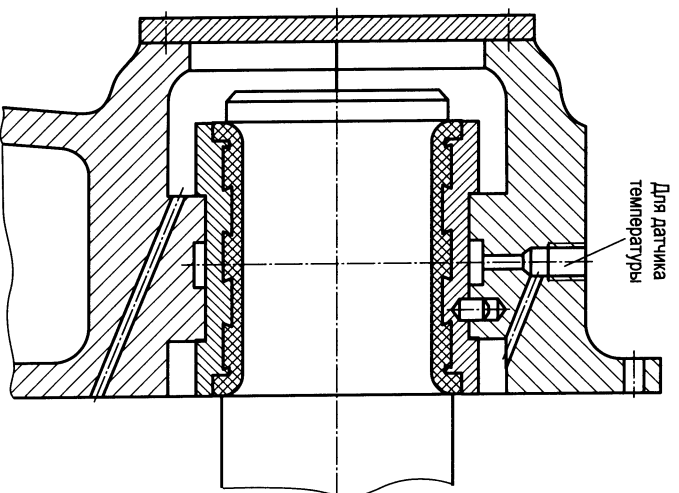


Рис. 19.5.5. Конструкция подшипника для восприятия радиальной и умеренной осевой нагрузки переменного направления:
 1 – корпус; 2 – крышка; 3, 4 – вкладыши

19.5. Примеры применения подшипников скольжения (окончание)

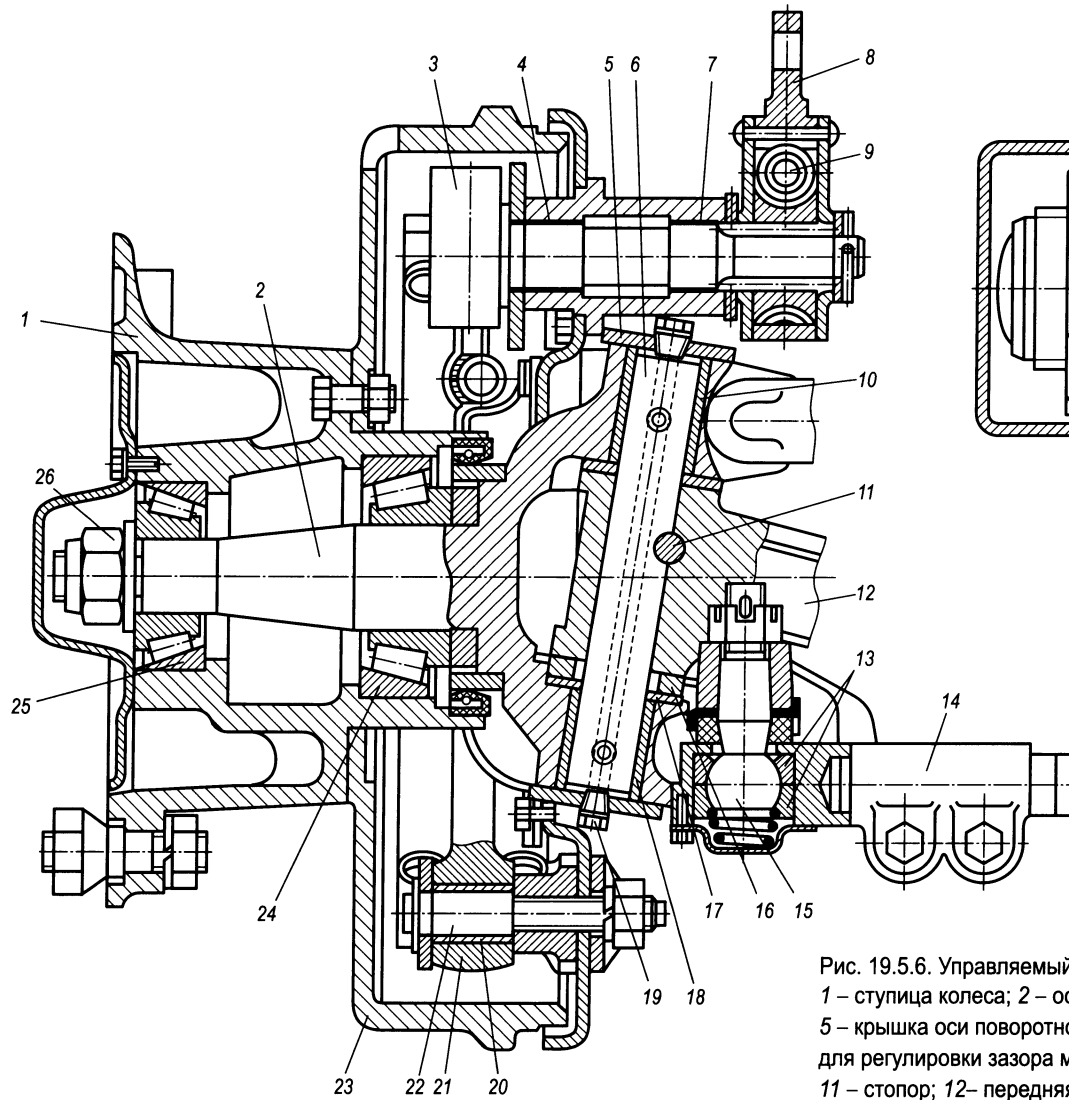


Рис. 19.5.6. Управляемый передний мост автомобиля ЗИЛ-130:

1 – ступица колеса; 2 – ось колеса; 3 – кулак для разведения тормозных колодок; 4 – втулка; 5 – крышка оси поворотной; 6 – ось поворотная; 7 – втулка; 8 – рычаг кулака; 9 – устройство для регулировки зазора между колодками и тормозным барабаном; 10 – втулка поворотной оси; 11 – стопор; 12 – передняя поперечная балка; 13 – вкладыши шарового пальца; 14 – поперечная рулевая тяга; 15 – шаровой палец; 16 – компенсаторное кольцо; 17 – опорная шайба; 18 – втулка; 19 – пробка; 20 – втулка оси тормозной колодки; 21 – тормозная колодка; 22 – ось тормозной колодки; 23 – тормозной барабан; 24, 25 – подшипники колеса; 26 – гайка

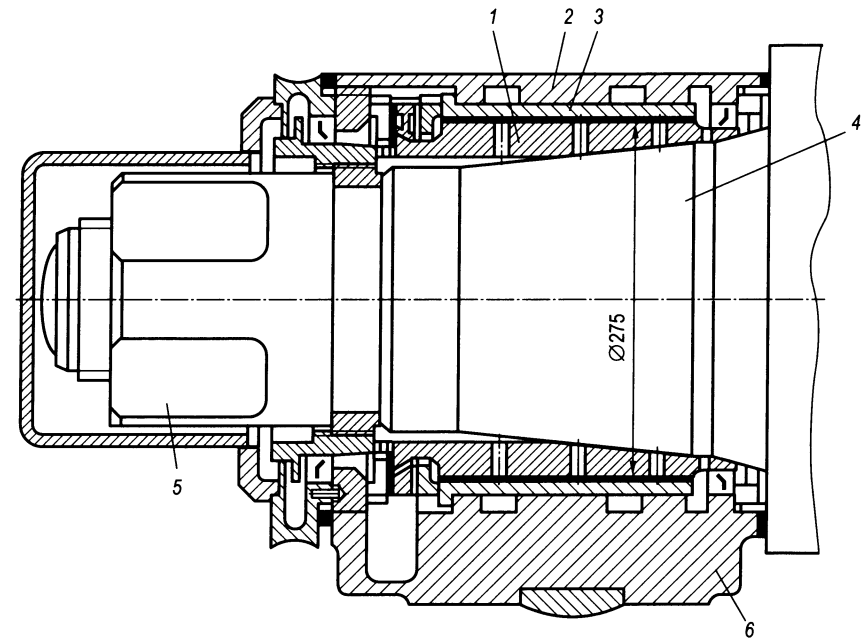


Рис. 19.5.7. Подшипник вала прокатного стана с упорным фланцем:
1 – втулка (цапфа); 2 – корпус; 3 – втулка; 4 – шейка вала; 5 – гайка; 6 – подушка

19.6. Шарнирные подшипники

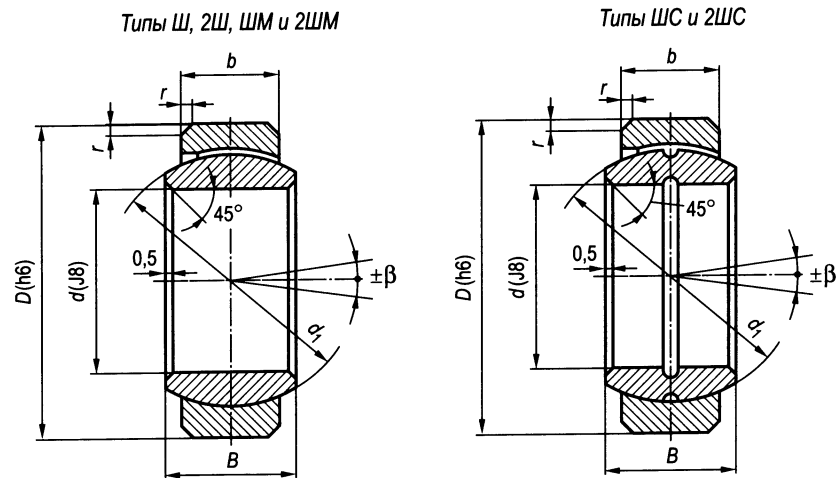


Рис. 19.6.1. Шарнирные подшипники

Таблица 19.6.1. Размеры шарнирных подшипников (ГОСТ 3635–78)

Условное обозначение подшипников типа			d	D	b	B	d_1	r	Допускаемая нагрузка, Н, на подшипники типов		Масса, кг	β , град
Ш и 2Ш	ШС и 2ШС	ШМ и 2ШМ	мм					Ш и ШС	ШМ			
<i>Специальная серия</i>												
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

Условное обозначение подшипников типа			d	D	b	B	d_1	r	Допускаемая нагрузка, Н, на подшипники типов		Масса, кг	β , град
Ш и 2Ш	ШС и 2ШС	ШМ и 2ШМ	мм					Ш и ШС	ШМ			
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>Серия 2</i>												
–	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 ($d_1 \times b$). При этом корпус, в который запрессовывается подшипник, должен иметь наружный диаметр не менее $2D$ и изготавливаться из стали с $\sigma_B \geq 400$ МПа; б) для неподвижных соединений при давлении 500 МПа на площадь проекции рабочей части сферы ($d_1 \times b$). При этом корпус, в который запрессовывается подшипник, должен иметь наружный диаметр не менее $3D$ и изготавливаться из стали с $\sigma_B \geq 900$ МПа. 2. Нагрузка может действовать на подшипник при любом, предусмотренном в таблице, значении угла β взаимного перекоса колес.

Пример условного обозначенияШарнирный подшипник с $d=50$ мм:

Подшипник Ш50 ГОСТ 3635–78

19.7. Пример применения шарнирных подшипников

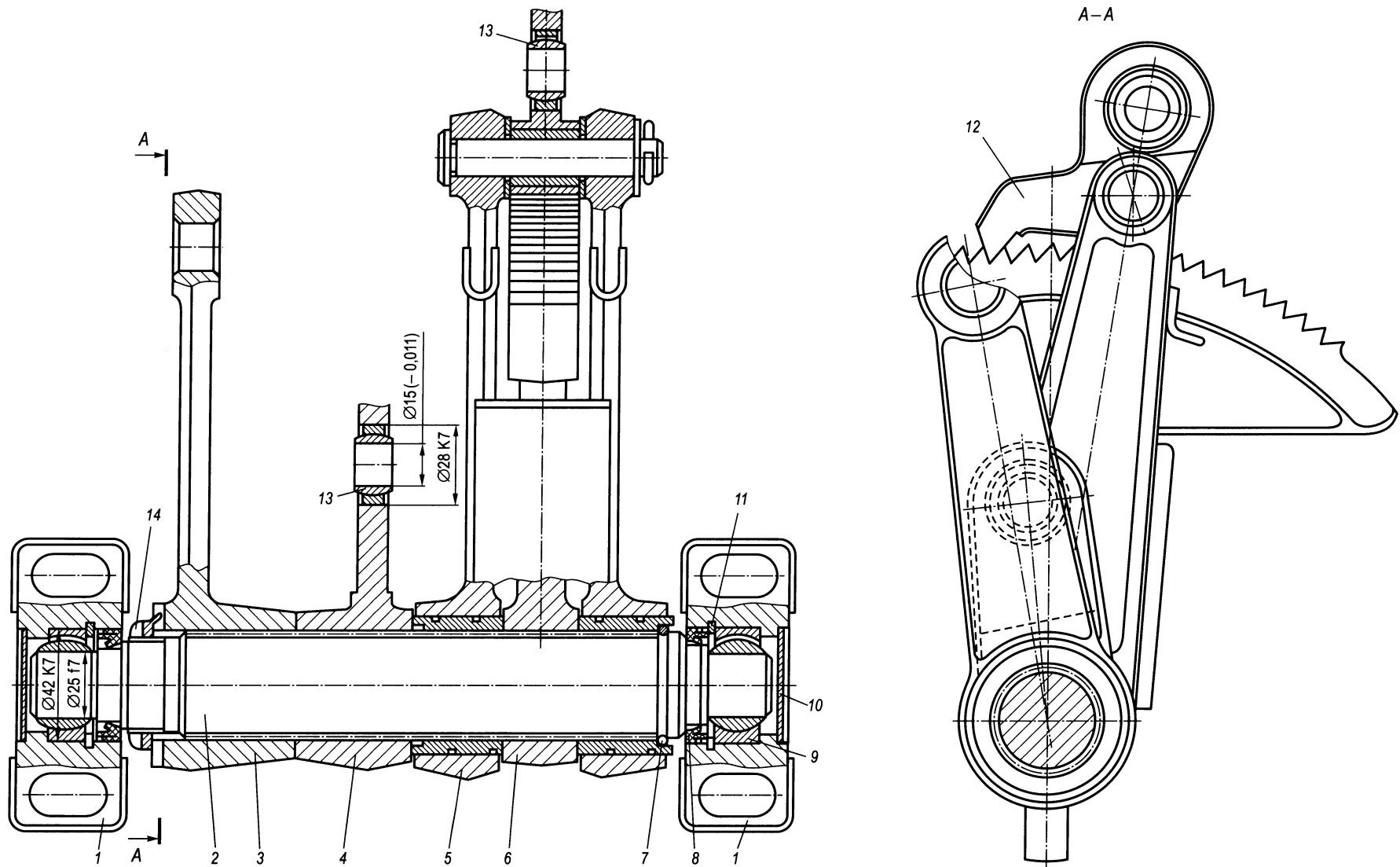


Рис. 19.7.1. Блок рычагов управления тормозами гусеничной машины:
 1 – корпус подшипника; 2 – вал; 3, 4 – рычаги; 5 – каретка; 6 – сектор; 7 – упорное кольцо; 8 – манжетное уплотнение;
 9 – подшипник ШМ25; 10 – заглушка; 11 – упорное кольцо; 12 – собачка; 13 – подшипник ШС15; 14 – гайка

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 теплоустойчивые, высокоскоростные, малозумные, коррозионноустойчивые, 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 упорно-радиальных и упорных подшипников), т. е. различную размерную серию. Обозначение подшипника наносят преимущественно на торцевой 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 упорных подшипников различны.

Относительная стоимость подшипников при одинаковых классах точности со штампованным сепаратором

Четвертая цифра справа	Тип подшипника	Относительная стоимость
0	Радиальный шариковый	1,0
1	Радиальный шариковый сферический двухрядный	1,2
2	Радиальный с короткими цилиндрическими роликами	1,2
3	Радиальный роликовый сферический	3,0

4	Радиальный роликовый игольчатый	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*
* Только 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 крепежных 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 крепежных 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, валах 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, а, б). 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 T (см. рис. 20.3.2, в). Данная схема установки подшипников требует регулирования осевого зазора при монтаже. Комплектация сдвоенных подшипников, особенно по схеме O, 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 $\alpha = 10...18^\circ$. 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, а, в, г, 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, д), концевую шайбу (см. рис. 20.8.1, е) 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, а, в, г, е), стаканов (см. рис. 20.8.1, з, к), крышек (см. рис. 20.8.1, з, л), упорных колец (см. рис. 20.8.1, к), 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, з), а также другими способами (см. рис. 20.8.16, и). 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_{\max} и разности температур корпуса и вала не более 10...20°C.

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, а);

– смещением наружных колец набором металлических прокладок между крышкой подшипника и стаканом (см. рис. 18.7.2, б) либо между крышками подшипников и корпусом (см. рис. 18.7.3), а также резьбовыми деталями (см. рис. 18.8.1, б);

– с помощью компенсаторных колец (см. рис. 18.7.1, б) 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 вдвоенные 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 concentрическое 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 concentрическое с тремя вариантами исполнения (исполнение 3 для $D \geq 78$ 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 крепежные. На рис. 20.12.1 показана крепежная 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, колебатель-

ное), 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 смещения 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, *б* левая опора удерживает вал от смещений вправо, а правая – от смещений влево. В этой схеме температурное расширение вала не приводит к заклиниванию. Схеме I, *б* соответствуют конструкции опор, показанные на рис. 18.7.2, *a*; 18.7.5, *б*. Таким образом, в конструкциях, соответствующих схемам I, *a* и I, *б*, 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 $F_{a\min} = e'F_r$, 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:

$$F_{a1} \geq F_{a1\min} = e'F_{r1}; F_{a2} \geq F_{a2\min} = e'F_{r2}.$$

Решение получают методом подбора, положив $F_{a1} = F_{a1\min}$ или $F_{a2} = F_{a2\min}$, 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

Ресурс 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

$$L_{10} = (C/P)^3 \text{ и } L_{10} = (C/P)^{10/3},$$

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 $P \leq 0,5C$ и $P \leq C_0$, а также если частота вращения n колец не превышает предельно допустимую для данного подшипника. При $1 \leq n < 10$ 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 $P \leq 0,5C$. 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, O и T (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 заводской комплектации. В этом случае всю нагрузку в опоре (и радиальную, и осевую) условно прикладывают к одному, более нагру-

женному подшипнику. Радиальные подшипники сдвигать 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

$$P = P_r = (XVF_r + YF_a)K_dK_T,$$

для упорных подшипников

$$P = P_a = F_aK_dK_T,$$

для упорно-радиальных подшипников

$$P = P_a = (XF_r + YF_a)K_dK_T.$$

Здесь X, Y – коэффициенты радиальной и осевой динамической нагрузки; V – коэффициент вращения; K_d – коэффициент динамичности нагрузки; K_T – 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 ($\alpha < 18^\circ$) 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_d учитывает динамичность нагрузки и равен приблизительно отношению кратковременной перегрузки к номинальной расчетной нагрузке. Ориентировочные значения коэффициента K_d даны в табл. 20.16.6. В табл. 20.16.7 приведены значения температурного коэффициента K_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

$$L_{\text{сист}} = \left(\sum_{i=1}^k L_i^{-10/9} \right)^{-9/10},$$

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. Нарботку 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

$$C_{\text{тр}} = [L_{na} / (a_1 a_{23})]^{1/3} P_E;$$

$$C_{\text{тр}} = [L_{na} / (a_1 a_{23})]^{3/10} P_E$$

находят требуемую динамическую грузоподъемность для шариковых и роликовых подшипников соответственно.

При этом требуемая динамическая грузоподъемность $C_{\text{тр}}$ 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 двойных 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: промышленные, 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 коробов 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, ж).

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 °С жидкое масло следует менять один раз в год, при 100 °С – через каждые три месяца.

20.1. Подшипники шариковые радиальные однорядные

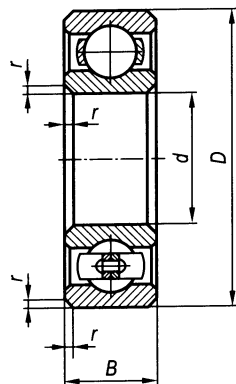


Рис. 20.1.1. Подшипник шариковый радиальный однорядный

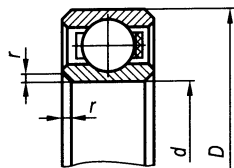


Рис. 20.1.2. Подшипник шариковый радиальный однорядный гибкий

Таблица 20.1.2. Подшипники шариковые однорядные гибкие (ГОСТ 23179-78)

d	D	B	r	Z	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Обозначение
					кН			
мм								
30	42	7	0,3	21	7,50	7,20	4,98	806
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

Примечание. Z – число тел качения.

Таблица 20.1.1. Подшипники шариковые радиальные однорядные (ГОСТ 8338-75)

d	D	B	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Обозначение	d	D	B	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Обозначение	d	D	B	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Обозначение																																																																																																
мм								мм								мм																																																																																																							
<i>Размерная серия 100</i>								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	40	80	18	2,0	32,0	19,0	8,5/10	208	45	85	19	2,0	33,2	21,6	7,5/9,0	209	50	90	20	2,0	35,1	23,5	7,0/8,5	210	55	100	21	2,5	43,6	29,0	6,3/7,5	211	60	110	22	2,5	52,0	32,5	6,0/7,0	212	65	120	23	2,5	56,0	40,5	5,3/6,3	213	70	125	24	2,5	61,8	45,0	5,0/6,0	214	75	130	25	2,5	66,3	49,0	4,8/5,6	215	80	140	26	3,0	70,2	55,0	4,5/5,3	216	85	150	28	3,0	83,2	64,0	4,3/5,0	217	90	160	30	3,0	95,6	73,5	3,8/4,5	218	95	170	32	3,5	108	81,5	3,6/4,3	219
10	26	8	0,5	4,62	1,96	30/36	100	10	30	9	1,0	5,90	2,65	24/30	200	<i>Размерная серия 300</i>																																																																																																							
12	28	8	0,5	5,07	2,36	26/32	101	12	32	10	1,0	6,89	3,1	22/28	201	12	37	12	1,5	9,75	4,65	19/24	301																																																																																																
15	32	9	0,5	5,59	2,85	22/28	102	15	35	11	1,0	7,80	3,75	19/24	202																																																																																																								
17	35	10	0,5	6,05	3,25	19/24	103	17	40	12	1,0	9,56	4,75	17/20	203																																																																																																								
20	42	12	1,0	9,36	5,00	17/20	104	20	47	14	1,5	12,7	6,55	15/18	204																																																																																																								
25	47	12	1,0	11,2	6,50	15/18	105	25	52	15	1,5	14,0	7,8	12/15	205																																																																																																								
30	55	13	1,5	13,3	8,30	12/15	106	30	62	16	1,5	19,5	11,2	10/13	206																																																																																																								
35	62	14	1,5	15,9	10,2	10/13	107																																																																																																																
40	68	15	1,5	16,8	11,6	9,0/11	108																																																																																																																
45	75	16	1,5	20,8	14,6	8,5/10	109																																																																																																																
50	80	16	1,5	21,6	16,0	8,5/10	110																																																																																																																
55	90	18	2,0	28,1	21,2	7,5/9,0	111																																																																																																																
60	95	18	2,0	29,6	23,2	6,7/8,0	112																																																																																																																
65	100	18	2,0	30,7	25,0	6,3/7,5	113																																																																																																																

Примечания: 1. Здесь и далее в аналогичных таблицах в числителе указана предельная частота вращения n 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

<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i>	<i>C_{0r}</i>	<i>n</i> · 10 ⁻³	Обозначение	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i>	<i>C_{0r}</i>	<i>n</i> · 10 ⁻³	Обозначение	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i>	<i>C_{0r}</i>	<i>n</i> · 10 ⁻³	Обозначение
мм				кН		мин ⁻¹		мм				кН		мин ⁻¹		мм				кН		мин ⁻¹	
15	42	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	11,6	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
<i>Размерная серия 400</i>								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	<i>Размерная серия 7000100</i>							
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	<i>Размерная серия 7000800</i>								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	210	52	5,0	174	137	3,2/3,8	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
<i>Размерная серия 1000900</i>								<i>Размерная серия 1000800</i>								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

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, мм	Обозначение подшипника	
	50000	150000
15	50202	150202
17	50203, 50303	—
20	50104, 50204, 50304	150204, 150304*
25	50105*, 50205	—
30	50106*, 50206, 50306, 50406	150106*, 150206
35	50107*, 50207, 50307, 50407	150307
40	50108*, 50208, 50308, 50408	150208, 150308
45	50209, 50309, 50409	150309, 150409
55	50110, 50210, 50310, 50410	150106*
50	50211, 50311, 50411	—
60	50212, 50312, 50412	150212, 150312
65	50213, 50313, 50413	150213
70	50314	—
75	50115, 50215, 50315, 50315	—
80	50216, 50316, 50316	—
85	50217	150217

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

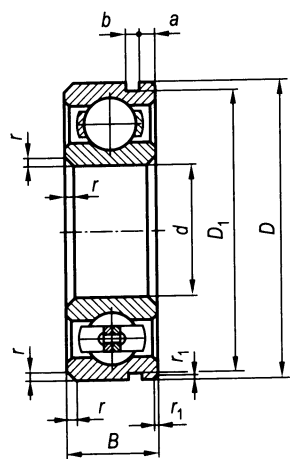


Рис. 20.1.3. Подшипник шариковый радиальный однорядный с канавкой на наружном кольце

D	D ₁	r	r ₁	a	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)

d, мм	Обозначение подшипника	
	60000	80000
15	60202, 60302	80102, 80202*
17	60203, 60303	80103, 80203, 80303*
20	60104, 60204, 60304	80104, 80204, 80304
25	60105, 60205	80105, 80205
30	60106, 60206, 60306	80106, 80206, 80306*
35	60107*, 60207, 60307	80107, 80207, 80307*
40	60108, 60208, 60308	80108, 80208, 80308
45	60109, 60209, 60309	80109, 80209, 80309
50	60110, 60210, 60310	80110*, 80210, 80310
55	60111*, 60211, 60311	80111*, 80211, 80311*
60	60112*, 60212, 60312	80112, 80212, 80312
65	60113, 60313	80213, 80313*
70	60114*, 60214, 60314	80114, 80214, 80314
75	60115*, 60215	80115*, 80215, 80315
80	60116, 60216	80116, 80316
85	—	80217, 80317
90	60118*	80118*, 80218
95	60319	80319

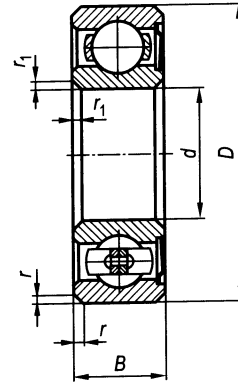


Рис. 20.1.4. Подшипник шариковый радиальный однорядный с одной защитной шайбой

Примечание. Размеры и характеристики подшипников приведены в табл. 20.1.1, при этом, например, характеристики подшипников 60211 и 80211 соответствуют характеристикам подшипника 211.

Таблица 20.1.6. Подшипники шариковые радиальные однорядные с односторонним (серия 160000) и двусторонним уплотнением (серия 180000) (ГОСТ 8882–75)

d, мм	Обозначение подшипника	
	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

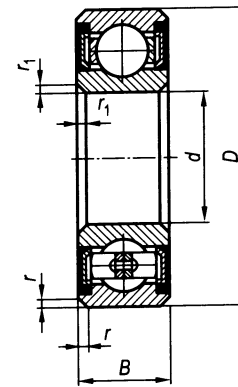


Рис. 20.1.5. Подшипник шариковый радиальный однорядный с двусторонним уплотнением

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

Таблица 20.2.1. Подшипники шариковые радиальные сферические двухрядные (ГОСТ 28428-90)

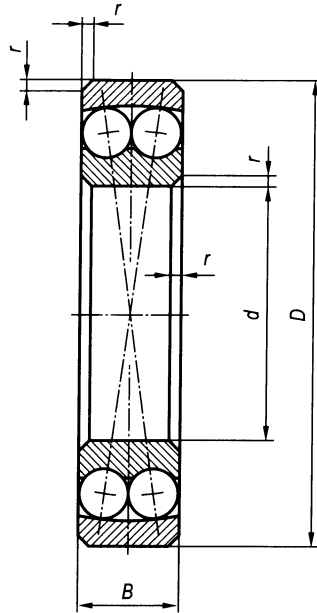


Рис. 20.2.1. Подшипник шариковый радиальный сферический двухрядный серий 1200, 1300, 1500 и 1600

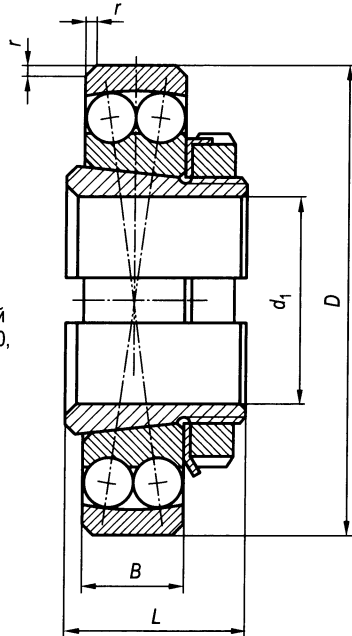


Рис. 20.2.2. Подшипник шариковый радиальный сферический двухрядный с закрепительной втулкой серий 11200, 11300, 11500 и 11600

d	d_1	D	B	r	L	C_r	C_{Or}	$n \cdot 10^{-3}$ мин ⁻¹	e	Обозначение
мм						кН				
<i>Размерные серии 1200 и 11000</i>										
17	—	40	12	1,0	—	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
<i>Размерные серии 1300 и 11300</i>										
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
25	—	62	17	2,0	—	17,8	5,0	9,5/13	0,28	1305
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
<i>Размерные серии 1500 и 11500</i>										
20	—	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	45	90	23	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
<i>Размерные серии 1600 и 11600</i>										
20	—	52	21	2,0	—	18,2	4,6	11/14	0,52	1604
25	—	62	24	2,0	—	24,2	6,4	9,5/12	0,47	1605

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	d_1	D	B	r	l	C_r	C_{0r}	$n \cdot 10^{-3}$, мин ⁻¹	e	Обозначение
мм					кН					
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
Размерная серия 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

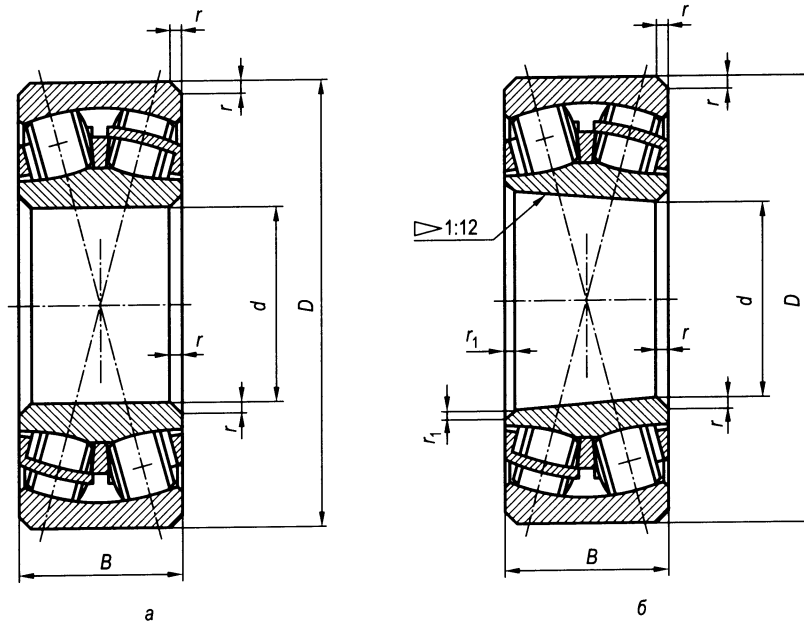


Рис. 20.2.3. Подшипники роликовые радиальные сферические двухрядные серий 53000, 3000 (а) и 113000 (б)

d	D	B	r	C_r	C_{0r}	e	$n \cdot 10^{-3}$, мин ⁻¹	Обозначение
мм				кН				
Размерные серии 53300 и 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
Размерная серия 53600								
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
Размерные серии 3500 и 113500								
40	80	23	2,0	68,4	73,3	0,32	4,5/5,6	3508H
45	85	23	2,0	76,8	77,0	0,29	4,3/5,3	3509
70	125	31	2,5	158,4	206,4	0,2	2,6/3,4	3514
80	140	33	3,0	192	259,6	0,25	2,2/3,0	3516, 113516
85	150	36	3,0	219,6	286	0,25	2,0/2,8	3517, 113517
90	160	40	3,0	259,2	349,8	0,27	1,9/2,6	3518, 113518
95	170	43	3,5	294	374	0,27	1,9/2,6	3519
100	180	46	3,5	330	466,4	0,27	1,8/2,4	3520, 113520
Размерные серии 3600 и 113600								
40	90	33	2,5	115,9	132,4	0,42	4,3/5,3	3608, 113608
45	100	36	2,5	139,1	152,6	0,41	3,8/4,8	3609
50	110	40	3,0	173	206	0,42	3,4/4,3	3610
55	120	43	3,0	207,4	240,7	0,41	3,0/3,8	3611
60	130	46	3,5	239,1	261,1	0,40	2,8/3,6	3612
65	140	48	3,5	268,4	289,7	0,37	2,4/3,2	3613
70	150	51	3,5	329,4	369,2	0,37	2,2/3,0	3614
75	160	55	3,5	366	422,3	0,38	2,0/2,8	3615, 113615
80	170	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

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

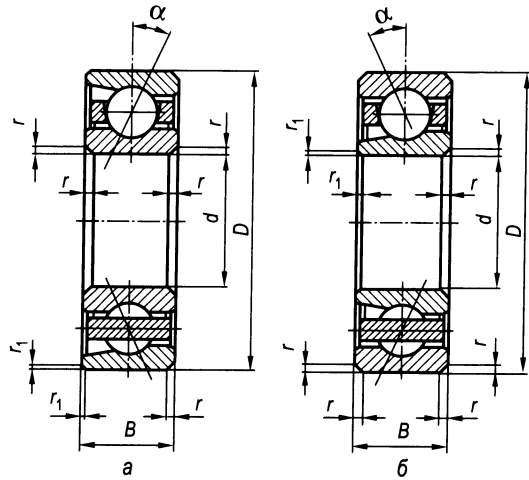


Рис. 20.3.1. Подшипники шариковые радиально-упорные однорядные размерных серий 36000, 46000 и 66000 (а) и 36000К, 46000К (б)

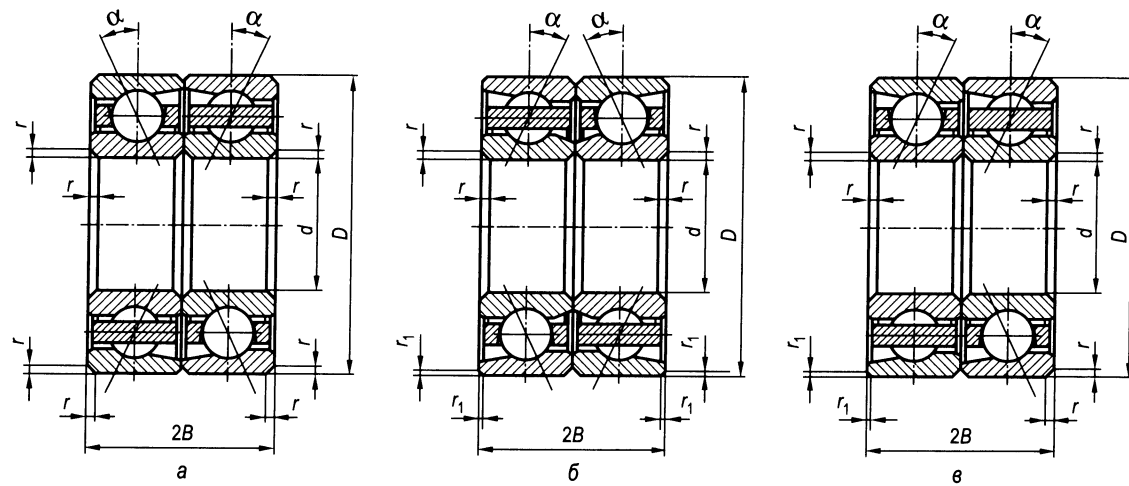


Рис. 20.3.2. Схемы установки двоярных подшипников: а – схема Х; б – схема О; в – схема Т

Таблица 20.3.1. Подшипники шариковые радиально-упорные однорядные (ГОСТ 831-75) и двоярные (ГОСТ 832-78)

d	D	B	r	r ₁	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³	Обозначение	Схемы комплектации двоярных подшипников	d	D	B	r	r ₁	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³	Обозначение	Схемы комплектации двоярных подшипников	d	D	B	r	r ₁	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³	Обозначение	Схемы комплектации двоярных подшипников
мм										мм										мм									
кН										кН										кН									
мин ⁻¹										мин ⁻¹										мин ⁻¹									
Размерная серия 36100, α = 15°										Размерная серия 36200, α = 12°										Размерная серия 36300, α = 12°									
17	35	10	0,5	0,3	6,76	3,6	36/48	36103К	Т	30	62	16	1,5	0,8	24,2	12,0	20/30	36206К	Т	17	47	14	1,5	0,8	15,9	8,05	12/17	36303*	–
20	42	12	1,0	0,5	8,72	5,2	30/40	36104К	О, Х, Т	35	72	17	2,0	1,0	39,1	15,6	18/26	36207К	О	40	90	23	2,5	1,2	53,9	36,0	11/15	36308	–
25	47	12	1,0	0,5	9,56	6,3	26/36	36105К	О, Т*	40	80	18	2,0	1,0	41,0	20,0	16/22	36208К	О, Т	90	190	43	4,0	2,0	174,2	146,4	5,0/7,1	36318	–
30	55	13	1,5	0,8	14,3	8,65	22/32	36106К	О	45	85	19	2,0	1,0	42,3	25,0	15/20	36209К	О, Т	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
35	62	14	1,5	0,8	15,6	10,6	20/28	36107К	О, Т	50	90	20	2,0	1,0	35,5	28,5	14/19	36210К	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40	68	15	1,5	0,8	16,8	12,2	18/25	36108К	О, Т	55	100	21	2,5	1,2	55,3	39,1	12/17	36211К	–	40	68	15	1,5	0,8	15,9	11,6	15/20	46108К	О
45	75	16	1,5	0,8	23,2	16,0	16/22	36109К	О, Т	80	140	26	3,0	1,5	93,0	76,9	8,0/12	36216К	–	45	75	16	1,5	0,8	22,0	15,3	14/19	46109К	О*
50	80	16	1,5	0,8	24,5	18,3	15/20	36110К	Т*	Размерная серия 46100, α = 25°										50	80	16	1,5	0,8	23,2	19,6	13/18	46110К	О
55	90	18	2,0	1,0	34,0	25,0	13/18	36111К	О, Т	20	47	14	1,5	0,8	15,40	9,00	22/30	36204	О	55	90	18	2,0	1,0	32,5	23,6	11/16	46111К	О
60	95	18	2,0	1,0	35,5	26,5	12/17	36112К	О, Т*	30	62	16	1,5	0,8	22,0	14,1	16/22	36206	О	60	95	18	2,0	1,0	33,5	25,5	11/16	46112К	О*
65	100	18	2,0	1,0	36,0	28,5	11/16	36113К	О*, Т	40	80	18	2,0	1,0	38,9	26,1	12/17	36208	Х	65	100	18	2,0	1,0	34,0	27,5	10/15	46113К	О
70	110	20	2,0	1,0	46,8	36,0	10/16	36114К	О, Т*	50	90	20	2,0	1,0	43,2	31,7	10/14	36210	О	70	110	20	2,0	1,0	44,0	34,5	9,0/13	46114К	О
75	115	20	2,0	1,0	45,5	39,0	10/15	36115К	О	60	110	22	2,5	1,2	61,5	46,2	8,5/12	36212	Т	Размерная серия 46100, α = 26°									
80	125	22	2,0	1,0	58,0	48,0	9,0/13	36116К	Т*	65	120	23	2,5	1,2	70,4	54,8	8,0/11	36213	Т	30	55	13	1,5	0,8	14,5	10,1	11/14	46106	–
90	140	24	2,5	1,2	72,0	60,0	7,5/11	36118К	О*, Т	70	125	24	2,5	1,2	80,2	64,4	7,5/10	36214	О, Т	35	62	14	1,5	0,8	18,1	12,9	9,5/12	46107*	–
Размерная серия 36200, α = 15°										75	130	25	2,5	1,2	80,0	67,6	7,1/9,5	36215	Т	40	68	15	1,5	0,8	18,9	14,1	9,0/11	46108	–
17	40	12	1,0	0,5	9,23	4,65	34/45	36203К	О, Х, Т	85	150	28	3,0	1,5	104,0	86,4	6,3/8,5	36217	О	45	75	16	1,5	0,8	27,6	17,2	8,0/10	46109	–
25	52	15	1,5	0,8	13,5	8,00	24/34	36205К	О	90	160	30	3,0	1,5	118,0	97,5	5,8/8,0	36218	–	50	80	16	1,5	0,8	27,1	22,4	7,0/9,0	46110*	–
										95	170	32	3,5	2,0	134,0	111,6	5,4/7,5	36219	О	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	B	r	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³	Обозначение	Схемы комплектации сдвоенных подшипников	d	D	B	r	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³	Обозначение	Схемы комплектации сдвоенных подшипников
мм							мин ⁻¹	кН		мм							мин ⁻¹	кН	
60	95	18	2,0	1,0	37,4	31,1	6,0/7,5		46112	-	60	130	31	3,5	2,0	100,0	72,4		4,8/6,3	46312	X, T
70	110	20	2,0	1,0	46,1	36,5	5,0/6,7	46114	-	65	140	33	3,5	2,0	113,0	83,1	4,3/5,8	46313	X
75	115	20	2,0	1,0	47,3	42,8	4,8/6,3	46115	-	70	150	35	3,5	2,0	127,0	94,5	4,0/5,3	46314	-
80	125	22	2,0	1,0	59,2	52	4,3/6,0	46116	-	Размерная серия 66200, α = 36°									
85	130	22	2,0	1,0	57,4	54,1	4,3/5,6	46117	-	17	40	12	1,0	0,5	10	5,8	14/19	66203	T*
90	140	24	2,5	1,2	68,0	57,0	3,8/5,3	46118	-	20	47	14	1,5	0,8	13,4	8,1	11/16	66204*	-
Размерная серия 46200, α = 26°										25	52	15	1,5	0,8	14,6	9,4	10/14	66205*	-
20	47	14	1,5	0,8	12,5	8,8	13/18	46204	O*	30	62	16	1,5	0,8	20,2	13,1	8,5/12	66206	-
25	52	15	1,5	0,8	13,7	9,6	12/15	46205	X	35	72	17	2,0	1,0	27,0	18,5	7,5/10	66207	-
30	62	16	1,5	0,8	21,9	13,8	10/13	46206	X	40	80	18	2,0	1,0	32,0	22,9	6,7/9,0	66208	-
35	72	17	2,0	1,0	29,0	19,3	9,0/11	46207	T	45	85	19	2,0	1,0	36,9	26,1	6,3/8,5	66209*	-
40	80	18	2,0	1,0	36,8	25,5	8,0/10	46208	T	50	90	20	2,0	1,0	37,5	28,0	5,6/7,5	66210*	O*, X*
45	85	19	2,0	1,0	38,7	27,1	7,0/9,0	46209	T	55	100	21	2,5	1,2	46,3	35,1	5,3/7,0	66211	-
45	85	19	2,0	1,0	40,6	29,3	6,3/8,5	46210	T	60	110	22	2,5	1,2	56,0	43,7	4,8/6,3	66212	-
50	90	20	2,0	1,0	40,6	29,3	6,3/8,5	46210	T	Размерная серия 66300, α = 36°									
55	100	21	2,5	1,2	50,3	37,1	6,0/7,5	46211	T	17	47	14	1,5	0,8	17,3	8,38	22/31	66303	-
60	110	22	2,5	1,2	60,8	44,0	5,3/7,1	46212	T	20	52	15	2,0	1,0	18,5	11,0	10/15	66304	-
65	140	33	3,5	2,0	113,0	83,1	4,3/5,8	46213	T	25	62	17	2,0	1,0	25,1	15,6	9,0/12	66305	-
75	130	25	2,5	1,2	78,4	63,3	4,3/5,8	46215	T	35	80	21	2,5	1,2	38,3	24,4	7,0/9,5	66307*	-
80	140	26	3,0	1,5	88,4	75,3	4,0/4,5	46216	O	40	90	23	2,5	1,2	50,5	33,2	6,3/8,5	66308	-
85	150	28	3,0	1,5	98,0	81,0	3,8/5,0	46217	-	45	100	25	2,5	1,2	59,4	40,5	5,6/7,5	66309	-
90	160	30	3,0	1,5	114,0	89,7	3,6/4,8	46218	-	55	120	29	3,0	1,5	80,5	57,5	4,5/6,0	66311*	O, T*
Размерная серия 46300, α = 26°										70	150	35	3,5	2,0	119,0	87,8	3,6/4,8	66314	-
17	47	14	1,5	0,8	16,1	8,20	14/19	46303	O	Размерная серия 66400, α = 36°									
20	52	15	2,0	1,0	17,8	9,9	12/17	46304	-	30	90	23	2,5	1,2	43,8	30	6,5/9,0	66406	T
25	62	17	2,0	1,0	26,9	16,0	10/14	46305	O	40	110	27	3,0	1,5	72,2	45,8	5,0/7,0	66408	X
30	72	19	2,0	1,0	32,6	20,3	9,0/12	46306	O, T	45	120	29	3,0	1,5	81,6	51,0	4,8/6,6	66409	T
35	80	21	2,5	1,2	42,6	25,7	8,0/10	46307	O, T	55	140	33	3,5	2,0	105,0	68,3	4,0/5,5	66411	-
40	90	23	2,5	1,2	50,8	33,6	7,0/9,0	46308	X, T	60	150	35	3,5	2,0	125,0	89,8	3,7/5,1	66412	X, T
45	100	25	2,5	1,2	61,4	41,0	6,3/8,5	46309	X, T	70	180	42	4,0	2,0	152,0	124,8	3,1/4,3	66414	-
50	110	27	3,0	1,5	71,8	48,8	5,6/7,5	46310	-	90	225	54	5,0	2,5	208,0	188	2,5/3,4	66418	-
55	120	29	3,0	1,5	82,8	58,7	5,0/7,0	46311	T*										

Примечание. Обозначение подшипников, сдвоенных по схемам O, 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 O, имеет обозначение 236108K, а по схеме T – 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	Обозначение	d	D	B	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³	Обозначение	d	D	B	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³	Обозначение								
мм							мин ⁻¹	кН	мм							мин ⁻¹	кН	мм							мин ⁻¹	кН					
Размерная серия 126100										65	120	23	2,5	78,0	50,6	7,0/9,0		126213	Размерная серия 176300												
15	32	9	0,5	7,2	3,25	30/36	126102	75	130	25	2,5	101,9	65,9	6,3/8,0	126215	17	47	14	1,5	20,9	8,9	16/20	176303								
40	68	15	1,5	22,1	12,6	10/13	126108	90	160	30	3,0	144,3	93,3	5,0/6,3	126218	20	52	15	2,0	23,1	10,0	14/18	176304								
70	110	20	2,0	59,9	41,2	7,5/9,0	126114	100	180	34	3,5	184,6	121,9	4,0/5,0	126220	25	62	17	2,0	32,5	14,5	13/16	176305								
95	145	24	2,5	86,8	65,1	5,0/6,3	126119	Размерная серия 176200										35	80	21	2,5	52,0	25,0	10/13	176307						
Размерная серия 126200								40	80	18	2,0	47,8	26,6	10/13	176208	40	90	23	2,5	61,4	30,1	8,0/10	176308								
45	85	19	2,0	50,3	28,3	9,5/12	126209	55	100	21	2,5	65,4	38,6	8,5/10	176211	45	100	25	2,5	79,8	41,1	8,0/10	176309								
50	90	20	2,0	52,8	30,5	8,5/11	126210	60	110	22	2,5	75,4	43,5	7,5/9,5	176212	50	110	27	3,0	93,3	48,8	6,3/8,0	176310								
55	100	21	2,5	65,4	38,6	8,0/10	126211	75	130	25	2,5	101,9	65,9	6,3/8,0	176215	55	120	29	3,0	107,6	57,3	6,0/7,5	176311								
60	110	22	2,5	75,4	44,2	7,5/9,5	126212	90	160	30	3,0	144,3	92,7	5,0/6,3	176218	65	140	33	3,5	146,9	83,8	5,0/6,3	176313								
								100	180	34	3,0	184,6	120,6	4,0/5,0	176220	85	180	41	4,0	211,9	137,4	3,2/4,0	176317								
																100	215	47	4,0	276,9	196,9	2,8/3,6	176320								

Таблица 20.3.3. Подшипники шариковые радиально-упорные однорядные с разъемным наружным кольцом, α = 26° (ГОСТ 8995–75)

d	D	B	r	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³	Обозначение
мм						мин ⁻¹	кН
45	85	19	2,0	50,3	28,3	10/12,5		116209
55	100	21	2,5	64,4	38,6	8,0/10	116211
65	120	23	2,5	78,0	50,6	6,3/8,0	116213
90	160	30	3,0	111,0	76,2	6,3/5,0	116218
100	200	38	3,5	174,0	125,0	4,0/3,2	116222

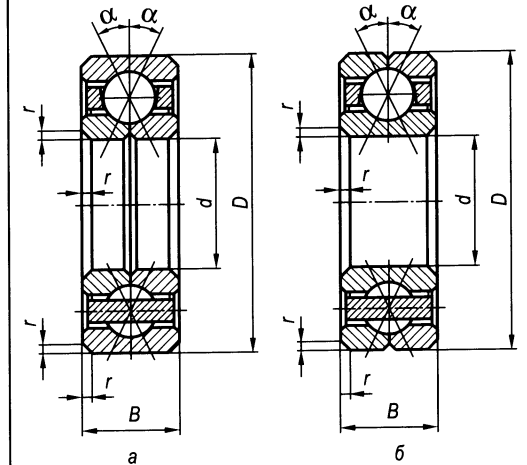


Рис. 20.3.3. Подшипник шариковый радиально-упорный с разъемным внутренним (а) и наружным (б) кольцом

20.4. Подшипники роликовые радиальные однорядные

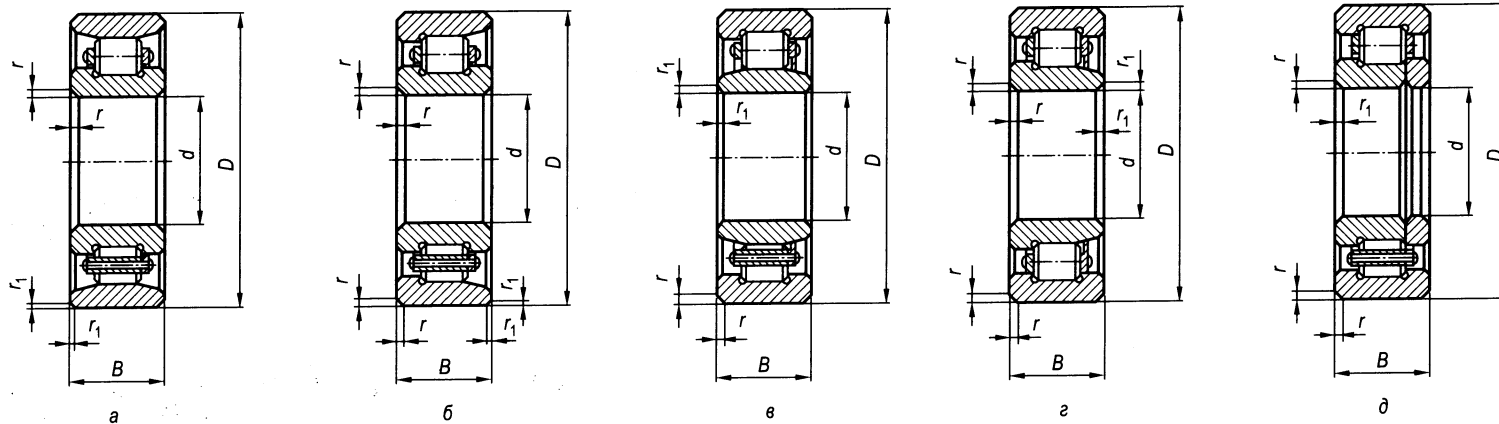


Рис. 20.4.1. Подшипники роликовые радиальные однорядные размерных серий 2000 (а), 12000 (б), 32000 (в), 42000 (г) и 92000 (д)

Таблица 20.4.1. Подшипники радиальные с короткими цилиндрическими роликами однорядные (ГОСТ 8328-75)

d	D	B	r	r ₁	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³	Обозначение подшипника	d	D	B	r	r ₁	C _r	C _{0r}	n · 10 ⁻³	Обозначение подшипника
мм							мин ⁻¹		мм							кН		мин^{-1}
<i>Размерные серии 2100, 12100, 32100</i>																	
20	42	12	1,0	0,5	8,8	9,0	16,0/20,0	2104	50	90	20	2,0	2,0	45,7	49,5	7,0/8,5	2210, 12210, 32210, 42210
30	55	13	1,5	0,8	17,9	15,0	12,0/15,0	32106	55	100	21	2,5	2,0	56,1	61,5	6,3/7,5	2211, 12211, 32211, 42211
35	62	14	1,5	0,8	21,6	23,0	10,0/13,0	2107, 32107*	60	110	22	2,5	2,5	64,4	77,5	5,6/6,7	2212, 12212, 32212, 42212
40	68	15	1,5	1,0	25,1	28,0	9,5/12,0	32108*	65	120	23	2,5	2,5	76,5	86,0	5,3/6,3	2213, 12213, 32213, 42213
45	75	16	1,5	1,0	31,4	33,5	9,0/11,0	32109	70	125	24	2,5	2,5	79,2	92,0	5,0/6,0	2214, 12214, 32214, 42214
50	80	16	1,5	1,0	30,8	33,5	8,5/10,0	2110, 32110	75	130	25	2,5	2,5	91,3	114	4,8/5,6	2215, 32215, 42215
55	90	18	2,0	1,5	34,7	45,0	7,5/9,0	2111, 32111	80	140	26	3,0	3,0	106	123	4,5/5,3	2216, 32216, 42216, 92216*
65	100	18	2,0	1,5	38,0	50,5	6,3/7,5	2113, 32113	85	150	28	3,0	3,0	119	141	4,3/5,0	2217, 42217, 92217
70	110	20	2,0	1,5	56,1	69,0	6,0/7,0	32114	90	160	30	3,5	3,5	142	190	3,8/4,5	2218, 12218, 32218, 42218, 92218
75	115	20	2,0	1,5	58,3	74,5	5,6/6,7	12115, 32115	<i>Размерные серии 2300, 12300, 32300, 42300, 92300</i>								
80	125	22	2,0	1,5	66,0	84,0	5,3/6,3	32116	25	62	17	2,0	2,0	40,2	36,5	9,5/12	42305A
85	130	22	2,0	1,5	68,2	89,0	5,0/6,0	32117*	30	72	19	2,0	2,0	36,9	32,5	8,5/10	2306, 32306, 42306
90	140	24	2,5	2,0	80,9	107,9	4,8/5,6	32118	35	80	21	2,5	2,0	44,6	44,0	8,0/9,5	2307, 12307, 32307*, 42307, 92307
95	145	24	2,5	2,0	84,2	112,0	4,5/5,0	32119	40	90	23	2,5	2,5	56,1	53,0	6,7/8,0	2308, 12308, 32308
<i>Размерные серии 2200, 12200, 32200, 42200, 92200</i>									40	90	23	2,5	2,5	80,5	78,0	6,7/8,0	42308A
20	47	14	1,5	1,0	14,7	13,0	15/18	2204, 12204, 32204, 42204	45	100	25	2,5	2,5	72,1	68,0	6,3/7,5	2309, 12309, 32309, 42309, 92309
25	52	15	1,5	1,0	16,8	15,5	12/15	2205, 32205	50	110	27	3,0	3,0	88,0	85,0	5,6/6,7	2310, 12310
25	52	15	1,5	1,0	28,6	27,0	12/15	42205A	50	110	27	3,0	3,0	110	104,3	5,6/6,7	32310A, 42310A
30	62	16	1,5	1,0	22,4	21,5	10/13	2206, 32206, 42206, 92206	55	120	29	3,0	3,0	102	109,5	5,0/6,0	2311, 12311, 32311, 42311, 92311
35	72	17	2,0	1,0	31,9	31,5	9,0/11	2207, 12207, 32207, 42207, 92207	60	130	31	3,5	3,5	123	125	4,8/5,6	2312, 12312, 42312, 92312
40	80	18	2,0	2,0	41,8	43,0	8,5/10	2208, 12208, 32208, 42208, 92208*	65	140	33	3,5	3,5	138	139	4,5/5,3	2313, 32313, 42313, 92313
45	85	19	2,0	2,0	44,0	46,0	7,5/9,0	2209, 32209, 42209	70	150	35	3,5	3,5	151	167	4,0/4,8	2314, 32314, 42314, 92314
									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

<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>r</i> ₁	<i>C_r</i>	<i>C</i> _{0r}	<i>n</i> · 10 ⁻³	Обозначение подшипника
мм							мин ⁻¹	
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
90	190	43	4,0	4,0	242	262	3,2/3,8	2318, 12318, 32318, 42318
Размерные серии 2400, 12400, 32400, 42400, 92400								
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	225	54	5,0	5,0	385	408	2,8/3,4	12418, 32418
Размерные серии 2500, 12500, 32500, 42500, 92500								
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	229	307,5	3,4/4,0	32519*
Размерные серии 2600, 12600, 32600, 42600, 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	32618, 42618

Таблица 20.4.2. Подшипники роликовые иглочатые однорядные (ГОСТ 4657-82)

<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i>	<i>C</i> _{0r}	<i>n</i> · 10 ⁻³	Обозначение	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i>	<i>C</i> _{0r}	<i>n</i> · 10 ⁻³	Обозначение
мм								мин ⁻¹	мм							мин^{-1}
Размерная серия 4074100															
17	35	18	0,5	27,0	35,2	6,7/8,5	4074103	25	42	17	0,5	26,3	49,8	5,0/6,3	4074905
20	42	22	1,0	31,7	61,5	6,3/8,0	4074104	35	55	20	1,0	39,0	81,1	4,0/5,0	4074907
25	47	22	1,0	35,0	73,2	5,0/6,3	4074105	60	85	25	1,5	60,8	168,5	3,2/4,0	4074912
30	55	25	1,5	46,8	99,4	4,5/5,6	4074106	65	90	25	1,5	73,1	189,2	2,5/3,2	4074913
35	62	27	1,5	52,1	128,0	4,0/5,0	4074107	75	105	30	1,5	100,0	259	2,2/2,8	4074915
40	68	28	1,5	57,9	142,1	3,4/4,3	4074108	80	110	30	1,5	83,0	272,8	2,2/2,8	4074916
45	75	30	1,5	58,8	178,5	3,2/4,0	4074109	85	120	35	2,0	110,0	365,2	2,0/2,6	4074917
50	80	30	1,5	63,0	188,5	2,6/3,2	4074110	90	125	35	2,0	114,4	391,8	2,0/2,6	4074918
55	90	35	2,0	76,7	232,2	2,6/3,2	4074111	95	130	35	2,0	116,6	406,7	1,8/2,2	4074919
60	95	35	2,0	80,4	246,7	2,2/2,8	4074112	100	140	40	2,0	127,0	486,5	1,6/2,0	4074920
Размерная серия 624490															
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
Размерная серия 4074900															
20	37	30	0,5	33,5	51,0	9,5/15	4074904	55	80	25	1,5	56,0	100	4,5/6,3	4244911*
								70	100	30	1,5	78,0	156	3,6/5,0	4244914

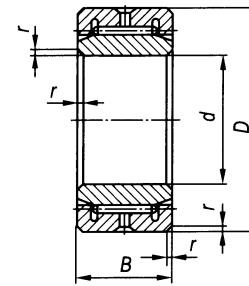


Рис. 20.4.2. Подшипник роликовый радиальный иглочатый однорядный

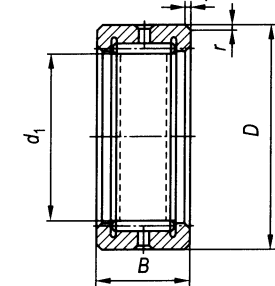


Рис. 20.4.3. Подшипник роликовый радиальный иглочатый однорядный без внутреннего кольца

Таблица 20.4.3. Подшипники роликовые иглочатые однорядные без внутреннего кольца (ГОСТ 4657-82)

<i>d</i> ₁	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i>	<i>C</i> _{0r}	<i>n</i> · 10 ⁻³	Обозначение	<i>d</i> ₁	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i>	<i>C</i> _{0r}	<i>n</i> · 10 ⁻³	Обозначение
мм								мин ⁻¹	мм							мин^{-1}
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

20.5. Подшипники роликовые радиально-упорные конические

Таблица 20.5.1. Подшипники роликовые радиально-упорные конические однорядные (ГОСТ 27365-87)

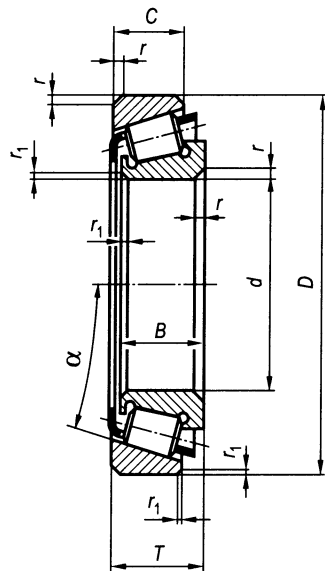


Рис. 20.5.1. Подшипник роликовый радиально-упорный конический однорядный

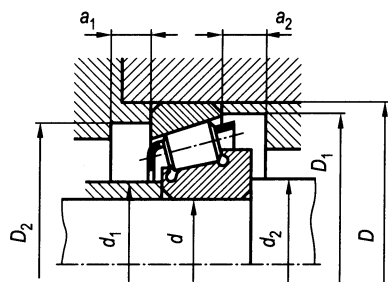


Рис. 20.5.2. Установочные размеры для роликового радиально-упорного конического однорядного подшипника

d	D	b	c	T	r	r ₁	d _{1max}	D _{1min}	a _{1min}	a _{2min}	кН		e	n · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Обозначение
											C _r	C _{0r}			
<i>Размерная серия 2007100</i>															
20	42	15	12	15	1,0	0,3	29	39	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	2007112A
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
<i>Размерная серия 2007900</i>															
65	90	17	14	17	1,5	0,5	70	87,8	3	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	0,42	3,2/4,3	2007915
<i>Размерная серия 7200</i>															
15	35	11	9	11,75	1,0	0,3	19	32	2	3	10,5	10,7	0,45	10/14	7202
17	40	12	11	13,25	1,5	0,5	22,5	37	3	3	19,0	18,6	0,35	9,0/13	7203A
20	47	14	12	15,25	1,5	0,5	26	43,5	3	3	27,5	28,0	0,35	8,0/11	7204A
25	52	15	13	16,25	1,5	0,5	31	48,5	3	3	30,8	33,5	0,37	7,5/10	7205A
30	62	16	14	17,25	1,5	0,5	37	58,5	3	3	40,2	44,0	0,37	6,3/8,5	7206A
35	72	17	15	18,25	2,0	0,8	43	68,5	4	3	51,2	56,0	0,37	5,3/7,0	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	0,41	4,5/6,0	7209
50	90	20	17	21,75	2,0	0,8	57	86,5	4	3,5	76,5	91,5	0,43	4,3/5,6	7210A
55	100	21	18	22,75	2,5	0,8	63	95,0	5	4,5	65	80,9	0,41	3,8/5,0	7211
60	110	22	19	23,75	2,5	0,8	69	105,5	5	4,5	99	114	0,40	3,4/4,5	7212A
70	125	24	21	26,25	2,5	0,8	80	120	6	5,0	125	156	0,43	3,0/4,0	7214A
75	130	26	22	27,25	2,5	0,8	85	125	6	5,0	107	147,7	0,39	2,8/3,8	7215
80	140	26	22	28,25	3,0	1,0	90	134	6	6,0	151	183	0,43	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	2,0/3,0	7218A
95	170	32	27	34,50	3,5	1,2	110	163	7	7,5	193,2	230,3	0,41	1,9/2,8	7219M
100	180	34	29	37,00	3,5	1,2	114	170	7	8,0	185	256,7	0,40	1,9/2,8	7220

20.5. Подшипники роликовые радиально-упорные конические (продолжение)

Окончание табл. 20.5.1

<i>d</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>T</i>	<i>r</i>	<i>r</i> ₁	<i>d</i> _{1max}	<i>D</i> _{1min}	<i>a</i> _{1min}	<i>a</i> _{2min}	<i>C</i> _r	<i>C</i> _{0r}	<i>e</i>	<i>n</i> · 10 ⁻³ мин ⁻¹	Обозначение	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>T</i>	<i>r</i>	<i>r</i> ₁	<i>d</i> _{1max}	<i>D</i> _{1min}	<i>a</i> _{1min}	<i>a</i> _{2min}	<i>C</i> _r	<i>C</i> _{0r}	<i>e</i>	<i>n</i> · 10 ⁻³ мин ⁻¹	Обозначение						
мм															кН		мм															кН					
<i>Размерная серия 3007200</i>																																					
25	52	22	18	22	1,5	0,5	30	49	4	4	47,3	56	0,35	6,7/9,0	3007205	85	150	36	30	38,5	3,0	1,0	96	143	7	8,5	212	285	0,43	2,2/3,2	7517A						
50	90	32	24,5	32	2,0	0,8	57	87	5	7,5	114	160	0,40	3,8/5,0	3007210A	90	160	40	34	42,5	3,0	1,0	102	153	7	8,5	251	340	0,43	2,0/3,0	7518A						
75	130	41	31	41	2,0	0,8	84	125	6	10	209	300	0,43	2,4/3,4	3007215A*	95	170	45,5	37	45,5	3,5	1,2	110	163	7	10	230	395,6	0,38	1,9/2,8	7519						
<i>Размерная серия 7300</i>																<i>Размерная серия 7600</i>																					
20	52	15	13	16,25	2,0	0,8	27	49	3	3	34,1	32,5	0,30	8/11	7304A	20	52	21	18,5	22,25	2,0	0,8	27	49	3	4	31,5	37	0,30	7,5/10,0	7604						
25	62	17	15	18,25	2,0	0,8	33	59	3	3	44,6	43,0	0,30	6,7/9	7305A	25	62	24	20	25,25	2,0	0,8	33	59	4	5	60,5	63	0,30	6,0/8,0	7605A						
30	72	19	17	20,75	2,0	0,8	38	68	3	4,5	43	49,0	0,34	5,6/7,5	7306	30	72	27	23	28,75	2,0	0,8	38	68	5	5,5	76,5	85	0,31	5,3/7,0	7606A						
35	80	21	18	22,75	2,5	0,8	43	76	5	4,5	72,1	73,5	0,31	5,0/6,7	7307A	35	80	31	25	32,75	2,5	0,8	43	76	5	7,5	95,2	106	0,31	4,8/6,3	7607A						
40	90	23	20	25,25	2,5	0,8	50	86	5	5	91,4	102	0,35	4,3/5,6	7308A	40	90	33	27	35,25	2,5	0,8	50	86	5	8	123	150	0,35	4,3/5,6	7608A						
45	100	26	22	27,25	2,5	0,8	55	95	5	5	83	99,7	0,28	4,0/5,3	7309	45	100	36	30	38,25	2,5	0,8	55	95	5	8	140	170	0,35	3,6/4,8	7609A						
50	110	27	23	29,25	3,0	1,0	61	105	5	6	125	140	0,35	3,6/4,8	7310A	50	110	40	33	42,25	3,0	1,0	61	105	5	9	172	212	0,35	3,2/4,3	7610AM						
55	120	29	25	31,5	3,0	1,0	67	114	5	6,5	142	163	0,35	3,2/4,3	7311A	55	120	43	35	45,50	3,0	1,0	67	114	5	10	198	250	0,35	3,0/4,0	7611A						
60	130	31	27	33,5	3,5	1,2	72	124	5	7,5	128	160,4	0,30	3,0/4,0	7312	60	130	46	37	48,50	3,5	1,2	72	124	6	11,5	229	290	0,35	2,6/3,6	7612A						
65	140	33	28	36	3,5	1,2	78	132	6	8	194	228	0,30	2,6/3,6	7313A	65	140	48	39	51	3,5	1,2	78	132	6	12	264	335	0,35	2,5/3,4	7613A						
70	150	35	30	38	3,5	1,2	83	142	6	8	220	260	0,35	2,4/3,4	7314A	70	150	51	42	54	3,5	1,2	83	142	7	12	297	380	0,35	2,2/3,2	7614A						
75	160	37	31	40	3,5	1,2	91	152	6	9	246	290	0,35	2,2/3,2	7315A	75	160	55	45	58	3,5	1,2	91	152	7	13	336	440	0,35	2,0/3,0	7615A						
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	64	53	67,5	4,0	1,5	108	178	7	13,5	457	610	0,35	1,7/2,4	7618A						
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	73	60	77,5	4,0	1,5	121	202	12	14,5	572	780	0,35	1,6/2,2	7620A						
100	215	47	39	51,50	4,0	1,5	121	202	7	12,5	290	448,7	0,318	1,7/2,4	7320	<i>Размерная серия 27300 (с большим углом конуса)</i>																					
<i>Размерная серия 7500</i>																30	72	19	14	20,75	2,0	0,8	38	68	3	6,5	35	43	0,72	5,0/6,3	27306						
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						
35	72	23	20	24,25	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	27310HA						
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						
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	65	140	33	28	36	3,5	1,2	78	124	6	13	190	240,4	0,83	2,6/3,6	27313A1						
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						
65	120	31	27	32,75	2,5	0,8	75	115	6	5,5	119	172,3	0,37	3,0/4,0	7513	<i>Размерная серия 1027300 (с большим углом конуса)</i>																					
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	1027305A						
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	1027307A						
80	140	33	28	35,25	3,0	1,0	90	134	6	7	187	245	0,43	2,4/3,4	7516A	70	150	35	25	38	3,5	1,2	85	141	5	13	187	220	0,83	2,0/3,0	1027314A						

20.5. Подшипники роликовые радиально-упорные конические (окончание)

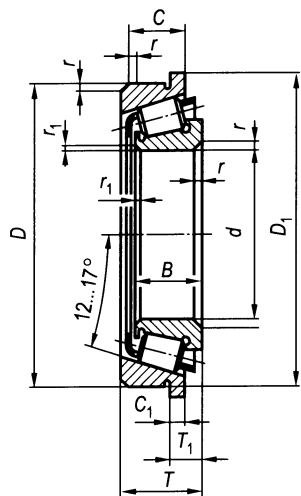


Рис. 20.5.3. Подшипник роликовый радиально-упорный конический однорядный с бортом на наружном кольце

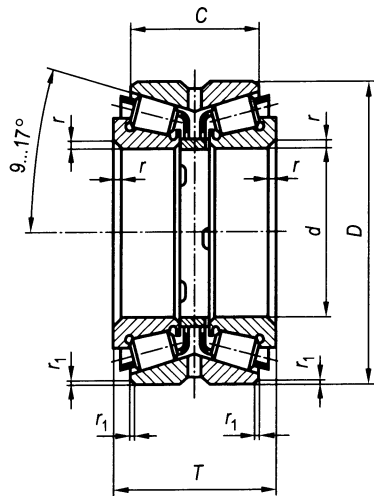


Рис. 20.5.4. Подшипник роликовый радиально-упорный конический двухрядный

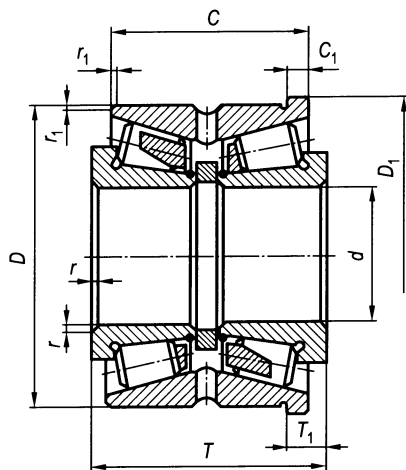


Рис. 20.5.5. Подшипник роликовый радиально-упорный конический двухрядный с бортом на наружном кольце

Таблица 20.5.2. Подшипники роликовые радиально-упорные конические однорядные с бортом на наружном кольце (ГОСТ 27365–87)

d	D	D ₁	T	B	C	T ₁	C ₁	r	r ₁	C _r	C _{0r}	e	n · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Обозначение
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	C	T	r	r ₁	C _r	C _{0r}	e	n · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Обозначение
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	T	T ₁	C	C ₁	r	r ₁	C _r	C _{0r}	e	n · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Обозначение
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, $\alpha = 60^\circ$)

d	D	H	r	r_1	C_a	C_{0a}	e	Обозначение
мм					кН			
<i>Размерная серия 78200</i>								
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
<i>Размерная серия 78300</i>								
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

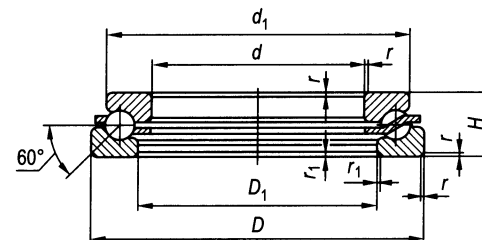


Рис. 20.6.1. Подшипник шариковый упорно-радиальный одинарный

Таблица 20.6.2. Подшипники шариковые упорно-радиальные одинарные нестандартные

d	D	H	d_1	D_1	r	C_a	C_{0a}	e	$n \cdot 10^{-3}$, мин ⁻¹	Обозначение
мм					кН					
90	120	22	112	98	1,5	50,6	139,6	2,17	2,9/3,9	168118
120	155	25	145	129	1,5	75,9	226,8	2,17	2,4/3,4	168124
150	190	31	180	160	1,5	107,0	341,5	2,17	2,0/3,0	168130
160	200	311	190	170	1,5	110,3	366,4	2,17	1,9/2,8	168132*

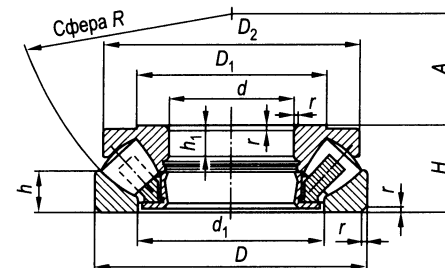


Рис. 20.6.2. Подшипник роликовый упорно-радиальный сферический

Таблица 20.6.3. Подшипники роликовые упорно-радиальные сферические (ГОСТ 9942-80)

d	D	D_1	D_2	d_1	H	h	h_1	A	r	C_a	C_{0a}	$n \cdot 10^{-3}$, мин ⁻¹	Обозначение
мм										кН			
60	130	91	123	89	42	20	15	38	2,5	345	450	2,6	9039412
70	150	106	142	103	48	23	17	44	3,0	449	585	2,2	9039414
80	170	120	162	117	54	26	19	50	3,5	575	735	2,0	9039416
85	180	150	170	125	58	28	21	54	3,5	633	850	1,9	9039417
100	210	—	200	146	67	32	24	62	4,0	863	1200	1,6	9039420
140	280	230	268	199	85	41	31	86	5,0	1400	1750	0,8	9039428

Примечание. Предельная частота вращения указана при использовании жидкого смазочного материала.

20.7. Подшипники шариковые упорные

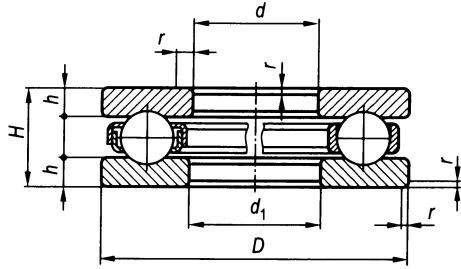


Рис. 20.7.1. Подшипник шариковый упорный одинарный
размерных серий 1008000 и 8000H ($d_1 \geq d+2$)

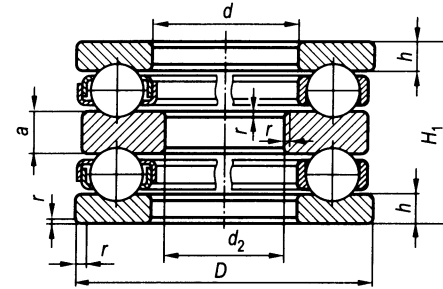


Рис. 20.7.2. Подшипник шариковый упорный двойной
размерной серии 38000H

Таблица 20.7.1. Подшипники шариковые упорные одинарные (ГОСТ 7872-89) и двойные (ГОСТ 7872-89)

d	d ₂	D	H	H ₁	h	a	r	C _a C _{0a}		n · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Обозначение	d	d ₂	D	H	H ₁	h	a	r	C _a C _{0a}		n · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Обозначение
								кН												кН			
мм												мм											
<i>Размерная серия 1008900</i>																							
25	-	37	8	-	2,3	-	0,5	8,1	15,8	5,0/6,7	1008905	30	25	52	16	29	4,8	7	1,0	25,5	47,5	3,6/4,3	8206H, 38206H
30	-	42	8	-	2,3	-	0,5	8,7	18,7	4,8/6,3	1008906	35	30	62	18	34	5,0	8	1,5	35,1	67	3,0/4,0	8207H, 38207H
35	-	47	8	-	2,3	-	0,5	8,9	19,7	4,5/6,0	1008907	40	30	68	19	36	5,2	9	1,5	46,8	98	2,8/3,8	8208H, 38208H
40	-	52	9	-	2,6	-	0,5	8,0	18,7	4,3/5,6	1008908	45	35	73	22	37	5,7	9	1,5	41,0	89	2,6/3,6	8209H, 38209H
60	-	75	10	-	2,7	-	0,5	18,1	58,5	3,2/4,3	1008912	50	40	78	22	39	6,3	9	1,5	49,4	106	2,4/3,4	8210H, 38210H
75	-	90	10	-	2,7	-	0,5	16,6	55,7	2,8/3,8	1008915	55	45	90	25	45	7,1	10	1,5	63,7	134	1,9/2,8	8211H, 38211H
90	-	105	10	-	2,7	-	0,5	17,5	65,6	2,2/3,2	1008918	60	50	95	26	46	7,3	10	1,5	65,0	150	1,9/2,8	8212H, 38212H
<i>Размерная серия 8100</i>																							
20	-	35	10	-	2,7	-	0,5	12,7	21,2	5,6/7,5	8104H	65	-	100	27	-	8,0	-	1,5	66,3	150	1,8/2,6	8213H
25	-	42	11	-	3,2	-	1,0	15,9	29,0	4,8/6,3	8105H	70	55	105	27	47	8,0	10	1,5	70,0	160	1,8/2,6	8214H, 38214H
30	-	47	11	-	3,2	-	1,0	16,8	33,5	4,5/6,0	8106H	75	-	110	27	-	8,0	-	1,5	71,5	170	1,7/2,4	8215H
35	-	52	12	-	3,6	-	1,0	17,4	37,5	4,3/5,6	8107H	80	65	115	28	48	8,3	10	1,5	80,0	190	1,7/2,4	8216H, 38216H
40	-	60	13	-	3,6	-	1,0	23,4	50,0	3,8/5,0	8108H	85	70	125	31	55	8,8	12	1,5	97,5	250	1,6/2,2	8217H, 38217H
45	-	65	14	-	4,1	-	1,0	24,2	57,0	3,4/4,5	8109H	90	-	135	35	-	10,5	-	2,0	11,9	300	1,5/2,0	8218H
50	-	70	14	-	4,1	-	1,0	25,5	63,0	3,2/4,3	8110H	<i>Размерные серии 8300 и 38300</i>											
55	-	78	16	-	4,6	-	1,0	30,7	81,5	2,8/3,8	8111H	25	-	52	18	-	5,0	-	1,5	34,5	55	3,4/4,5	8305H
60	-	85	17	-	5,0	-	1,5	35,8	90,0	2,6/3,6	8112H	30	-	60	21	-	6,0	-	1,5	40,3	66,5	2,8/3,8	8306H
65	-	90	18	-	5,2	-	1,5	37,1	102	2,4/3,4	8113H	35	30	68	24	44	7,6	10	1,5	49,4	88	2,4/3,4	8307H, 38307H*
70	-	95	18	-	5,2	-	1,5	38,0	111	2,4/3,4	8114H	40	-	78	26	-	8,2	-	1,5	61,8	112	2,0/3,0	8308H
75	-	100	19	-	5,6	-	1,5	44,2	137	2,2/3,2	8115H	45	-	85	28	-	9,1	-	1,5	76,1	140	1,9/2,8	8309H
80	-	105	19	-	5,6	-	1,5	44,9	140	2,0/3,0	8116H	50	-	95	31	-	10,1	-	2,0	88,4	173	1,8/2,6	8310H
85	-	110	19	-	5,6	-	1,5	46,2	150	2,0/3,0	8117H	55	-	105	35	-	10,1	-	2,0	112	213	1,6/2,2	8311H
90	-	120	22	-	6,5	-	1,5	59,2	190	1,8/2,6	8118H	60	-	110	35	-	10,5	-	2,0	112	213	1,6/2,2	8312H
<i>Размерные серии 8200 и 38200</i>												65	-	115	36	-	12,0	-	2,0	114	249	1,5/2,0	8313H
20	15	40	14	26	40	6	1,0	22,5	37,5	4,5/6,0	8204H, 38204H	70	-	125	40	-	13,0	-	2,0	135	300	1,4/1,9	8314H
25	20	47	15	28	42	7	1,0	27,6	50	4,0/5,3	8205H, 38205H	75	-	135	44	79	13,0	18	2,5	163	360	1,2/1,7	8315H
												80	65	140	44	-	13,0	-	2,5	159	360	1,2/1,7	8316H, 38316H
												90	-	155	50	-	14,5	-	2,5	199	465	1,0/1,5	8318H

20.8. Способы установки и закрепления подшипников

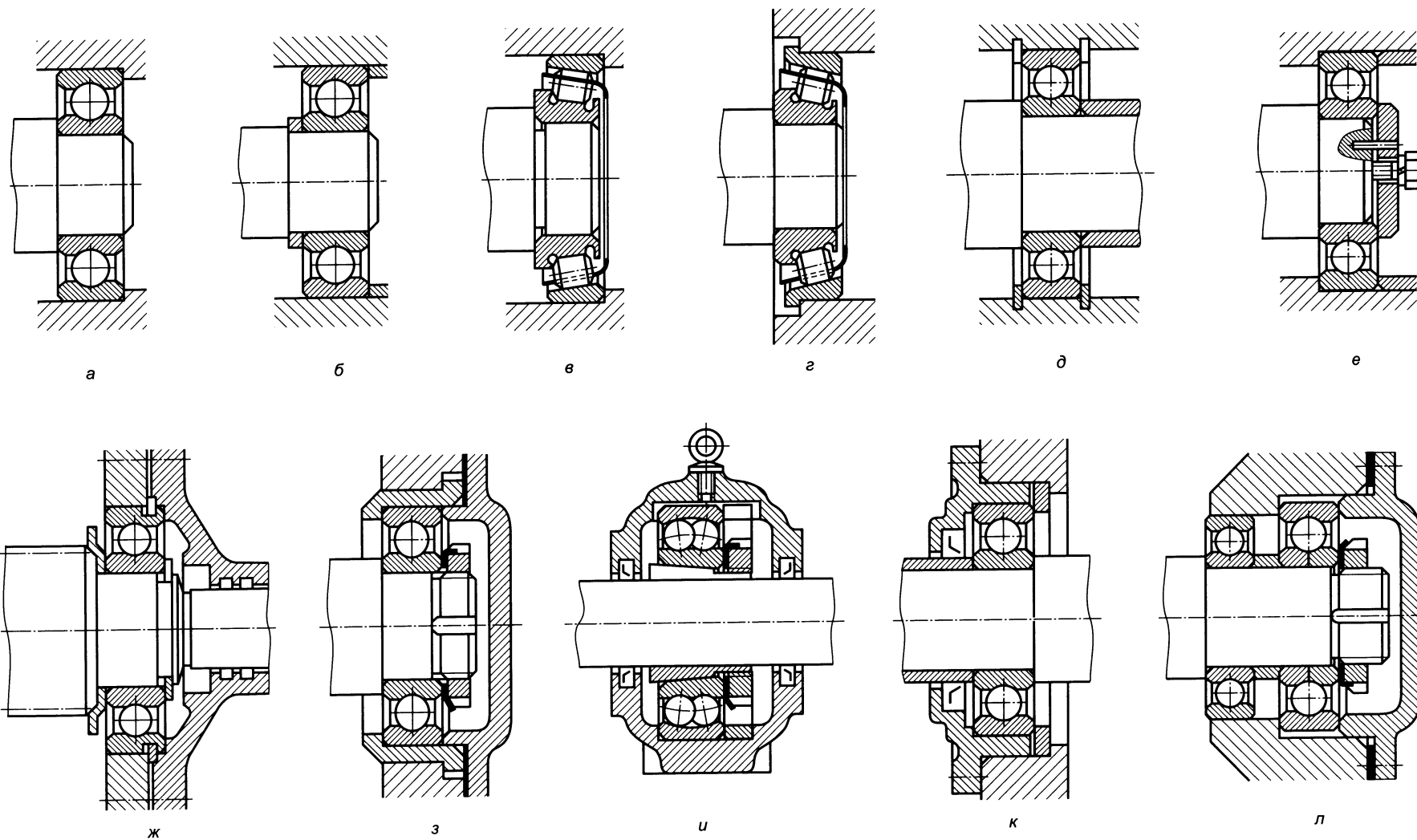


Рис. 20.8.1. Примеры закрепления подшипников на валу, осях и в корпусе

20.9. Установочные размеры и осевые зазоры в подшипниках

Таблица 20.9.1. Минимальный боковой зазор a для подшипника, мм

d	a
12–50	2
55–120	3
125–240	4

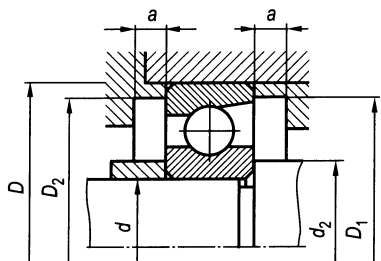
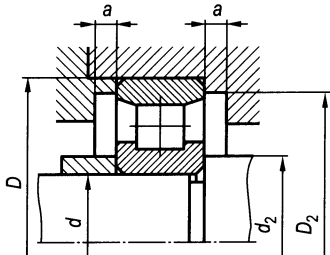
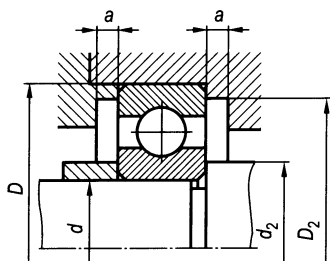


Рис. 20.9.1. Установочные размеры

Таблица 20.9.2. Размеры элементов вала (корпуса), мм

Координата фаски подшипника $r_{\text{НОМ}}$	Наибольшая галтель вала (корпуса) R_{max}	Высота заплечиков вала (корпуса) h_{min}^*
0,3–0,5	0,2	1,0
0,8	0,5	2,0
1,0	0,6	2,5
>1,0	$0,6r_{\text{НОМ}}$	$1,8r_{\text{НОМ}}$

* Для вала $h_{\text{min}} = 0,5(d_2 - d)$, для корпуса $h_{\text{min}} = 0,5(D - D_2)$; $h_{\text{min}} = 0,5(D - D_1)$.

Таблица 20.9.3. Осевые зазоры для регулируемых радиально-упорных шариковых подшипников

d , мм	Осевой зазор*, мкм, при номинальном угле контакта α , равном		l_{max}^{**}
	10–16°	≥20°	
До 30	20 ... 40 / 30 ... 50	10 ... 20 / –	8d
Св. 30 до 50	30 ... 50 / 40 ... 70	15 ... 30 / –	7d
» 50 » 80	40 ... 70 / 50 ... 100	20 ... 40 / –	6d
» 80 » 120	50 ... 100 / 60 ... 150	30 ... 50 / –	5d

* В числителе для сдвоенных подшипников, в знаменателе для разнесенных подшипников.

** Наибольшее расстояние между разнесенными подшипниками.

Таблица 20.9.4. Осевые зазоры для регулируемых конических радиально-упорных роликовых подшипников

d , мм	Осевой зазор*, мкм, при номинальном угле конуса α , равном		l_{max}^{**}
	10–16°	≥20°	
До 30	20 ... 40 / 40 ... 70	–	14d
Св. 30 до 50	40 ... 70 / 50 ... 100	20 ... 40 / –	12d
» 50 » 80	50 ... 100 / 80 ... 150	30 ... 50 / –	11d
» 80 » 120	80 ... 150 / 120 ... 200	40 ... 70 / –	10d

* В числителе для сдвоенных подшипников, в знаменателе для разнесенных подшипников.

** Наибольшее расстояние между разнесенными подшипниками.

20.10. Кольца пружинные упорные наружные

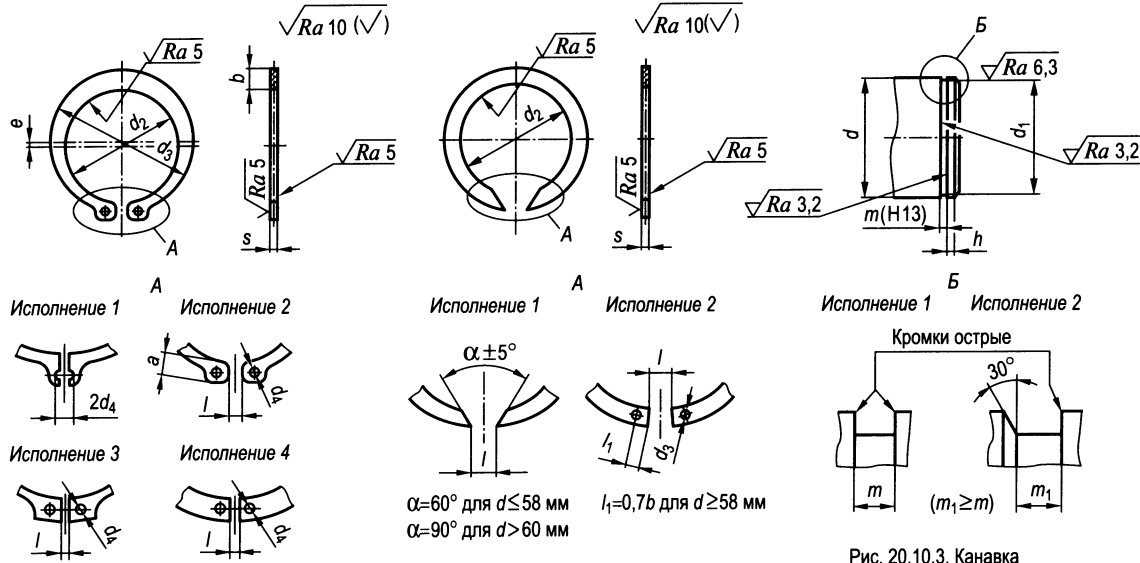


Рис. 20.10.1. Кольцо эксцентрическое

Рис. 20.10.2. Кольцо концентрическое

Рис. 20.10.3. Канавка под упорное кольцо на валу

Таблица 20.10.1. Плоские эксцентрические кольца (ГОСТ 13942–86) и канавки под них, мм

Вал d	Кольцо								Канавка			F _a [*] кН	Вал d	Кольцо								Канавка			F _a [*] кН
	d ₂	d ₃	d ₄	s	b	a	l	e	d ₁	m	h			d ₂	d ₃	d ₄	s	b	a	l	e	d ₁	m	h	
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	120	113,0	128,4	4,0	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	14,2	130	122,5	138,3	4,0	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	17,1	135	127,5	143,9	4,0	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	26,7	140	132,5	149,3	4,0	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	39,0	145	137,5	154,9	4,0	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	42,9	150	142,5	160,5	4,0	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	160	152,5	170,7	4,0	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	68,8	165	157,0	175,8	4,0	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	74,7	170	162,0	181,6	4,0	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	175	167,0	186,6	4,0	3,0	12,9	–	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	180	172,0	192,8	4,0	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	185	177,0	197,8	4,0	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	190	182,0	203,8	4,0	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													

* Допускаемая осевая сила.

Таблица 20.10.2. Плоские концентрические кольца (ГОСТ 13940–86) и канавки под них, мм

Вал d	Кольцо					Канавка			F _a [*] кН
	d ₂	d ₃	s	b	l	d ₁	m	h	
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
190	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	387

* Допускаемая осевая сила.

20.11. Кольца пружинные упорные внутренние

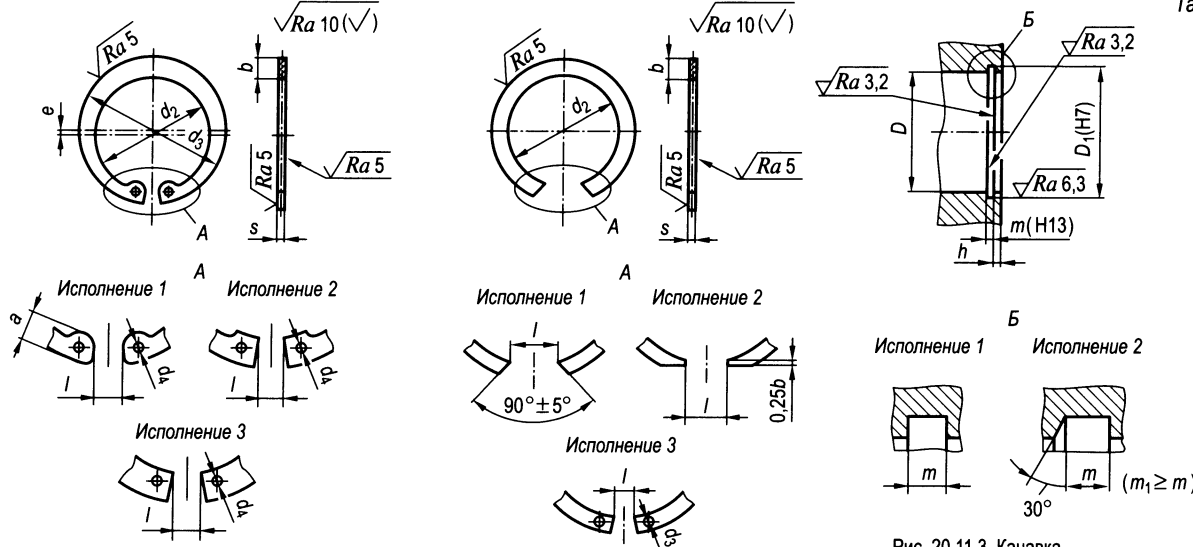


Рис. 20.11.1. Кольцо эксцентрическое

Рис. 20.11.2. Кольцо концентрическое

Рис. 20.11.3. Канавка под упорное кольцо в корпусе

Таблица 20.11.2. Плоские концентрические кольца (ГОСТ 13941–86) и канавки под них, мм

Отверстие D	Кольцо					Канавка			F _a [*] , кН
	d ₂	d ₃	s	b	l	D ₁	m	h	
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
32	34,5	—	1,2	2,5	9,0	33,8	1,4	2,7	23,5
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
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
62	66,2	—	1,7	5,0	16	65,0	1,9	4,5	74,7
65	69,2	—	1,7	5,0	16	68,0	1,9	4,5	78,2
68	72,5	—	1,7	5,0	16	71,0	1,9	4,5	81,7
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
78	82,5	2,0	2,0	6,0	18	81,0	2,2	4,5	93,5
80	85,5	2,0	2,0	6,0	18	83,5	2,2	5,3	112
85	90,5	2,0	2,0	6,0	20	88,5	2,2	5,3	119
90	95,5	2,0	2,0	6,0	20	93,5	2,2	5,3	126
95	100,5	2,0	2,0	6,0	20	98,5	2,2	5,3	133
98	103,5	2,0	2,0	6,0	20	101,5	2,2	5,3	137
100	105,5	2,0	2,0	6,0	20	103,5	2,2	5,3	139
105	111,0	2,5	2,5	7,0	22	109,0	2,8	6,0	168
110	116,0	2,5	2,5	7,0	22	114,0	2,8	6,0	176
115	121,5	2,5	2,5	7,0	22	119,0	2,8	6,0	183
120	126,5	2,5	2,5	7,0	22	124,0	2,8	6,0	191
125	131,5	2,5	2,5	7,0	22	129,0	2,8	6,0	197
130	136,5	2,5	2,5	8,0	24	134,0	2,8	6,0	207
140	146,5	2,5	2,5	8,0	24	144,0	2,8	6,0	222
145	151,5	2,5	2,5	8,0	24	149,0	2,8	6,0	230
150	157,5	3,0	3,0	8,5	28	155,0	3,4	7,5	298
160	167,5	3,0	3,0	8,5	28	165,0	3,4	7,5	319
165	172,5	3,0	3,0	8,5	28	170,0	3,4	7,5	328
175	182,5	3,0	3,0	9,5	28	180,0	3,4	7,5	348
180	188,0	3,0	3,0	9,5	28	185,0	3,4	7,5	358
190	198,0	3,0	3,0	9,5	28	195,0	3,4	7,5	377
200	208,0	3,0	3,0	9,5	30	205,0	3,4	7,5	394
...									

Таблица 20.11.1. Плоские эксцентрические кольца (ГОСТ 13943–86) и канавки под них, мм

Отверстие D	Кольцо								Канавка			F _a [*] , кН
	d ₂	d ₃	d ₄	s	b	a	l	e	D ₁	m	h	
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
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
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
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
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
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
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
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
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
35	37,8	32,8	2,5	1,2	3,4	5,4	10	0,9	37,0	1,4	3,0	28,2
37	39,8	34,6	2,5	1,2	3,6	5,5	10	1,0	39,0	1,4	3,0	29,8
40	43,5	37,7	2,5	1,7	3,9	5,8	12	1,0	42,5	1,9	3,8	40,4
42	45,5	39,3	2,5	1,7	4,1	5,9	12	1,0	44,5	1,9	3,8	43,0
45	48,5	42,1	2,5	1,7	4,2	6,2	14	1,0	47,5	1,9	3,8	45,2
47	50,6	44,0	2,5	1,7	4,4	6,4	14	1,1	49,5	1,9	3,8	47,2
52	56,2	49,4	2,5	1,7	4,7	6,7	16	1,3	55,0	1,9	4,5	62,9
55	59,2	51,8	2,5	1,7	5,0	6,8	16	1,3	58,0	1,9	4,5	66,4
58	62,2	54,4	2,5	1,7	5,2	6,9	16	1,3	61,0	1,9	4,5	69,6
62	66,2	57,8	2,5	1,7	5,5	7,3	16	1,3	65,0	1,9	4,5	74,7
65	69,2	60,2	3,0	1,7	5,8	7,6	16	1,3	68,0	1,9	4,5	78,2
68	72,5	62,9	3,0	1,7	6,1	7,8	16	1,3	71,0	1,9	4,5	81,7
72	76,5	66,7	3,0	1,7	6,4	7,8	18	1,5	75,0	1,9	4,5	86,4
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.

* Допускаемая осевая сила.

20.12. Втулки закрепительные

Таблица 20.12.1. Обозначение и размеры втулок закрепительных (ГОСТ 24208–80), мм

Обозначение			L, мм			d	d ₁	d ₂	b	b ₁	D	l
I	II	III	I	II	III							
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

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.

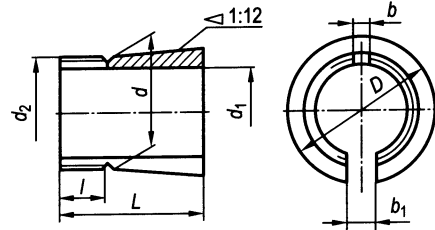


Рис. 20.12.1. Втулка закрепительная

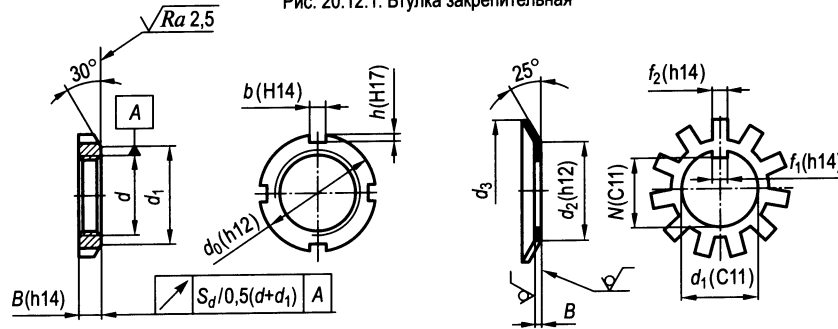


Рис. 20.12.2. Гайка

Рис. 20.12.3. Шайба стопорная

Таблица 20.12.2. Обозначение и размеры гаек (ГОСТ 8530–90), мм

Обозначение	d	d ₀	d ₁	B	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
KM6	M30×1,5	45	38	7	5	2,0	0,04
KM7	M35×1,5	52	44	8	5	2,0	0,04
KM8	M40×1,5	58	50	9	6	2,5	0,04
KM9	M45×1,5	65	56	10	6	2,5	0,04
KM10	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
KM18	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	B	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

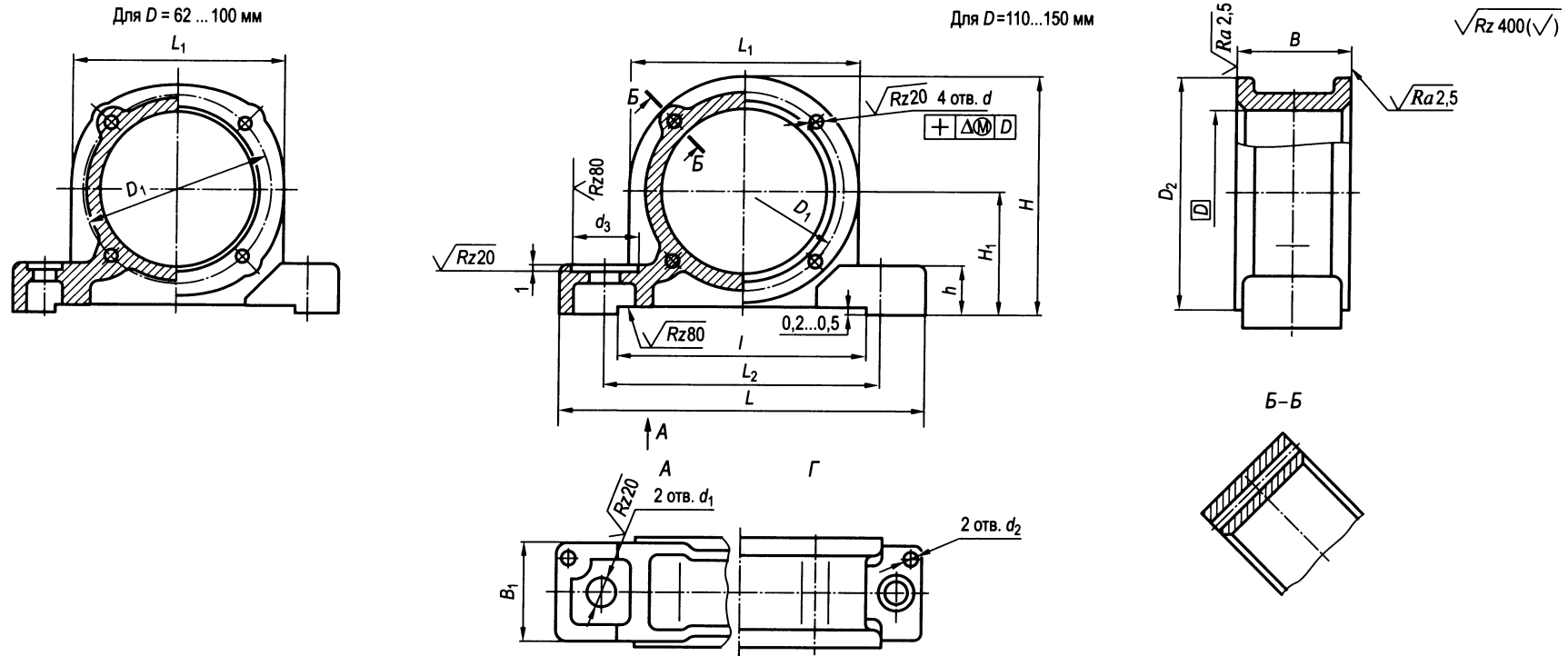


Таблица 20.13.1. Корпуса типа ШМ подшипников качения (ГОСТ 13218.1-80), мм

Обозначение корпуса	D	D_1	d	Δ	d_1	d_2	d_3	$L_2 \pm 0,2$	B	B_1	L	$L_1 = D_2$	l	H	$H_1 \pm 0,05$	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)

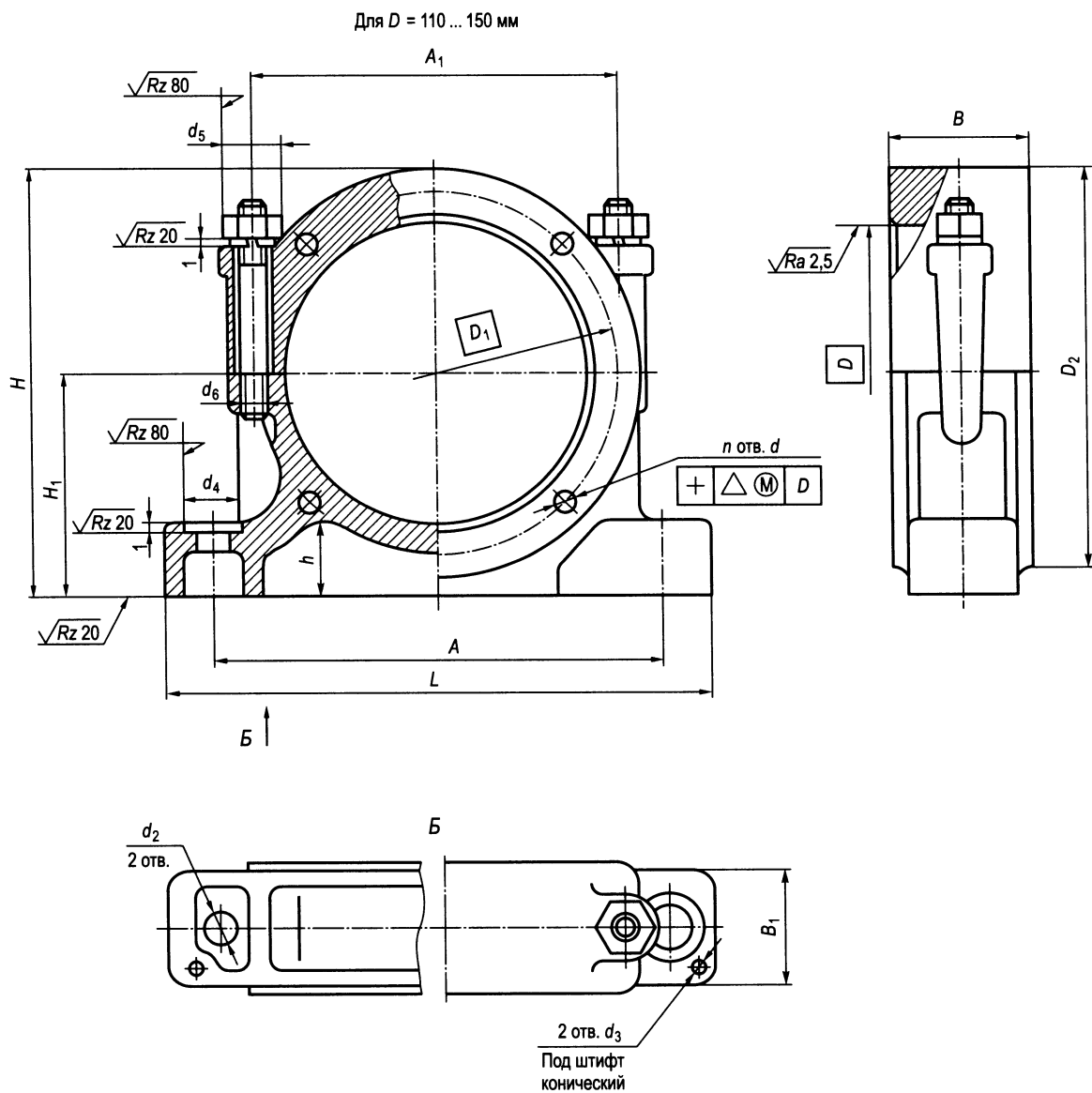
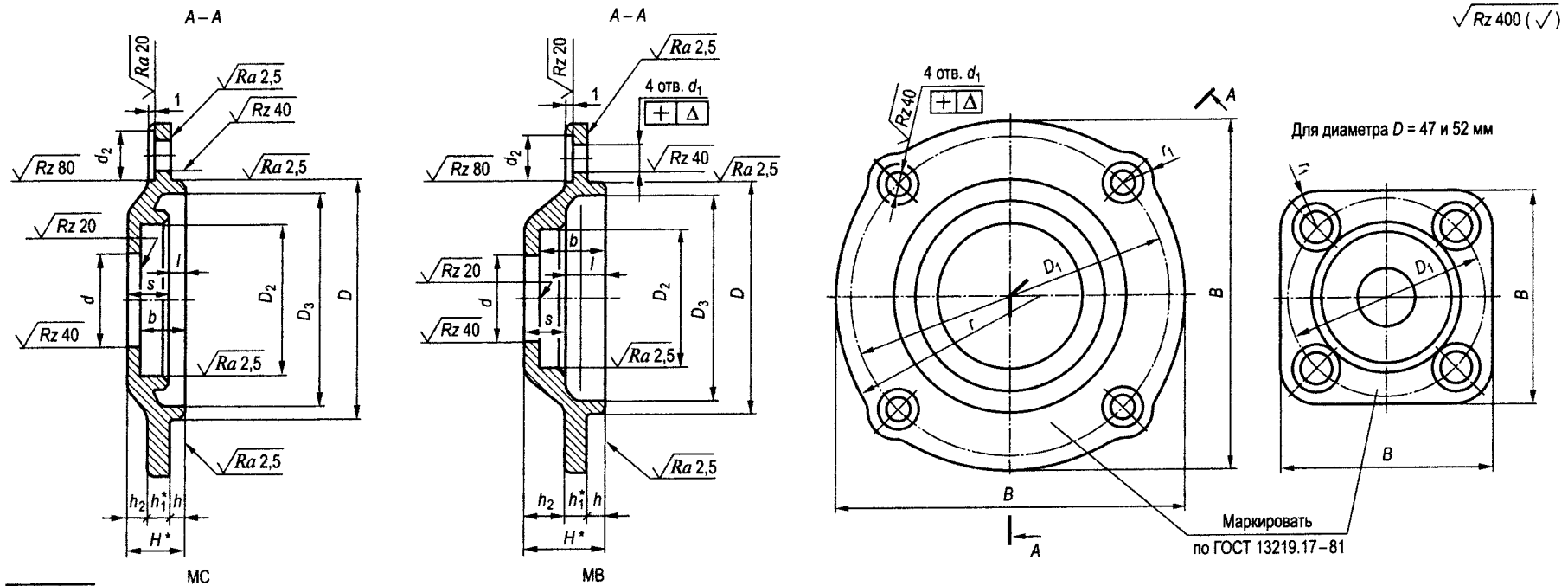


Таблица 20.13.2. Корпуса серии ШМ подшипников качения диаметром 47...150 мм (ГОСТ 13218-80), мм

Обозначение корпуса	D	D_1	D_2	d	A_1	n	d_2	d_3	d_4	d_5	A	B	B_1	L	H	$H_1 + 0,05$	h	d_6
РШ 110	110	130	155	11	130	4	17	8	32	30	$180 \pm 0,2$	55	45	235	157,5	80	80	M16
РШ 120	120	145	175	13	145	4	17	8	32	30	$195 \pm 0,2$	58	48	245	179,5	92	92	M16
РШ 130	130	155	185	13	155	4	17	110	32	30	$210 \pm 0,2$	65	62	260	190,5	98	34	M16
РШ 140	140	165	195	13	165	4	22	110	40	30	$235 \pm 0,2$	68	62	290	199,5	102	34	M16
РШ 150	150	180	210	13	180	4	22	110	40	30	$250 \pm 0,2$	70	62	330	215,0	110	40	M16

20.14. Крышки корпусов подшипников качения



* Размеры для справок.

Таблица 20.14.1. Крышки торцовые средние (MC) (ГОСТ 13219.7-81) и высокие (MB) (ГОСТ 13219.9-81) с манжетным уплотнением, мм

Обозначение крышки	b	h	h ₂	l	D (h9)	d _{ном} *	d H12	D ₁	D ₂ (H9)	D ₃	d ₁	d ₂	Δ	B	h	h ₁	s	r	r 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)	22 (34)	26 (38)	14 (26)	11 (23)	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 P/C	Режим работы
До 0,07 Св. 0,07 до 0,15 » 0,15 » 0,50	Легкий Нормальный Тяжелый

Таблица 20.15.2. Рекомендуемые поля допусков валов для подшипников классов точности 0 и 6

Нагружение внутреннего кольца	Режим работы	Поле допуска
Циркуляционное	Легкий Легкий, нормальный Тяжелый	js js5, k6, k5 m6, n6
Местное	Легкий, нормальный Нормальный, тяжелый	g6 g6, h6
Колебательное	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

$d(D)$, мм	Биение заплечиков, мкм, не более	
	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	46
» 80 » 120	35	54

Таблица 20.15.5. Допуски перпендикулярности базисуемых торцов заплечиков валов и корпусов

$d(D)$, мм	Допуск, мкм, не более, для подшипников	
	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

Тип подшипника	Допуск, мкм, на 1 мм длины	
	вала	корпуса
Радиальный шариковый	0,4	0,8
Радиально-упорный шариковый	0,3	0,6
Радиальный с короткими цилиндрическими роликами	0,1	0,2
Радиально-упорный роликовый	0,1	0,2
Игольчатый роликовый	0,05	0,1
Сферический двухрядный	0,6	1,2

Таблица 20.15.7. Допуски цилиндричности посадочных поверхностей для подшипников класса точности 0

$d(D)$, мм	Допуск, мкм, не более, для качества		
	5	6	7
Св. 10 до 18	4	5	9
» 18 » 30	4	6	10
» 30 » 50	5	8	12
» 50 » 80	6	9	15
» 80 » 120	7	11	17
» 120 » 180	9	12	20
» 180 » 250	10	14	23

Таблица 20.15.8. Максимальная шероховатость поверхностей деталей для посадки подшипников класса точности 0

$d(D)$, мм	Ra , мкм, для		
	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

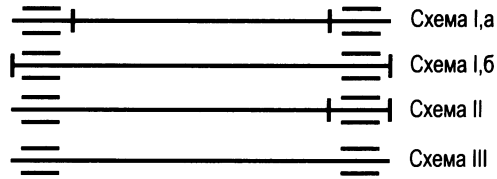


Рис. 20.16.1. Типовые схемы закрепления валов и осей

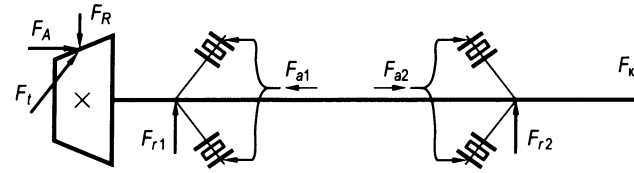


Рис. 20.16.2. Расчетная схема для определения осевых реакций опор

Таблица 20.16.1. Значения коэффициента минимальной осевой нагрузки e'

Типы подшипников	e'
Конический радиально-упорный	0,83e
Шариковый радиально-упорный:	
$\alpha = 12^\circ$	$0,57 (F_r / C_{0r})^{0,22}$
$\alpha = 15^\circ$	$0,58 (F_r / C_{0r})^{0,14}$
$\alpha \geq 18^\circ$	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	L_h , 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

Таблица 20.16.3. Значения e, X, Y для радиальных и радиально-упорных шариковых подшипников

$\alpha, ^\circ$	e	Однорядные				Двухрядные			
		$F_a / (VF_r) \leq e$		$F_a / (VF_r) > e$		$F_a / (VF_r) \leq e$		$F_a / (VF_r) > e$	
		X	Y	X	Y	X	Y	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 f_0 определяют по формулам

$$f_0 = 14,7 + 20 f_g \text{ при } f_g \leq 0,09; f_0 = 18,7 - 23,3 f_g \text{ при } f_g > 0,09,$$

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

Тип подшипников	Однорядные				Двухрядные			
	$F_a / (VF_r) \leq e$		$F_a / (VF_r) > e$		$F_a / (VF_r) \leq e$		$F_a / (VF_r) > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Радиально-упорные конические роликовые	1	0	0,4	$0,60/e$	1	$0,68/e$	0,67	$1,0/e$
Шариковые самоустанавливающиеся	1	0	0,4	$0,60/e$	1	$0,63/e$	0,65	$0,98/e$
Роликовые самоустанавливающиеся	1	0	0,4	$0,60/e$	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

Тип подшипников	Одинарные		Двойные			
	$F_a/(VF_r) > e$		$F_a/(VF_r) \leq e$		$F_a/(VF_r) > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y
Шариковые с углом контакта $\alpha = 60^\circ$ и $e = 2,17$	0,92	1	1,9	0,54	0,92	1
Роликовые	0,67	1	e	0,67	0,67	1

Примечание. При $F_a/(VF_r) \leq e$ одинарные подшипники не применяют.

Таблица 20.16.6. Значения коэффициента K_d

Характер нагрузки	Область применения	K_d
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 адьюстаж прокатных станов. Мощные вентиляторы	1,8 – 2,5
То же до 300%	Тяжелые ковочные машины. Лесопильные рамы. Холодильное оборудование. Валки и роликовые контейнеры крупносортовых станов, блюмингов и слябингов	2,5 – 3,0

Таблица 20.16.7. Значения температурного коэффициента K_T

$t, ^\circ\text{C}$	≤ 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 a_{23}

Тип подшипников	Условия применения*		
	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.

Таблица 20.16.9. Значения коэффициента эквивалентности K_E

Типовой режим нагружения	Обозначение	K_E
Постоянный	0	1,00
Тяжелый	I	0,80
Средний равновероятный	II	0,63
Средний нормальный	III	0,56
Легкий	IV	0,50
Особо легкий	V	0,49

Таблица 20.16.10. Значения коэффициентов статической нагрузки X_0 и Y_0

Типы подшипников	Однорядные		Двухрядные	
	X_0	Y_0	X_0	Y_0
Шариковые радиальные	0,6	0,5	0,6	0,5
Шариковые радиально-упорные	0,5	$0,55 - 0,33\text{tg}\alpha$	1,0	$1,1 - 0,70\text{tg}\alpha$
Конические радиально-упорные	0,5	$0,33/e$	1,0	$0,66/e$
Шариковые и роликовые сферические (самоустанавливающиеся)	–	–	1,0	$0,66/e$
Упорно-радиальные	$2,3 \text{tg}\alpha$	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 перекося 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 $\sigma_B = 8,0$ 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 σ_B 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 $<1,5^\circ$. 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 I упругий элемент состоит из пакета пластин, расположенных радиально и закрепленных в одной полумуфте. При этом внешние концы пакетов входят в пазы трапецидального 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. Наконечник 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 торцевых поверхностях снабжены выступами-кулачками. Прямоугольный профиль применяется в муфтах для ручного включения при останавленных валах. Осевая составляющая силы от давления на кулачках не возникает. Трапецидальный 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 трапецидальным 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, а при расцеплении муфты промежуточная втулка центрируется по пояску на левой полумуфте, а на рис. 21.4.6, б 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 1 (см. рис. 21.5.1, а) изготавливают из стали 40Х 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, б). 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 1, 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, перемещающая 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, перемещающей нажимную шайбу 7 по шлицам. Шпонка 2 и пружинное 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 ва-

лом. 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 немецкой 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, звездочка 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 $D_{п.у}$ предохранительного устройства больше, чем диаметр $D_{к.м}$ 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 3 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 3 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 1 выполнены на сменной втулке 2, посаженной на ступицу полумуфты 1 с натягом. Возможно соединение сменной втулки 2 с полумуфтой 1 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, *б* 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, *а, в*, 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, *а, б*) позволяют создать муфту с меньшим осевым размером, чем при использовании неразрезной оболочки (см. рис. 21.8.18, *в*).

21.1. Муфты глухие

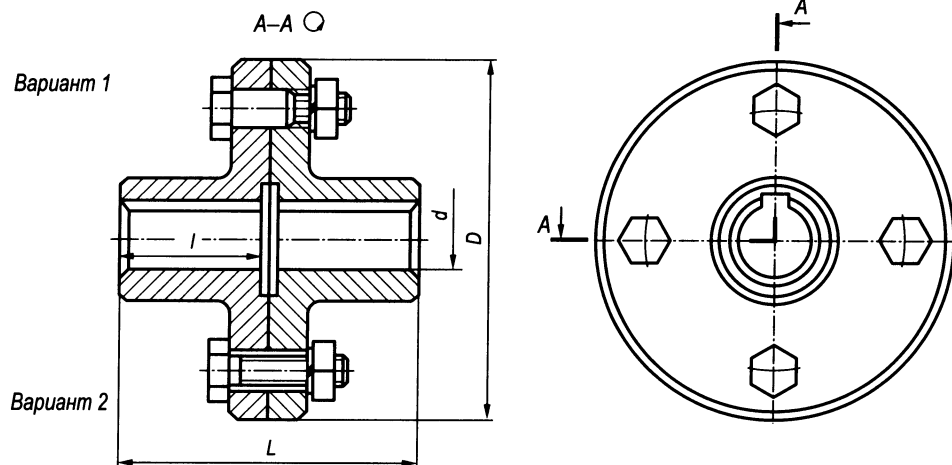


Рис. 21.1.1. Муфта фланцевая

Таблица 21.1.2. Параметры и размеры втулочных муфт (ГОСТ 24246–96)

T, Н·м, для исполнения				d _{min} , мм, для исполнений		D, мм	L, мм, для исполнений	
1	2	3	4	1–3	4		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)

T, Н·м	d	D	l	L	z ₆
	мм				
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

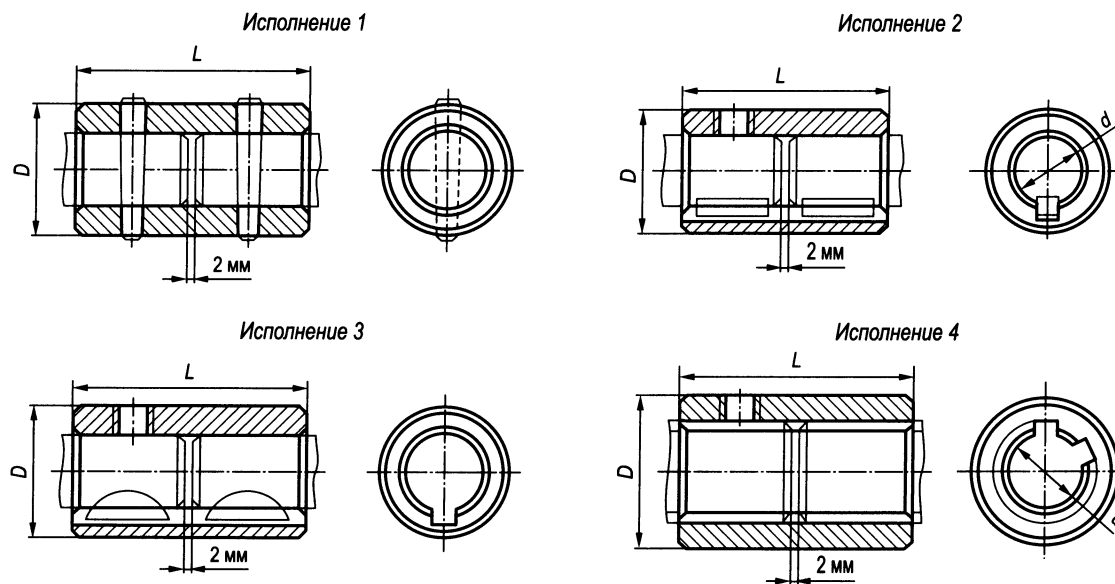


Рис. 21.1.2. Муфта втулочная

21.2. Муфты компенсирующие жесткие

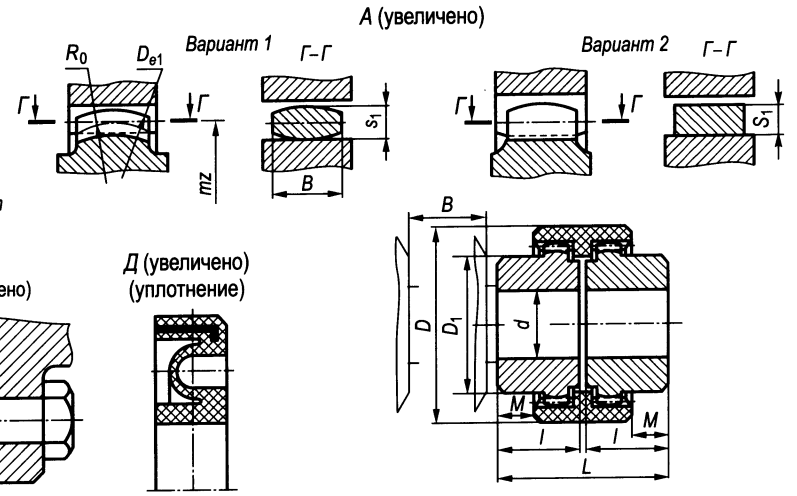
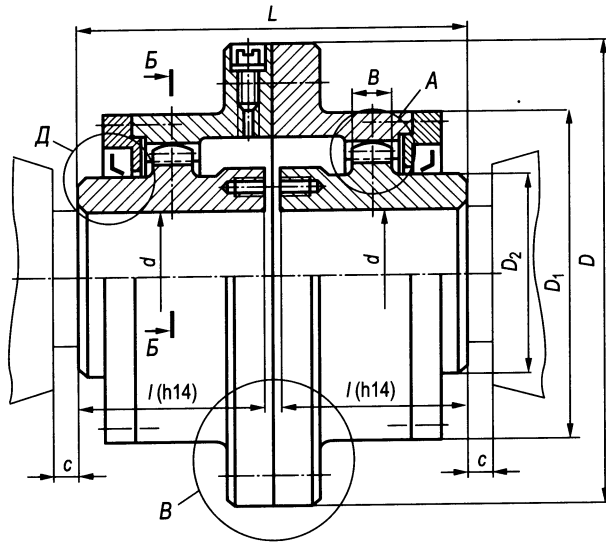


Рис. 21.2.1. Муфта зубчатая
 $D_{e1} = mz + 2m$; $D_{j2} = D_{e1} + 2c$;
 $2c = 0,5m$ и $0,25m$ для нормальной
 и повышенной точности соответственно

Рис. 21.2.2. Муфта зубчатая с неметаллической
 неразъемной обоймой

Таблица 21.2.1. Параметры и размеры зубчатых муфт (ГОСТ 5006–83)

T, Н·м	d	D	D ₁	D ₂	L	l	c, мм, не менее	B, мм	n _{max} , мин ⁻¹	J · 10 ⁶ , кг · м ²	Масса, кг	m, мм	z
	мм												
1000	40	145	105	60	174	82	12	12	5400	0,05	6,7	2,5	30
1600	55	170	125	80	174	82	12	15	4800	0,06	9,2	2,5	38
2500	60	185	135	85	220	105	12	20	4500	0,08	10,2	3	36
4000	65	200	150	95	220	105	18	20	3720	0,15	15,2	3	40
6300	80	230	175	115	270	130	18	20	3300	0,25	22,6	3	48
10 000	100	270	200	145	340	165	18	25	2820	0,50	36,9	3	56
16 000	120	300	230	175	345	165	25	30	2400	1,15	62,5	4	48
25 000	140	330	260	200	415	200	30	30	2100	2,25	100,0	4	56
40 000	160	410	330	230	415	200	30	35	1740	6,00	164,3	6	46
63 000	200	470	390	290	500	240	35	40	1200	10,50	228,0	6	56

Таблица 21.2.2. Параметры и размеры зубчатых муфт с неразъемной обоймой

T, Н·м	n _{max} , мин ⁻¹	B	l	L	M	D	D ₁	d
		мм						
10	14 000	15	23	50	6,5	40	25	4–14
16	11 800	16	25	54	8,5	48	32	8–19
20	10 600	17	26	56	7,5	52	36	10–24
45	8500	20	40	84	19	66	44	10–28
60	7500	20	40	84	18	76	50	12–32
80	6700	20	40	84	18	83	58	14–38
100	6000	22	42	88	19	92	65	20–42
140	5600	22	50	104	27	100	68	20–48
380	4000	32	70	144	36	140	96	25–65

21.2. Муфты компенсирующие жесткие (продолжение)

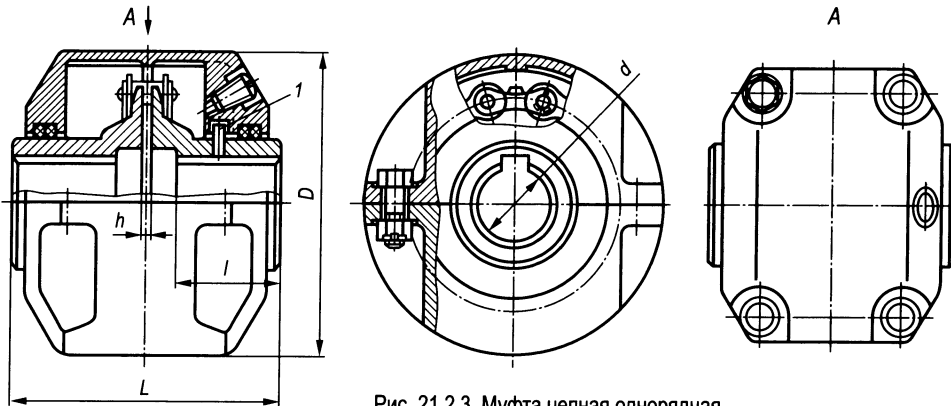


Рис. 21.2.3. Муфта цепная однорядная

Таблица 21.2.3. Параметры и размеры цепных однорядных муфт (ГОСТ 20742-81)

T, Н·м	d	D	L	l	n _{max} , мин ⁻¹	Цепь (ГОСТ 13568-75)	z*	h, мм	Масса, кг
	мм								
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
125	35, 36	125	162	58	1380	ПР-25,4-6000	10	1,8	4,85
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
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
1000	63, (65), 70	210	284	105	780	ПР-50,8-22680	12	3,5	19,50
1000	71	210	284	105	780	ПР-50,8-22680	12	3,5	18,85

* Число звеньев цепи (зубьев полумуфты).

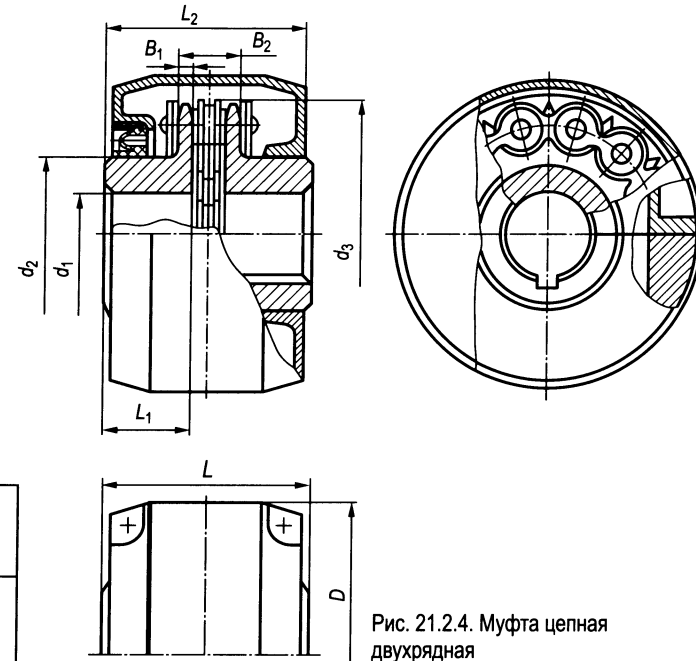


Рис. 21.2.4. Муфта цепная двухрядная

Таблица 21.2.4. Параметры и размеры цепных двухрядных муфт

T, Н·м	d ₁ , мм		d ₂	d ₃	L ₁	L ₂	B ₁	B ₂	D	L
	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)

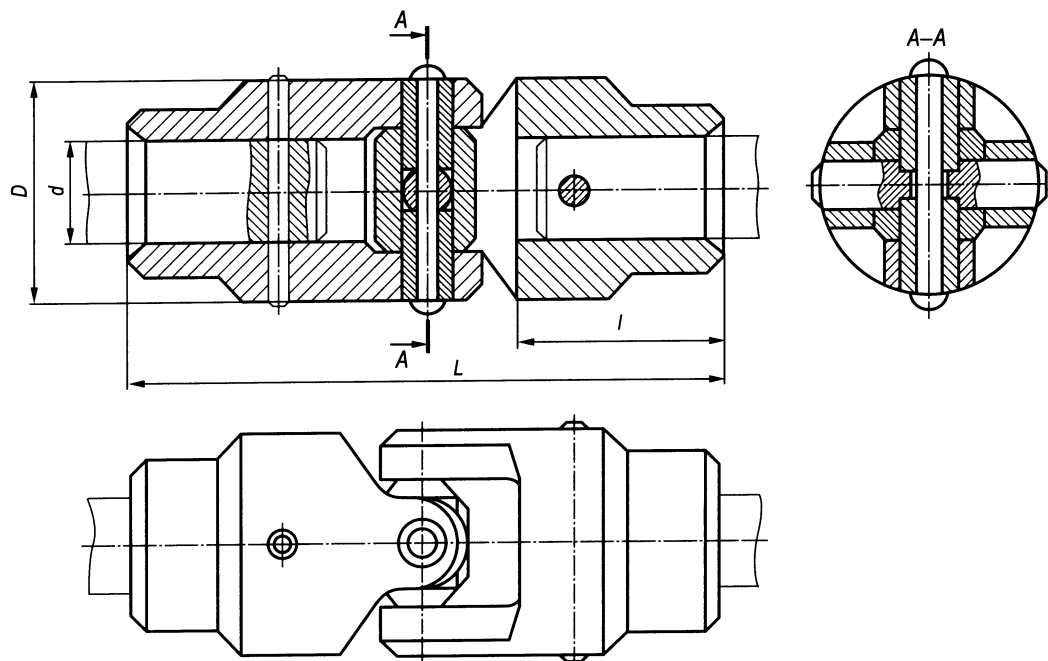


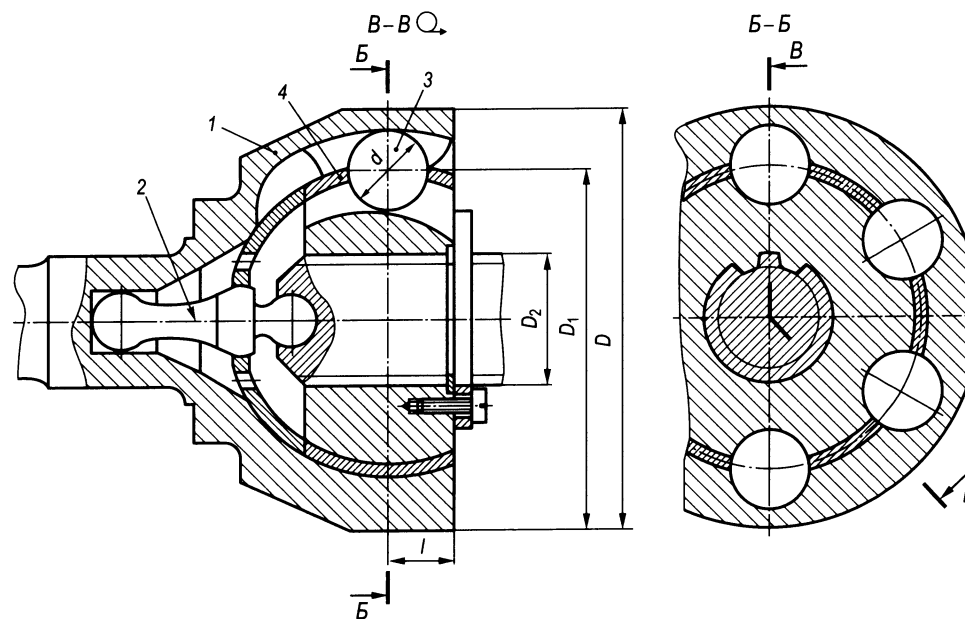
Рис. 21.2.5. Муфта шарнирная

Таблица 21.2.5. Параметры и размеры шарнирных муфт (ГОСТ 5147-80)

Т, Н·м	d	D	L	l	J · 10 ⁶ , кг·м ²	Масса, кг
11,2	8	16	54	18	0,196	0,057
11,2	9	16	54	18	0,196	0,051
11,2	10	16	56	20	0,198	0,058
22,4	10	20	60	20	1,560	0,100
22,4	11	20	60	20	1,560	0,094
22,4	12	20	70	25	1,560	0,102
45,0	12	25	76	25	1,290	0,170
45,0	14	25	76	25	1,290	0,150
71,0	16	32	88	28	4,840	0,390
71,0	18	32	88	28	4,840	0,367
140,0	20	40	112	28	4,840	0,653
140,0	20	40	112	36	12,900	0,720
140,0	22	40	112	36	12,900	0,667

Таблица 21.2.6. Параметры и размеры шарнирных синхронных муфт

Т, Н·м	D	D ₁	D ₂	d	l
	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. 21.2.6. Муфта шарнирная синхронная:
1 – чашка; 2 – рычаг; 3 – шар; 4 – сепаратор

21.3. Муфты компенсирующие упругие

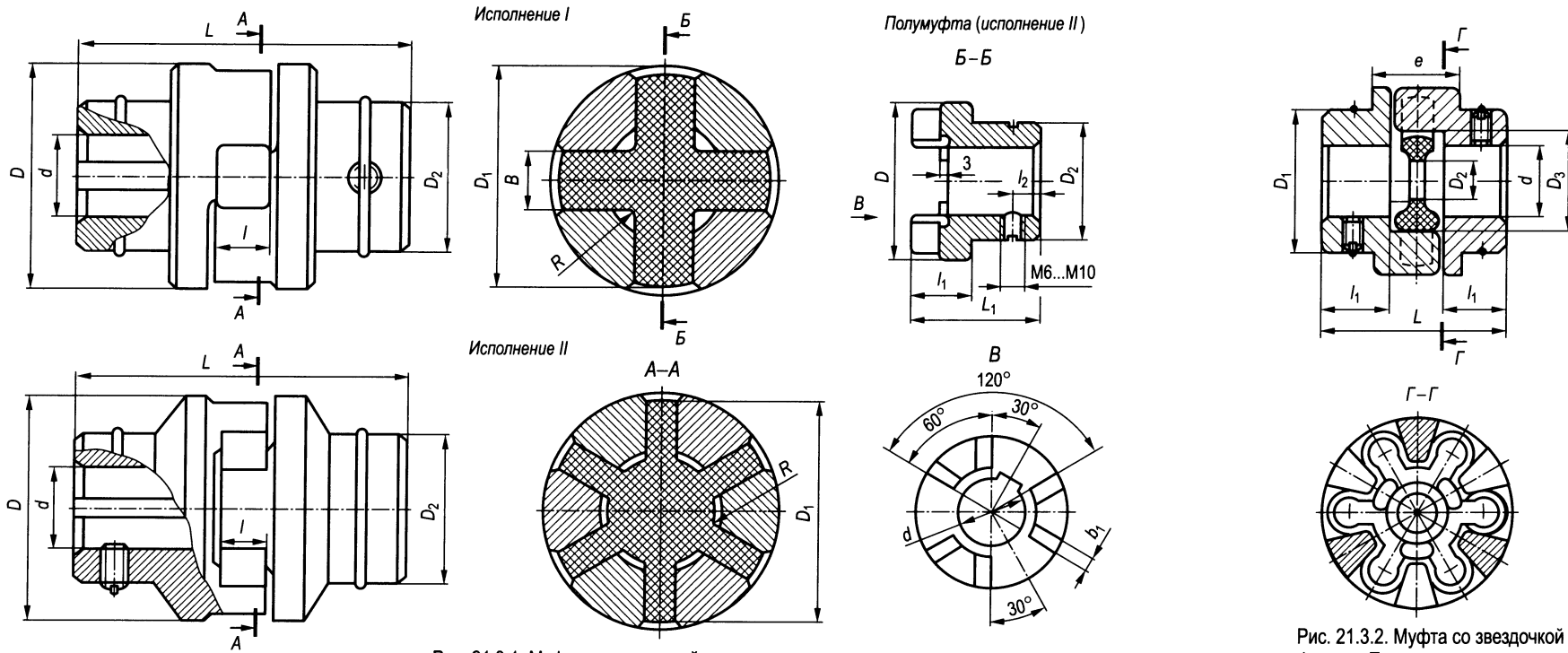


Рис. 21.3.1. Муфта со звездочкой

Рис. 21.3.2. Муфта со звездочкой фирмы «Пуль»

Таблица 21.3.1. Параметры и размеры муфт со звездочкой (ГОСТ 14084-76)

T, Н·м	n _{max} , мин ⁻¹	D	D ₁	D ₂	d	L	L ₁	l	l ₁	l ₂	B	b ₁	R	Масса, кг
		мм												
<i>Исполнение I</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
<i>Исполнение II</i>														
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

Таблица 21.3.2. Параметры и размеры муфт со звездочкой фирмы «Пуль»

T, Н·м	d, мм		D ₁	e	D ₂	D ₃	L	l ₁
	Чугун	Сталь						
мм								
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

21.3. Муфты компенсирующие упругие (продолжение)

Таблица 21.3.3. Параметры и размеры муфт с торообразной оболочкой (ГОСТ 50892-96)

Исполнение I								Исполнение II												
T, Н·м	n_{\max} , мин ⁻¹	D	d	I	L	$J \cdot 10^6$, кг·м ²	Масса, кг	T, Н·м	n_{\max} , мин ⁻¹	D	D ₁	D ₂	d*	B	δ	I	L	φ , град	$J \cdot 10^6$, кг·м ²	Масса, кг
		мм								мм										
20	3000	100	14	30	110	0,002	1,4	25	5580	110	108	85	14	32	7	30	92	16	0,004	2,1
40	3000	125	18	38	130	0,004	2,5	40	5160	130	125	100	18	37	8	38	114	16	0,007	3,8
80	3000	160	22	44	150	0,014	4,5	63	4800	150	145	120	22	44	9	44	132	14,5	0,012	3,6
125	2460	180	25	60	175	0,025	6,9	100	4200	170	165	140	25	50	11	44	138	14,5	0,019	5,4
200	2460	200	30	60	200	0,042	8,4	160	3700	190	185	160	30	58	12,5	60	178	15,5	0,03	6,7
250	1980	220	32	84	240	0,074	12	250	3180	220	215	186	32	68	14,5	60	188	15,5	0,068	11,6
315	1980	250	35	84	250	0,12	15	400	2830	260	250	218	36	80	17	84	248	15,5	0,143	17,8
500	1560	280	40	84	270	0,21	23,3	630	2520	300	290	255	45	93	20	84	261	15,5	0,238	22,6
800	1560	320	50	108	310	0,39	31	1000	2260	340	335	300	55	110	23	108	326	15,5	0,32	32,4

Примечание. Муфты исполнения I имеют угол закручивания 5,5°.

* Наименьший диаметр.

Таблица 21.3.4. Параметры и размеры муфты с торообразной оболочкой фирмы «Перифлекс»

T, Н·м	n_{\max} , мин ⁻¹	D	D ₁	d	L	B	m	Масса, кг
		мм						
10	3000	104	50	12	64	16	28	1,1
30	3000	136	65	15	88	18	35	2,4
70	3000	178	85	20	125	35	47	5,4
150	2500	210	110	25	150	38	59	9,3
300	2000	263	140	30	174	44	67	17,5
600	2000	310	180	38	200	42	75	28

21.3. Муфты компенсирующие упругие (продолжение)

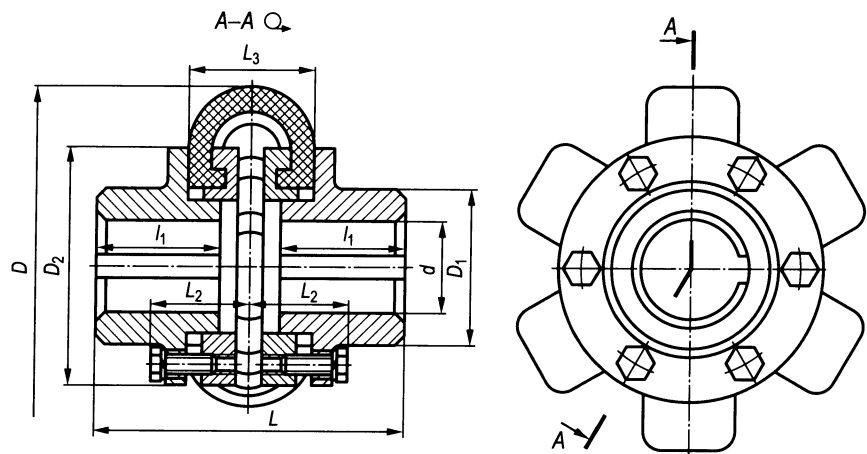


Рис. 21.3.3. Муфта с лепестками

Таблица 21.3.5. Параметры и размеры муфт с лепестками

T, Н·м	n _{max} , МИН ⁻¹	d, мм		D	D ₁	D ₂	L	L ₁	L ₂	L ₃	n _b	d _b
		min	max									
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
<i>Головка</i>												
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

Таблица 21.3.6. Параметры и размеры муфт с оболочками фирмы «Вулкан»

T, Н·м	n _{max} , МИН ⁻¹	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	d	L ₁	L ₂	L ₃	φ*, град	Масса, кг
		мм									
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
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

* Угол закручивания полумуфт.

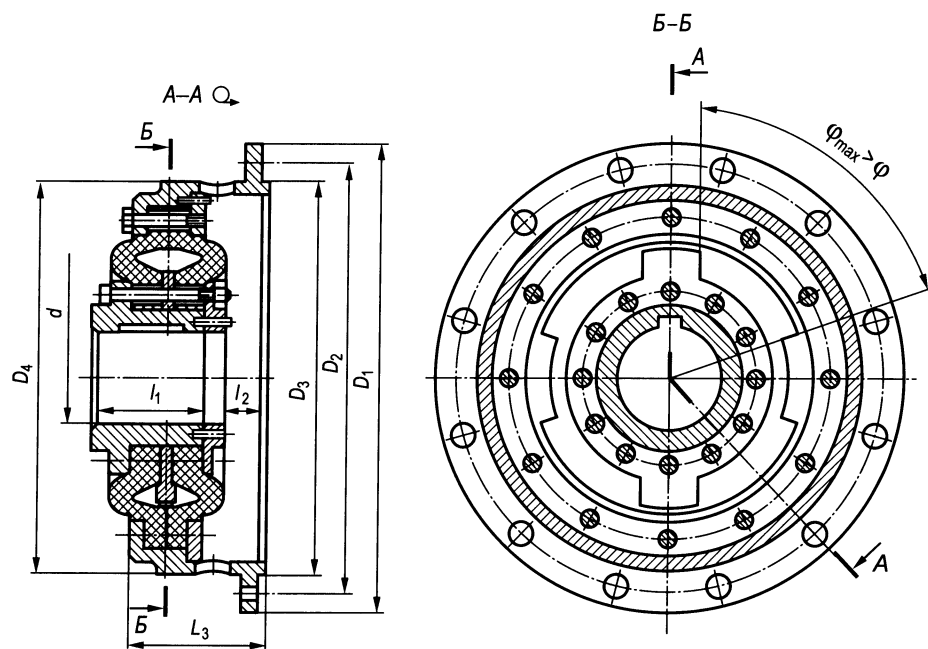


Рис. 21.3.4. Муфта с оболочками фирмы «Вулкан»

21.3. Муфты компенсирующие упругие (продолжение)

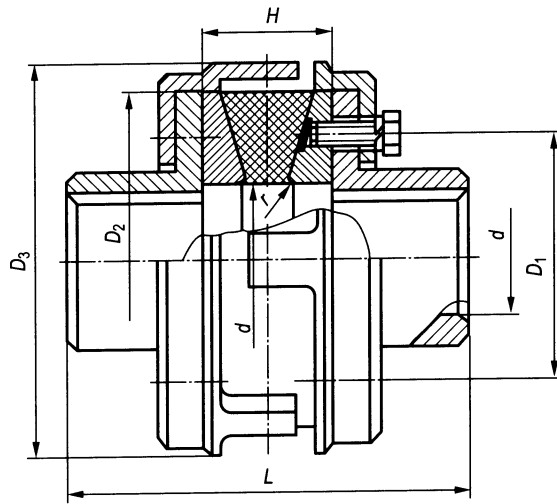


Рис. 21.3.5. Муфта с привулканизированной шайбой

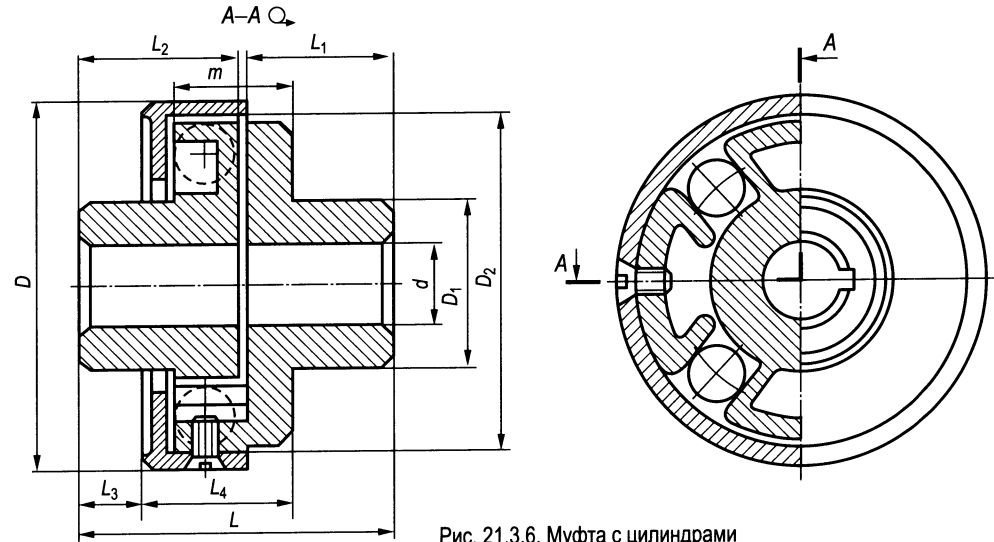


Рис. 21.3.6. Муфта с цилиндрами (шарами) фирмы «Пуль»

Таблица 21.3.7. Параметры и размеры муфты с привулканизированной шайбой

T, Н·м	D ₁	D ₂	D ₃	L	d	r	H	d _в	z _в
	мм								
63	55	65	110	120	38	4,0	38	M6	6
100	110	75	125	135	40	4,0	45	M8	6
160	130	90	150	165	50	5,0	55	M8	8
250	150	100	172	180	60	6,0	60	M8	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 $\varphi=17^\circ$.

Таблица 21.3.8. Параметры и размеры муфт с цилиндрами (шарами) фирмы «Пуль»

T, Н·м, для муфты с		n _{max} , мин ⁻¹	d	D	L	D ₁	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	m	d _{у.з} , мм	
шарами	цилиндрами		мм										шара	цилиндра
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.

21.3. Муфты компенсирующие упругие (продолжение)

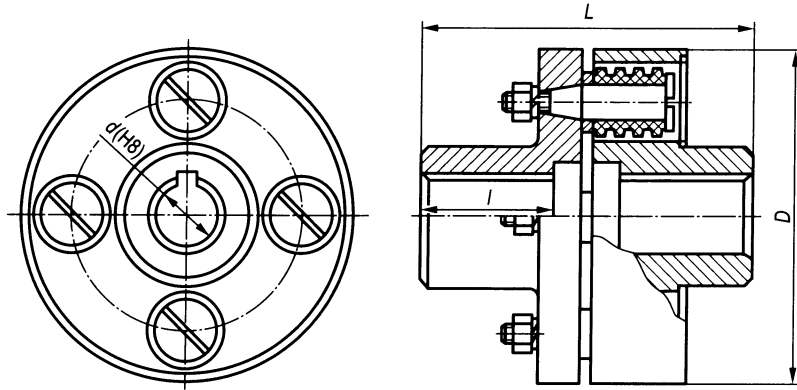


Рис. 21.3.7. Муфта втулочно-пальцевая

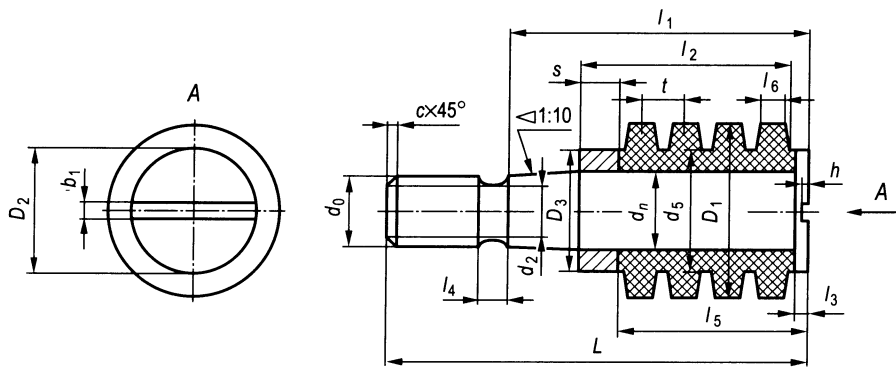


Таблица 21.3.10. Размеры пальцев втулок (ГОСТ 21424–93), мм

Пальцы												Втулки распорные		Втулки упругие					
d_n	D_2	L	d_0	d_2	l_1	l_2	l_3	l_4	h	b_1	c	D_3	s	d_5	D_1	l_5	l_6	t	
8	12	21	M6	4,5	19,5	13	1,5	6	1	1,5	1	12	3	12	16	10	2,5	5	
10	15	45	M8	6,8	30	19	2	8	1,5	2	1,6	15	4	14	19	15	2,5	5	
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	
24	32	106	M16	13	79	52	3	10	2	3	2	32	8	32	45	44	6	11	
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	
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)

$T, Н \cdot м$	d	D	L	l	$n_{max},$ мин ⁻¹	Масса, кг
6,3	9	71	—	—	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	56	190	170	82	3000	15,22
1000	50	220	170	82	3000	18,87
1000	—	220	170	82	2880	19,91
1000	56	220	170	82	2880	19,75
1000	—	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	—	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

21.3. Муфты компенсирующие упругие (продолжение)

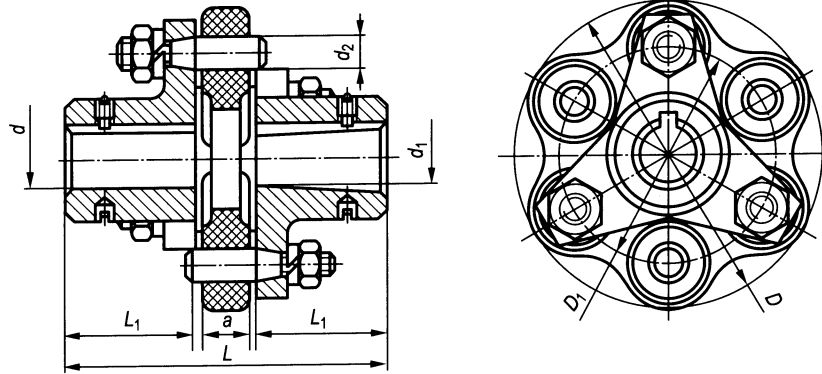


Рис. 21.3.8. Муфта пальцевая с диском

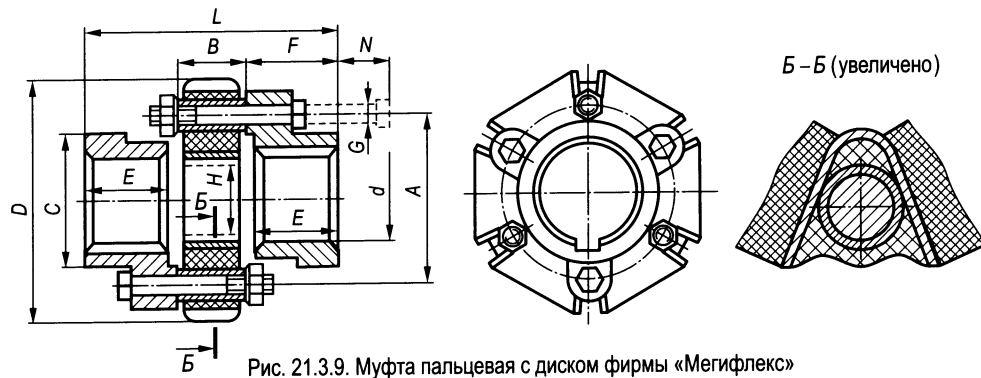


Рис. 21.3.9. Муфта пальцевая с диском фирмы «Мегифлекс»

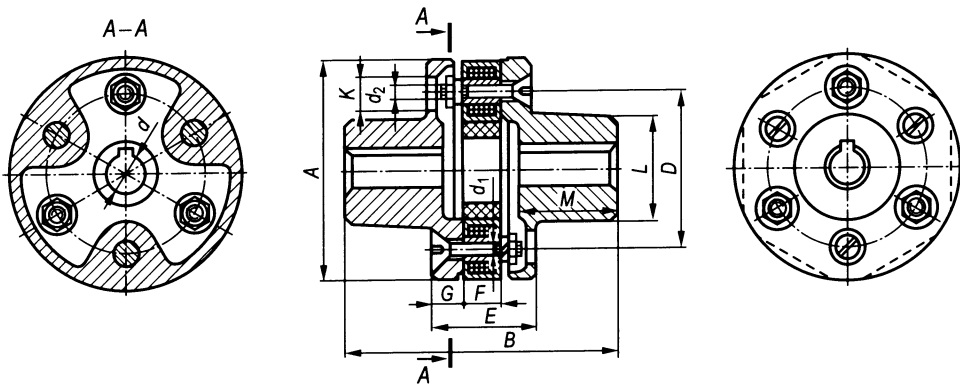


Рис. 21.3.10. Муфта пальцевая с диском фирмы «Страфлекс»

Таблица 21.3.11. Параметры и размеры пальцевой муфты с диском (ГОСТ 25021-93)

T, Н·м	D	D ₁	d	d ₁	d ₂	a	L	L ₁
	мм							
4,0	56	40	11	12	8	12	70	22
8,0	63	45	14	18	10	14	80	28
16,0	80	57	18	20	12	16	90	32
31,5	100	71	22	24	12	18	105	40
63,0	125	90	28	30	16	20	125	50

Таблица 21.3.12. Параметры и размеры пальцевой муфты с диском фирмы «Мегифлекс»

T, Н·м	A	B	C	d	E	F	H	D	L	N	G	z ₆
	мм											
12	45	22	32	20	21	24	10	59	70	22	M6	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»

T, Н·м	n _{max} , мин ⁻¹	A	B	d	D	E	F	G	d ₁	d ₂	K	L	M
		мм											
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)

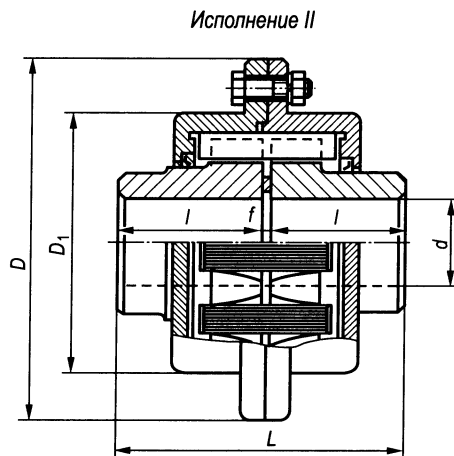
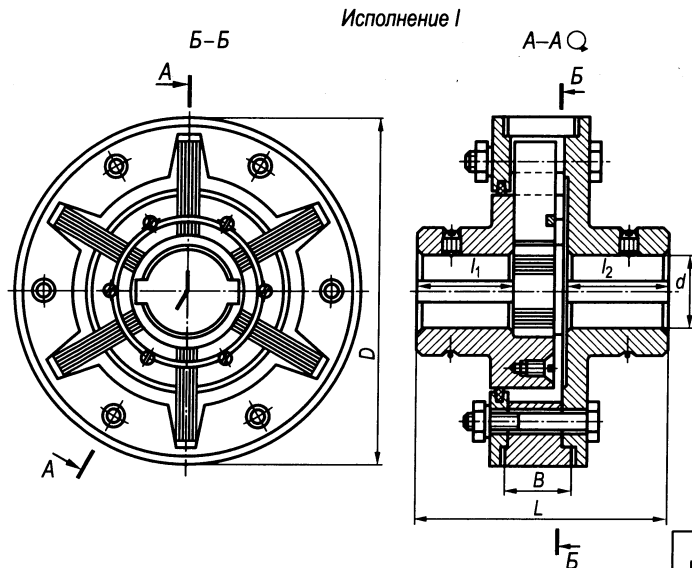


Рис. 21.3.11. Муфты с пакетом пластин

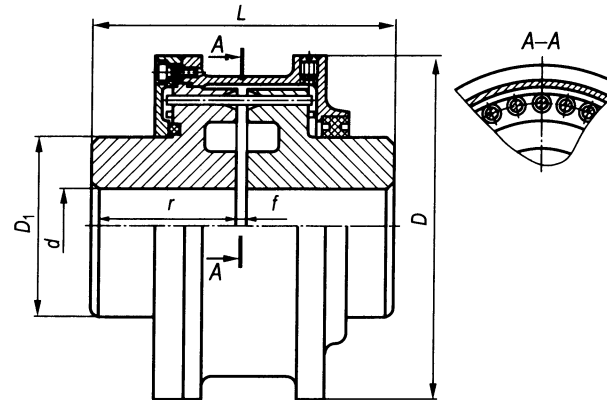


Рис. 21.3.12. Муфта со стержнями

Таблица 21.3.14. Параметры и размеры муфт с пакетом пластин (исполнение I)

T , Н·м	n_{\max} , МИН ⁻¹	мм							
		d	D	D_1	L	l_1	l_2	l_3	c
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

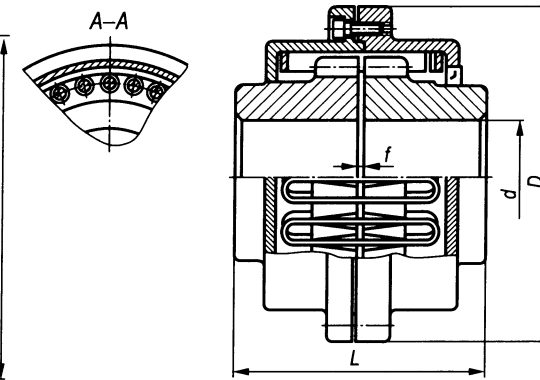


Рис. 21.3.13. Муфта со змеевидной пружиной

Таблица 21.3.15. Параметры и размеры муфт с пакетом пластин (исполнение II)

T , Н·м	n_{\max} , МИН ⁻¹	мм						Масса, кг
		d	D	D_1	L	l	f	
57	5000	20	100	62	73	35	3	2,3
107	4000	25	120	77	84	40	4	3,8
193	3900	30	130	90	94	45	4	5,5
410	3400	35	150	100	124	60	4	9
820	2800	45	180	124	144	70	4	16
1650	2400	55	210	150	164	80	4	26
2650	2000	70	260	185	185	90	5	37
4100	1800	90	280	200	215	105	5	48

Таблица 21.3.16. Параметры и размеры муфт со стержнями

T , Н·м	n_{\max} , МИН ⁻¹	мм							Масса, кг	$J \cdot 10^6$, КГ·М ²
		d	D	L	D_1	l	f			
86	5400	32	126	114	60	55	4	6,2	0,011	
143	4300	40	155	124	78	60	4	11,5	0,027	
286	3800	50	170	145	90	70	5	14,5	0,043	
573	3300	60	196	155	100	75	5	19	0,077	
1150	2250	80	280	186	135	90	6	50	0,425	
2150	2250	90	280	206	160	100	6	59	0,475	
4300	1900	105	350	256	190	125	6	108	1,36	

Таблица 21.3.17. Параметры и размеры муфт со змеевидной пружиной

T , Н·м	n_{\max} , МИН ⁻¹	мм					Масса, кг
		d	D	L	D_1	f	
72	3600	25-40	120	90	70	2-4	3,8
215	2500	35-50	155	110	90	2-4	7,5
570	2300	55-70	195	140	105	2-5	15
1070	1700	60-90	280	160	150	2-5	35
1800	1650	70-90	280	180	150	3-6	37
3600	1400	80-115	350	200	185	3-6	68
7200	1000	100-140	430	260	225	3-6	130

21.4. Муфты сцепные

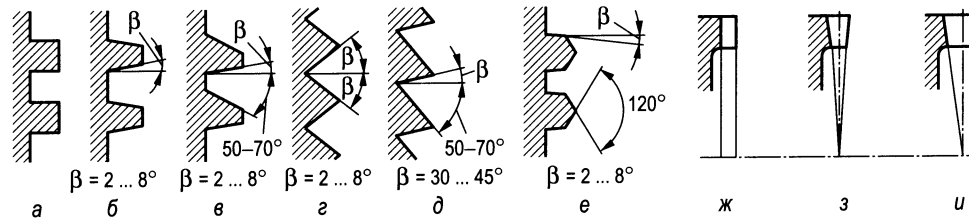


Рис. 21.4.1. Профили кулачков в торцовом (а-е) и осевом (ж-и) сечениях

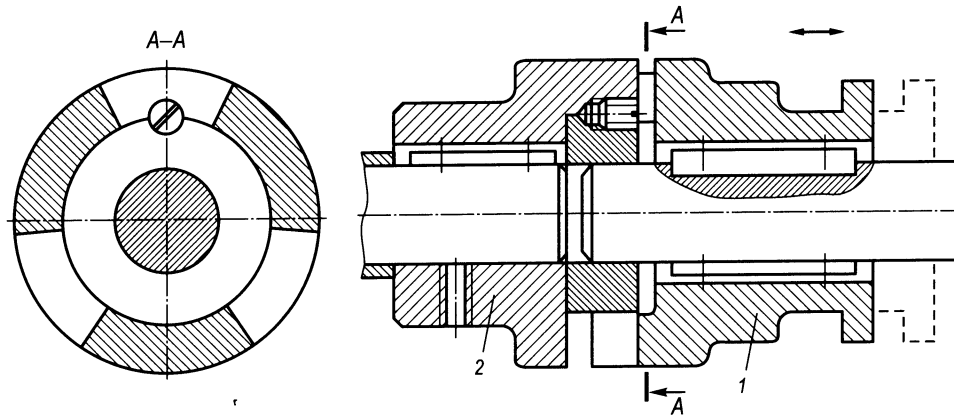


Рис. 21.4.3. Муфта кулачковая с центрирующей втулкой:
1, 2 – подвижная и неподвижная (ведущая) полумуфты соответственно

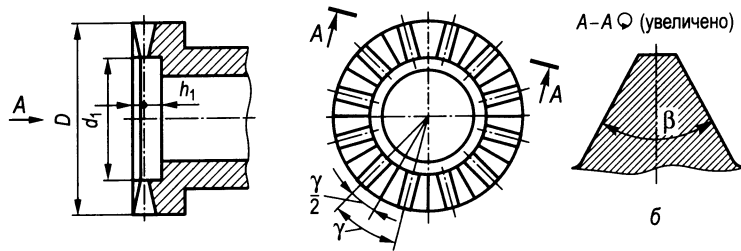


Рис. 21.4.4. Муфты с кулачковым V-образным мелким (мышинным) зубом (а) и его профиль (б)

Таблица 21.4.1. Параметры и размеры кулачковых муфт

D	d ₁	h ₁	$\frac{\gamma}{2}$	T*, Н·м
мм				
40	28	8	6°	340 360
50	32	8	5°	810 920
60	40	8	4°30'	1310 1560
70	46	10	4°06'	2160 2560
80	50	10	3°36'	3540 4000
90	56	10	3°36'	5100 6050

* В числителе для $\beta=60^\circ$, а в знаменателе для $\beta=90^\circ$; для сцепных муфт значение T составляет 0,5 от табличного.

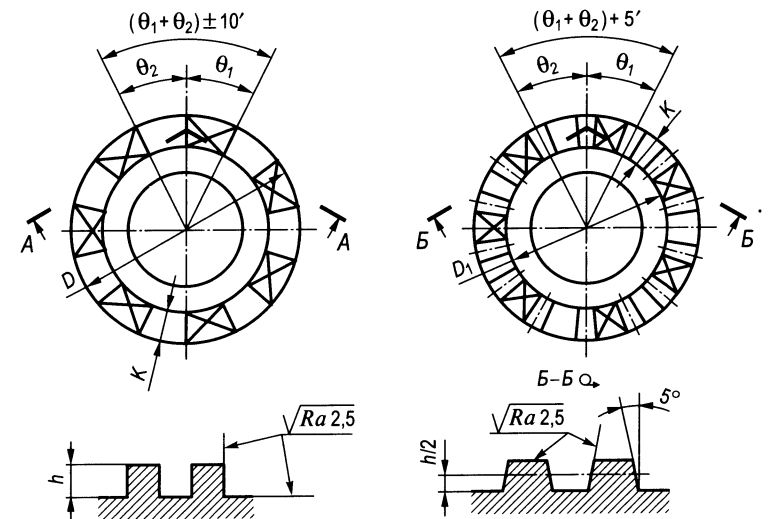


Рис. 21.4.2. Формы кулачков

Таблица 21.4.2. Размеры кулачков

z	D	K	h	mm	
				θ_1	θ_2
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)

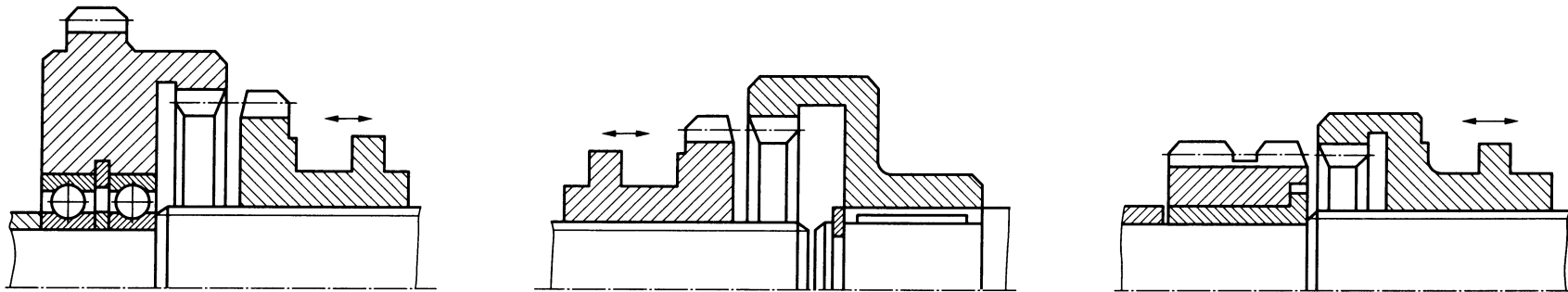


Рис. 21.4.5. Функционирование и варианты компоновки зубчатых муфт с механическим переключением

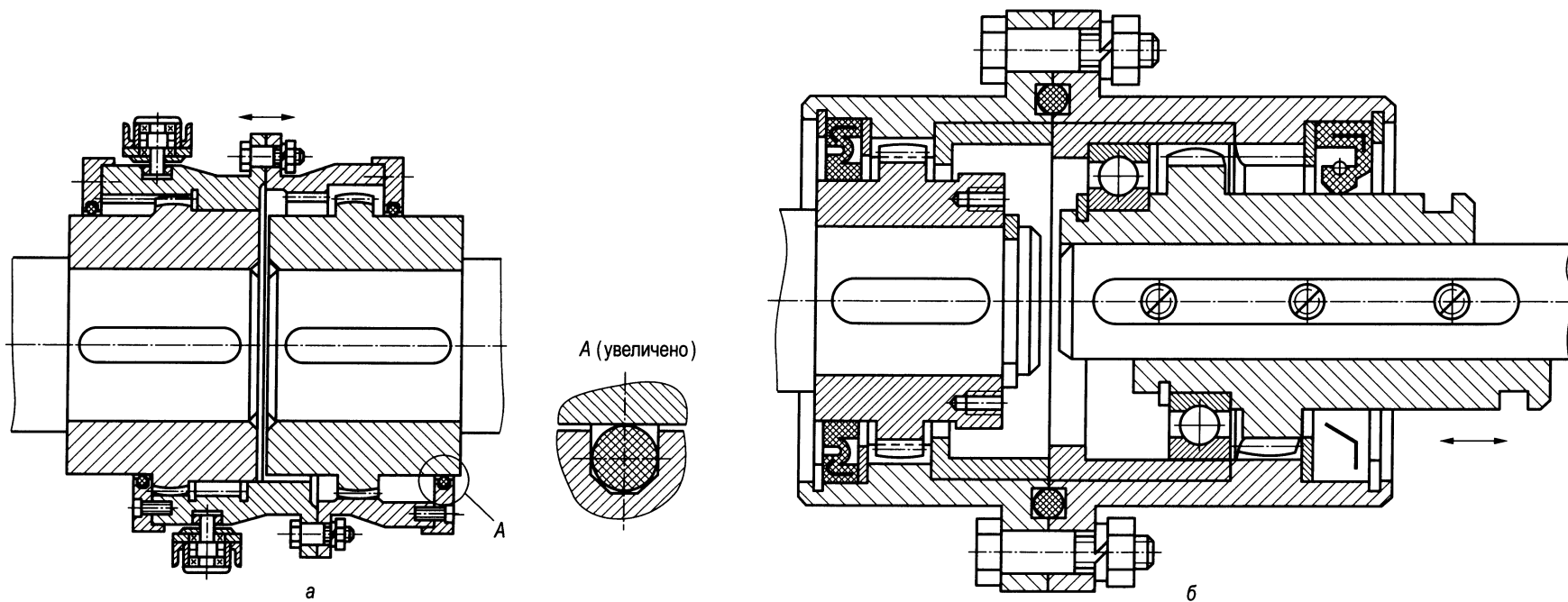


Рис. 21.4.6. Муфты зубчатые с промежуточной втулкой:
 а – центрирование втулки по пояску одной из полу муфт; б – то же при помощи подшипника качения, входящего в кольцо и перемещающегося в промежуточной втулке

21.4. Муфты сцепные (окончание)

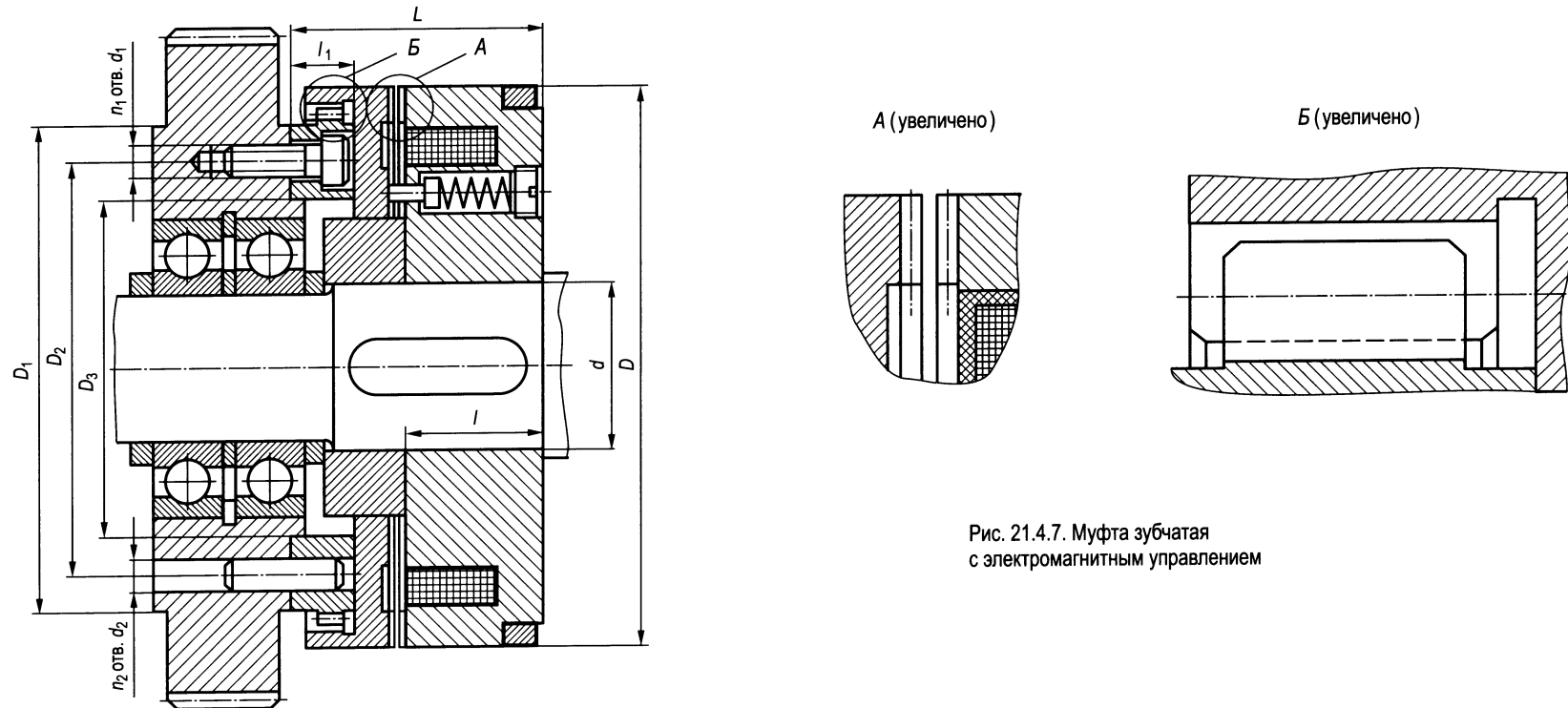


Рис. 21.4.7. Муфта зубчатая с электромагнитным управлением

Таблица 21.4.3. Параметры и размеры муфты с электромагнитным управлением

T, Н·м	n_{\max} , мин ⁻¹	d	D	D ₁	D ₂	D ₃	$n_1 \times d_1$	$n_2 \times d_2$	L	l	l ₁	Масса, кг	$J \cdot 10^6$, кг·м ²	
													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

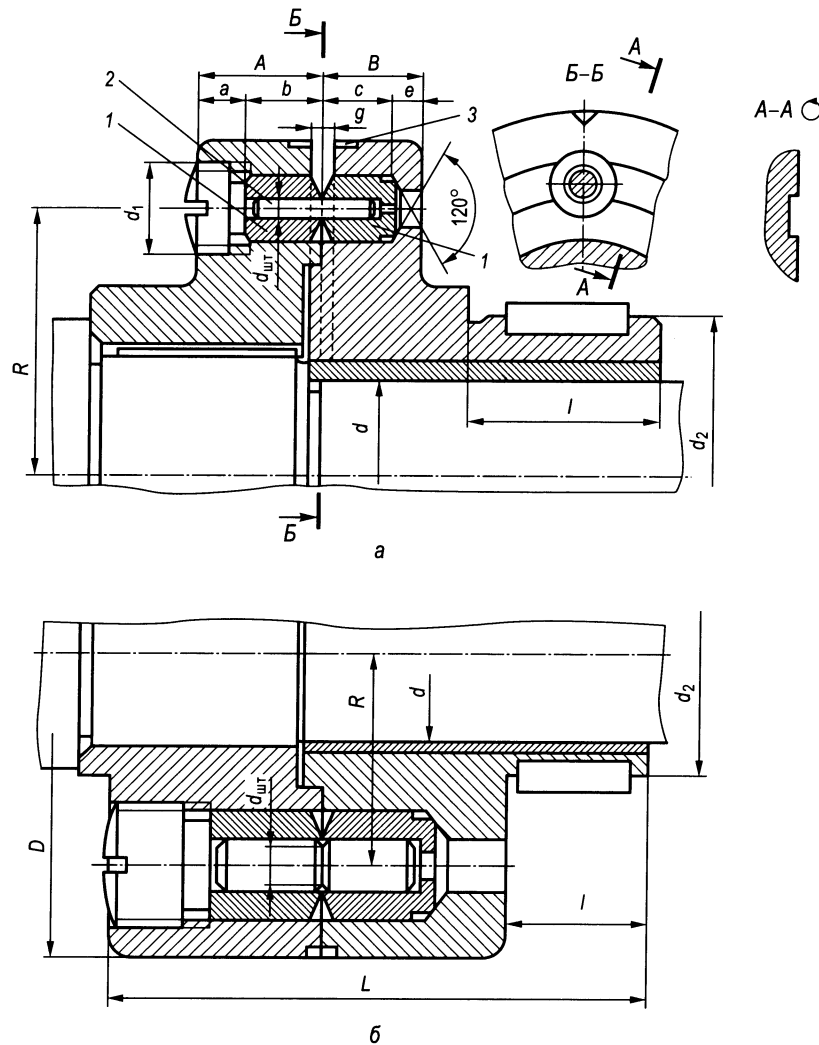


Рис. 21.5.1. Муфты с разрушающимся штифтом, параллельным оси муфты:
 а – гладкий штифт; б – штифт с V-образной канавкой; 1 – втулки; 2 – штифт;
 3 – риска

Таблица 21.5.1. Параметры и размеры муфт с гладким штифтом, мм

$F_{ср}, Н$	$d_{шт}$	d_1	d_2	d	A	B	a	b	c	e	l	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

$T, Н \cdot м$	$F_{ср}, Н$	d	$d_{шт}$	d_2	D	R	L	l
		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

Таблица 21.5.3. Значения коэффициента пропорциональности $k_0 = \tau_b / \sigma_{вр}$

$d_{шт}, мм$	k_0 при удлинении, %			
	15–20	22–30	24–25	29,9–31,4
	для гладких штифтов		для штифтов с V-образной 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)

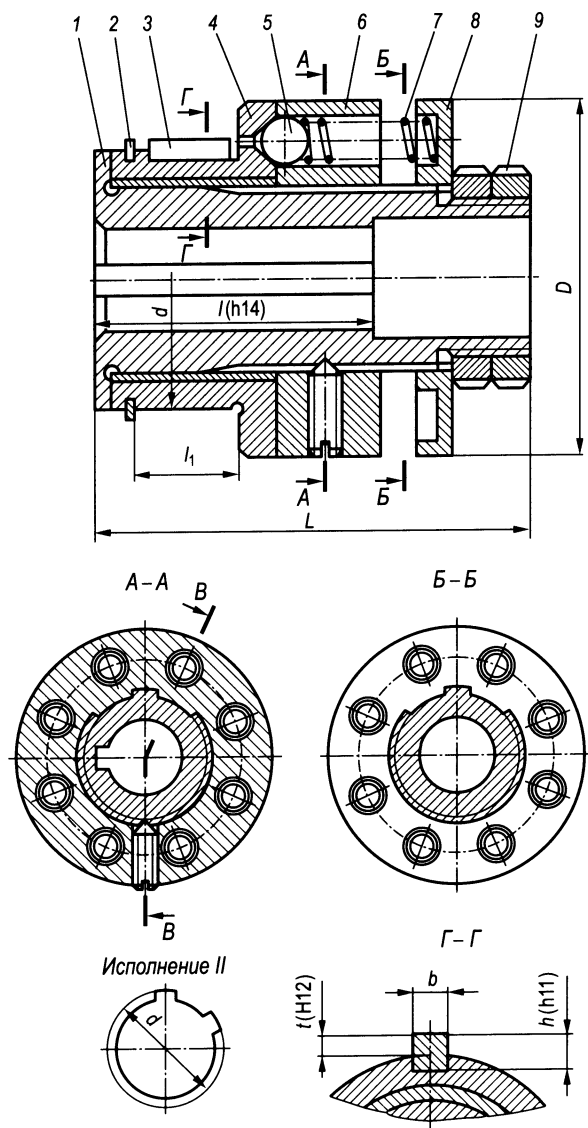


Рис. 21.5.2. Муфта предохранительная шариковая:
1 – втулка; 2 – пружинное кольцо; 3 – шпонка; 4, 6 – полумуфты;
5 – шарик; 7 – пружина; 8 – нажимная шайба; 9 – гайка

Таблица 21.5.4. Параметры и размеры предохранительных шариковых муфт (ГОСТ 15621-77*)

T , Н·м	d , мм, для исполнения			d_1 , мм	D	L	l_1	l , мм, для исполнения		b^*	h	t	n , мин ⁻¹	Мас- са, кг			
	I	II	III					I	I и III						мм		
															мм, не более		
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)

Таблица 21.5.5. Параметры и размеры (мм) фрикционных муфт (ГОСТ 15622-77)

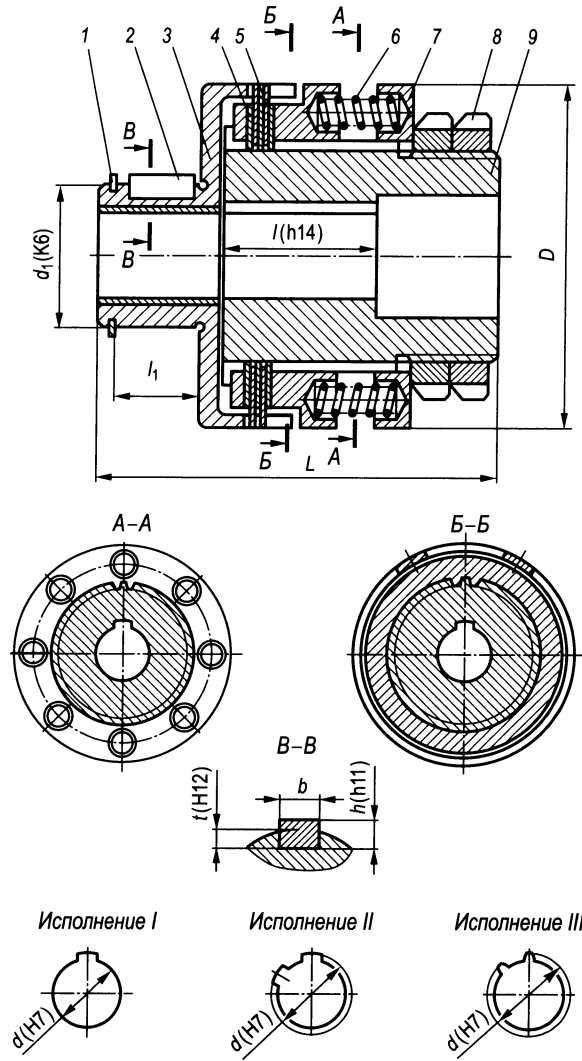


Рис. 21.5.3. Муфта предохранительная фрикционная:
 1 – пружинное кольцо; 2 – шпонка; 3, 9 – полумуфты;
 4, 5 – фрикционные диски; 6 – пружина; 7 – нажимная шайба; 8 – гайка

T, Н·м	d, мм, для исполнения			d ₁ , мм	D	L	l ₁	l, мм, для исполнения		b	h	t	n, мин ⁻¹	Мас- са, кг
	I	II	III					I	II и III					
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)	—	—	65	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

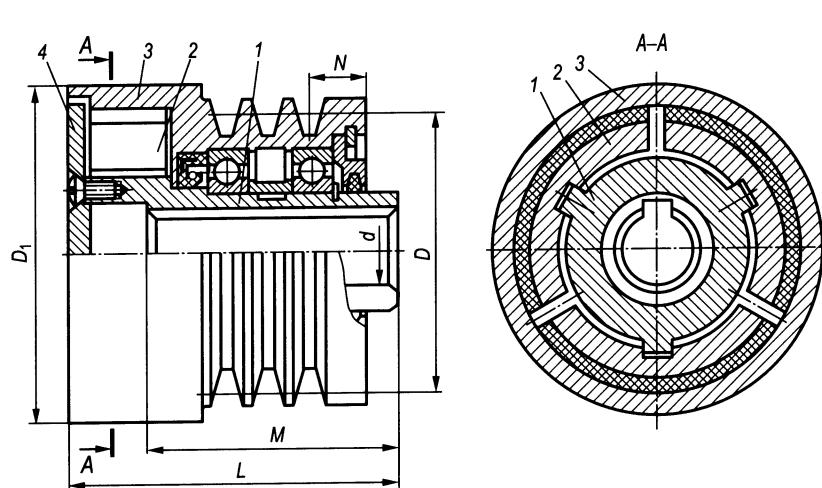


Рис. 21.6.1. Колодочная муфта без отжимных пружин фирмы «Вулкан»:
1 – ведущая полумуфта; 2 – колодка; 3 – ведомая полумуфта; 4 – крышка

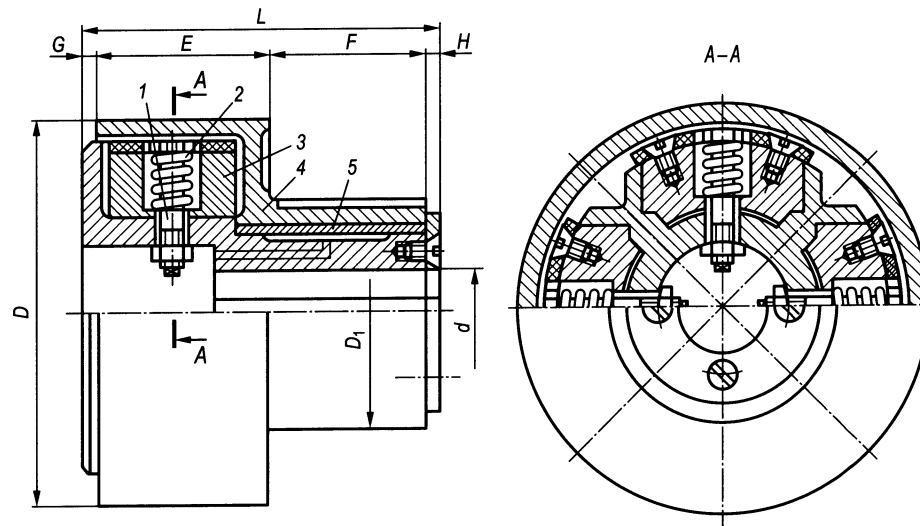


Рис. 21.6.2. Колодочная муфта с отжимными пружинами:
1 – регулировочный винт; 2 – пружина; 3 – колодка;
4 – ведомая полумуфта; 5 – опора скольжения

Таблица 21.6.1. Размеры колодочных муфт без отжимных пружин фирмы «Вулкан», мм

D_1	D	d	L	M	N	D_1	D	d	L	M	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	E	F	H
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)

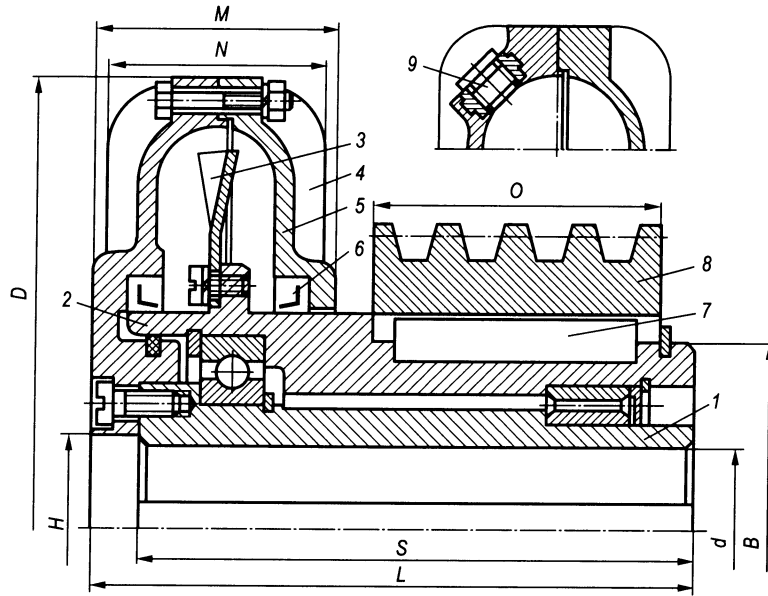


Рис. 21.6.3. Муфта центробежная с дробью и диском фирмы «Штромаг»:
 1 – ступица ведущей полумуфты; 2 – ступица ведомой полумуфты; 3 – диск;
 4 – ребро; 5 – корпус; 6 – уплотнение; 7 – шпонка; 8 – шкив; 9 – пробка

Таблица 21.6.4. Передаваемый муфтой момент
 в зависимости от массы наполнителя и частоты вращения

Обозначение	T, Н·м								Масса муфты без рабочей смеси, кг	Масса наполнителя, кг
	600	750	900	1000	1200	1500	1800	3000		
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

Таблица 21.6.3. Размеры центробежных муфт с дробью и диском фирмы «Штромаг», мм

Обозначение	d		D	M	N	H	I	F	E	L	B	S	O	I ₁	R
	min	max													
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

21.7. Муфты обгонные

Таблица 21.7.1. Параметры и размеры муфт обгонных роликовых (ОСТ 27-60-721-84)

T, Н·м	D	d	D ₁	d ₁	B	B ₁	b	e	K	Масса, кг
	мм									
<i>Исполнение 1</i>										
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
<i>Исполнение 2</i>										
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

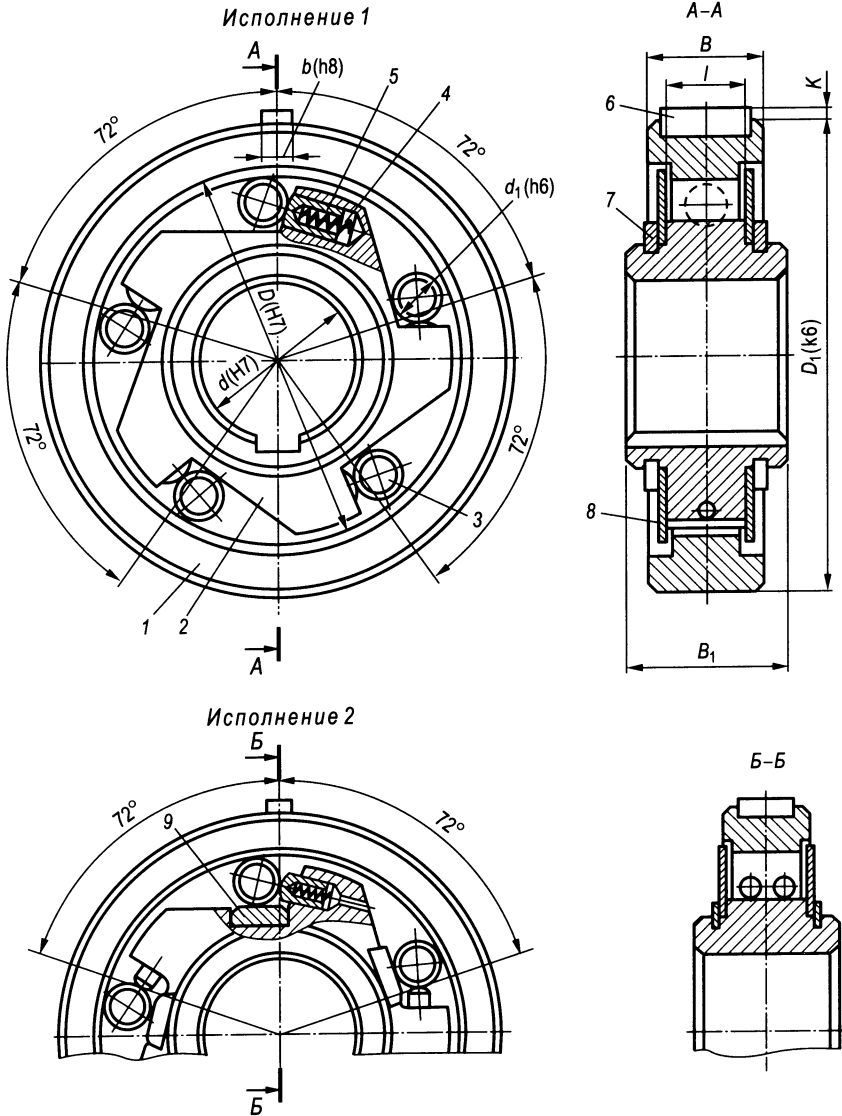


Рис. 21.7.1. Муфты обгонные роликовые:
 1 – обойма; 2 – звездочка; 3 – ролик; 4 – пружина; 5 – толкатель;
 6 – шпонка; 7 – кольцо; 8 – торцовая шайба; 9 – пластина

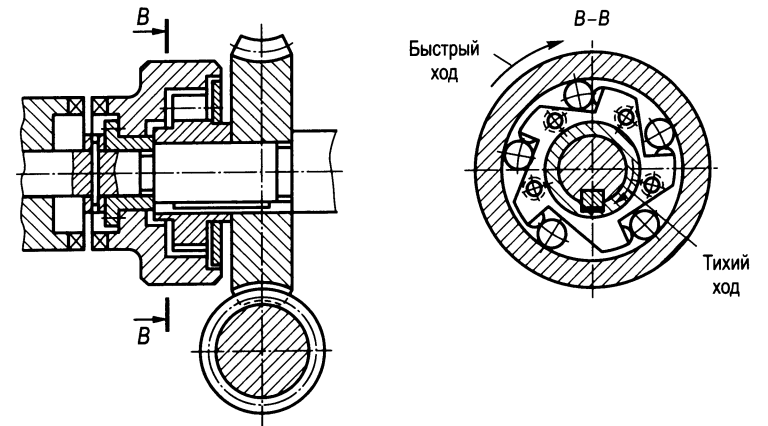


Рис. 21.7.2. Пример встройки роликовой обгонной муфты

21.7. Муфты обгонные (окончание)

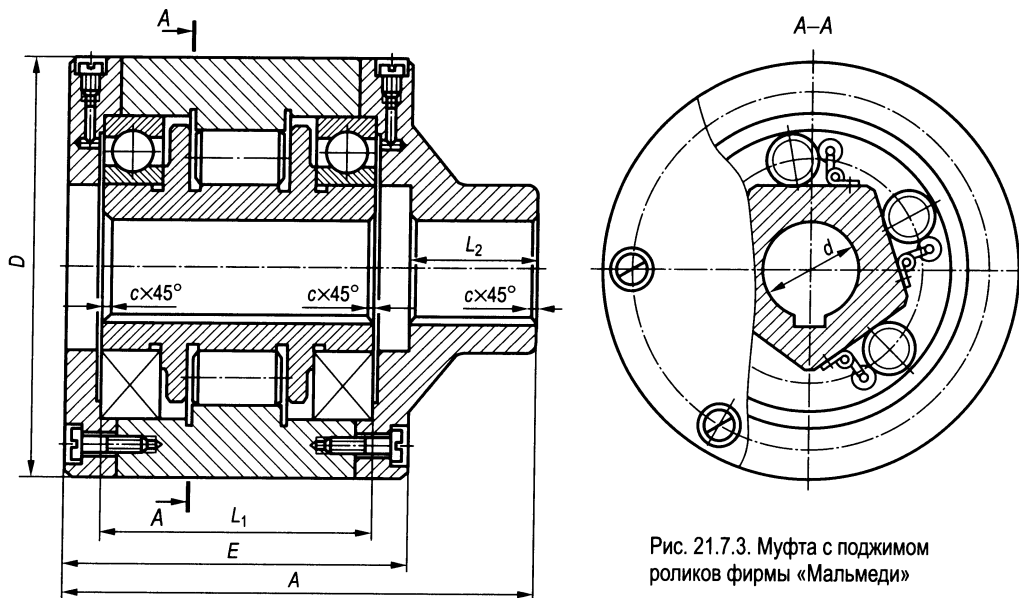


Рис. 21.7.3. Муфта с поджимом роликов фирмы «Мальмеди»

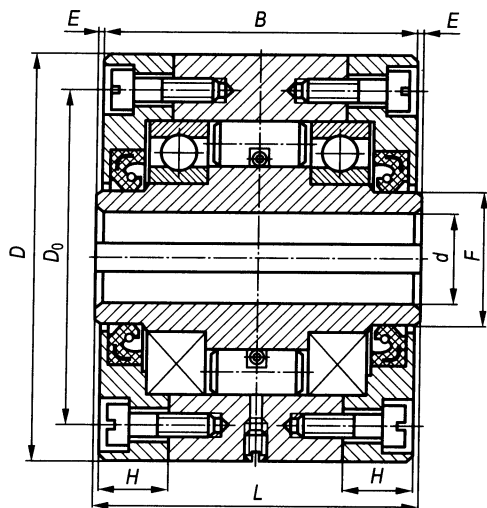


Рис. 21.7.4. Муфта с эксцентриками

Таблица 21.7.2. Параметры и размеры муфт с поджимом роликов фирмы «Мальмеди»

T , Н·м	n , мин ⁻¹	d	D	L_1	L_2	A	E	c	Масса, кг
		мм							
60	3080	20	90	48	35	93	64	1,5	3,0
90	2560	25	105	56	42	108	72	1,5	4,4
120	2390	30	110	50	42	103	66	1,5	4,9
160	2120	35	125	58	48	117	73	2	6,7
250	1740	40	145	62	52	125	77	2	9,5
340	1660	45	155	70	60	142	85	2	12,5
480	1470	55	170	72	70	156	91	2,5	15,8
680	1270	65	195	76	75	164	94	2,5	22,0
1000	1190	70	220	96	95	205	114	2,5	33,5
1450	960	80	255	102	100	216	120	3	48,0
2100	910	90	270	116	116	246	134	3	56,0
2900	800	100	305	122	122	258	138	3,5	84,0
4000	735	110	330	145	145	306	165	3,5	119,0
5700	620	120	380	157	157	330	176	3,5	160,0

Таблица 21.7.3. Параметры и размеры муфты с эксцентриками, мм

T , Н·м	d	B	D	L	E	F	D_0	H
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

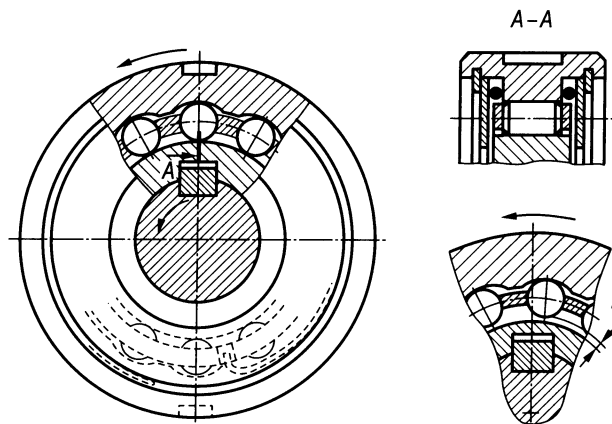


Рис. 21.7.5. Бесконтактная муфта

21.8. Муфты комбинированные

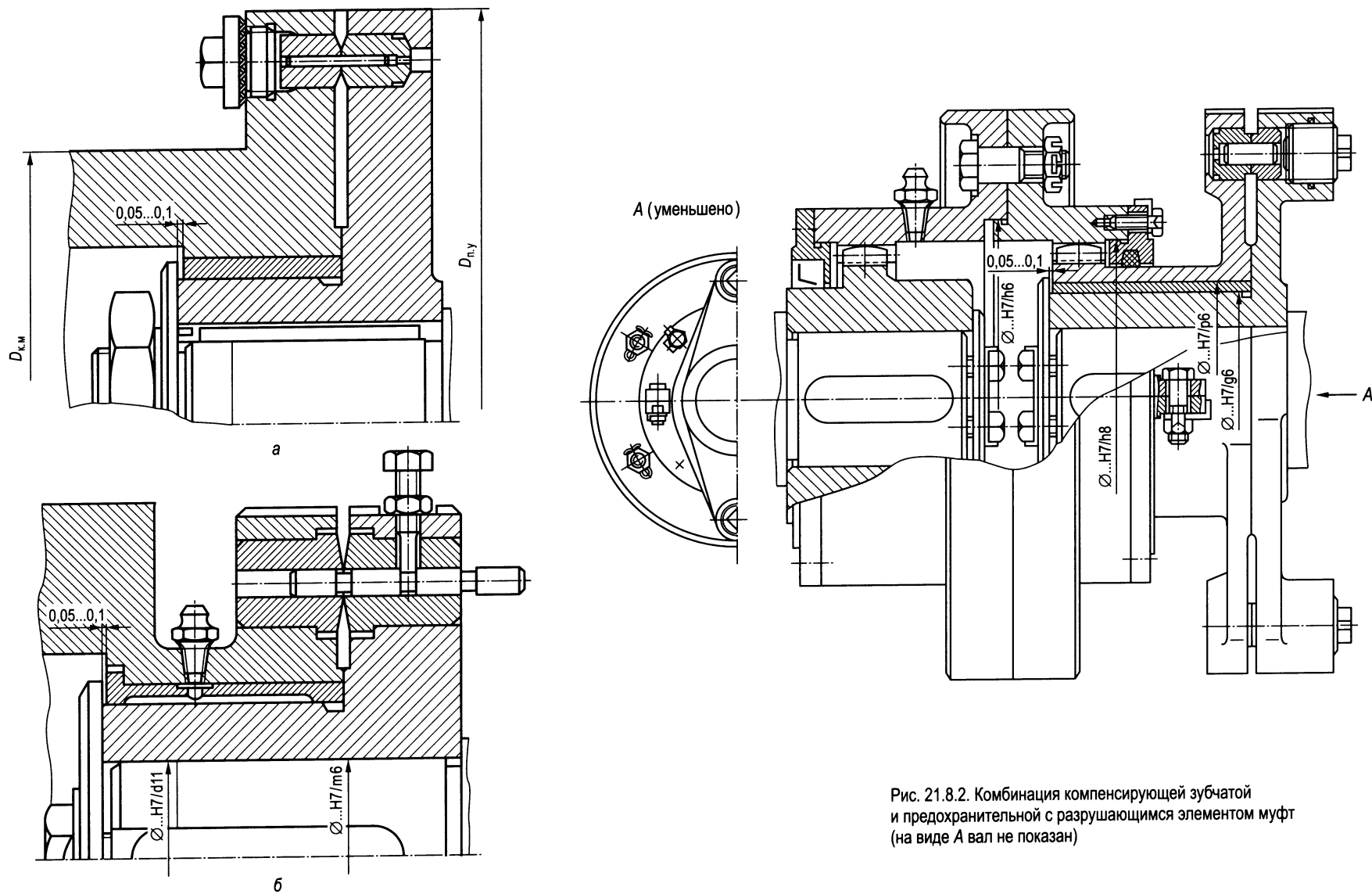


Рис. 21.8.1. Варианты выполнения предохранительной муфты с разрушающимся элементом

Рис. 21.8.2. Комбинация компенсирующей зубчатой и предохранительной с разрушающимся элементом муфт (на виде А вал не показан)

21.8. Муфты комбинированные (продолжение)

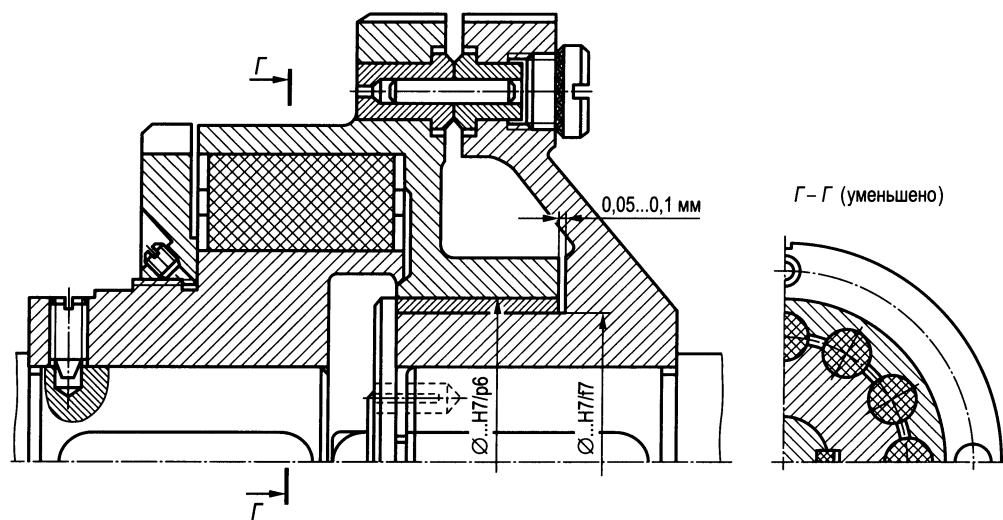
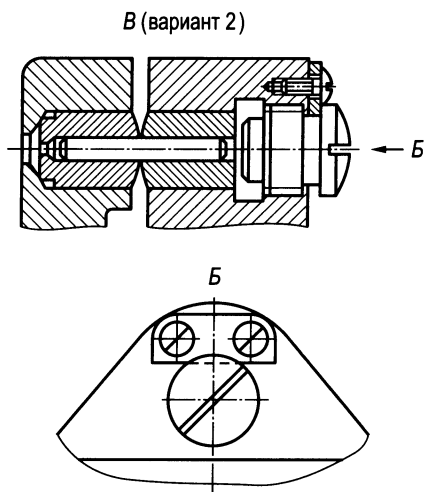
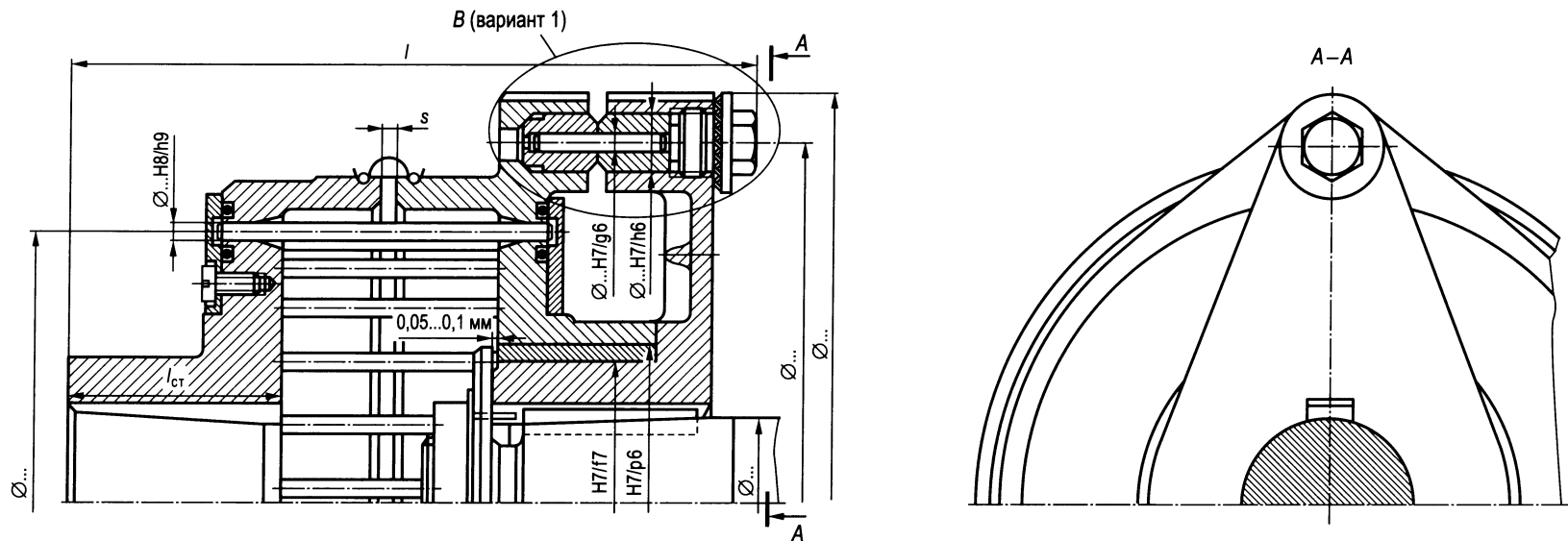


Рис. 21.8.3. Комбинация упругой со стальными стержнями и предохранительной с разрушающимися элементами муфт

Рис. 21.8.4. Комбинация упругой с вкладышами и предохранительной с разрушающимися элементами муфт

21.8. Муфты комбинированные (продолжение)

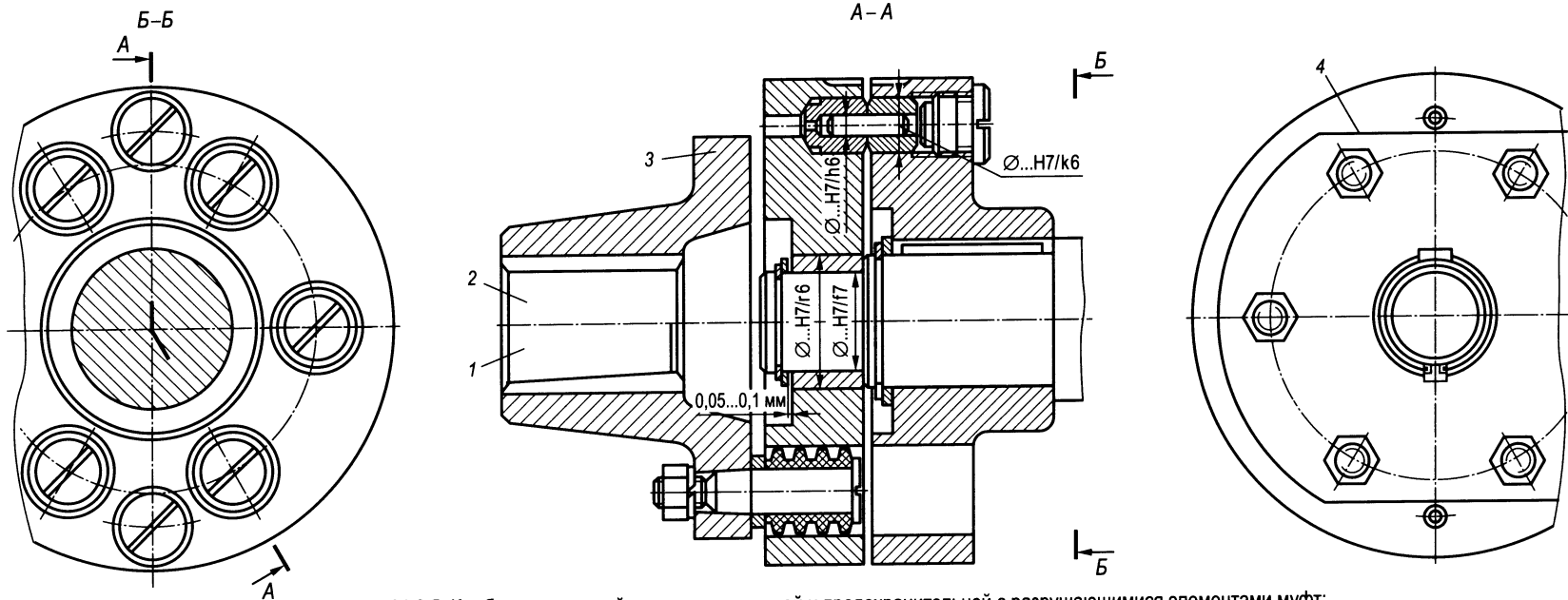


Рис. 21.8.5. Комбинация упругой втулочно-пальцевой и предохранительной с разрушающимися элементами муфт:
1, 2 – коническое и цилиндрическое отверстия полумуфты; 3 – фланец; 4 – лыска

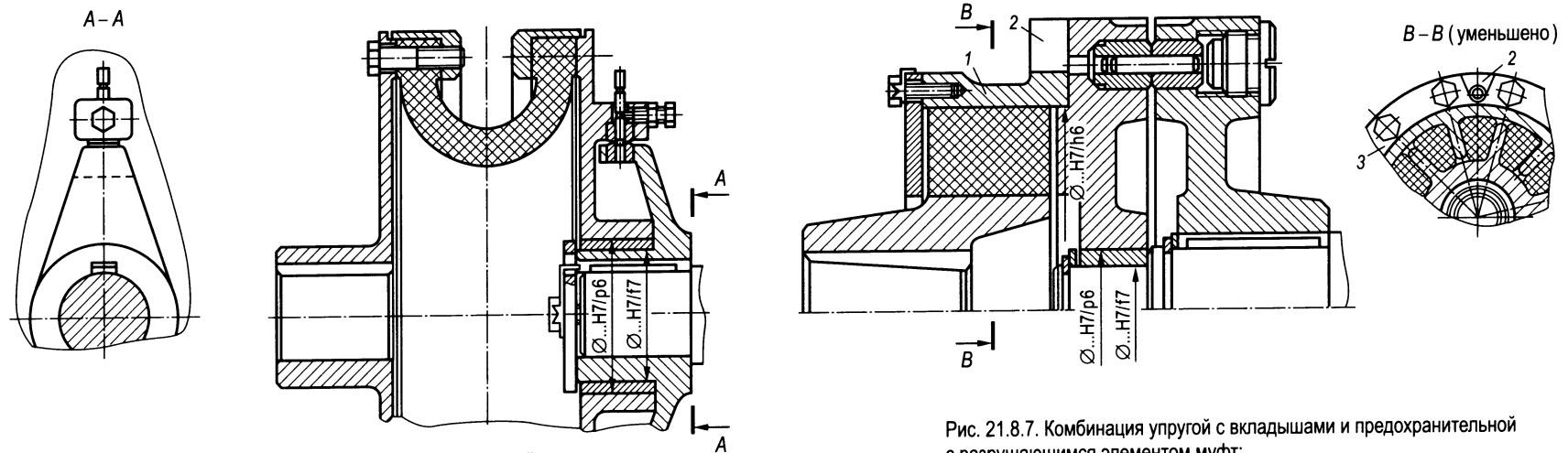


Рис. 21.8.6. Комбинация упругой с торообразной оболочкой и предохранительной с разрушающимся элементом муфт

Рис. 21.8.7. Комбинация упругой с вкладышами и предохранительной с разрушающимся элементом муфт:
1 – полумуфта; 2 – прорезь; 3 – фланец

21.8. Муфты комбинированные (продолжение)

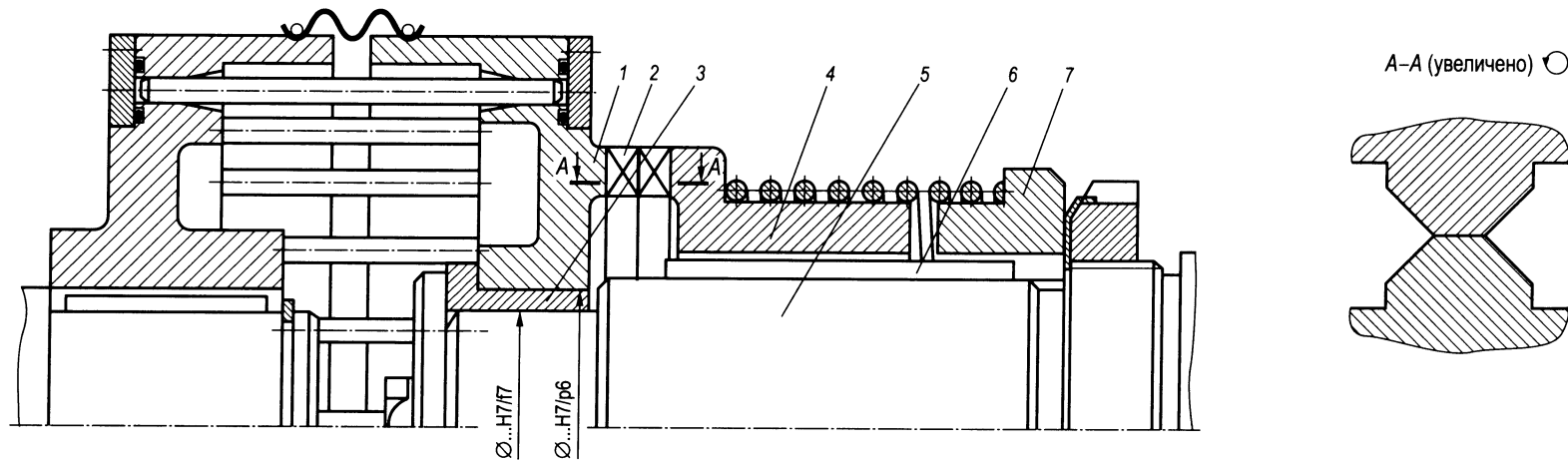


Рис. 21.8.8. Комбинация упругой со стальными стержнями и предохранительной кулачковой муфт:
 1 – полумуфта; 2 – кулачок; 3 – подшипник скольжения; 4 – подвижная полумуфта; 5 – вал;
 6 – направляющая шпонка; 7 – регулировочная втулка

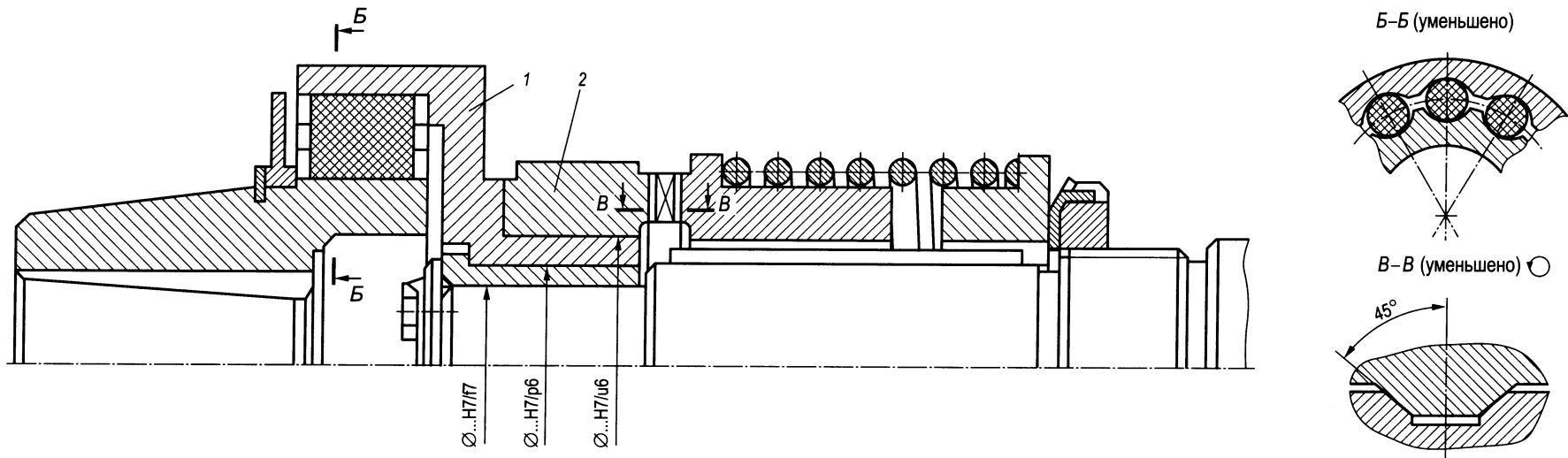


Рис. 21.8.9. Комбинация упругой с вкладышами и предохранительной кулачковой муфт:
 1 – полумуфта; 2 – сменная втулка

21.8. Муфты комбинированные (продолжение)

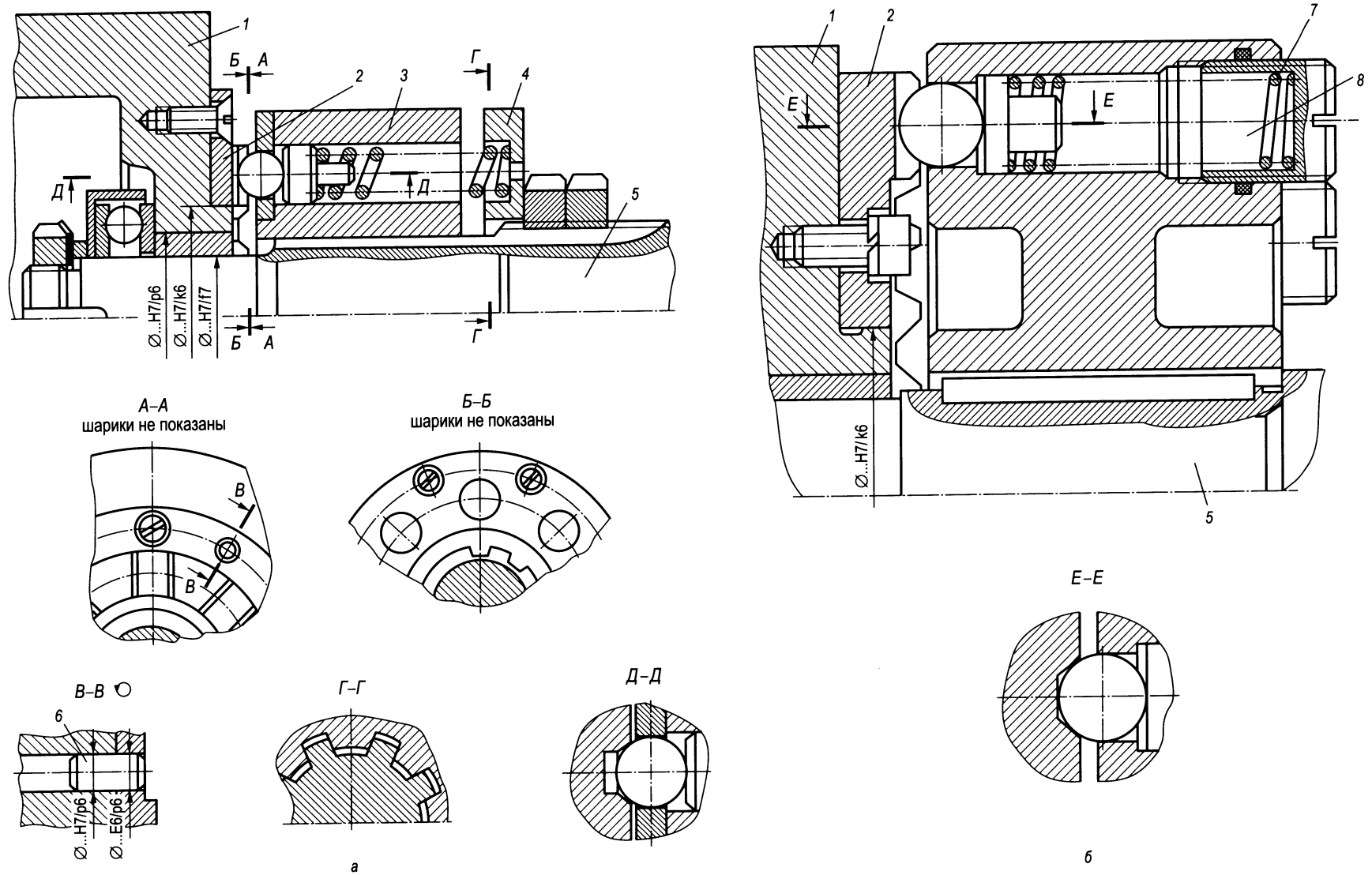


Рис. 21.8.10. Комбинация компенсирующей и предохранительной шариковой муфты :
 1 – полумуфта; 2 – сменная втулка; 3 – корпус; 4 – регулировочная шайба; 5 – вал; 6 – штифт; 7 – пружина; 8 – винт

21.8. Муфты комбинированные (продолжение)

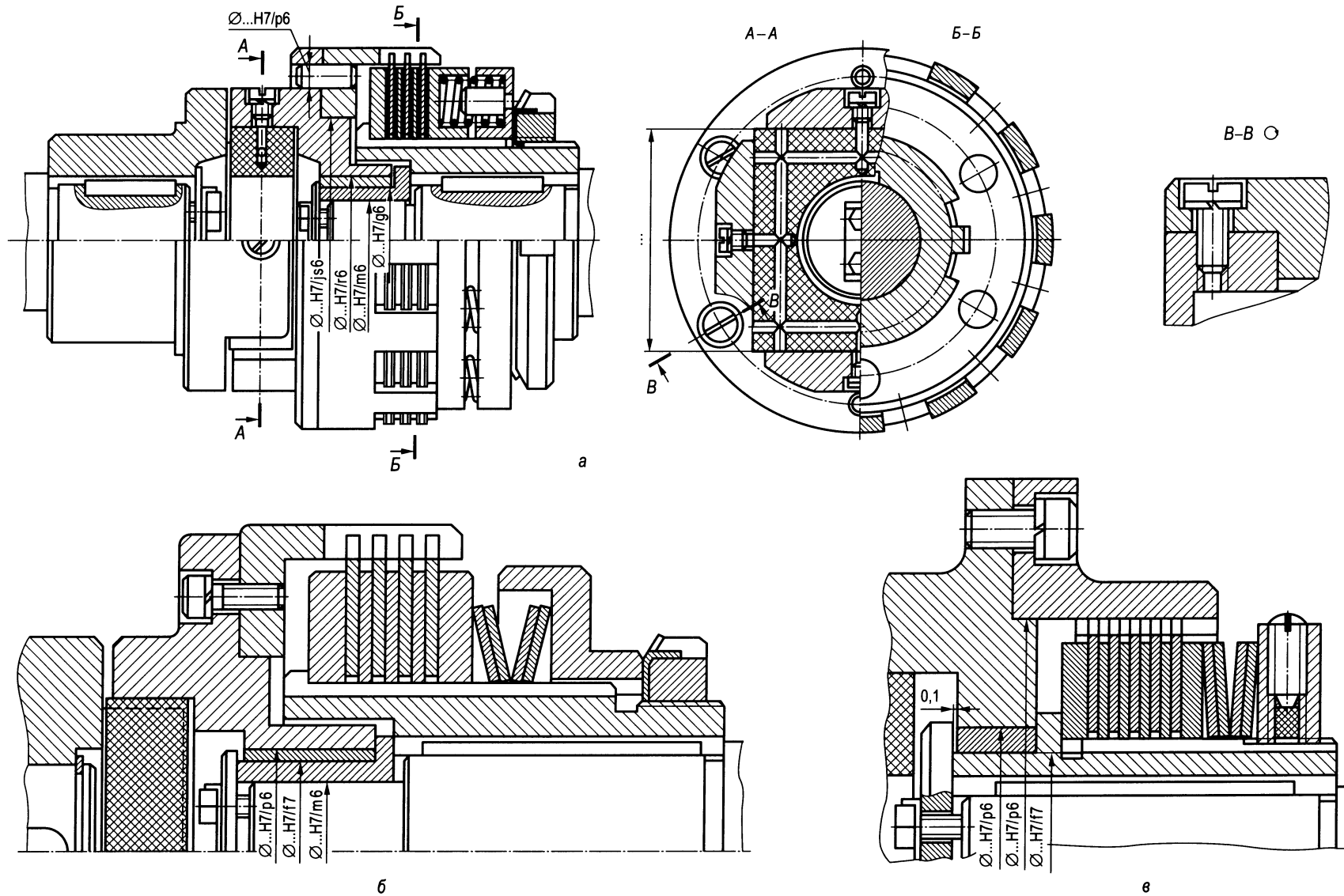


Рис. 21.8.11. Комбинация муфты со скользящим сухарем и предохранительной фрикционной муфты

21.8. Муфты комбинированные (продолжение)

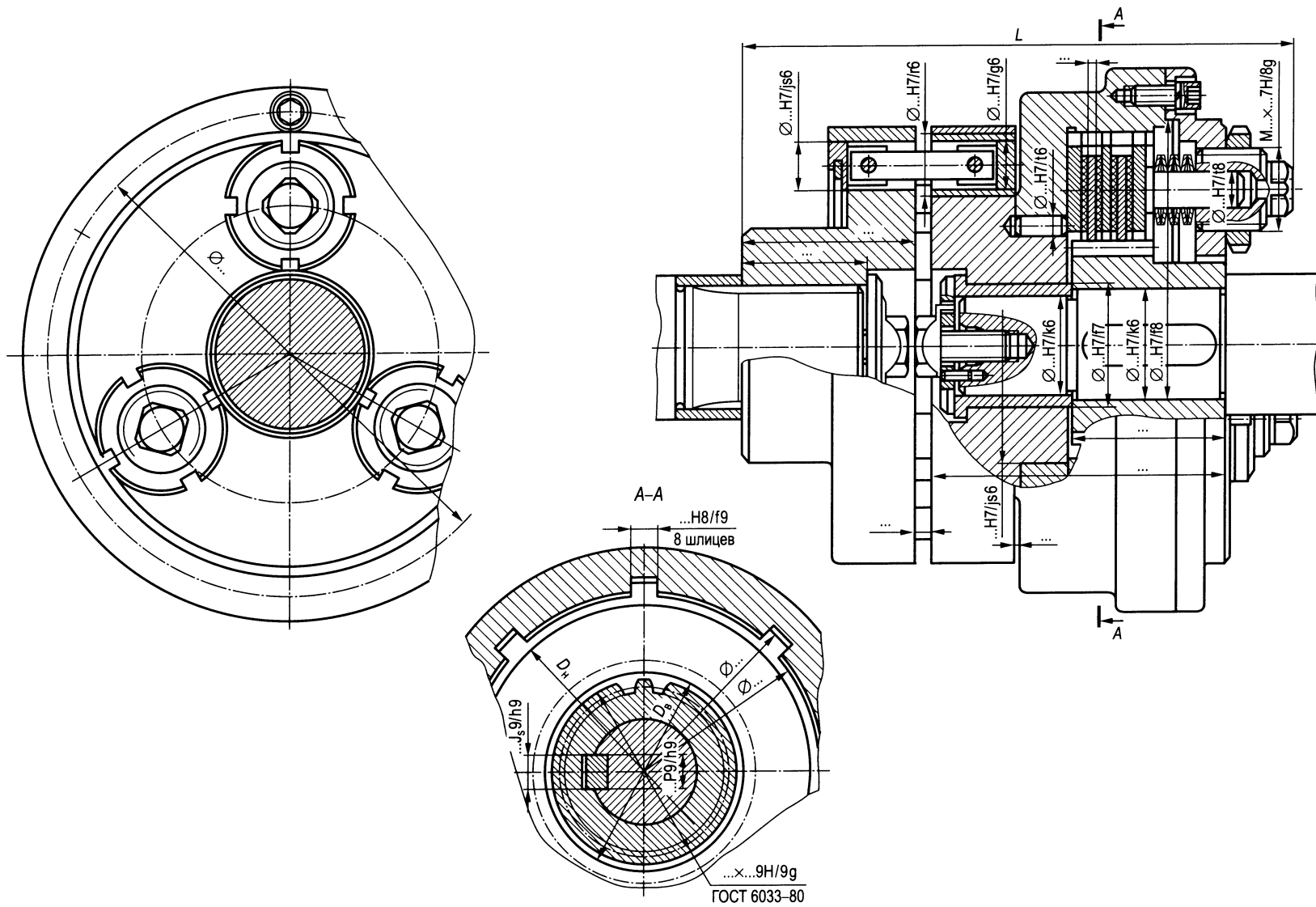


Рис. 21.8.12. Комбинация упругой с пакетами плоских пружин и предохранительной фрикционной муфт

21.8. Муфты комбинированные (продолжение)

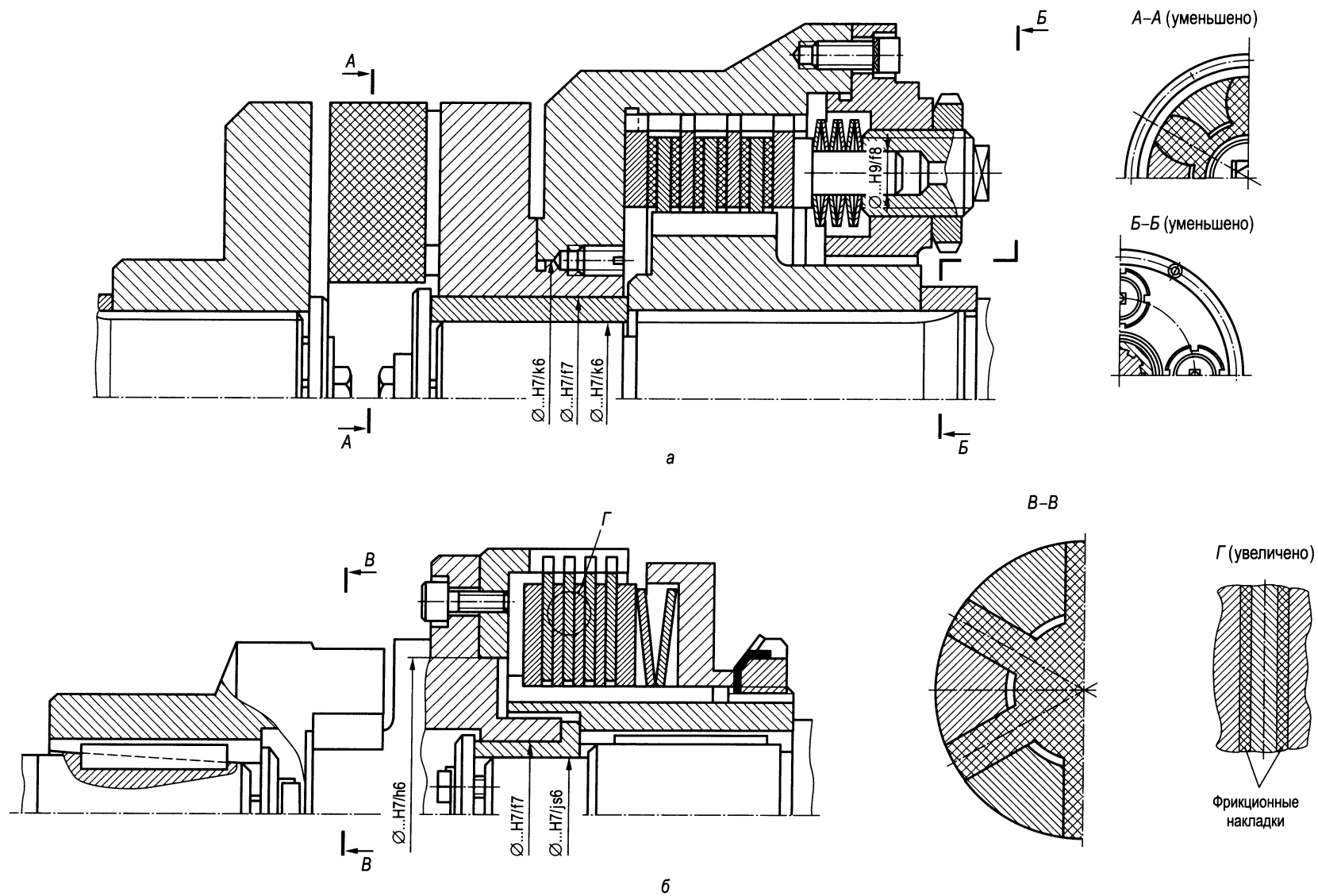


Рис. 21.8.13. Комбинация упругой муфты со звездочкой и предохранительной фрикционной муфты с четырьмя пакетами тарельчатых пружин (а) и с центральными тарельчатыми пружинами (б)

21.8. Муфты комбинированные (продолжение)

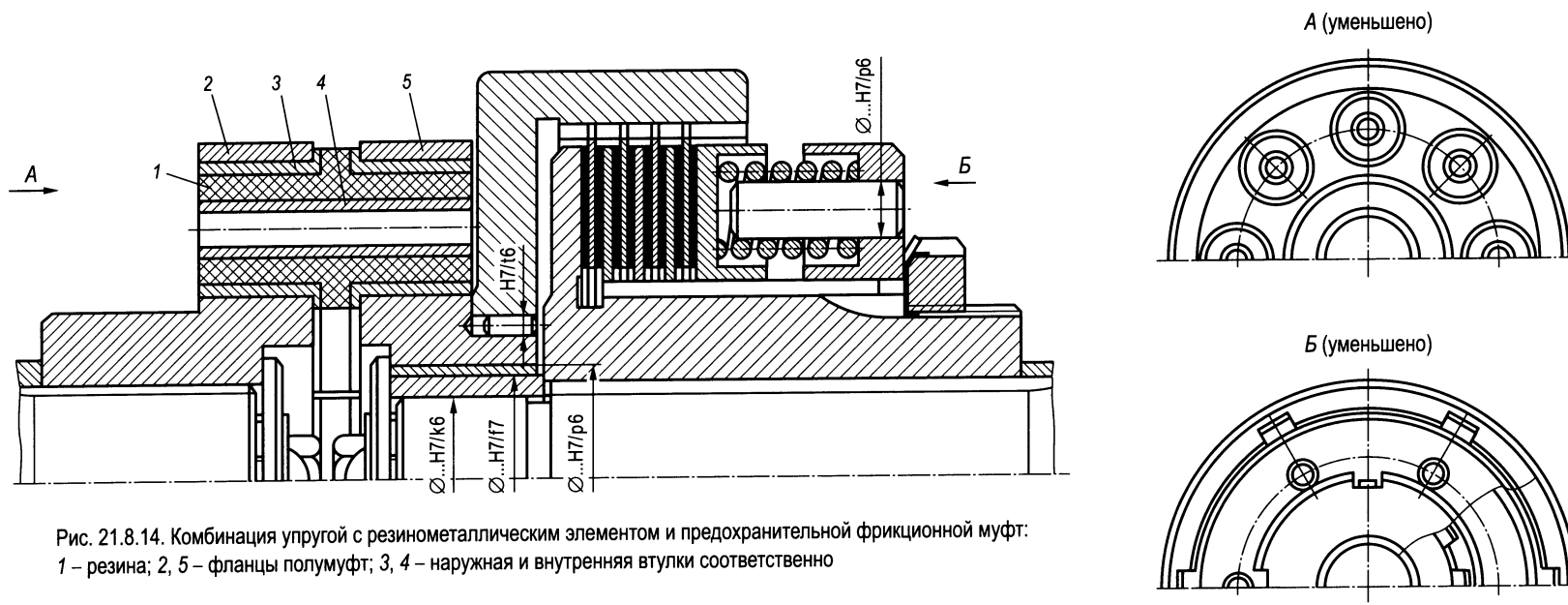


Рис. 21.8.14. Комбинация упругой с резинометаллическим элементом и предохранительной фрикционной муфты:
1 – резина; 2, 5 – фланцы полумуфт; 3, 4 – наружная и внутренняя втулки соответственно

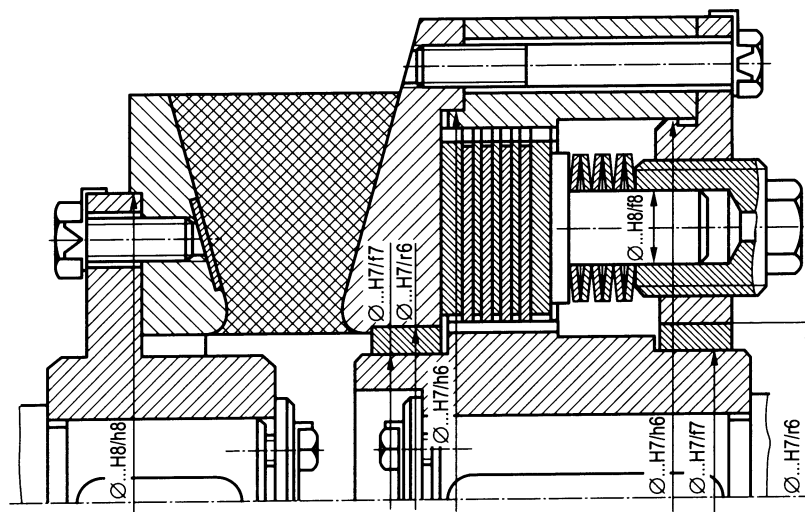


Рис. 21.8.15. Комбинация упругой с резинометаллической шайбой и предохранительной фрикционной муфты

21.8. Муфты комбинированные (продолжение)

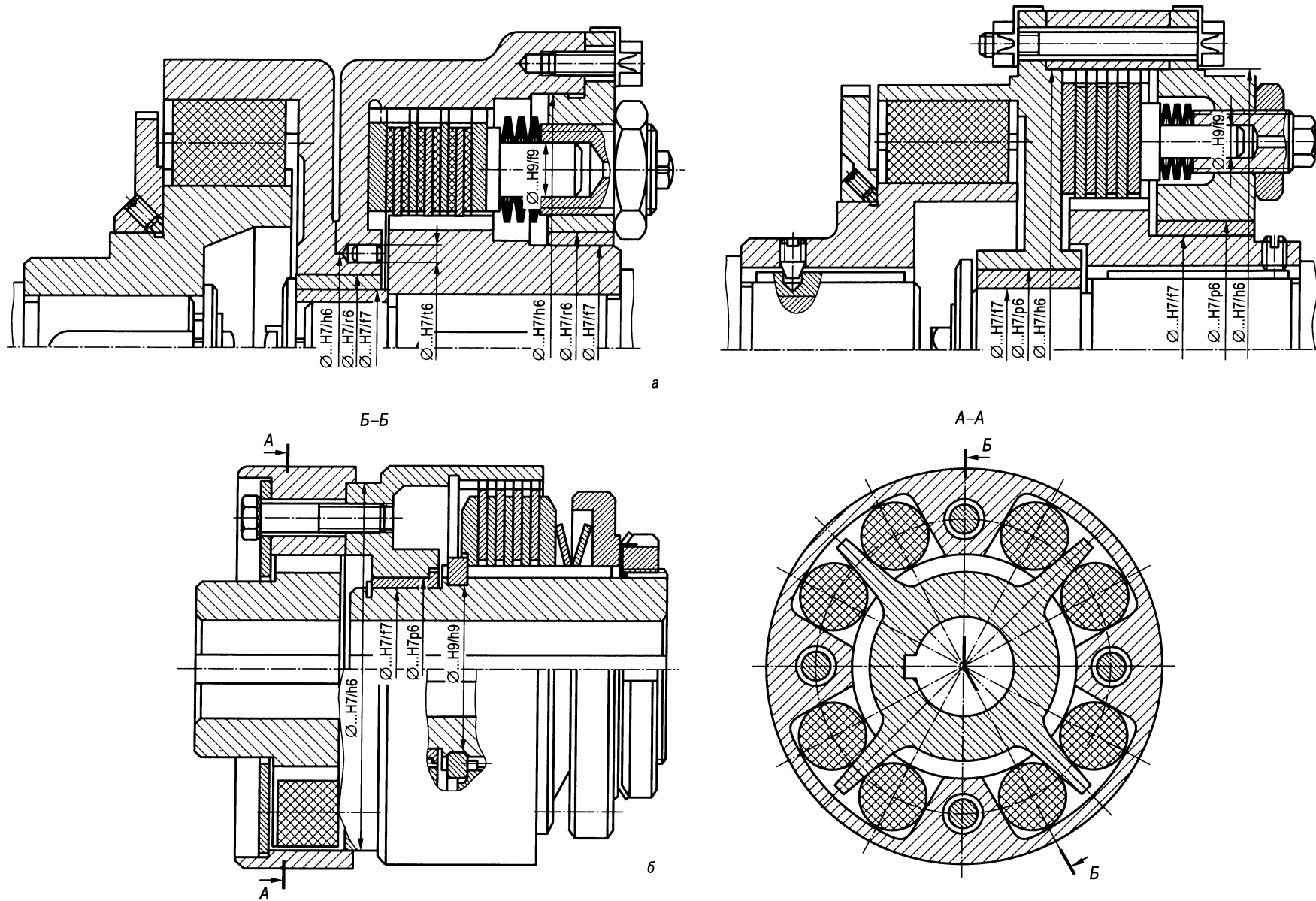


Рис. 21.8.16. Варианты комбинации упругой с вкладышами и предохранительной фрикционной муфт

21.8. Муфты комбинированные (продолжение)

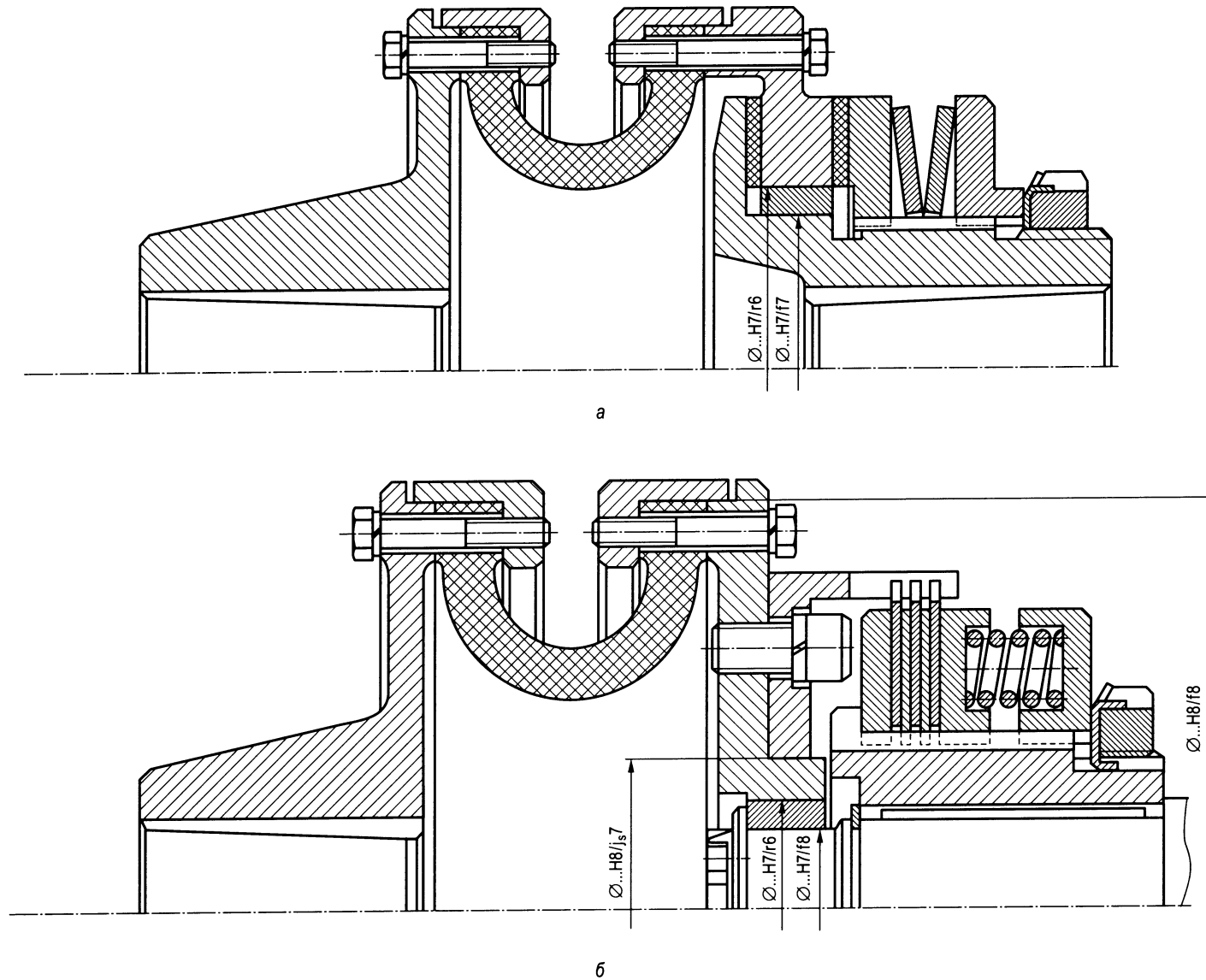


Рис. 21.8.17. Комбинация упругой с вогнутой торообразной оболочкой и предохранительной фрикционной муфт

21.8. Муфты комбинированные (окончание)

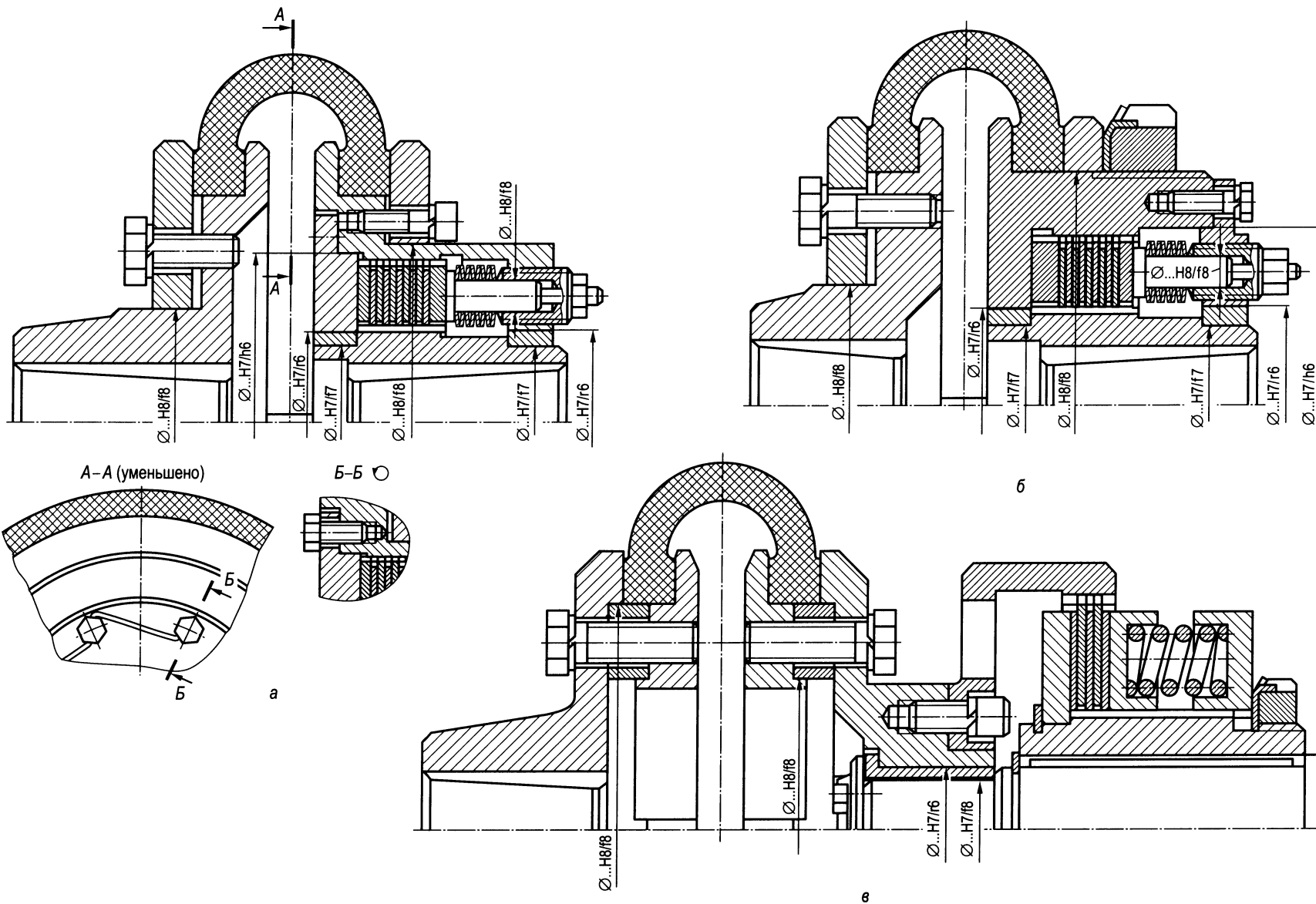


Рис. 21.8.18. Комбинация упругой с выпуклой торообразной оболочкой и предохранительной фрикционной муфт

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 сцеплением. 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 ($\nu_{100} \leq 9 \text{ мм}^2/\text{с}$), 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 “з” – загущенное масло (см. табл. 22.2.1).

22.3. Полулидкие смазочные материалы. Полулидкие смазочные материалы применяют для смазывания при погружении сцепления 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 полулидких 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 ($\nu < 2 \text{ м/с}$) зубчатых передачах имеет место граничная смазка ($k \leq 1$), 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 ($\nu = 2 \dots 12 \text{ м/с}$) 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 ($v \leq 6$ м/с) червячные передачи общего назначения смазывают вязкими индустриальными маслами с присадками в зависимости от скорости скольжения $v_{ск}$ (см. табл. 22.6.1). Эти масла допускают объемную температуру до 110°C . 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 ($v \leq 4$ 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 $v \leq 10$ 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 давления 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”, ВНИИ НП-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 рекурсное 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 $\leq 0,1$ 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 пыльник (см. рис. 22.10.4, *а*) или комбинированные (см. рис. 22.10.4, *б*). Изображенный на рис. 22.10.4, *б* маслоотражатель защищает подшипник от струй масла, выбрасываемых зубчатым зацеплением. 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 *Б–Б* и *В–В*) и цилиндрических (разрез *А–А*) стыков, а также стопорения резьбовых соединений (разрез *Б–Б*, фрагмент *Д*) 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 предпочтительнее вертикально расположенный щуп (см. рис. 22.16.1, *а*), тогда как при большой высоте корпуса более выгоден наклонный щуп (см. рис. 22.16.1, *б*).

Широкое распространение получили маслоуказатели с одной контрольной пробкой (рис. 22.16.2, *а*), маслоуказатели с двумя контрольными пробками используют реже (см. рис. 22.16.2, *б*). 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, *а*, *б*) 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, *б*), 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, а и б) – давлением ПСМ открывается обратный клапан пресс-масленки и ПСМ нагнетается в масляный канал. Пресс-масленки типа 3 (см. рис. 23.18.6, в) 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 ($h \approx 5m$, 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. Прокладное 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 $b \geq 2h$.

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 $b \geq 2h$.

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 $v \leq 1$ 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 $v \leq 4$ 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 $v \leq 6$ 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 ($v \geq 10$ 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	ν_{40}	ν_{50}	θ_3 , не более	$\theta_в$, не менее	ИВ	Область применения
		мм ² /с		°С			
И-Л-А-7*	870	7	5	-18	140	-	Смазывание подшипников быстроходных ($n = 15 \dots 35 \cdot 10^3 \text{ мин}^{-1}$) машин легкой промышленности, контрольно-измерительных приборов
И-Л-А-10*	880	10	8	-15	150	-	
И-ЛГ-А-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	
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 ($\sigma_H \leq 600 \text{ МПа}$) высокоскоростных механизмов ($v = 12 \dots 15 \text{ м/с}$)
И-Л-С-5	850	5	4	-15	110	90	
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 среднескоростных зубчатых передач и механизмов ($v = 2 \dots 12 \text{ м/с}$)
И-Г-С-46	885	45	30	-15	200	90	
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 средненагруженных ($\sigma_H \leq 900 \text{ МПа}$) зубчатых и цепных передач
И-Г-С-150	900	156	91	-15	225	90	
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 ($\sigma_H \leq 1600 \text{ МПа}$) и червячных передач, работающих при $\theta \leq 90 \text{ °С}$
И-Т-Д-100	910	100	76	-10	200	90	
И-Т-Д-220	910	220	130	-10	210	90	
И-Т-Д-460	935	460	228	-10	200	-	Смазывание тяжелонагруженных зубчатых ($\sigma_H \leq 2100 \text{ МПа}$) и червячных передач, работающих при $\theta \leq 130 \text{ °С}$
И-Т-Д-680	955	680	330	-5	200	-	

Примечание. Здесь и далее в аналогичных таблицах ρ – плотность; ν_{40} , ν_{50} – средняя кинематическая вязкость при 40 и 50 °С соответственно; θ_3 – температура застывания; $\theta_в$ – температура вспышки; ИВ – индекс вязкости; σ_H – контактное напряжение; v – скорость движения.

* Базовые для изготовления масел с присадками.

22.2. Трансмиссионные масла

Таблица 22.2.1. Основные показатели трансмиссионных масел

Обозначение (ГОСТ 17479.2-85)	ν_{100} , мм ² /с	θ_3 , °С, не более	Индекс вязкости	Условия эксплуатации		Область применения
				σ_H , МПа	$\theta_{м.о.}$ °С	
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
ТМ-1-18**	14,5	-15	80	900	100	Средненагруженные зубчатые передачи
ТМ-2-9	10	-40	80	1500	100	Средненагруженные прямозубые зубчатые передачи; червячные передачи; цепные и зубчатые муфты
ТМ-2-18	15	-18	80	1500	100	Средненагруженные прямозубые зубчатые передачи; червячные передачи; цепные и зубчатые муфты
ТМ-2-34	26,5	-20	80	2000	120	Тяжелонагруженные зубчатые передачи с цилиндрическими или коническими колесами; коробки передач автомобилей
ТМ-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)
ТМ-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)
ТМ-4-9 ₃	9	-50	140	2000	130	Быстроходные зубчатые передачи (включая планетарные и гипоидные), эксплуатируемые при низких температурах
ТМ-4-18	14	-25	85	2000	130	Гипоидные и червячные передачи; тяжелонагруженные зубчатые передачи с косозубыми цилиндрическими или коническими колесами
ТМ-4-34	26,5	-20	85	2000	130	Гипоидные и червячные передачи; тяжелонагруженные зубчатые передачи с косозубыми цилиндрическими или коническими колесами
ТСэл-8 (ТУ 38.101238-89)	8	-50	140	2000	120	Быстроходные зубчатые передачи (включая планетарные), эксплуатируемые при низких температурах
ТМ-5-12 ₃	12	-40	120	3000	150	Тяжелонагруженные гипоидные передачи (включая ударное нагружение)
ТМ-5-18	17,5	-25	100	3000	135	Тяжелонагруженные гипоидные передачи (включая ударное нагружение)

Примечание. Здесь ν_{100} – средняя кинематическая вязкость при 100 °С; $\theta_{м.о.}$ – объемная температура масла.

* ТУ 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)	-40...+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-П 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 (ТУ38 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 $\sigma_H \leq 400$ 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 $\sigma_H \leq 2000$ МПа
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
<i>Материалы общего назначения</i>		
Солидол синтетический (ГОСТ 4366–76):		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.)
<i>Материалы общего назначения для повышенных температур</i>		
1–13 жировая (ОСТ 38.01145–80)	–20...+110	Старые сорта (заменитель Униол-1)
<i>Многоцелевые материалы</i>		
Литол-24 (ГОСТ 21150–80)	–40...+130	Высокая стабильность, перспективный сорт
Фиол-1 (ТУ38 УССР 201247–80)	–40...+120	Универсальный сорт общего назначения
<i>Термостойкие материалы</i>		
Униол-1 (ТУ38 УССР 201150–78)	–40...+150	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
<i>Морозостойкие материалы</i>		
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
<i>Химически стойкие материалы</i>		
ЦИАТИМ-205 (ГОСТ 8551–74)	–60...+50	Взрывобезопасный сорт. Для неподвижных соединений и РС
<i>Приборные материалы</i>		
ОКБ-22-7 (ГОСТ 18179–72)	–60...+120	Многоцелевой приборный сорт
ЦИАТИМ-202 (ГОСТ 11110–75)	–60...+120	Для среднескоростных ПК и ЗП
<i>Электроконтактные материалы</i>		
ВНИИНП-502 (ТУ 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, °С	Примечание
<i>Материалы для электромашин</i>		
ВНИИП-242 (ГОСТ 20421–75)	–40...+110	Для ПК ($d \cdot n \leq 2,7 \cdot 10^5$ мм/мин)
ЛДС-3 (ТУ 38 УССР 201473–87)	–40...+120	Для ПК электродвигателей
<i>Авиационные материалы</i>		
Эра (ТУ 38. 101950–83)	–60...+120	Для ПК, ЗП, ПВГ
<i>Космические материалы</i>		
ВНИИП-274 (ГОСТ 19337–73)	–80...+160	Для систем космических аппаратов
<i>Автомобильные материалы</i>		
ЛСЦ-15 (ТУ 38 УССР 201224–80)	–80...+130	Для шлицев, шарниров, петель и т. п.
Шрус-4 (ТУ 38 УССР 201312–81)	–40...+120	Для синхронных муфт
Фиол-2у (ТУ 38 УССР 201266–79)	–40...+100	Для игольчатых ПК, шарнирных муфт
<i>Железнодорожные материалы</i>		
Кулисная ЖК (ТУ 32ЦТ 549–83)	–30...+80	Для грубых направляющих
Рельсовая ЖР (ТУ 32Ц 553–83)	–30...+80	
<i>Морские материалы</i>		
АМС-3 (ГОСТ 2712–75)	0...+75	Консервационный сорт. Для морских механизмов
<i>Индустриальные материалы</i>		
Униол-2 (ГОСТ 23510–79)	–30...+160	Для направляющих металлургического и кузнечно-прессового оборудования
Сиол (ТУ 38. 10152–74)	До +100	Для высокоскоростных ПК ($n \leq 16\,000 \text{ мин}^{-1}$)
Старт (ТУ 38. 401204–81)	–40...+140	Для высокоскоростных ПК ($d \cdot n \leq 6 \cdot 10^5$ мм/мин)
<i>Буровые материалы</i>		
Геол-1 (ТУ 38 УССР 201385–82)	–10...+40	Для направляющих и РС бурильных труб
<i>Противозадирные материалы</i>		
ЛС-1П (ТУ 38 УССР 201145–77)	–40...+130	Для узлов кузнечно-прессового и литейного оборудования
<i>Радиационно стойкие материалы</i>		
ВНИИП-273 (ТУ 38. 101476–74)	–20...+120	Для ПК, ПС, ЗП, ПВГ в условиях радиации

Примечание. 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

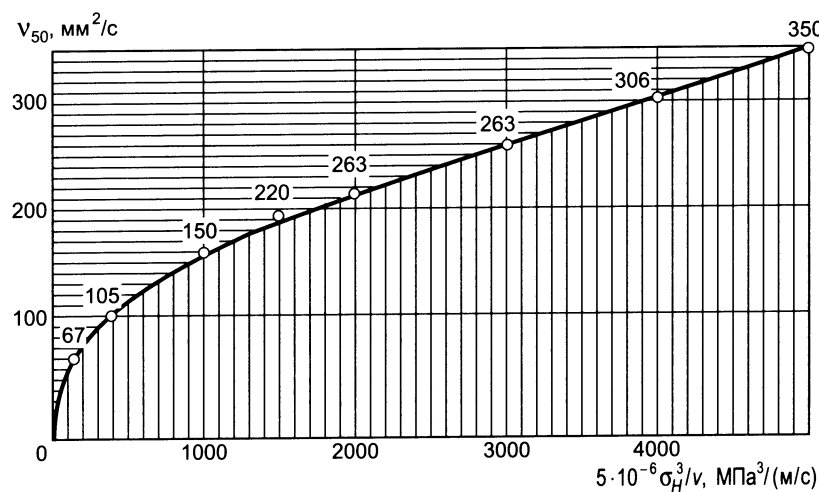
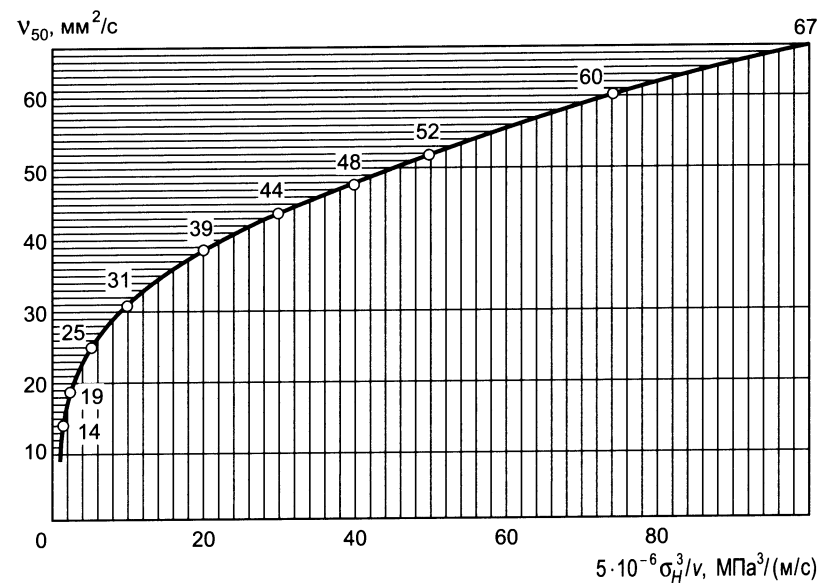
Таблица 22.5.1. Типы масел при смазывании погружением быстроходного колеса

Тип масла	Условия применения	
	$\theta_{м.о}, ^\circ\text{C}$	$\sigma_H, \text{МПа}$
	$v < 0,5 \dots 2 \text{ м/с}$	
Полужидкие масла	≤ 90	≤ 600
И-Т-Д	≤ 130	≤ 1600
ТМ-4	≤ 150	≤ 2500
ТМ-5	≤ 150	> 2500
	$v = 2 \dots 12 \text{ м/с}$	
И-Г-А	≤ 90	≤ 600
И-Г-С, И-Т-С	≤ 90	≤ 900
ТМ-1	≤ 90	≤ 1600
И-Т-Д	≤ 130	≤ 1600
ТМ-2	≤ 130	≤ 2100
ТМ-3	≤ 150	≤ 2500
ТМ-4	≤ 150	≤ 3000
ТМ-5	≤ 150	> 3000

Примечания: 1. Марки масел выбирают по значению V_{50} в зависимости от параметра $5 \cdot 10^{-6} \sigma_H^3 / v$, $\text{МПа}^3 / (\text{м/с})$ (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 $\theta_{м.о} > 150 ^\circ\text{C}$ следует применять моторные или синтетические масла.

Таблица 22.5.2. Типы масел при циркуляционном смазывании и $v > 12 \dots 15 \text{ м/с}$

$\theta_{м.о}, ^\circ\text{C}$	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 $5 \cdot 10^{-6} \sigma_H^3 / v$, $\text{МПа}^3 / (\text{м/с})$

22.6. Выбор смазывающего материала для различных узлов трения

Таблица 22.6.1. Червячные передачи

$v_{ск}$, м/с	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

Примечание. $\theta_{м.о} < 110$ °С.

Таблица 22.6.4. Направляющие скольжения

p , МПа	Марка масла при расположении направляющей	
	горизонтальном	вертикальном
До 0,5	И-Н-Е-68	И-Н-Е-100
Св. 0,5 до 1,2	И-Н-Е-68	И-Н-Е-220
» 1,2 » 3	И-Н-Е-100	И-Н-Е-220

Примечания: 1. $\theta_{м.о} < 80$ °С. 2. При точном движении и $v < 0,2$ м/мин применяют масло И-ГН-Е-32.

Таблица 22.6.5. Волновые зубчатые передачи

σ_H , МПа	Марка масла при диаметре гибкого колеса	
	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

Таблица 22.6.2. Цепные передачи

Вид смазывания	v^* , м/с	Марка масла при давлении в шарнирах цепи, МПа			
		с 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

$v_{ск}$, м/с	Марка масла при давлении на рабочей поверхности, МПа			
	< 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 роliko-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	ТМ-5-12, ТМ-4-18
Подшипники качения*	Литол-24, Фиол-1, ЛДС-3, Циатим-202 при $t_{вoз} = -5 \dots +30$ °С 1-13, Униол-1, Циатим-221 при $t_{вoз} > 30$ °С Циатим-201, Циатим-203 при $t_{вoз} < -5$ °С
Подшипники скольжения при жидкостной смазке	И-Г-А-32, И-Л-С-22 и другие маловязкие индустриальные масла

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

Индекс уплотнения (см. рис. 22.7.1)	p , МПа	v , м/с	Диапазон применения, °С	Класс негерметичности
	не более			
1	20	1	-50...+ 200	1-2
2	40	0,5	-20...+ 150	2-1
3	0,1	37	-200...+ 150	2-2
4	50	20	-150...+ 450	4-2
5	50	12,5	-10...+ 400	3-2
6	5	20	-150...+ 450	2-2
7	10	-	-250...+ 600	1-1



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	\bar{Q} , мм ³ /(м·с)	Визуальная оценка	Характерные типы уплотнений
1-1	10^{-4} - $5 \cdot 10^{-4}$	Невидимое отпотевание	Прокладки металлические, мембраны резиновые, прокладки неметаллические
1-2	$5 \cdot 10^{-4}$ - $5 \cdot 10^{-3}$	Невидимое отпотевание	
2-1	$5 \cdot 10^{-3}$ - $5 \cdot 10^{-2}$	Подтекание без каплеобразования	Уплотнения неподвижные при высоких нагрузках, неметаллические уплотнения в подвижных соединениях
2-2	$5 \cdot 10^{-2}$ - $5 \cdot 10^{-1}$	Подтекание без каплеобразования	
3-1	0,5 - 2,5	Подтекание с каплеобразованием	Уплотнения в подвижных соединениях при высоких нагрузках, уплотнения манжетные высокоскоростные при вращательном движении
3-2	2,5 - 10	Подтекание с каплеобразованием	
4-1	10 - 50	Капельные утечки	Уплотнения торцовые и набивочные при вращательном движении, уплотнения набивочные в подвижных соединениях
4-2	50 - 100	Частые капли	
5	100 - 1000	Непрерывные утечки	Уплотнения бесконтактные в подвижных соединениях

22.8. Плоские прокладки для герметизации неподвижных соединений

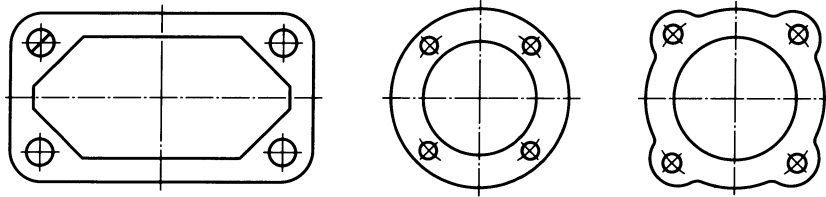


Рис. 22.8.1. Конфигурация плоских прокладок в зависимости от формы фланца

Таблица 22.8.1. Основные показатели плоских прокладок

Материалы прокладки	Рабочая среда	E, МПа	Диапазон применения, °С	Область применения
Бензомаслостойкие резины	Нефтепродукты	6–20	–40...+100	В условиях низкого рабочего давления для герметизации стыков, имеющих макронеровности (волнистость, неплоскостность) и допускающих взаимные сближения контактирующих поверхностей под действием нормальных сил, или недостаточно жестких фланцев
Фторопласт-4 (ГОСТ 10007–80)	Все жидкие и газообразные среды	450–850	–269...+260 (кратковременно); –195...+200	
Паронит марки ПМБ (ГОСТ 481–80)	Нефтепродукты	$(2...4) \cdot 10^4$	+200	
	Минеральные масла	$(2...4) \cdot 10^4$	+150	
Картон прокладочный (ГОСТ 9347–74)	Масла, бензин	$(5...6) \cdot 10^4$	+100	
Фибра (ГОСТ 14613–89)	Керосин, бензин, спирт, ацетон	$(6...8) \cdot 10^4$	+70	
Алюминий (ГОСТ 21631–76)	Нефтепродукты	$7 \cdot 10^4$	–253...+150	В условиях повышенных значений рабочего давления и температуры уплотняемой среды
Медь (ГОСТ 495–92)	Масла, криогенные жидкости	$12 \cdot 10^4$	–253...+250	
Сталь углеродистая (ГОСТ 1050–88)	Нефтепродукты, масла, водяной пар	$2,0 \cdot 10^5$	–40...+550	

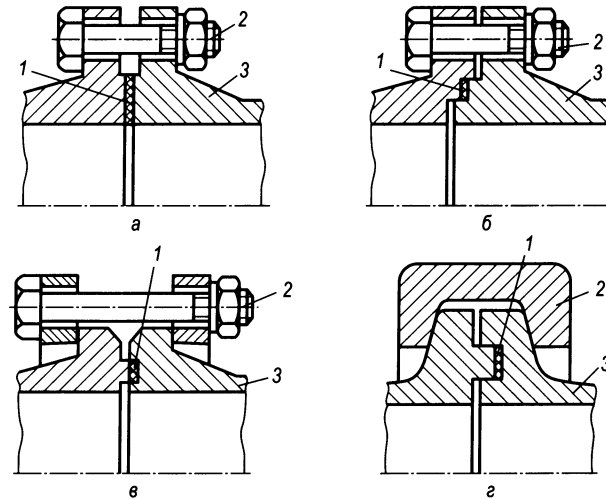


Рис. 22.8.2. Фланцевые соединения с прокладками:
а – открытыми; б – закрытыми замком; в – закрытыми в канавке шип – паз; г – то же с бугельным обжатием; 1 – прокладка; 2 – болтовой или бугельный силовой элемент; 3 – фланец трубопровода

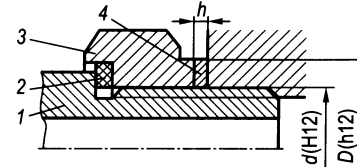


Рис. 22.8.3. Уплотнение трубопроводов плоскими прокладками:
1 – штуцер; 2 – прокладка исполнения I (паронит, картон, фибра); 3 – гайка накидная; 4 – прокладка исполнения II (медь, алюминий)

Таблица 22.8.2. Размеры прокладок, мм

Резьба		d исполнения		D исполнения		h исполнения	
метрическая (ГОСТ 8724–81)	трубная (ГОСТ 6357–81)	I	II	I	II	I	II
M8×1	–	8	8,1	12	12	1,0	2,5
M10×1	G1/8	10	10,1	14	14	1,0	2,5
M12×1,5	–	12	12,1	18	17	1,5	3,0
–	G1/4	14	14,1	20	19	1,5	3,0
M16×1,5	–	16	16,1	22	21	1,5	4,0
–	G3/8	17	17,1	23	22	1,5	4,0
M20×1,5	–	20	20,1	26	25	1,5	4,0
–	G1/2	21	21,1	26	26	1,5	4,0
M27×2	–	27	27,1	32	32	2,0	5,0
–	G3/4	34	34,1	39	39	2,0	5,0

22.9. Резиновые армированные манжеты для валов

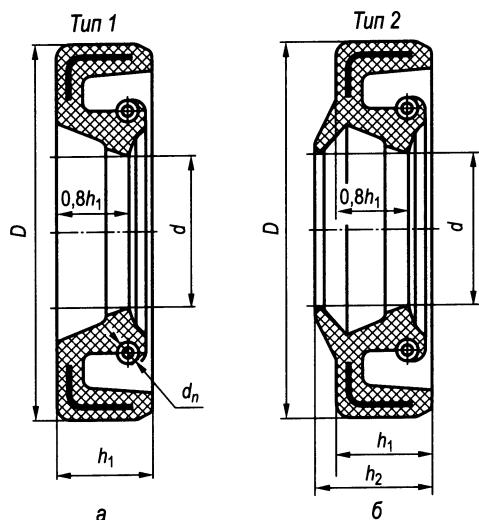


Рис. 22.9.1. Резиновые армированные манжеты классов негерметичности 2-1...3-1:
а – однокромочная; б – то же с пыльником

Таблица 22.9.1. Предельные несоосность ε посадочного места относительно оси вала и радиальное биение Δr для манжет (ГОСТ 8752-79)

D, мм	ε , мм	n , мин ⁻¹	Δr , мм
До 55	0,10	До 1000	0,18
Св. 55 до 120	0,15	Св. 1000 до 2000	0,15
» 120 » 320	0,20	» 2000 » 3000	0,12
» 320 » 500	0,25	» 3000 » 4000	0,10

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

- Избыточное давление рабочей среды 0,06...0,1 МПа.
- Твердость поверхности стального вала: 30HRC₃ при $v \leq 4$ м/с; 50 HRC₃ при $v > 4$ м/с; 55 HRC₃ при наличии абразива.
- Параметры шероховатости для сопряженных с манжетой поверхностей по ГОСТ 2789-73: для вала $Ra = 0,32...0,63$ мкм при $v \leq 5$ м/с, $0,16...0,32$ мкм при $v > 5$ м/с и $1,25...2,5$ мкм при $v \leq 1$ м/с; для отверстия в корпусе $Ra = 2,5$ мкм.
- Отклонение под контактной кромкой для вала h_{10} , для отверстия Н9.
- 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).
- Температура эксплуатации манжет – в соответствии с данными табл. 22.9.2.
- Отклонения формы поверхности вала под манжетой – в соответствии с данными табл. 22.9.1.
- Браслетные пружины по ОСТ 23.1-77-71.

Таблица 22.9.2. Условия эксплуатации манжет

Рабочая среда, параметры	θ_{\max} , °С, для резин группы					
	1 (СКН)	2 (СКН)	3 (СКН)	4 (СКФ)	5 (СКФ)	6 (СКТВ)
Моторные масла	100	100	100	150	170	160
Трансмиссионные масла	100	100	100	150	170	130
Гипоидные масла	80	80	80	150	150	130
Соляровые масла	90	90	90	150	СГ	СГ
Нефтяные ПСМ	90	90	90	100	СГ	СГ
Дизельные топлива	Н	СГ	Н	150	Н	СГ
Вода техническая	Н	СГ	Н	Н	90	Н
Тормозные жидкости	Н	Н	Н	Н	СГ	СГ
θ_{\min} , °С	-45	-30	-60	-45	-20	-55
v , м/с	12	12	12	22	37	37

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

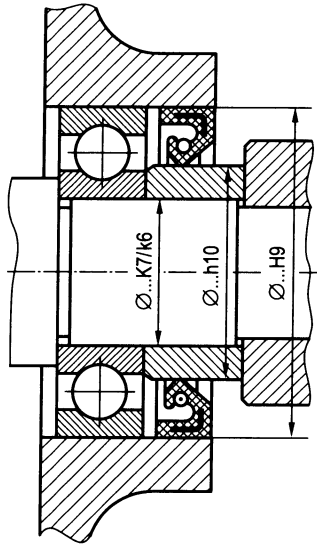


Рис. 22.10.1. Манжета, установленная в корпус

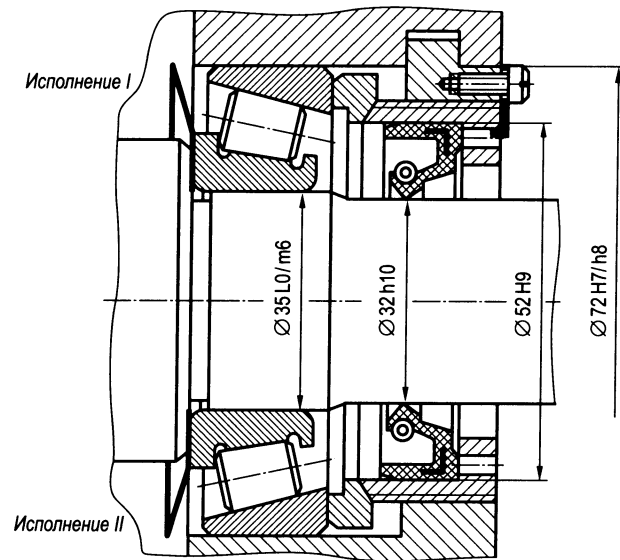


Рис. 22.10.2. Манжета, установленная в регулирующее устройство

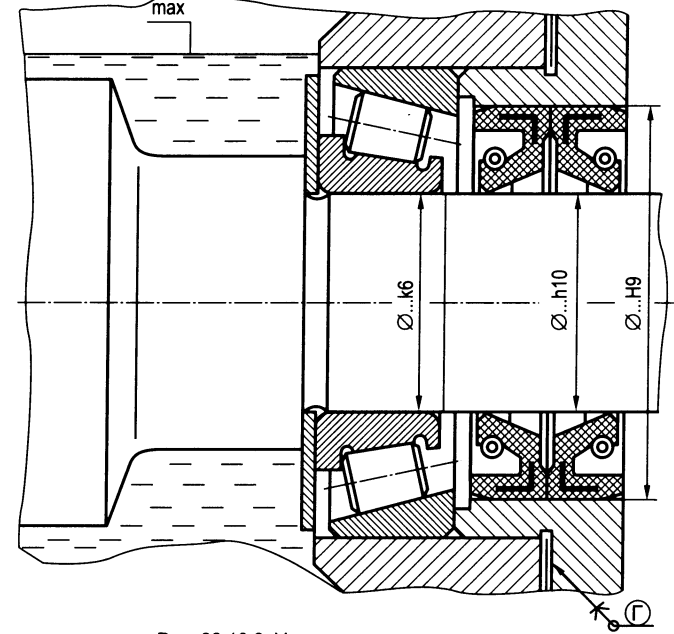


Рис. 22.10.3. Установка сдвоенных манжет
(Ⓢ - покрыть герметиком)

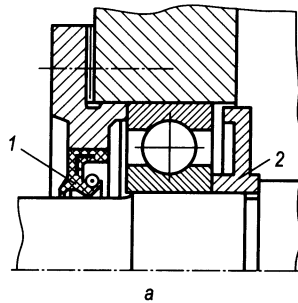


Рис. 22.10.4. Уплотнения, используемые при значительном загрязнении окружающей среды:
а – манжета с пыльником; б – комбинированное; 1 – манжета; 2 – мазеудерживающая шайба;
3 – лабиринтное уплотнение; 4 – манжетное уплотнение; 5 – штампованный маслоотражатель

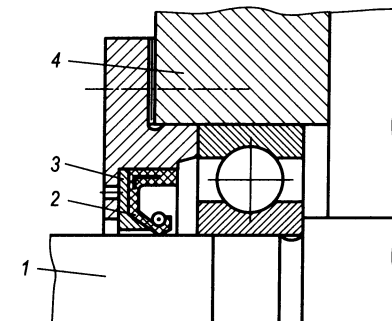
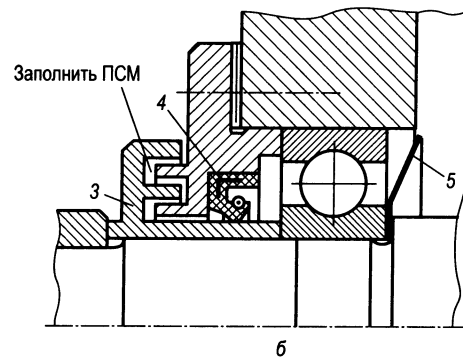
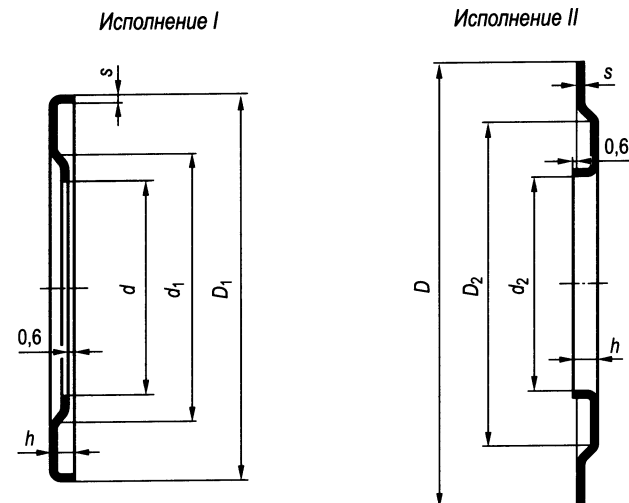
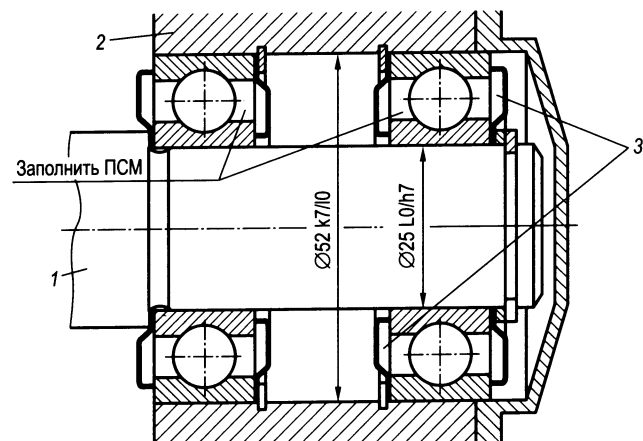


Рис. 22.10.5. Манжета с опорным конусом при повышенном давлении (до 0,3 МПа) внутри корпуса:
1 – вал; 2 – манжета; 3 – опорный конус; 4 – корпус

22.11. Контактные уплотнительные шайбы

Таблица 22.11.1. Основные размеры, мм

Размеры подшипника		Размеры общие		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

Рис. 22.11.1. Контактные уплотнительные шайбы:
исполнение I – для валов; исполнение II – для корпусовРис. 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

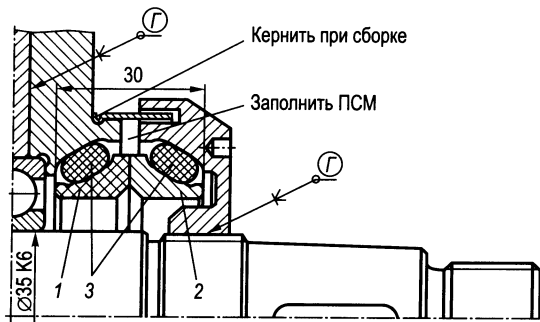
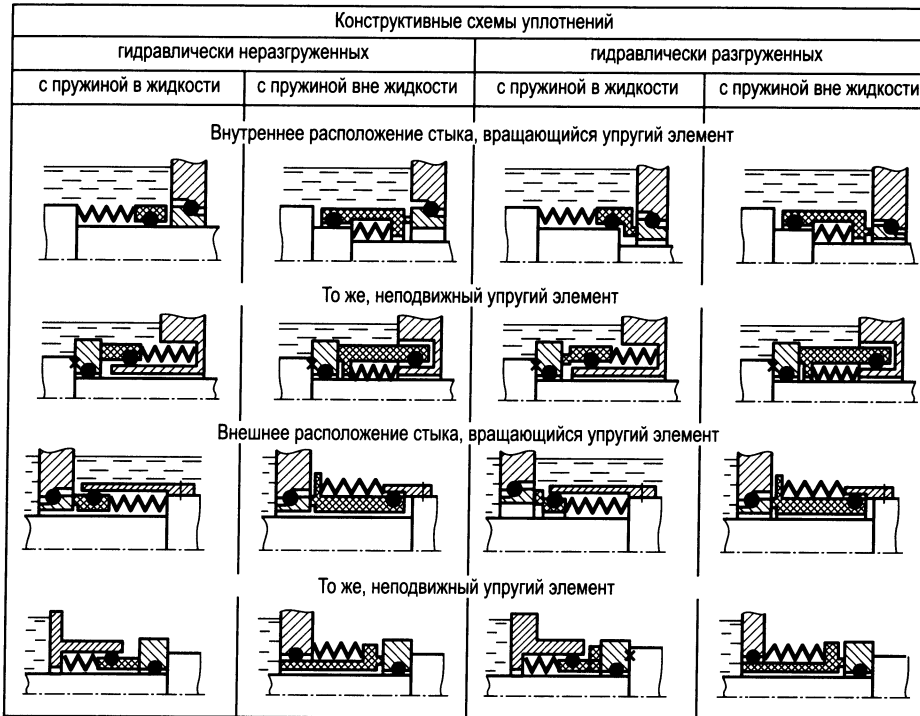


Рис. 22.12.1. Торцовое уплотнение вала редуктора, используемого в строительстве:
 1 – неподвижное кольцо из углеграфита 2П-1000Ф; 2 – вращающееся кольцо из стали 95Х18 (55HRC₃); 3 – уплотнительные резиновые кольца круглого сечения 050-060-58 по ГОСТ 9833-73 (для их деформирования осевое перемещение гайки составляет 3...4 мм)

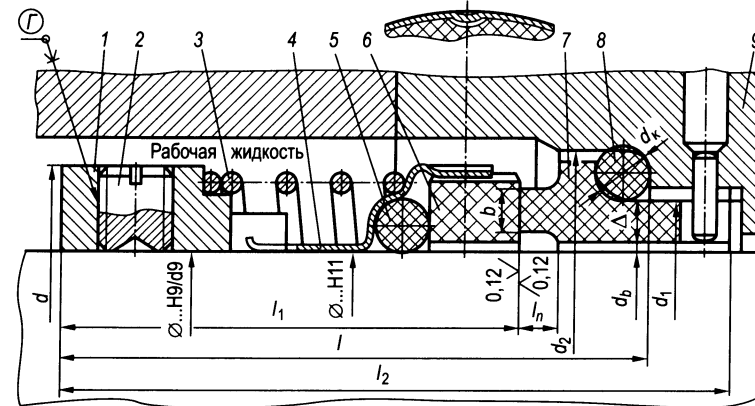


Рис. 22.12.2. Торцовое уплотнение типа 211 (ВНИИгидромаш):
 1 – втулка упругого элемента; 2 – винт установочный; 3 – пружина центральная;
 4 – поводок-обойма; 5, 8 – уплотнительное резиновое кольцо (вторичное уплотнение);
 6 – вращающееся кольцо пары трения, установленное упруго; 7 – неподвижное кольцо, установленное свободно для компенсации биений стыка пары трения; 9 – корпус

Таблица 22.12.2. Основные размеры, мм

d_b	d	d_1	d_2	l	l_1	l_2
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

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

Условия эксплуатации

1. Преимущественное применение для насосов
2. Давление нейтральной рабочей жидкости..... $p \leq 1,6$ МПа
3. Скорость скольжения $v \leq 20$ м/с
4. Параметр $pv \leq 50$ МПа · м/с
5. Давление от пружины на поверхности пары трения $\leq 0,5$ МПа
6. Материал пары трения ГАКК 55/40
7. Класс негерметичности 2 – 2

Примечание. ГАКК – силицированный графит (алюмокарбидкремниевый).

* Деформация сжатия уплотнительного кольца.

22.13. Лабиринтные уплотнения

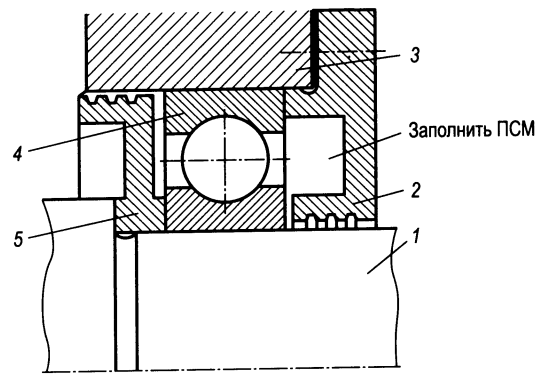


Рис. 22.13.1. Лабиринтное радиальное уплотнение:
1 – вал; 2 – крышка; 3 – корпус; 4 – подшипник;
5 – магнеудерживающее кольцо

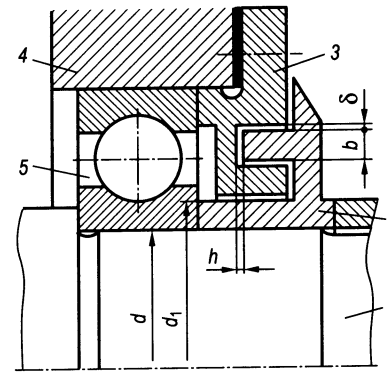


Рис. 22.13.2. Лабиринтное комбинированное уплотнение:
1 – вал; 2 – втулка; 3 – крышка; 4 – корпус; 5 – подшипник

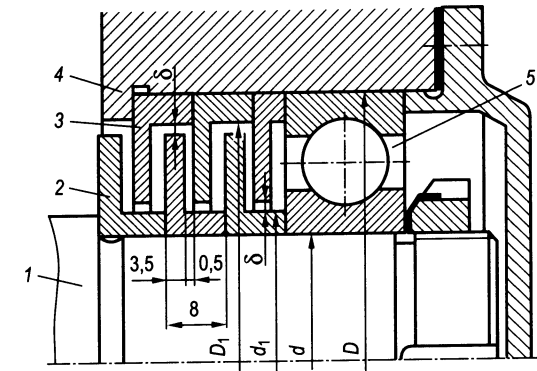


Рис. 22.13.3. Лабиринтное осевое уплотнение ($D_1 = D - 10$ мм),
остальные размеры см. в табл. 22.13.2:
1 – вал; 2 – внутренний гребень; 3 – наружный
гребень; 4 – корпус; 5 – подшипник

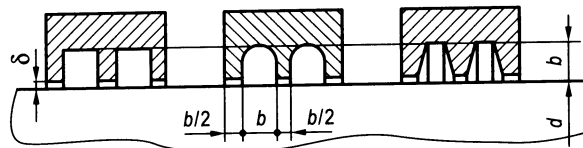


Рис. 22.13.5. Варианты исполнения лабиринтных канавок
(d – диаметр вала; δ – зазор; b – ширина канавки)

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.

Таблица 22.13.2. Основные размеры уплотнений, мм

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 $h = 2,5 \pm 1$ мм.

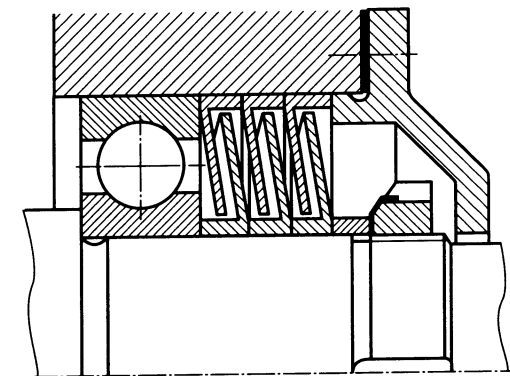


Рис. 22.13.4. Лабиринтное осевое уплотнение
набором штампованных дисков

22.14. Крышки смотровых (заливных) лючков

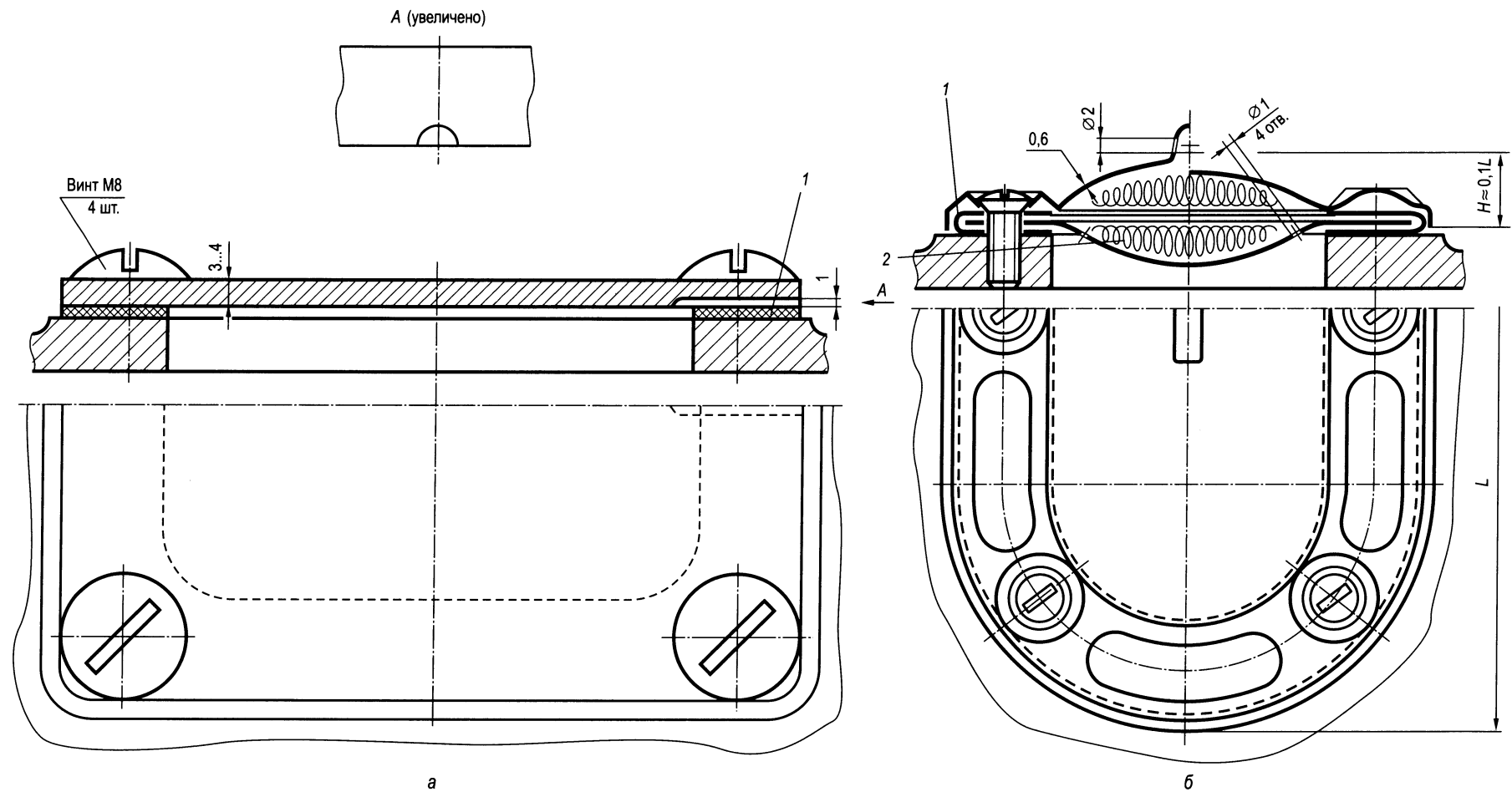


Рис. 22.14.1. Крышки смотровых (заливных) лючков:

а – плоская с отдушиной; б – штампованная с воздушным фильтром и отдушиной;

1 – резиновые плоские прокладки; 2 – хлопчатобумажные нити

22.15. Герметики

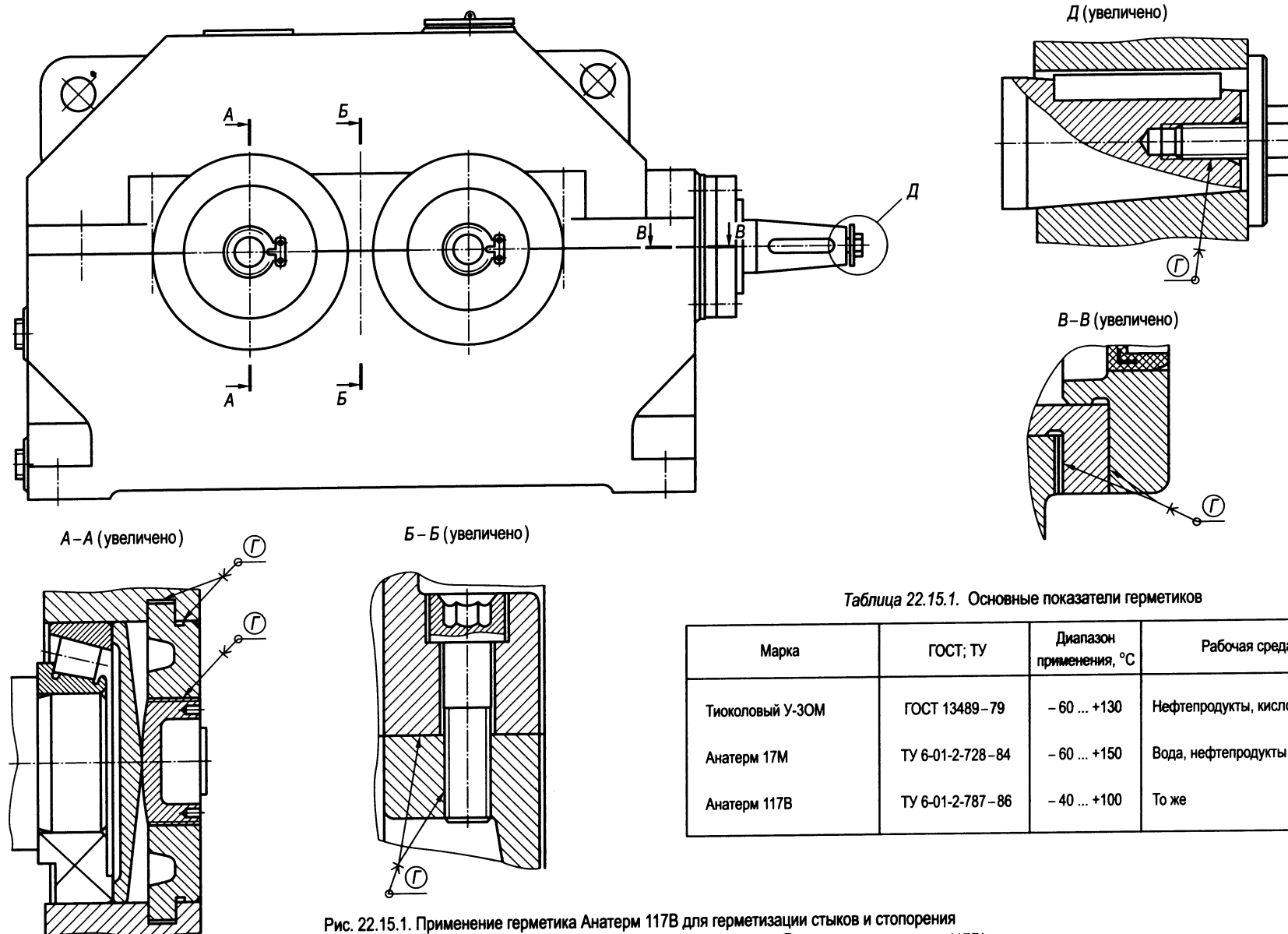


Таблица 22.15.1. Основные показатели герметиков

Марка	ГОСТ; ТУ	Диапазон применения, °С	Рабочая среда
Тиоколовый У-30М	ГОСТ 13489-79	-60 ... +130	Нефтепродукты, кислоты
Анатерм 17М	ТУ 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

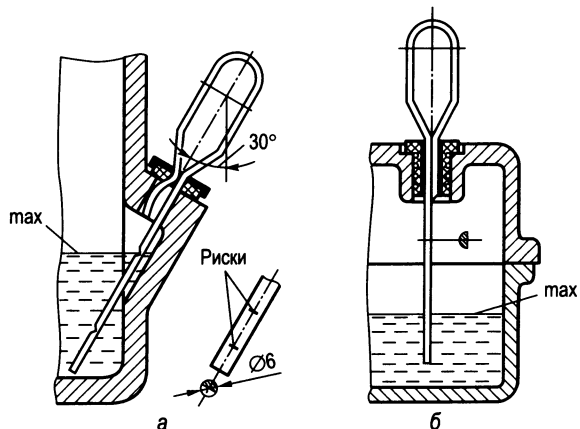


Рис. 22.16.1. Маслоуказатели жезловые

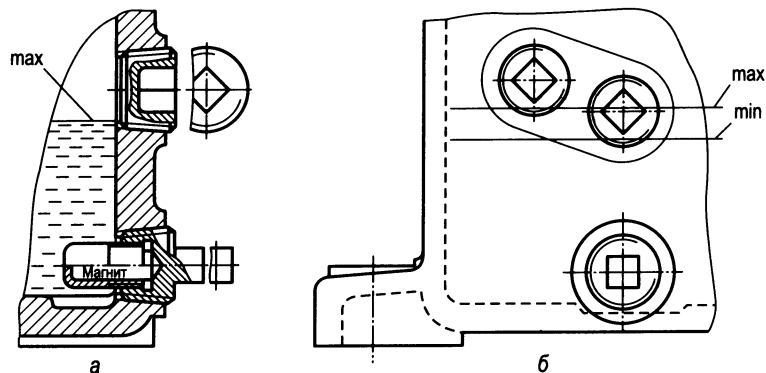


Рис. 22.16.2. Маслоуказатели пробочные с одной (а) и двумя (б) коническими пробками

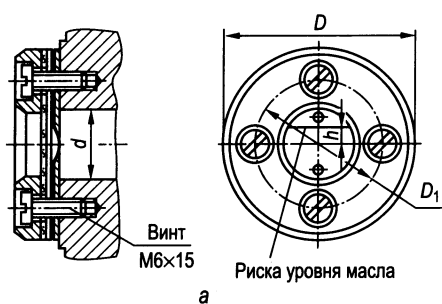
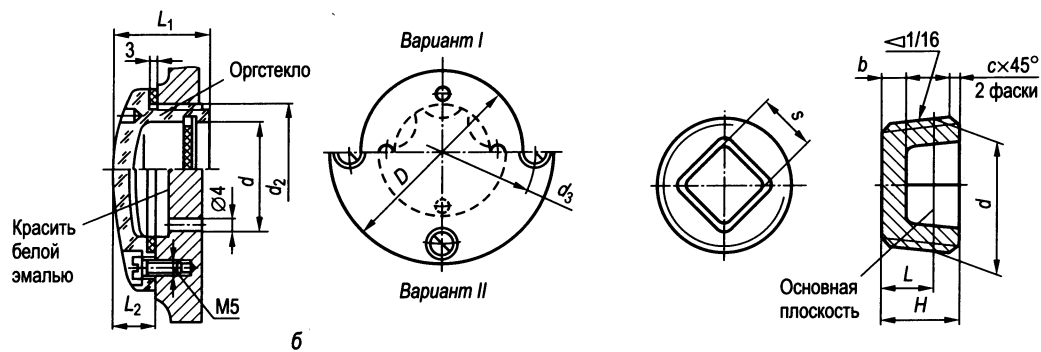
Рис. 22.16.3. Маслоуказатели фонарные:
а – круглый с охраным кольцом; б – с глазком из прозрачной пластмассы

Рис. 22.16.4. Коническая пробка

Таблица 22.16.1. Размеры маслоуказателя
с охраным 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

d	D	Резьба*		d_3	L_1	L_2
		Обозначение	d_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

Обозначение	Резьба*		L	H	b	c	s
	Обозначение	d					
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

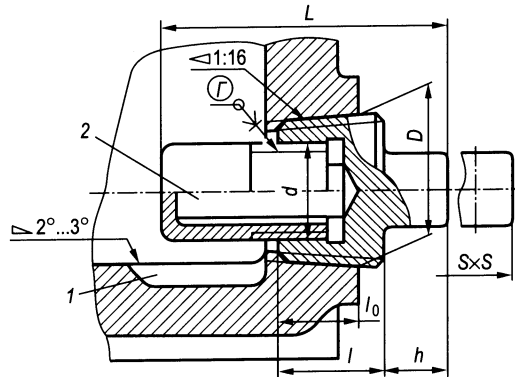


Рис. 22.17.1. Магнитная пробка с конической резьбой для маслоспускного отверстия:
1 – прямик; 2 – магнит

Таблица 22.17.1. Размеры магнитной пробки с конической резьбой, мм

Резьба*		L	l	l ₀	Резьба*		h	S×S
Обозначение	D				Обозначение	d		
K1/2	21,2	40	13,5	8,1	M12×1	12	8	12×12
K3/4	26,6	42	14	8,6	M16×1	16	10	14×14
K1	33,2	48	17,5	10,2	M20×1	20	12	17×17

* По ГОСТ 6111-52.

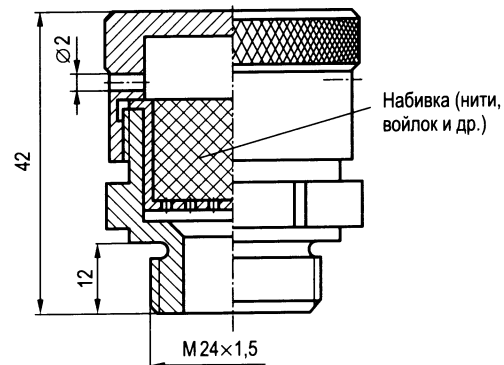


Рис. 22.17.3. Заливная цилиндрическая пробка-отдушина с воздушным фильтром

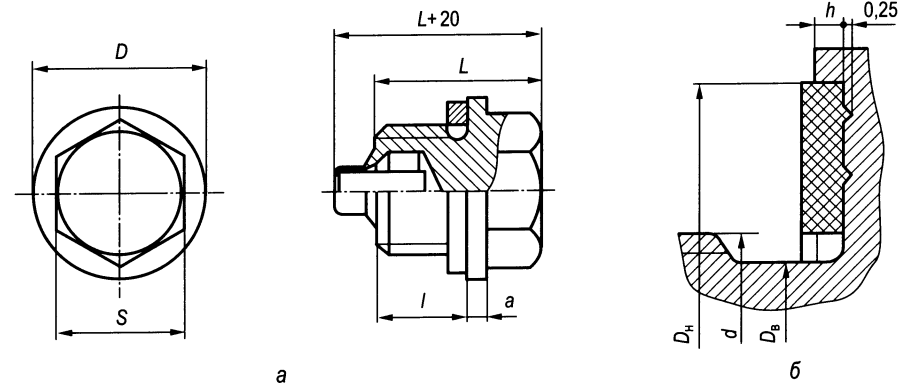


Рис. 22.17.2. Магнитная пробка с цилиндрической резьбой для маслоспускного отверстия с плоской медной прокладкой (а) и с плоской неметаллической прокладкой (б)

Таблица 22.17.2. Размеры магнитной пробки с цилиндрической резьбой, мм

Резьба*		D	L	l	a	S	D _н	D _в	h
Обозначение	d								
M20×1,5	20	30	28	12	4	22	26	18	1,25
M24×1,5	27	34	28	12	4	22	30	22	1,25
M27×2	27	38	34	16	4	27	32	24	1,75
M30×2	30	42	36	16	4	32	36	27	1,75
M33×2	33	45	36	16	4	32	40	31	1,75
M36×3	36	50	45	24	5	36	43	33	1,75
M42×3	42	55	47	24	5	41	49	38	1,75

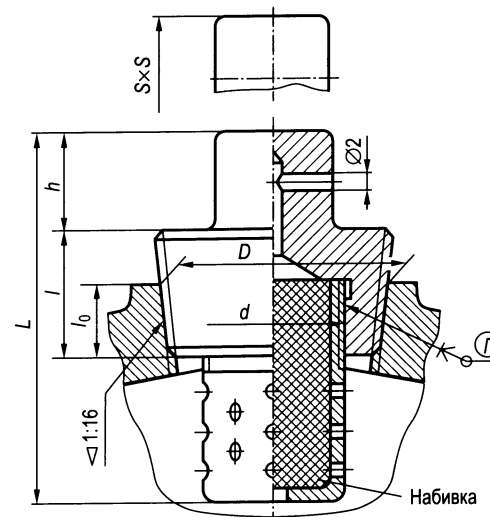


Рис. 22.17.4. Заливная коническая пробка-отдушина с воздушным фильтром

Таблица 22.17.3. Размеры конической пробки-отдушны, мм

Резьба*		L	l	l ₀	Резьба*		h	S×S
Обозначение	D				Обозначение	d		
K1/2	21,2	40	13,5	8,1	M12×1	12	8	12×12
K3/4	26,6	42	14	8,6	M16×1	16	10	14×14
K1	33,2	48	17,5	10,2	M20×1	20	12	17×17

* По ГОСТ 6111-52.

22.18. Масленки

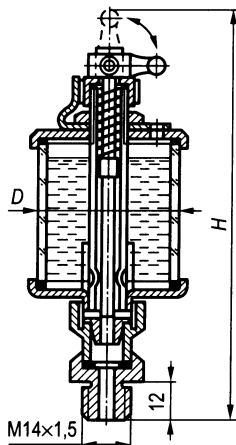


Рис. 22.18.1. Наливная каплевая масленка с запорной иглой

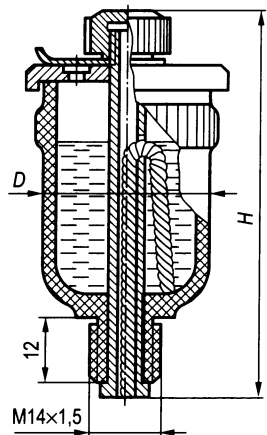


Рис. 22.18.2. Фитильная масленка

Таблица 22.18.1. Размеры каплевой масленки

№ масленки	V, см ³	H, D	
		мм	
16	16	115	35
25	25	115	40
50	50	125	45
100	100	145	50

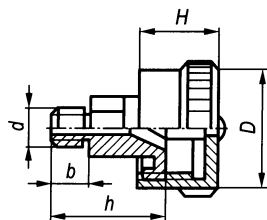


Рис. 22.18.5. Колпачковая масленка

Таблица 22.18.2. Размеры фитильной масленки

№ масленки	V, см ³	H, D	
		мм	
12	12	62	28
25	25	70	38
50	50	80	48

Таблица 22.18.4. Размеры колпачковой масленки (ГОСТ 20905-75)

№ масленки	V, см ³	Резьба		b	h	H	D	S
		Обозначение	d					
1,6	1,6	M10x1	10	10	14	14	18	12
3,2	3,2	M10x1	10	10	15	15	22	12
6,3	6,3	M10x1	10	10	18	17	31	12
12,5	12,5	M14x1,5	14	12	20	20	38	17
25	25	M14x1,5	14	12	26	24	48	17
50	50	M14x1,5	14	12	32	30	58	17
100	100	M14x1,5	14	12	40	38	68	17
200	200	M20x1,5	20	15	47	48	85	22
400	400	M20x1,5	20	15	60	60	110	22

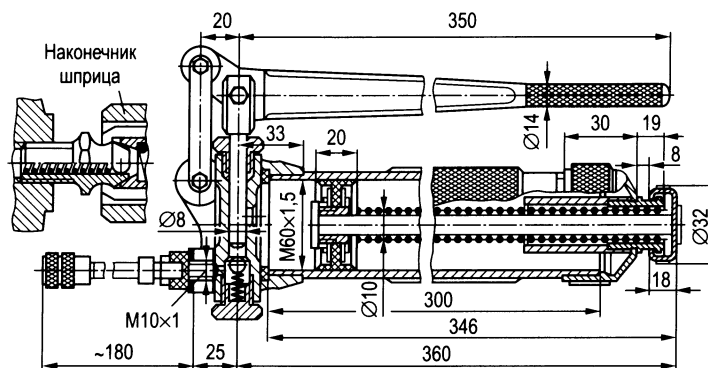


Рис. 22.18.3. Шприц плунжерный

Таблица 22.18.3. Размеры мембранной масленки, мм

V, см ³	D	H	R
0,05	60	100	200
0,10	75	110	250
0,15	85	130	300
0,20	95	135	300

Таблица 22.18.6. Размеры пресс-масленки типа 2, мм

Группа	Резьба		L	l	l ₁	l ₂
	Обозначение	d				
A	K1/8	10,272	22	14	10,5	4,572
Б	M6x1	6	20	13	10,5	4
B	M10x1	10	22	14	10,5	-

Рис. 22.18.4. Мембранная масленка

Таблица 22.18.7. Размеры пресс-масленки типа 3, мм

№ масленки	H	D	D ₁	h, d	
				h	d
1	6	8	6	1	3
2	12	12	10	1,5	6
3	20	18	16	2	11
4	30	28	25	3,5	18

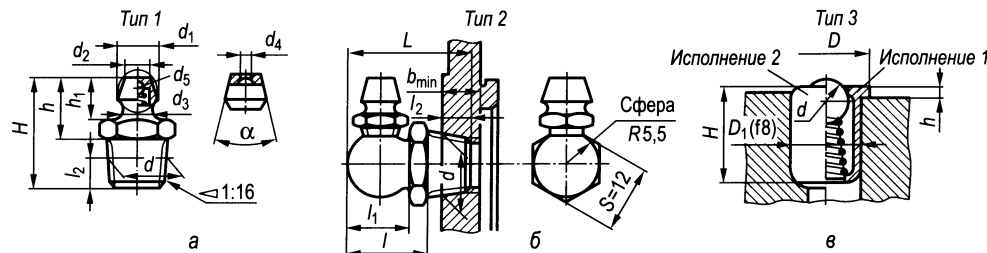


Рис. 22.18.6. Пресс-масленки (ГОСТ 19853-74) (а – прямая; б – угловая; в – под запрессовку)

Таблица 22.18.5. Размеры пресс-масленки типа 1

Группа	№ масленки	Резьба		H	h	h ₁	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	α, град	l ₂ , d _s	
		Обозначение	d									мм	
A	1	K1/8	10,272	18	10	7	6,7	4,5	5,8	2	48	4,572	2,5
A	2	K1/4	13,572	28	16	11,5	10	5,2	8	4,5	60	5,08	5
Б	1	M6x1*	6	13	8	6	6,7	4,5	5,8	2	48	2	2,5
Б	2	M6x1*	6	18	8	6	6,7	4,5	5,8	2	48	4	2,5
B	-	M10x1	10	18	10	7	6,7	4,5	5,8	2	48	-	2,5

* На конической поверхности.

22.19. Смазывание цилиндрических редукторов

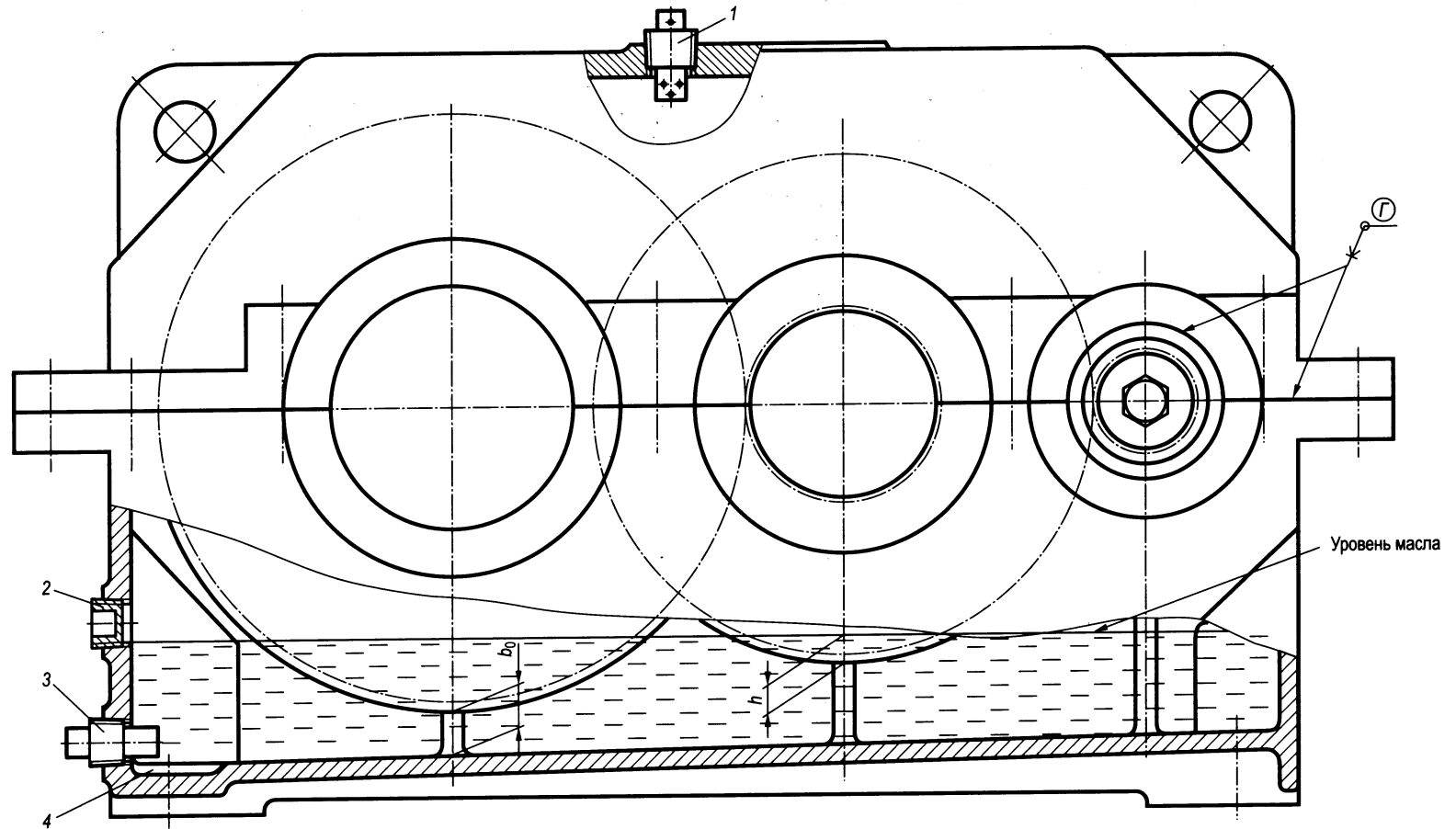


Рис. 22.19.1. Двухступенчатый редуктор по развернутой схеме с погружением быстроходного колеса в масляную ванну:
 1 – заливная пробка-фильтр; 2 – контрольная пробка; 3 – сливная пробка с магнитом; 4 – прямок ($h \cong 5m$; $b_0 \geq 2h$)

22.20. Смазывание соосных мотор-редукторов

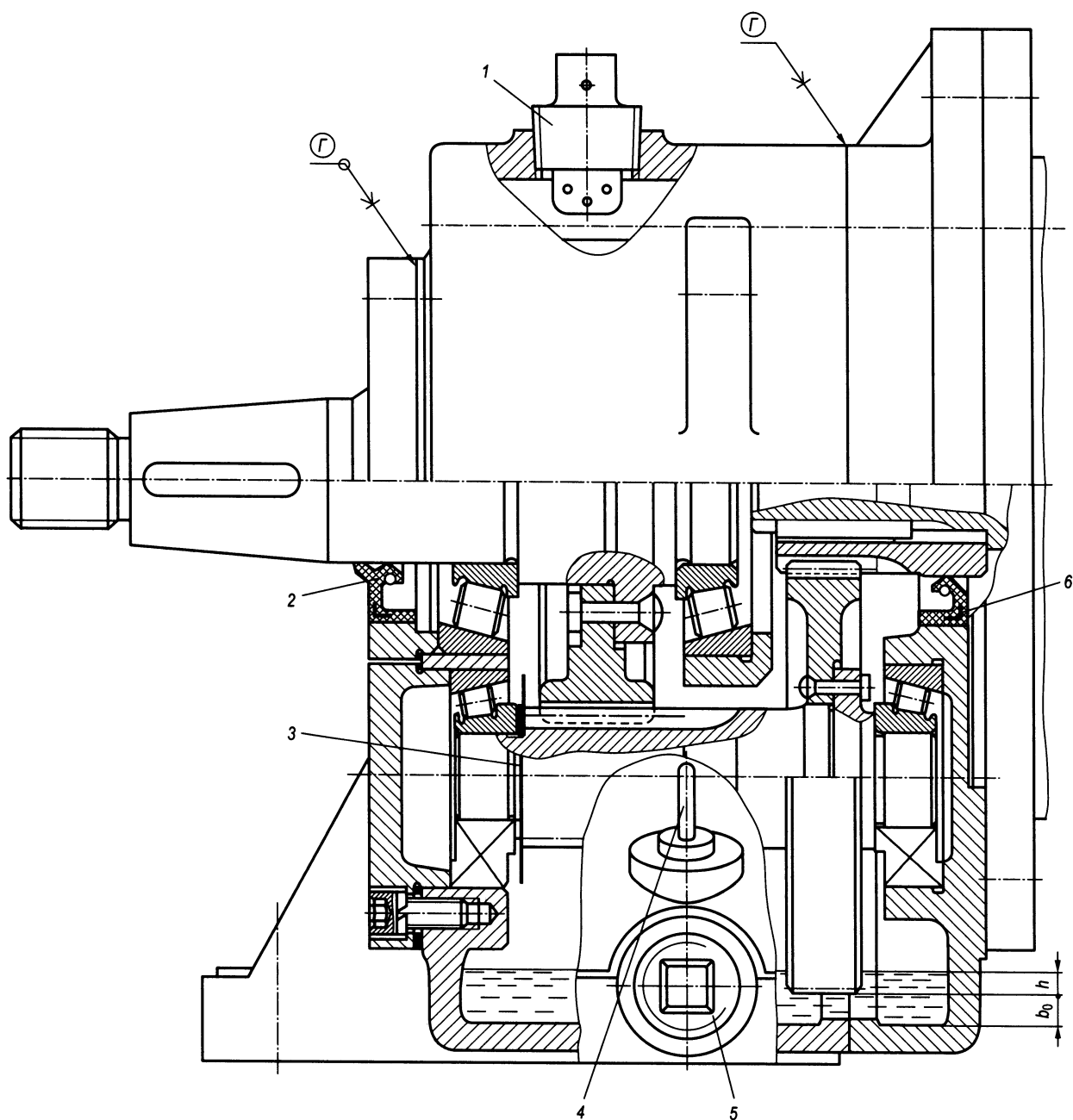


Рис. 22.20.1. Двухступенчатый соосный мотор-редуктор с разбрызгиванием масла быстроходной ступенью:
1 – заливная пробка-фильтр; 2 – манжетное уплотнение с пыльник; 3 – маслоотражатель; 4 – маслоуказатель;
5 – сливная пробка с магнитом; 6 – манжетное уплотнение ($h = 5m$; $b_0 \geq 2h$)

22.20. Смазывание соосных мотор-редукторов (окончание)

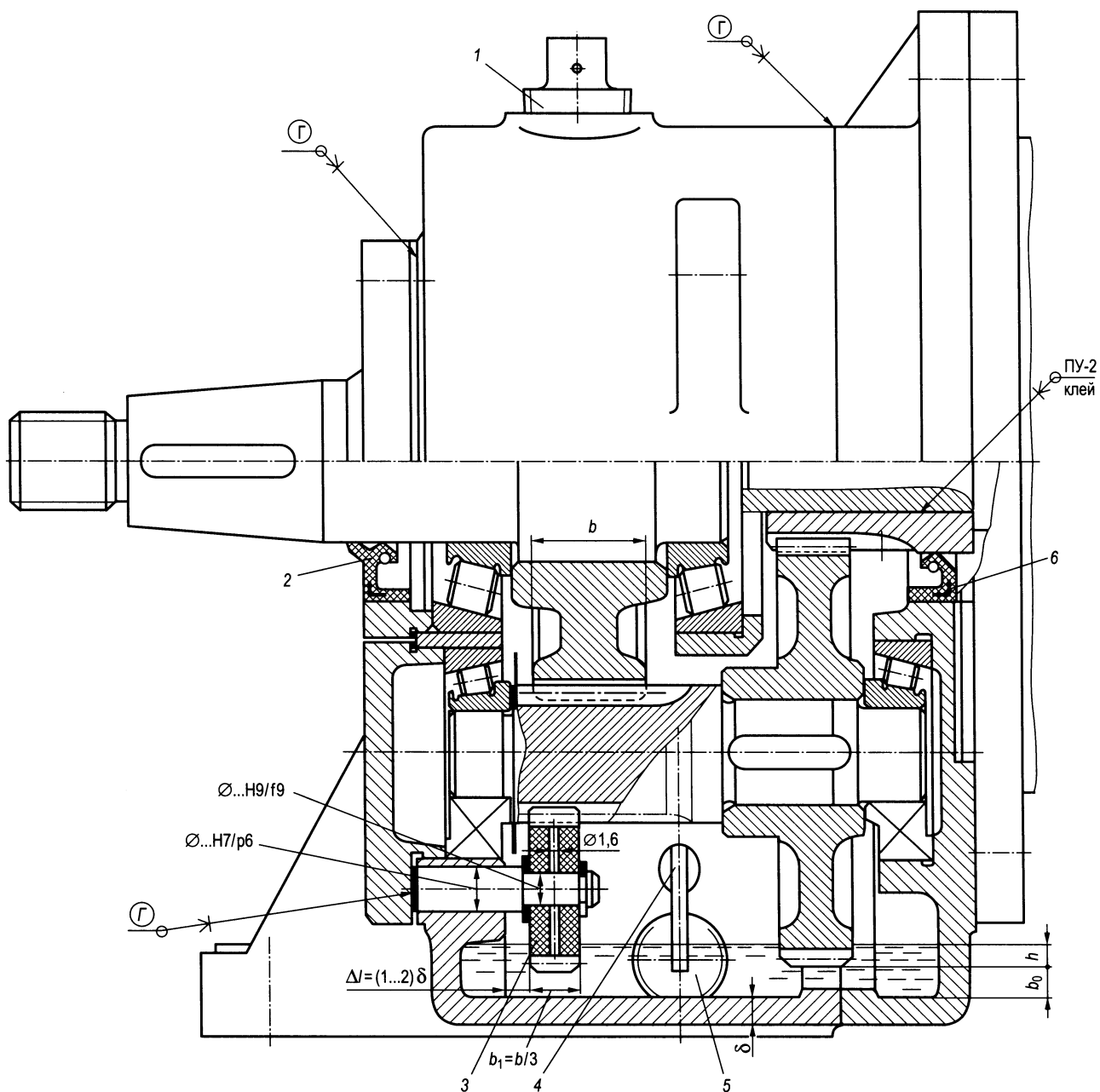


Рис. 22.20.2. Двухступенчатый соосный мотор-редуктор со смазывающей вспомогательной шестерней:
 1 – заливная пробка-фильтр; 2 – манжетное уплотнение с пыльником; 3 – вспомогательная шестерня;
 4 – маслоуказатель; 5 – сливная пробка с магнитом; 6 – манжетное уплотнение ($h \approx 5m$; $b_0 \geq 2h$)

22.21. Смазывание конических редукторов

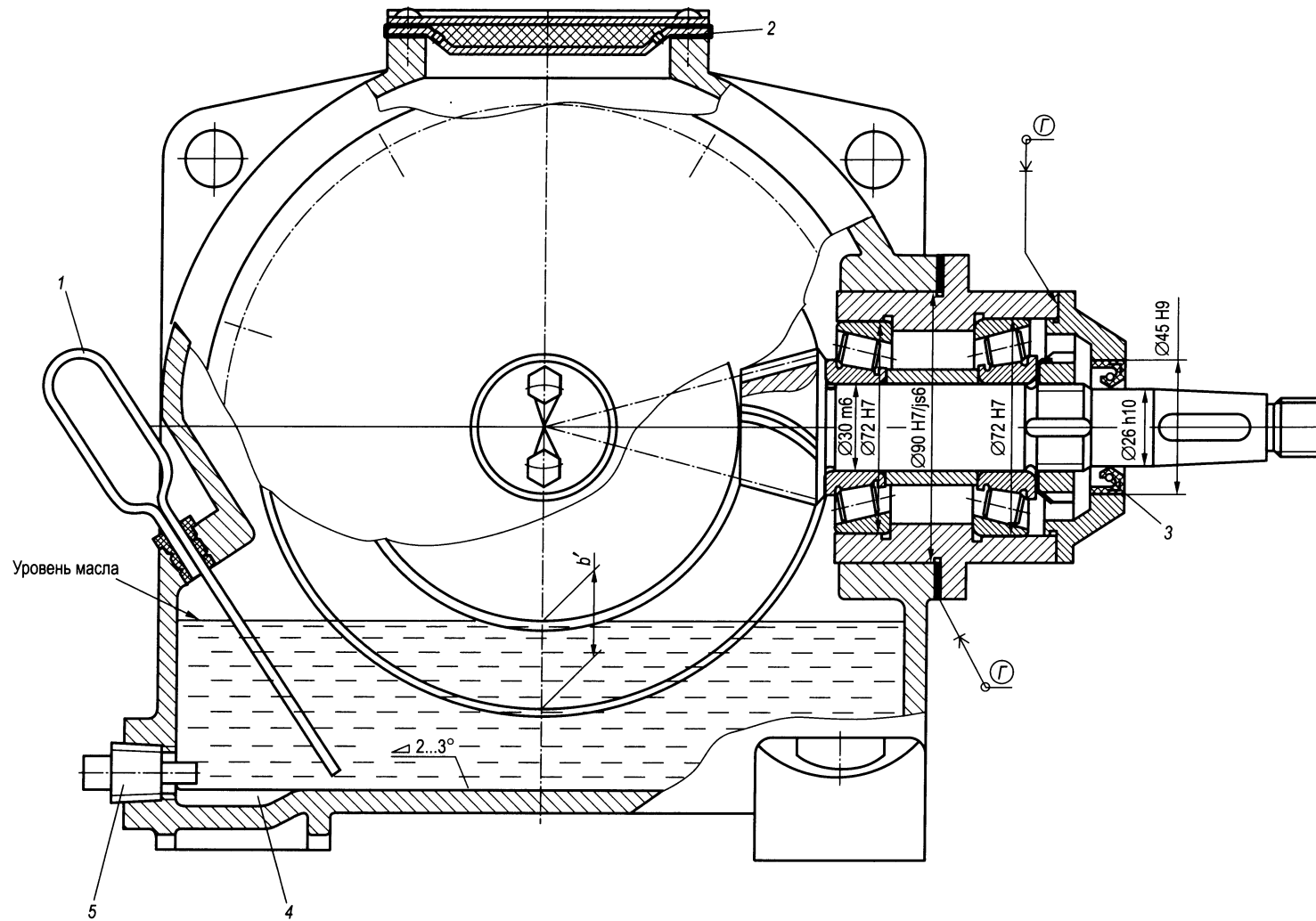


Рис. 22.21.1. Конический редуктор с погружением колеса в масляную ванну на всю ширину b' зубчатого венца:

1 – маслоуказатель; 2 – крышка-отдушина с воздушным фильтром; 3 – уплотнение манжетное; 4 – приямok; 5 – сливная пробка с магнитом

22.22. Смазывание планетарных редукторов

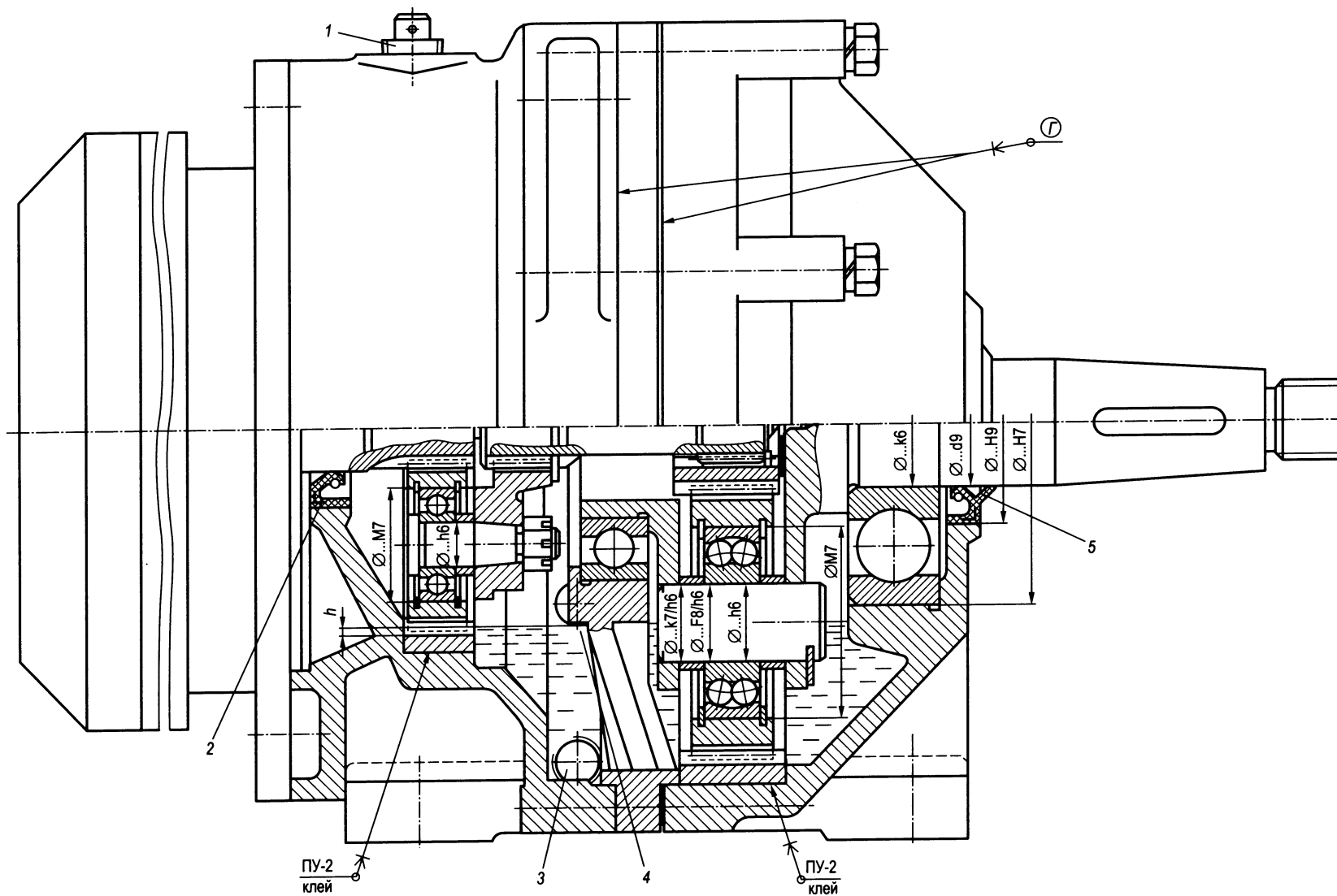


Рис. 22.22.1. Планетарный двухступенчатый мотор-редуктор с погружением в масляную ванну быстроходного спутника на глубину $h=(2...5)t$:
 1 – заливная пробка-фильтр; 2 – манжетное уплотнение; 3 – сливная пробка с магнитом; 4 – контрольная пробка; 5 – манжетное уплотнение с пыльником

22.23. Смазывание червячных редукторов и опор

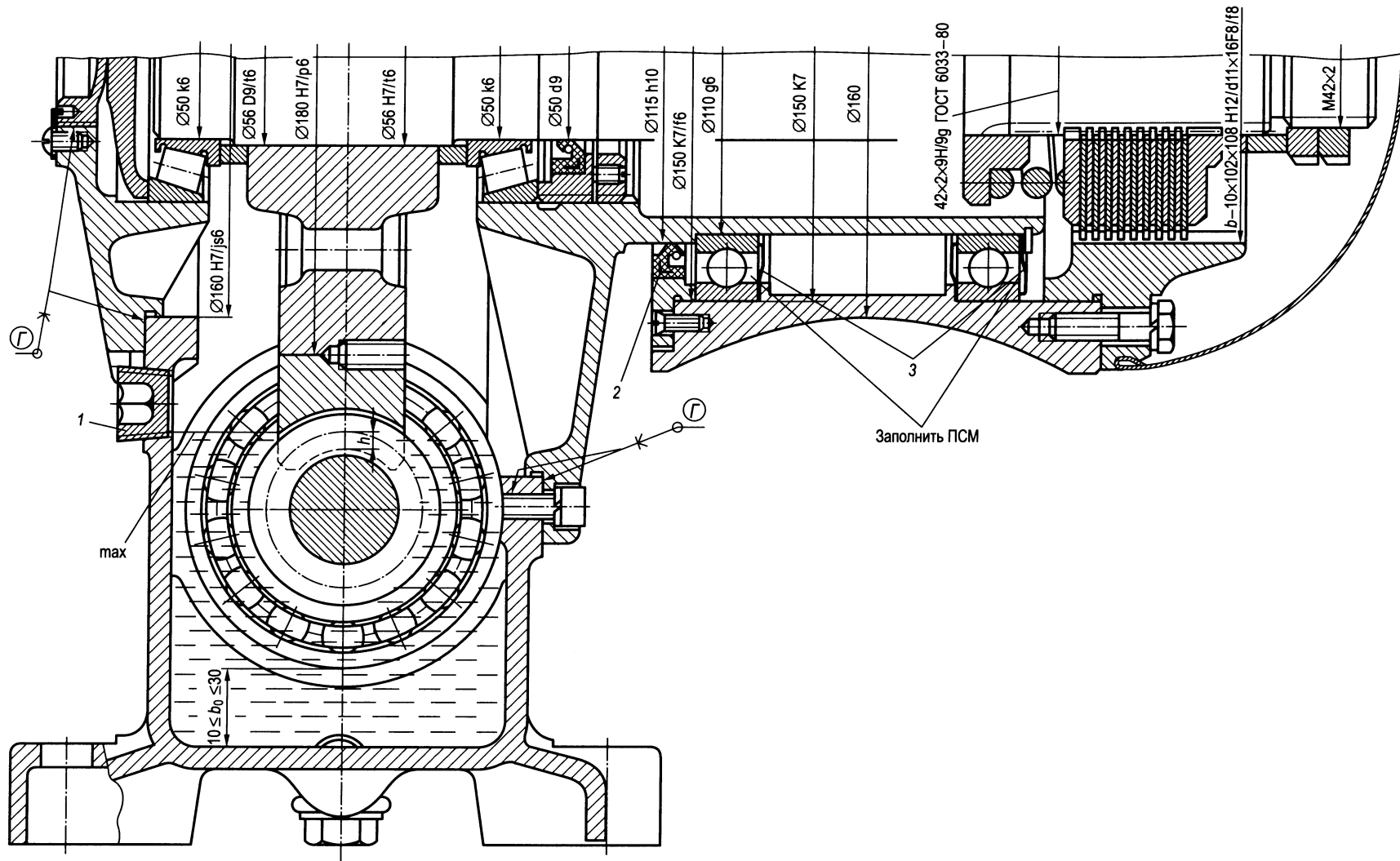


Рис. 22.23.1. Червячная передача брашпиля с нижним расположением червяка и погружением колеса в масляную ванну на глубину $h = m$:
 1 – контрольная пробка; 2 – манжетное уплотнение; 3 – контактные уплотнительные шайбы

22.23. Смазывание червячных редукторов и опор (продолжение)

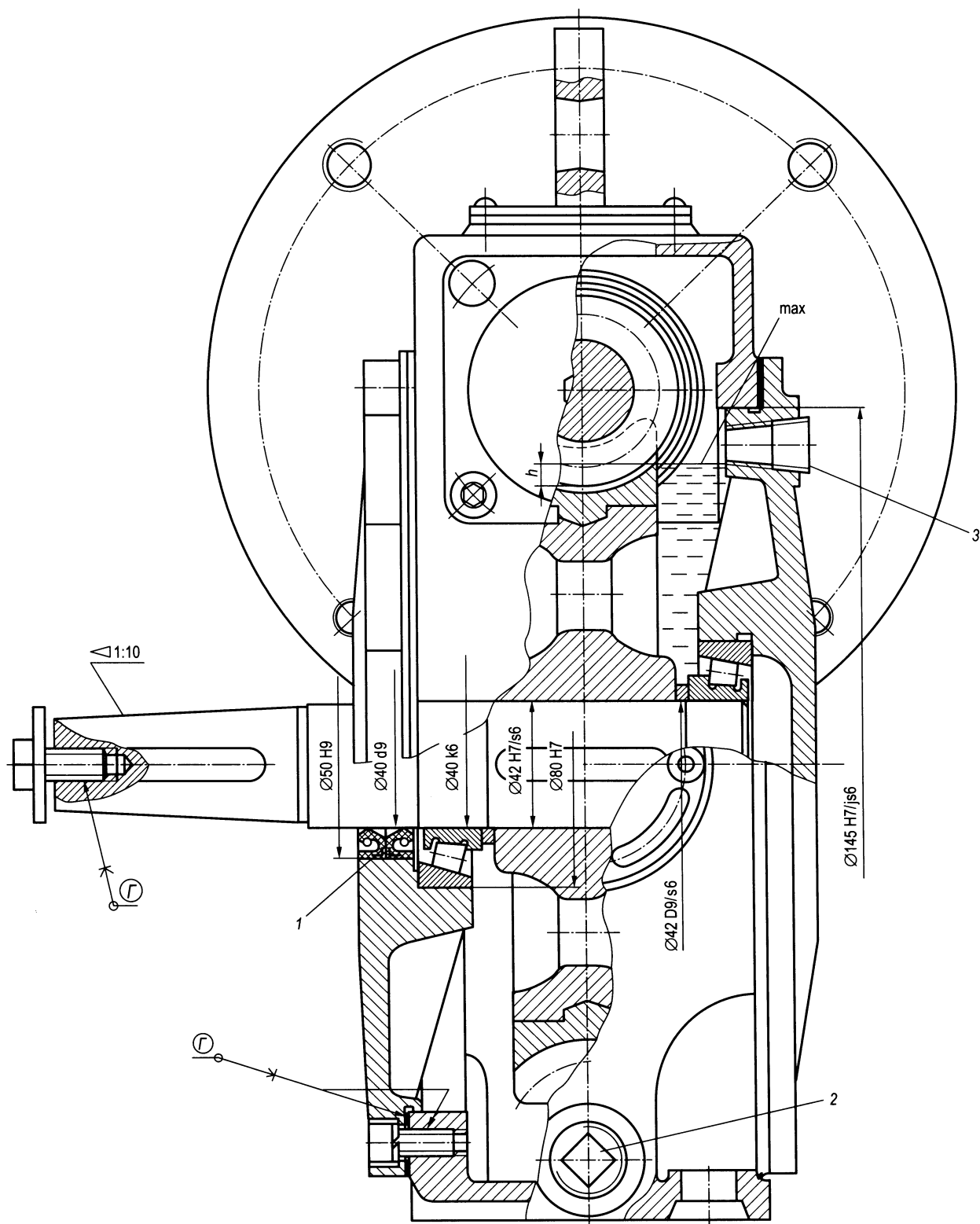


Рис. 22.23.2. Червячный редуктор с верхним расположением червяка и погружением его в масляную ванну на глубину $h \approx m$:

1 – манжетное уплотнение; 2 – сливная пробка; 3 – контрольная пробка

22.23. Смазывание червячных редукторов и опор (продолжение)

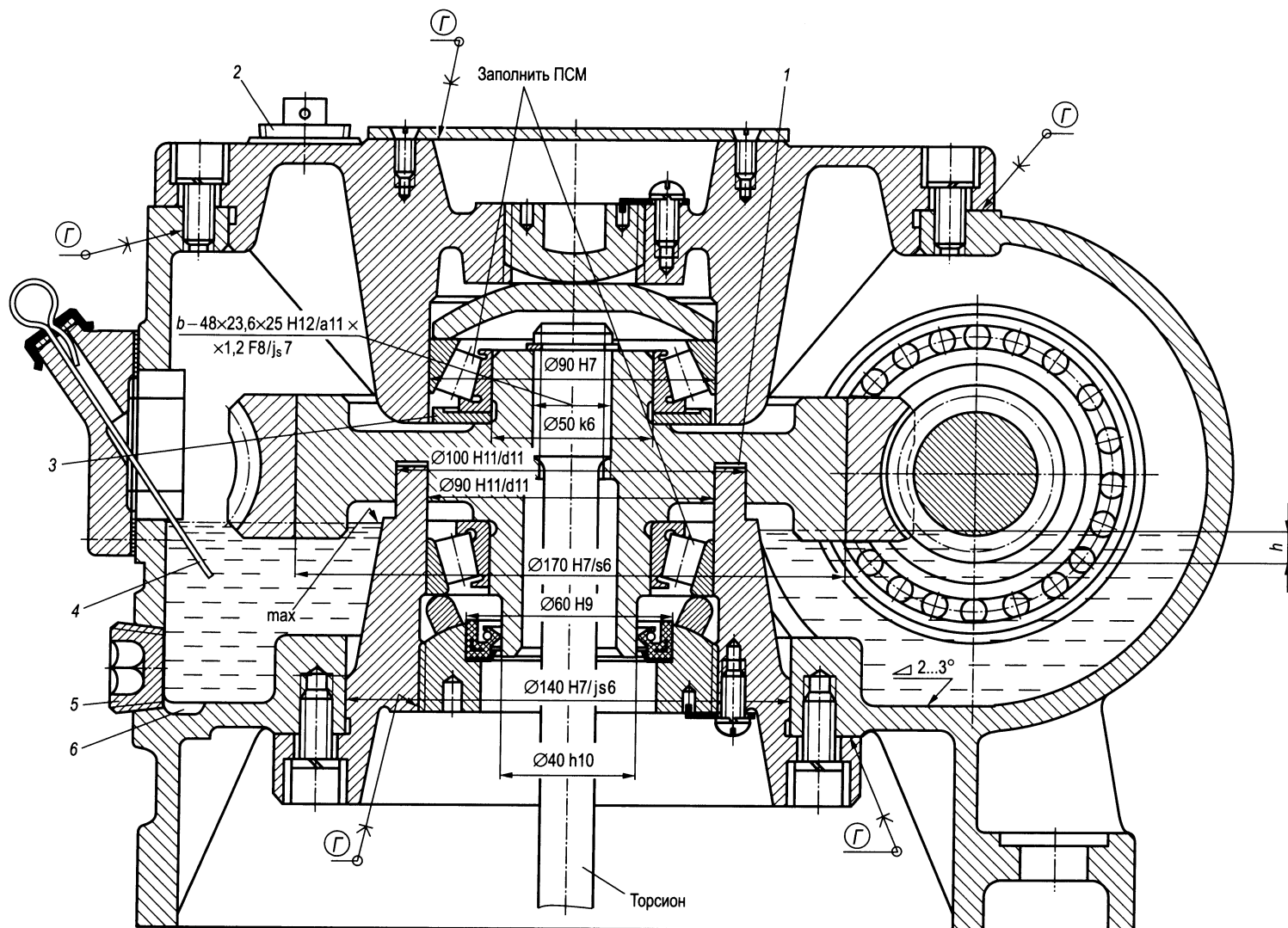


Рис. 22.23.3. Червячный редуктор с вертикальной осью червячного колеса и погружением червяка в масляную ванну на глубину $h = 3m$:
 1 – лабиринтное уплотнение; 2 – заливная пробка-отдушина; 3 – магнеудерживающее кольцо; 4 – маслоуказатель;
 5 – пробка сливная; 6 – приемок

22.23. Смазывание червячных редукторов и опор (окончание)

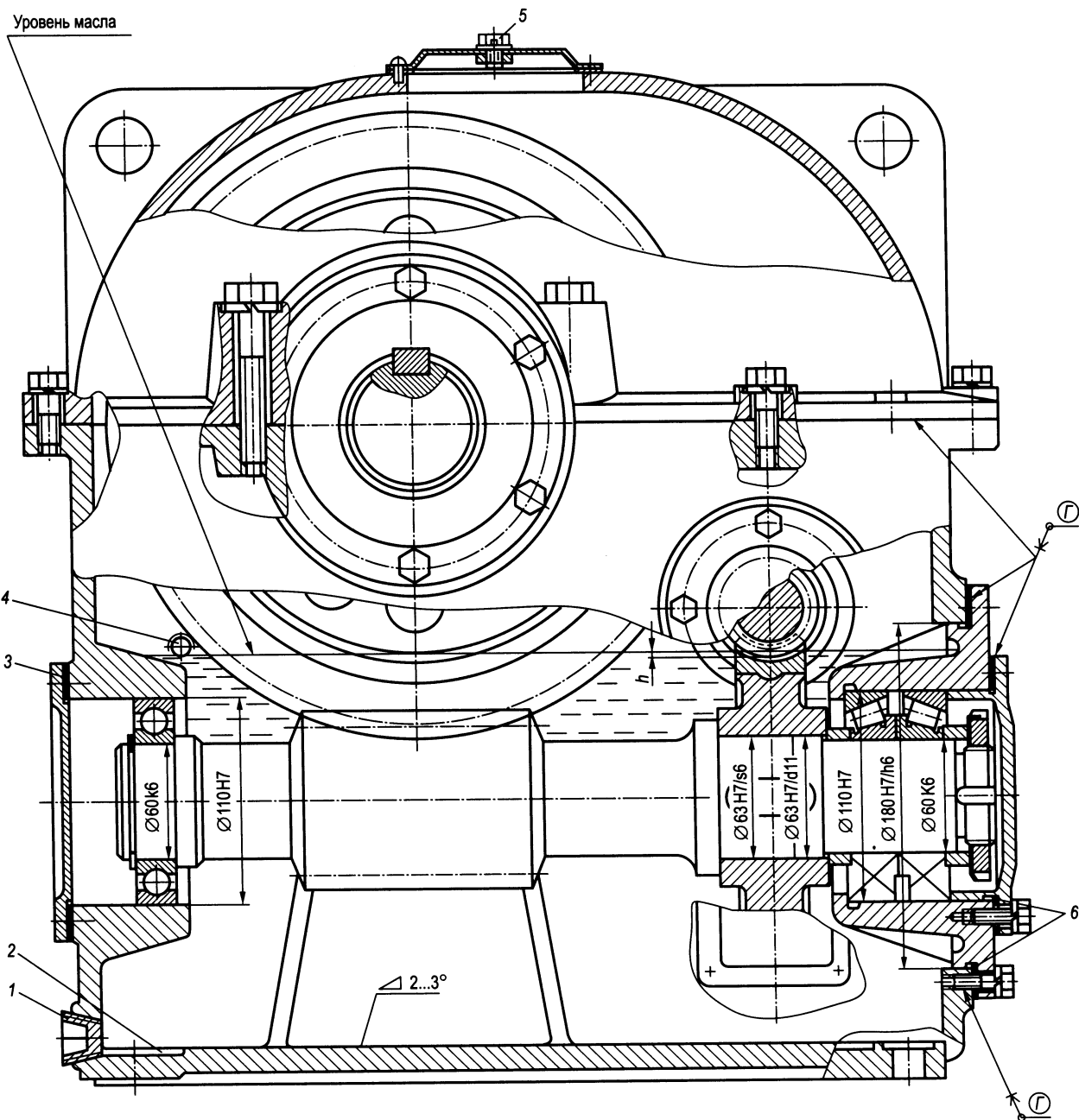


Рис. 22.23.4. Двухступенчатый червячный редуктор с погружением быстроходного червяка в масляную ванну на глубину $h = (1...2) m$:
 1 – сливная пробка; 2 – приямок; 3 – резиновая плоская прокладка; 4 – контрольная пробка; 5 – заливная пробка-отдушина;
 6 – металлические регулировочные прокладки

22.24. Смазывание цепных передач

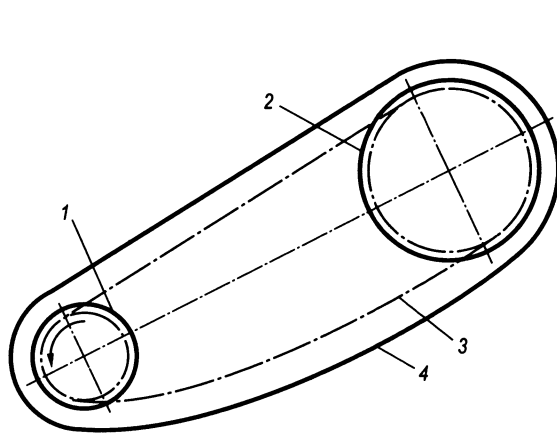


Рис. 22.24.1. Пластичное внутришарнирное смазывание:
1 – звездочка ведущая; 2 – звездочка ведомая; 3 – приводная роликовая цепь;
4 – ограждение

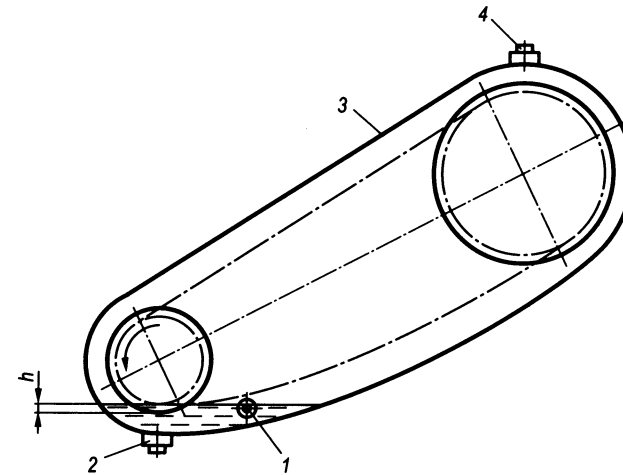


Рис. 22.24.2. Погружение цепи в масляную ванну:
1 – маслоуказатель; 2 – сливная пробка с магнитом; 3 – герметичный картер;
4 – заливная пробка (h – глубина погружения на ширину звена цепи)

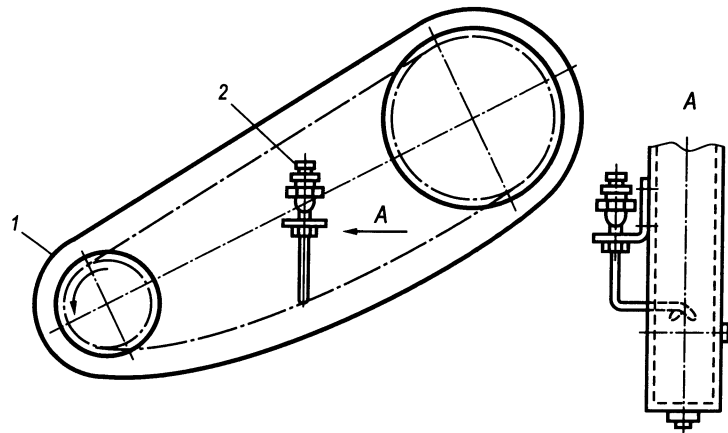


Рис. 22.24.3. Капельное смазывание фитильной масленкой:
1 – ограждение; 2 – масленка-капельница

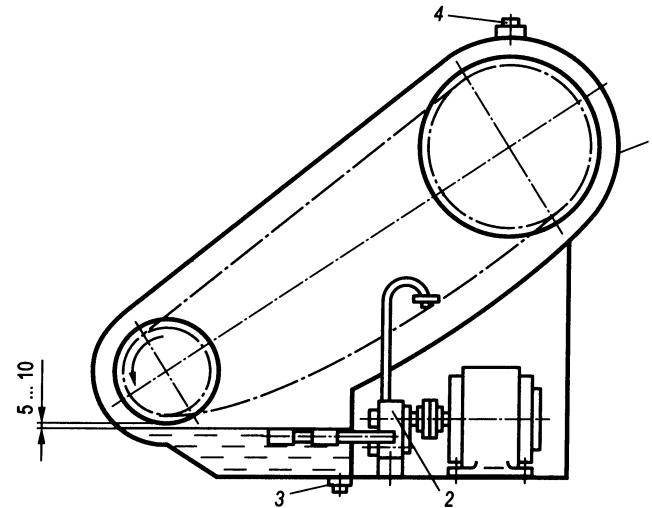


Рис. 22.24.4. Циркуляционное смазывание с помощью масляного насоса:
1 – герметичный картер; 2 – масляный насос; 3 – сливная пробка; 4 – заливная пробка

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–в* конструкции имеют горизонтальную плоскость разъема, проходящую через оси валов, наличие которой упрощает сборку редуктора.

У редуктора, изображенного на рис. 23.2.1, *a* 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 *a* 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–г*) и использовании тяжело нагруженных винтов, стягивающих эти плоскости (как в вариантах *a–в*). 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, *в*, варианты *б* и *в* – для корпуса, показанного на рис. 23.2.1, *б*, а варианты *г* и *д* – для корпуса, приведенного на рис. 23.2.1, *a*. В вариантах *a, б, г* (см. рис. 23.3.1) использованы врезные (закладные) крышки подшипников, в вариантах *в* и *д* – 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 *б* и *в* – для редукторов, показанных на рис. 23.2.1, *б–д*. На рис. 23.3.6, *б* ниша угловая, а на рис. 24.3.6, *в* – 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 изготовлении.

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 $d_{ам2}$, отверстия для винтов крепления боковых крышек могут быть глухими (см. Г-Г, вариант 1) или сквозными (см. Г-Г, 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 разъема, 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.

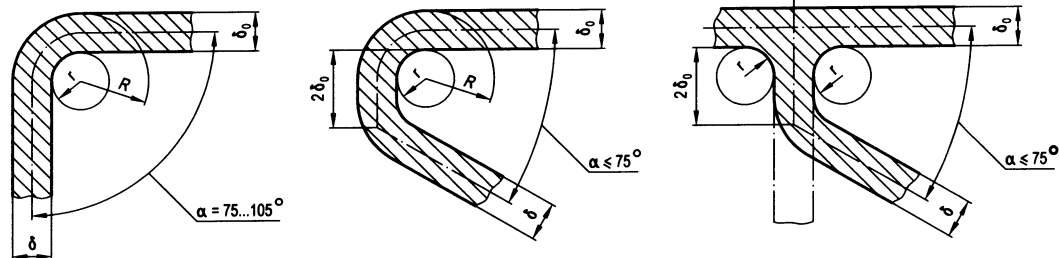
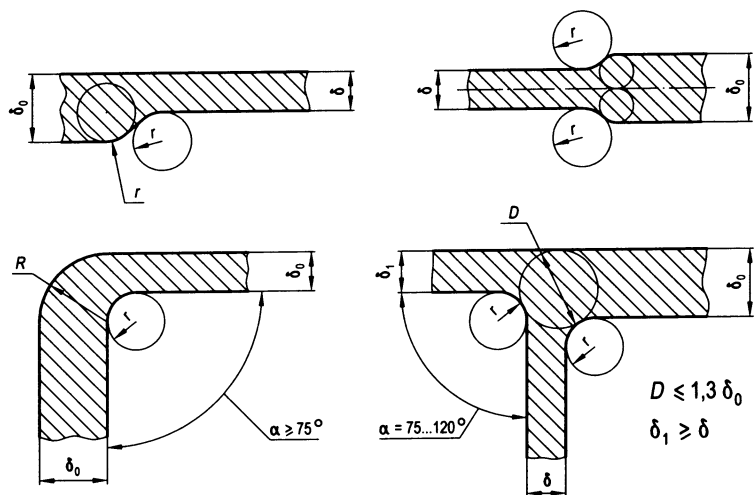
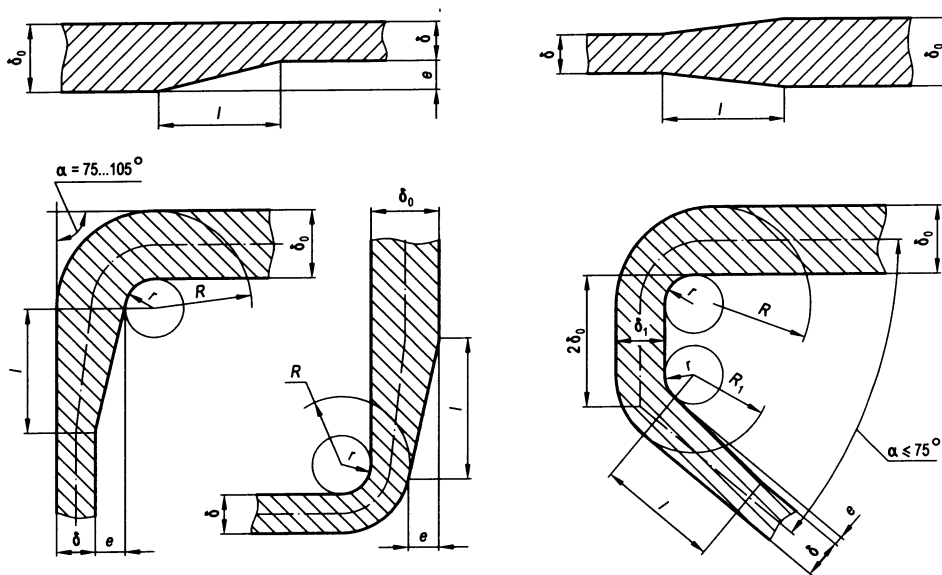
23.1. Справочные данные для конструирования литых деталей

Таблица 23.1.1. Формовочные уклоны металлических отливок

h , мм	β
До 10	$2^{\circ}55'$
св. 10 до 16	$1^{\circ}55'$
>> 16 >> 25	$1^{\circ}30'$
>> 25 >> 40	$1^{\circ}05'$
>> 40 >> 63	$45'$
>> 63 >> 100	$35'$
>> 100 >> 250	$25'$
>> 250 >> 630	$20'$

Таблица 23.1.2. Минимальные размеры литых отверстий, мм

δ	d
6–10	δ
12–18	$0,75\delta$
20–30	$0,5\delta$
32–38	$0,4\delta$
40–50	$0,35\delta$

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 $\delta_0/\delta \leq 2$; $r = (0,5...1) \frac{\delta_0 + \delta}{2}$ 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 $l \geq 4e$)

23.2. Рекомендуемые размеры корпуса редуктора

Таблица 23.2.1. Соотношения для вычисления размеров элементов корпуса и крышки редуктора

Наименование	Обозначение	Соотношение
Толщина стенки корпуса	δ	$1,2\sqrt{T} \geq 6$ мм
Толщина стенки крышки	δ_1	$0,9\delta \geq 6$ мм
Толщина фланца корпуса	—	$1,5\delta$
Толщина фланца крышки	—	$1,5\delta_1$
Толщина лапы корпуса	g	$(2,3...2,4)\delta$
Диаметр винтов, стягивающих корпус и крышку	d	$1,25\sqrt[3]{T} \geq 10$ мм
Диаметр винтов крепления корпуса	d_k	$1,5d$
Диаметр штифтов	$d_{шт}$	$(0,7...0,8)d$
Диаметр винтов крепления привертных крышек подшипников	d_v	см. 23.3
Расстояние от оси винта до плоского края	c	$(1,1...1,2)d$
То же до края отверстия	c_1	$(1...1,1)d$
Ширина фланца при установке винта: с шестигранной головкой	k	$2,7d$
с шестигранным углублением	k_1	$2c$
Ширина опорной поверхности корпуса (лапы корпуса)	—	$k + 1,5\delta$
Толщина внутренних ребер	δ_p	$(0,8...0,9)\delta$
Толщина наружных ребер	δ_p	$(0,9...1)\delta$
Минимальный зазор между колесом и корпусом	a	δ
Минимальное расстояние от колеса до дна корпуса	b_0	$4a$
Минимальное расстояние между необработанной и обработанной поверхностями литой детали	s	$0,5\delta$
Минимальный диаметр прилива корпуса вокруг подшипника качения (диаметр бобышки)	D_1	$1,25D + 10$ мм
Число винтов крепления корпуса при: $a_{вт} \leq 315$ мм $315 < a_{вт} \leq 710$ мм	z	4 6
Высота ниши при креплении винтами То же шпильками	h_n	$2,5(d_k + \delta)$ $(2...2,5)d_k$
Диаметр отверстия проушины	d_y	$3\delta_1$
Толщина проушины (крюка)	δ_y	$(2...3)\delta_1$

Примечание. Здесь T — момент на тихоходном валу редуктора, Н·м; $a_{вт}$ — межосевое расстояние тихоходной передачи редуктора; D — наружный диаметр подшипника.

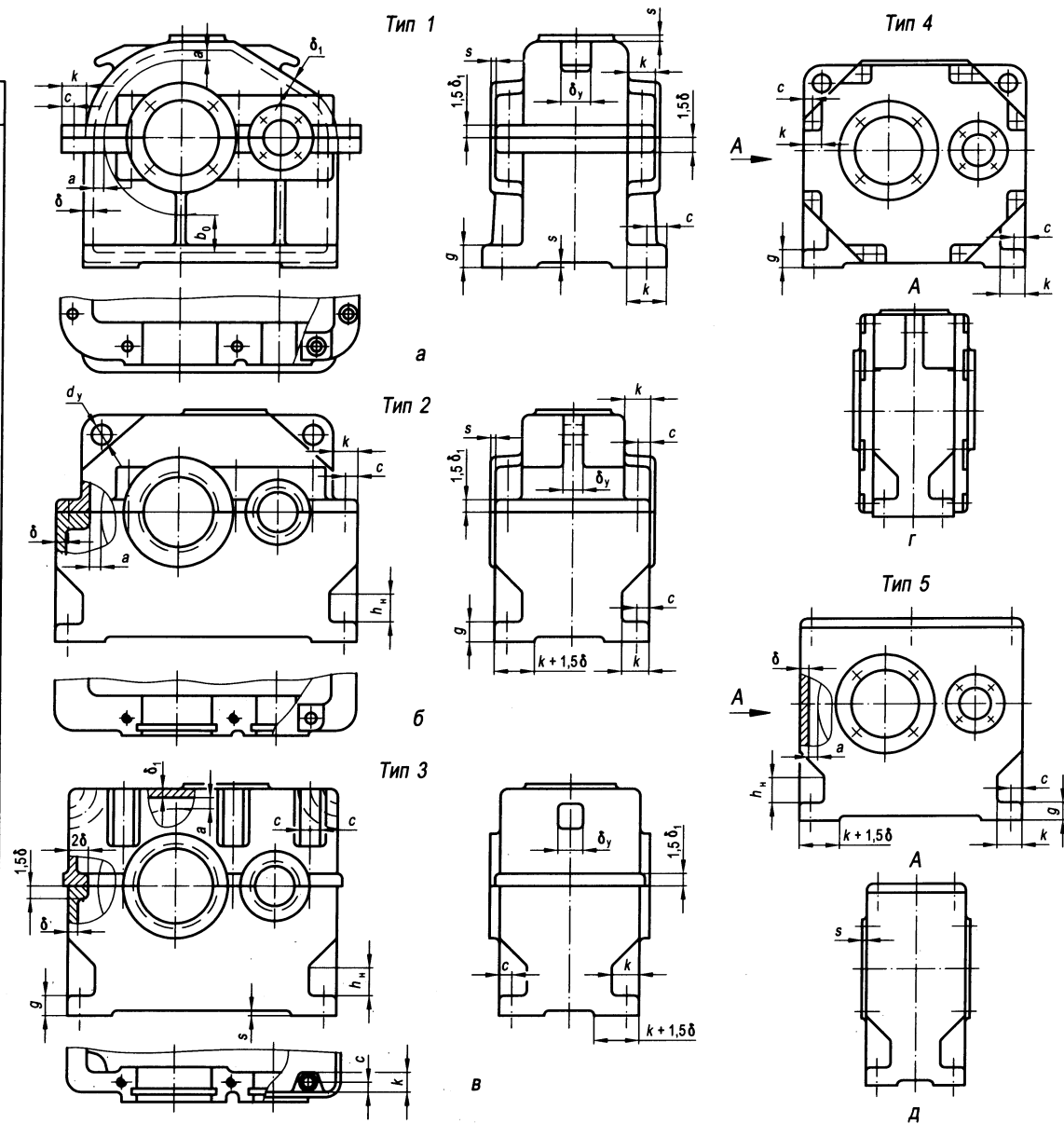


Рис. 23.2.1. Основные типы конструкций корпусов редукторов

23.3. Элементы корпуса редуктора

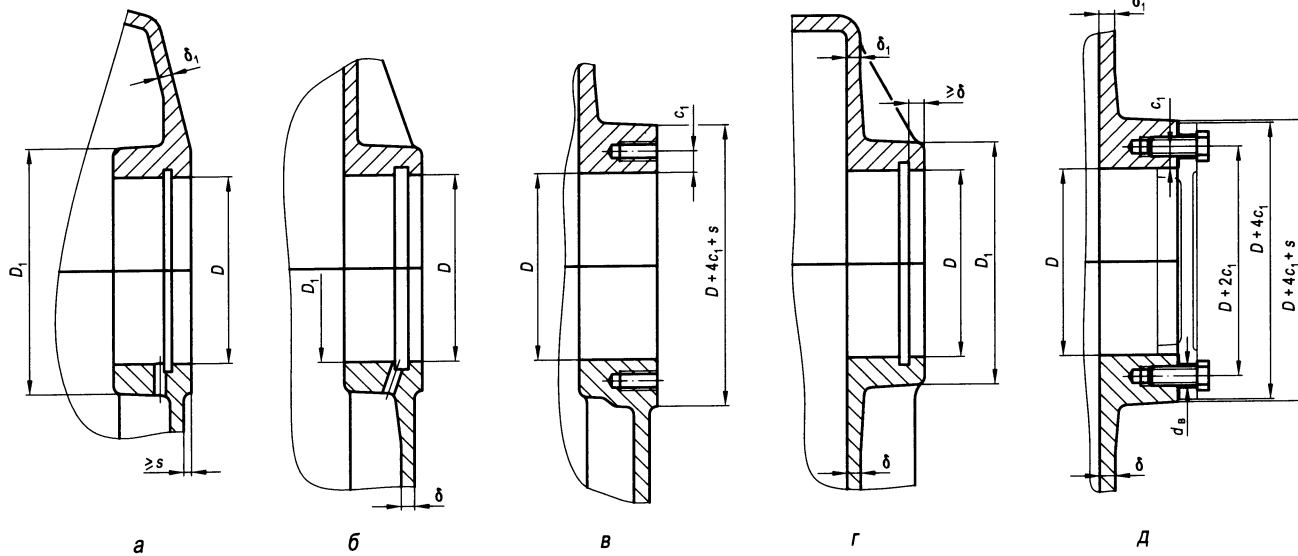


Рис. 23.3.1. Приливы (обышки) для подшипников (размеры см. в табл. 23.2.1)

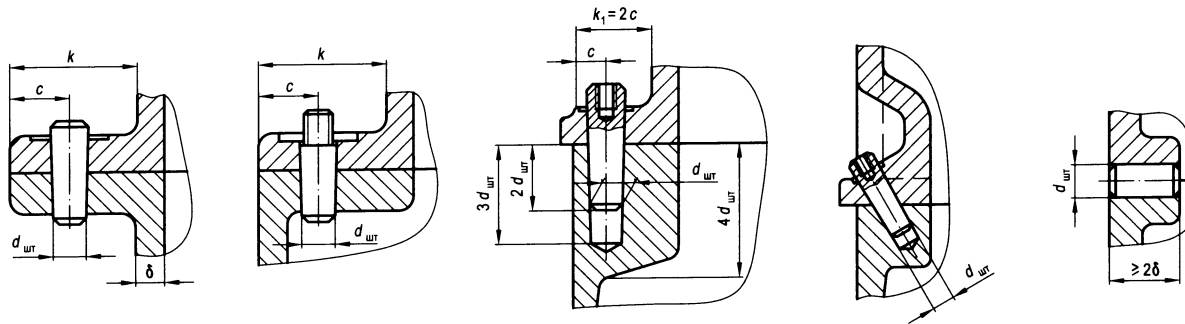


Рис. 23.3.2. Штифты (размеры см. в табл. 23.2.1)

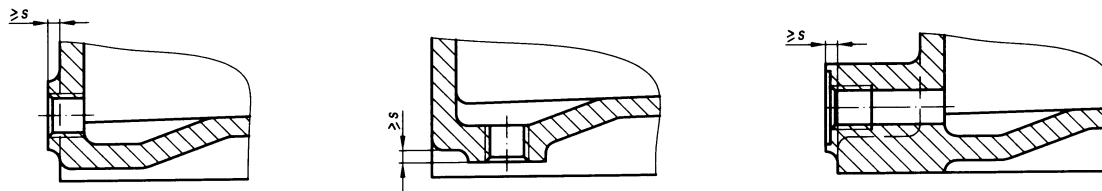


Рис. 23.3.3. Сливные отверстия (размеры см. в табл. 23.2.1)

Таблица 23.3.1. Рекомендуемые размеры подшипниковых гнезд для привертных крышек

D	d _в	z
	мм	
50–62	6	4
63–95	8	4
100–145	10	6
150–220	12	6

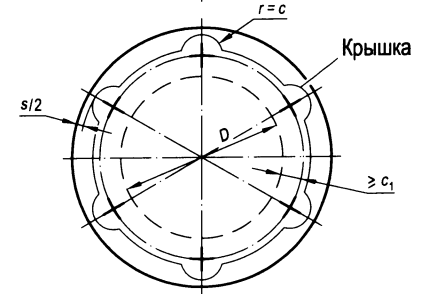
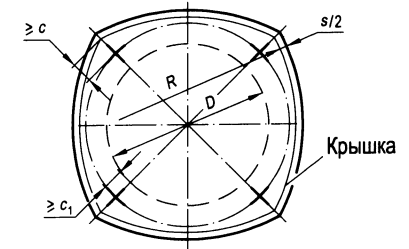
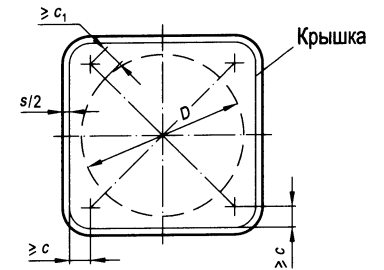


Рис. 23.3.4. Формы фланцев для привертных крышек

23.3. Элементы корпуса редуктора (окончание)

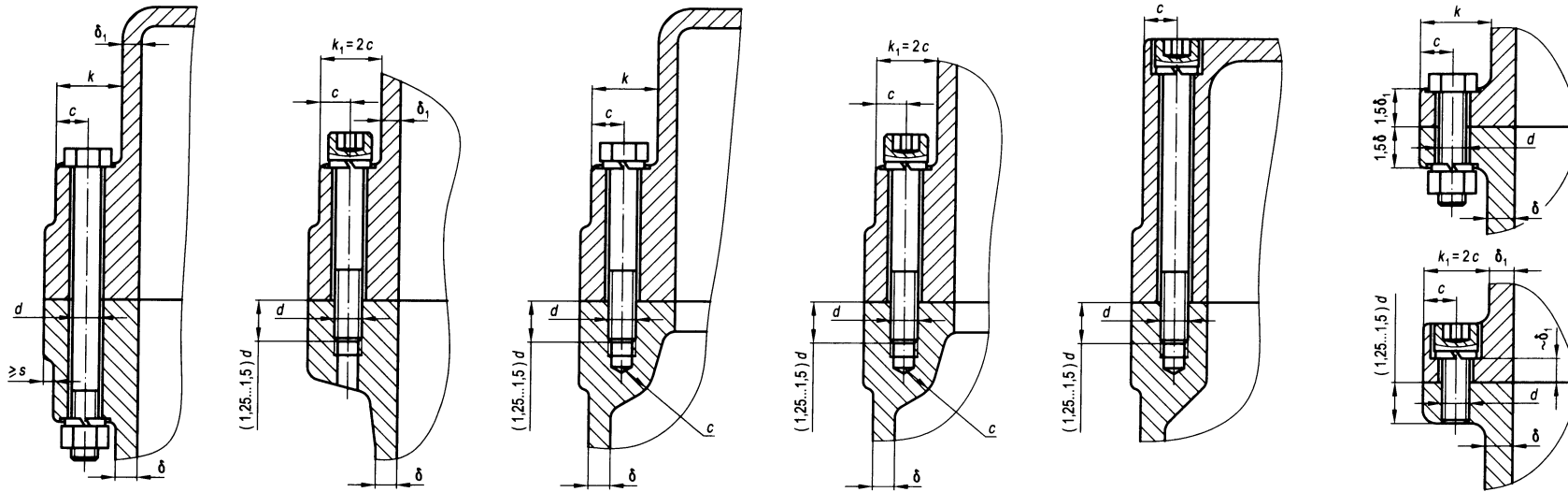


Рис. 23.3.5. Приливы под болты на продольных фланцах корпуса (размеры см. в табл. 23.2.1)

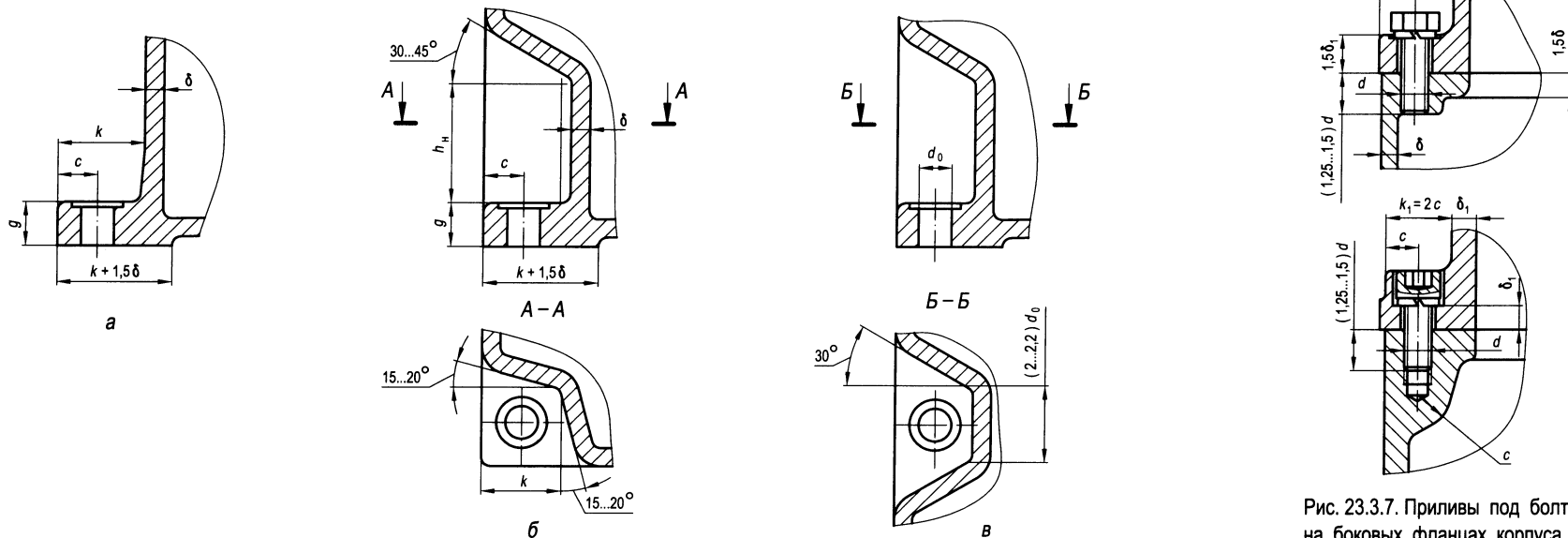


Рис. 23.3.6. Лапы для крепления корпуса к плите (раме) (размеры см. в табл. 23.2.1)

Рис. 23.3.7. Приливы под болты на боковых фланцах корпуса (размеры см. в табл. 23.2.1)

23.4. Конструирование корпуса цилиндрического редуктора

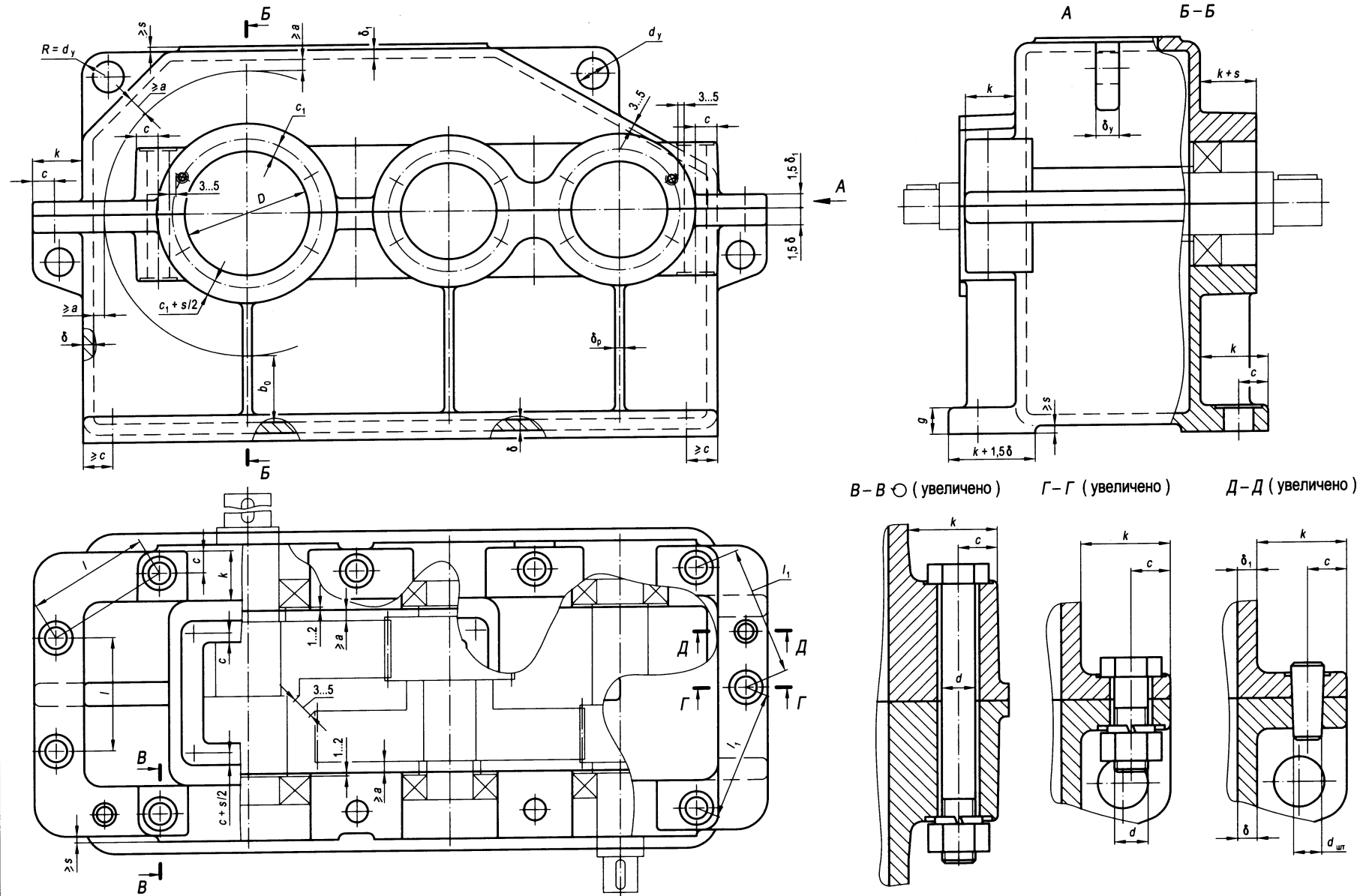


Рис. 23.4.1. Определение размеров корпуса цилиндрического редуктора типа 1 (см. рис. 23.2.1, а; размеры см. на листах 23.2, 23.3; $l \leq 12d$; $l_1 \leq 12d$)

23.4. Конструирование корпуса цилиндрического редуктора (окончание)

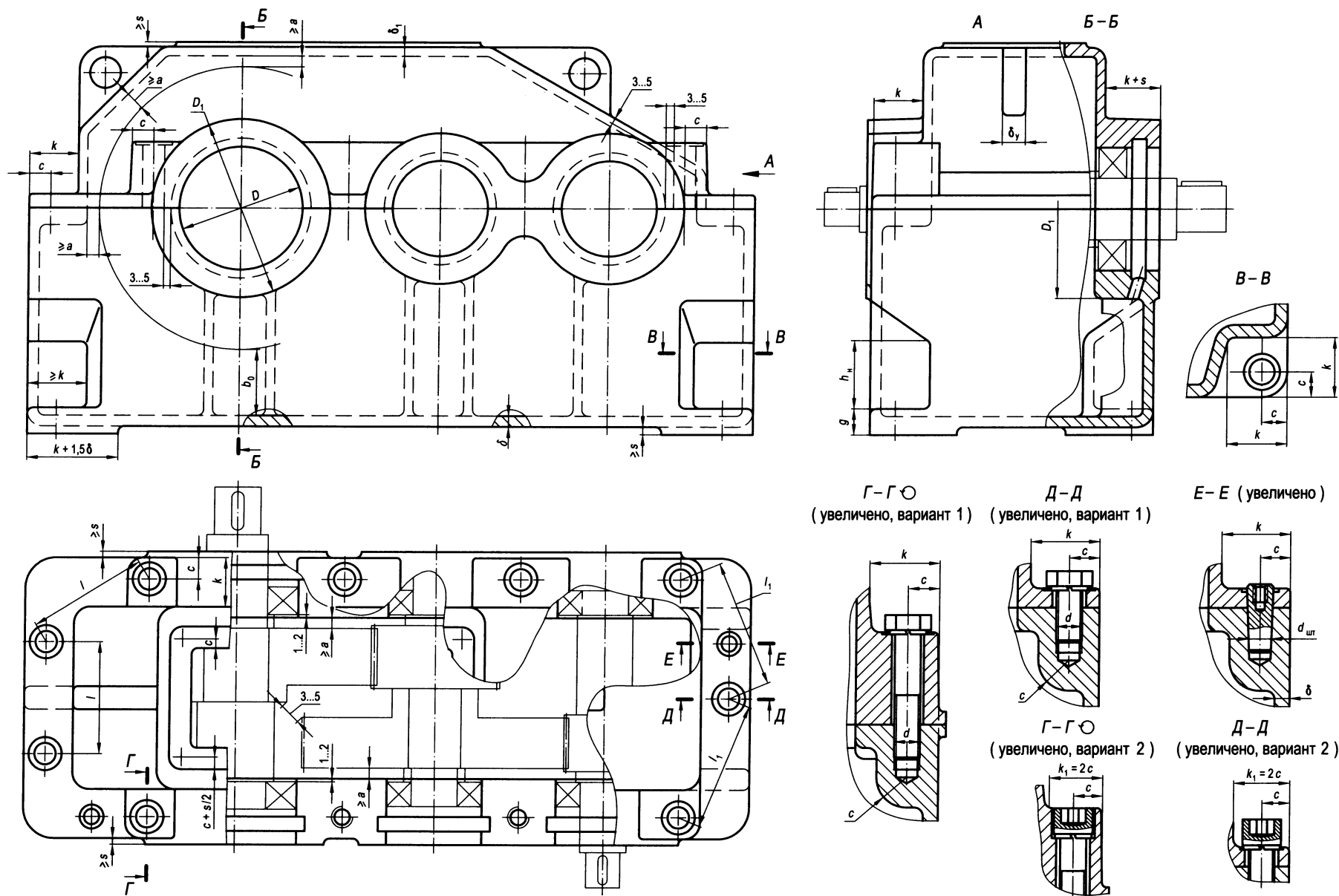
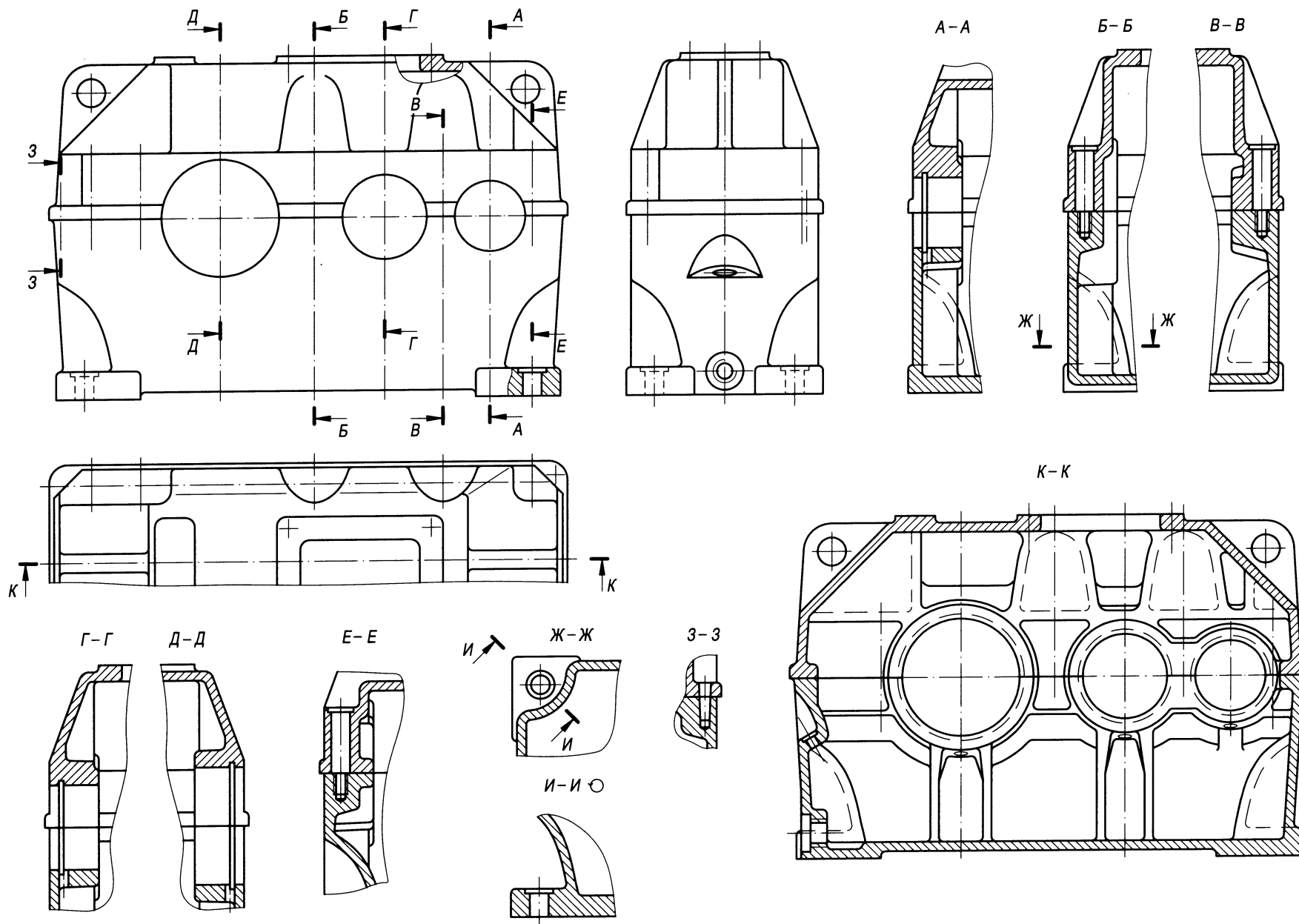


Рис. 23.4.2. Определение размеров корпуса цилиндрического редуктора типа 2 (см. рис. 23.2.1,б; размеры см. на листах 23.2, 23.3; $l_1 \leq 12d$; $l_1 \leq 12d$)

23.5. Корпус цилиндрического двухступенчатого редуктора



23.6. Конструирование корпуса цилиндрического двухступенчатого соосного редуктора

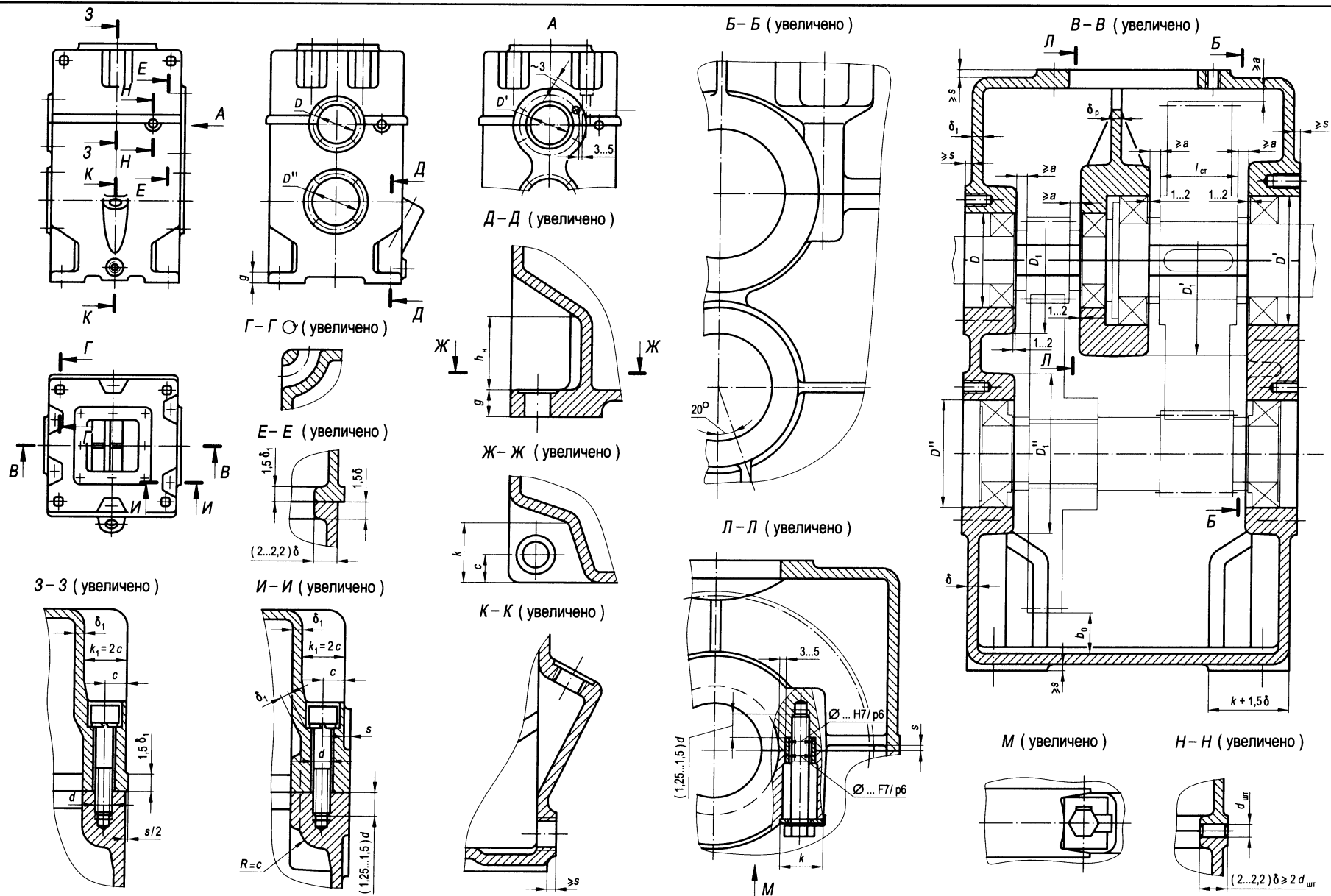


Рис. 23.6.1. Определение размеров корпуса цилиндрического двухступенчатого соосного редуктора типа 3 (см. рис. 23.2.1, в; размеры см. на листах 23.2; 23.3)

23.7. Конструирование корпуса коническо-цилиндрического редуктора

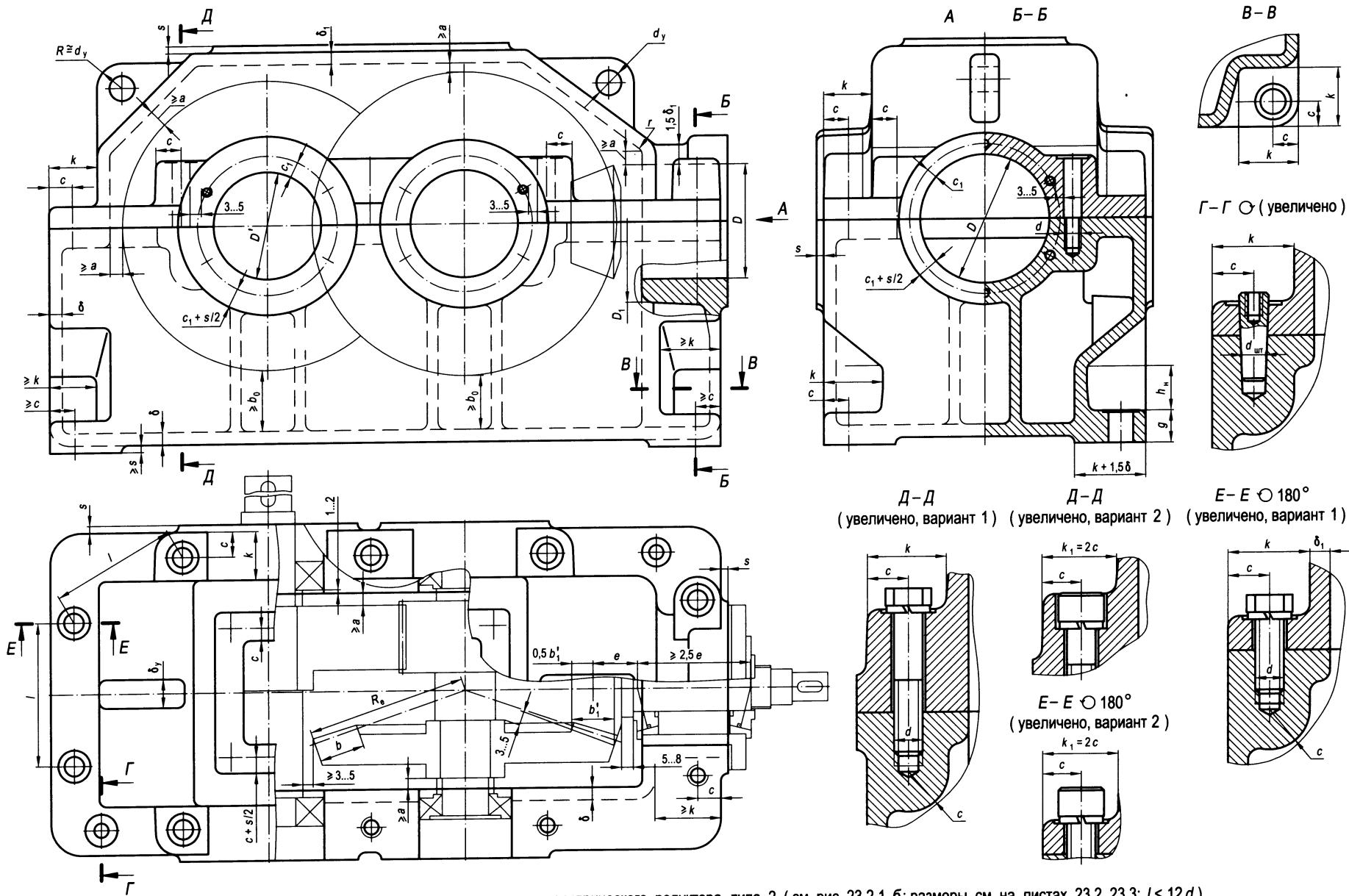


Рис. 23.7.1. Определение размеров корпуса коническо-цилиндрического редуктора типа 2 (см. рис. 23.2.1, б; размеры см. на листах 23.2, 23.3; $l \leq 12 d$)

23.7. Конструирование корпуса коническо-цилиндрического редуктора (окончание)

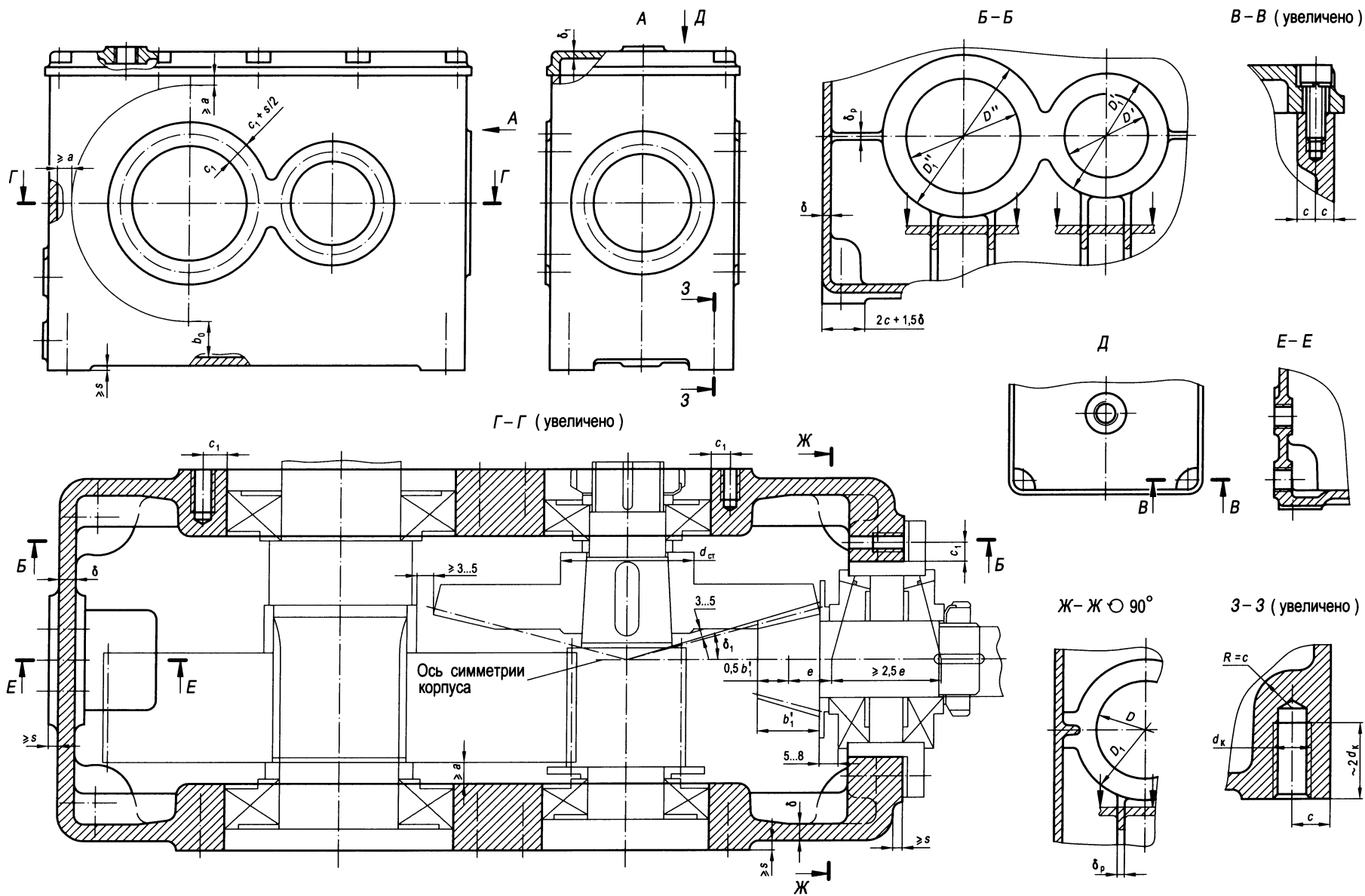


Рис. 23.7.2. Определение размеров корпуса коническо-цилиндрического редуктора типа 5 (см. рис. 23.2.1, д; размеры см. на листах 23.2; 23.3)

23.8. Конструирование корпуса червячного редуктора

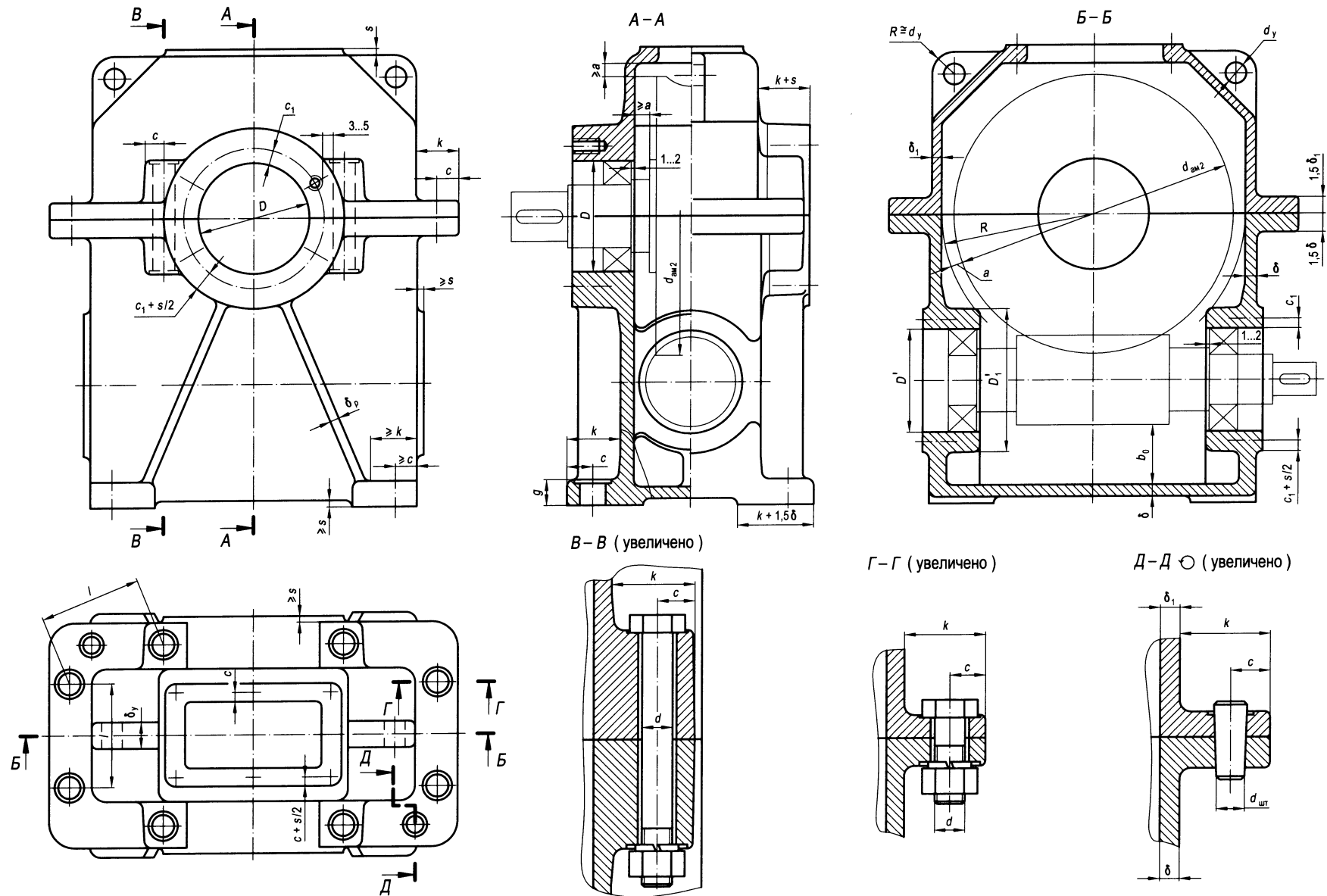


Рис. 23.8.1. Определение размеров корпуса червячного редуктора типа 1 (см. рис. 23.2.1, а; размеры см. на листах 23.2, 23.3; $l \leq 12d$; $R = d_{\text{ам}2}/2 + a$)

23.8. Конструирование корпуса червячного редуктора (продолжение)

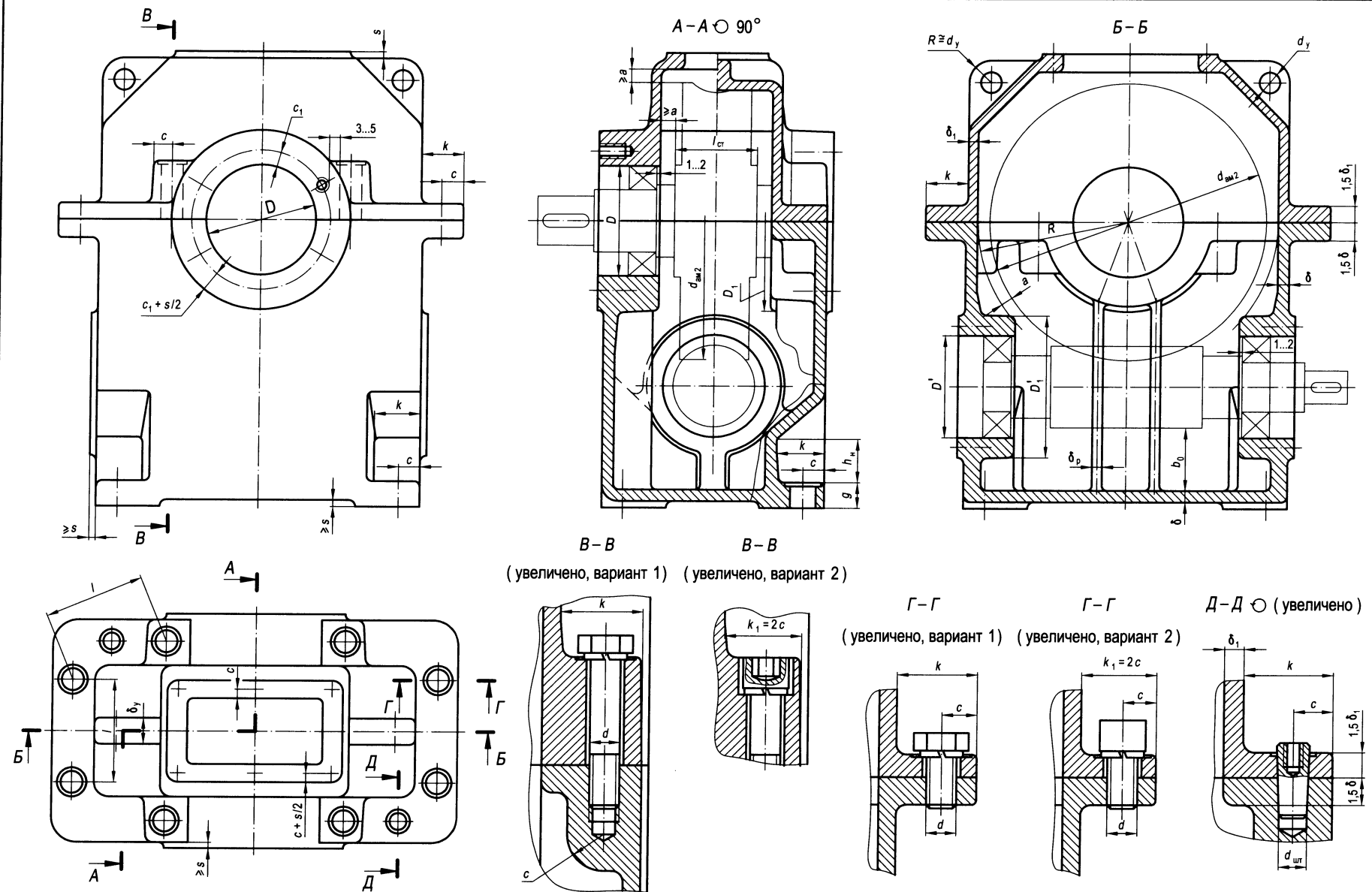
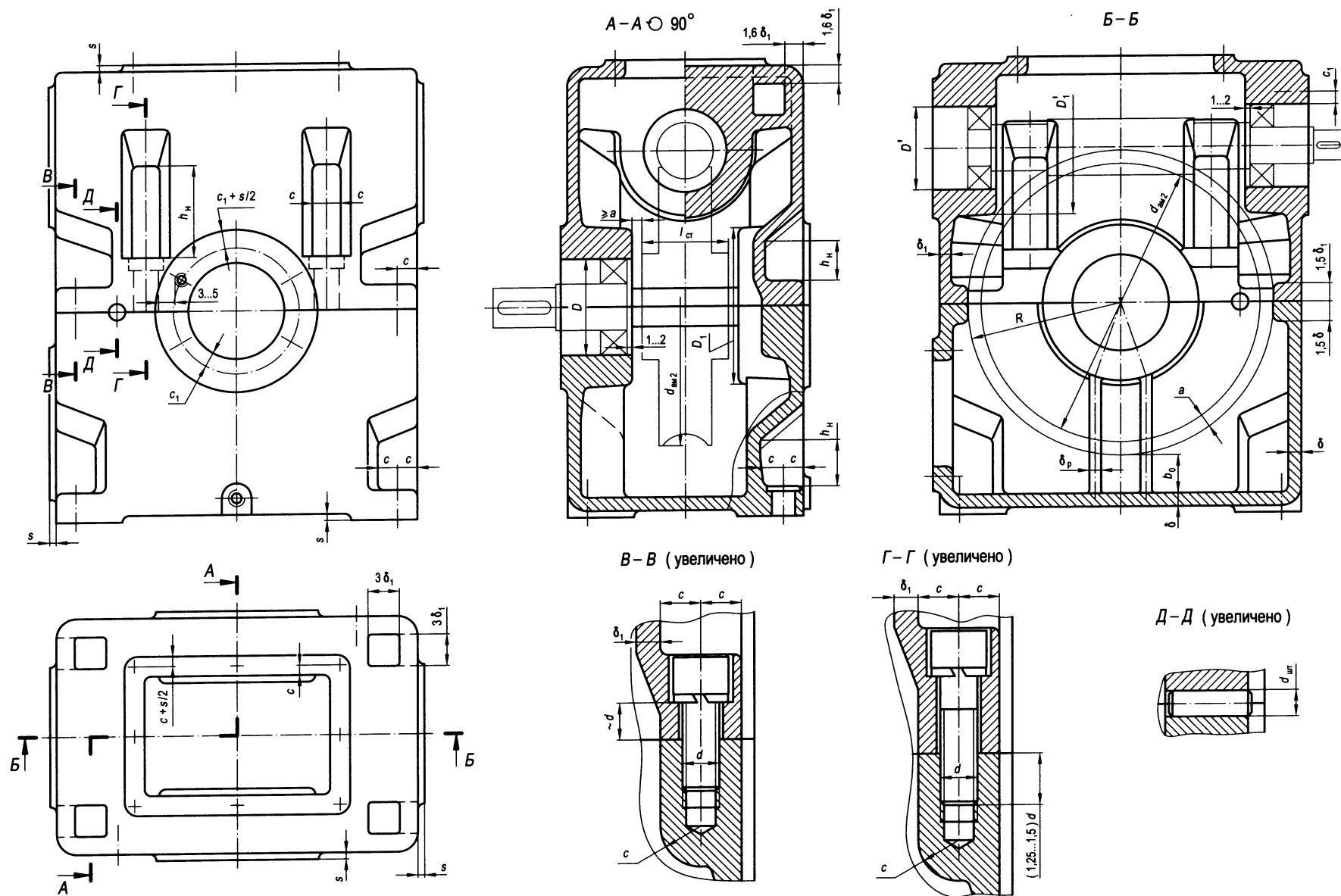


Рис. 23.8.2. Определение размеров корпуса червячного редуктора типа 2 (см. рис. 23.2.1,б; размеры см. на листах 23.2, 23.3; $l \leq 12d$; $R = d_{ам2}/2 + a$)

23.8. Конструирование корпуса червячного редуктора (продолжение)

Рис. 23.8.3. Определение размеров корпуса червячного редуктора типа 3 (см. рис. 23.2.1, в; размеры см. на листах 23.2, 23.3; $R = d_{ам2}/2 + a$)

23.8. Конструирование корпуса червячного редуктора (окончание)

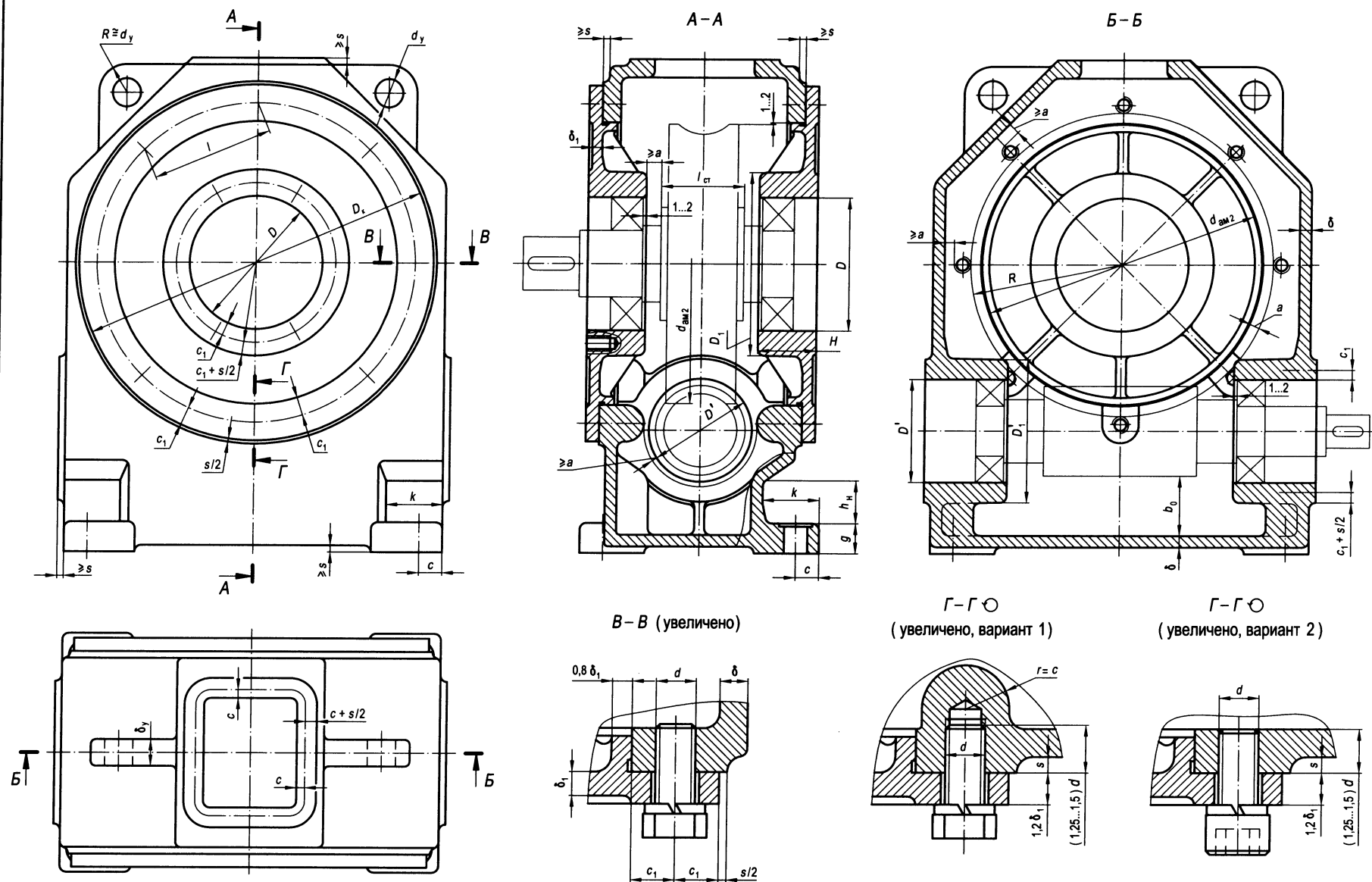
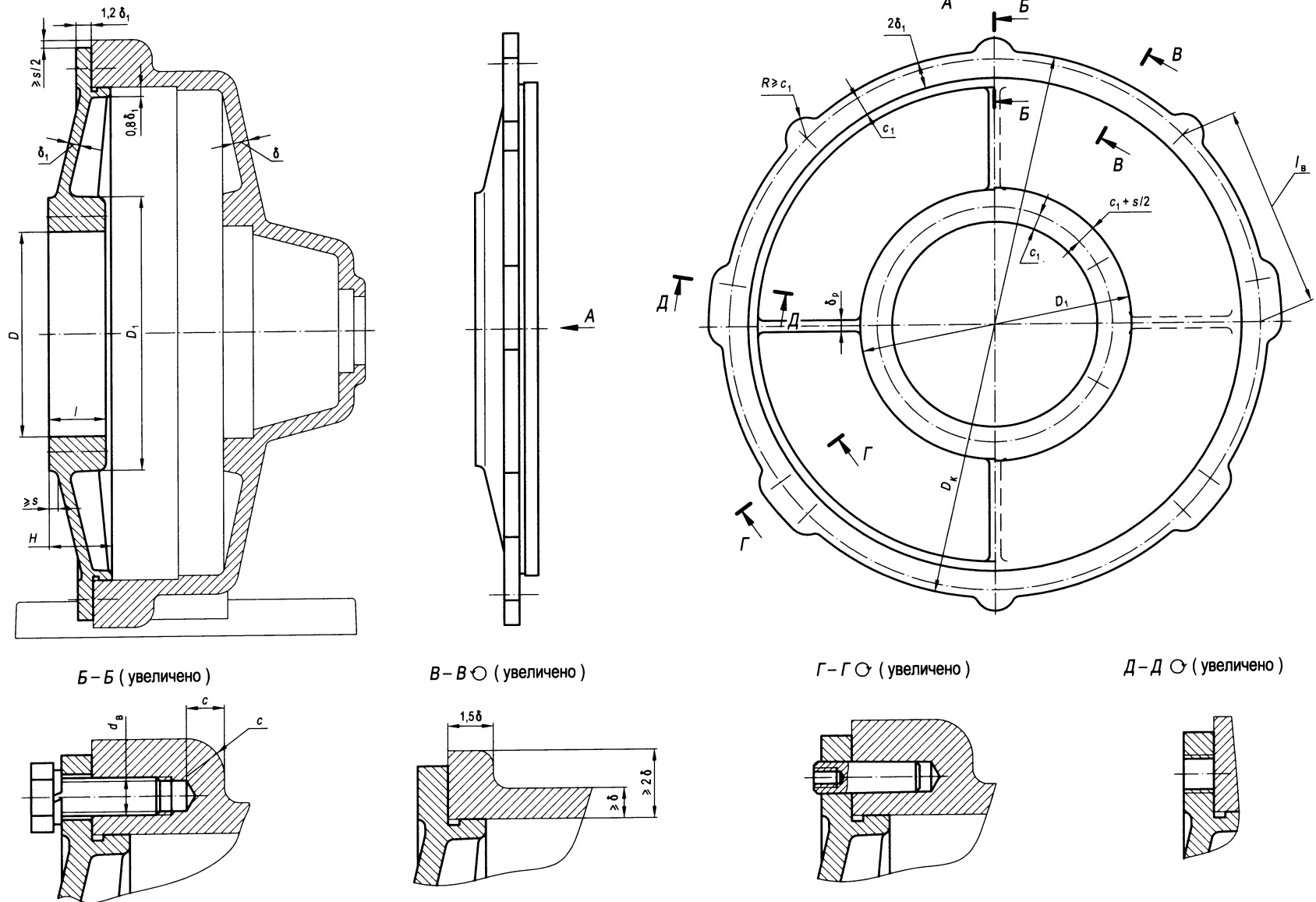


Рис. 23.8.4. Определение размеров корпуса червячного редуктора типа 4 (см.рис. 23.2.1, г; размеры см. на листах 23.2, 23.3; $H \geq 0,08 D_k$; $l \leq 12 d$; $R = d_{\text{ам}2}/2 + a$)

23.9. Конструирование крышки корпуса планетарного редуктора

Рис. 23.9.1. Определение размеров крышки корпуса планетарного редуктора (размеры см. на листах 23.2, 23.3; $H \geq 0,08 D_k$; $l_B \leq 12 d_a$)

23.10. Конструирование боковой крышки корпуса

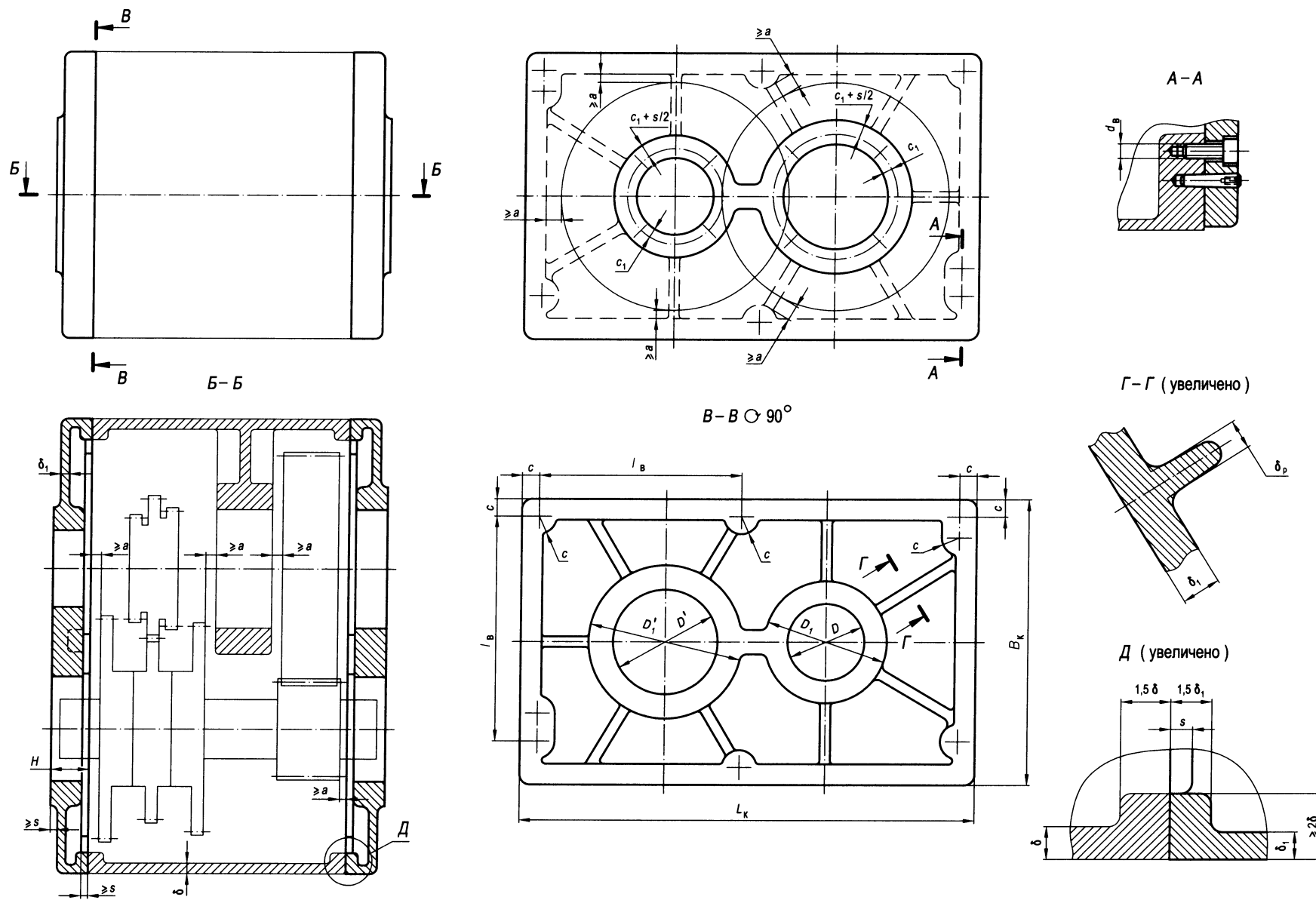
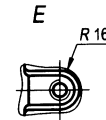
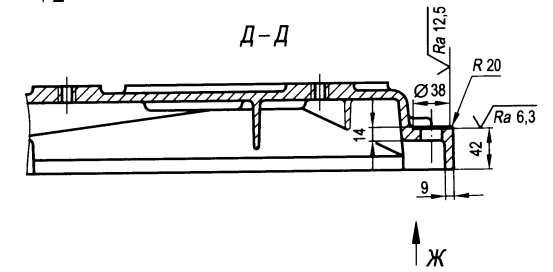
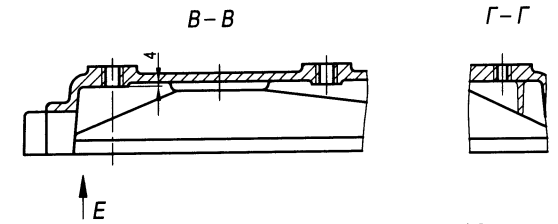
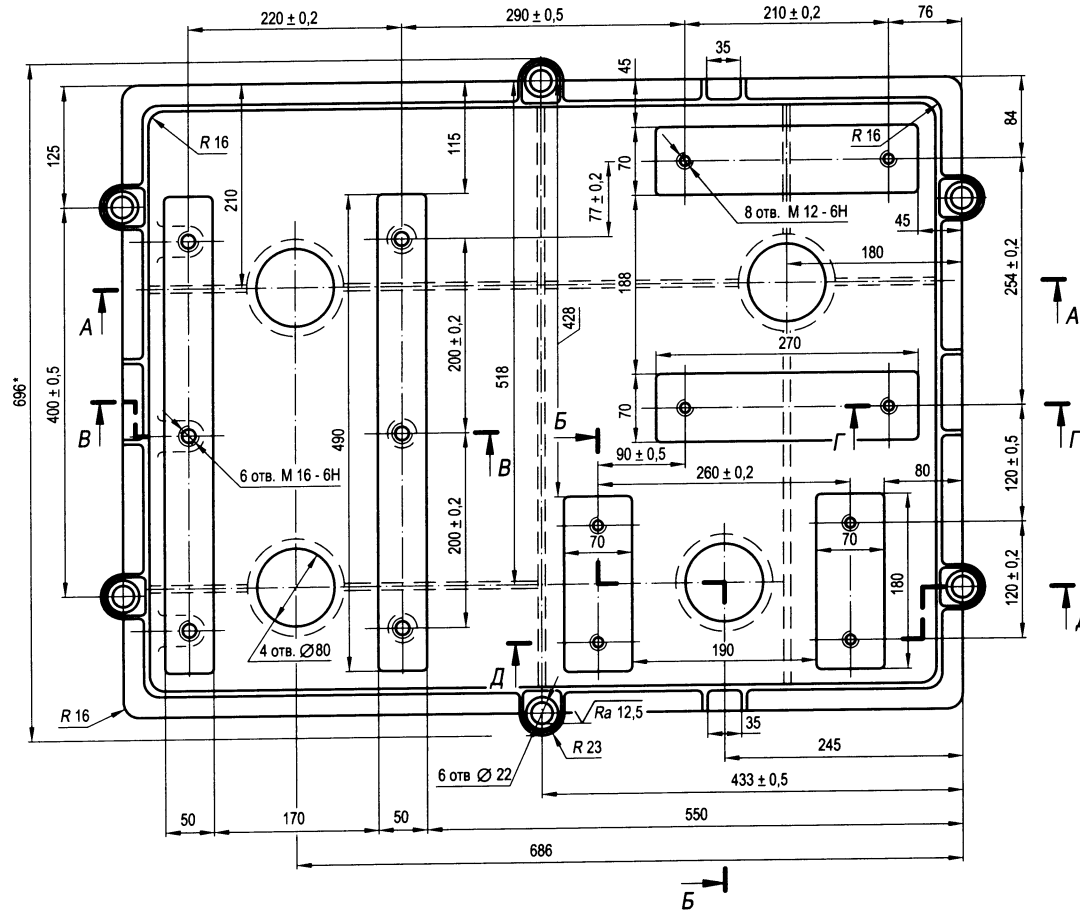
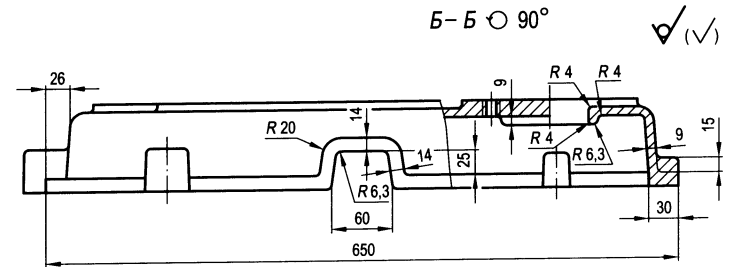
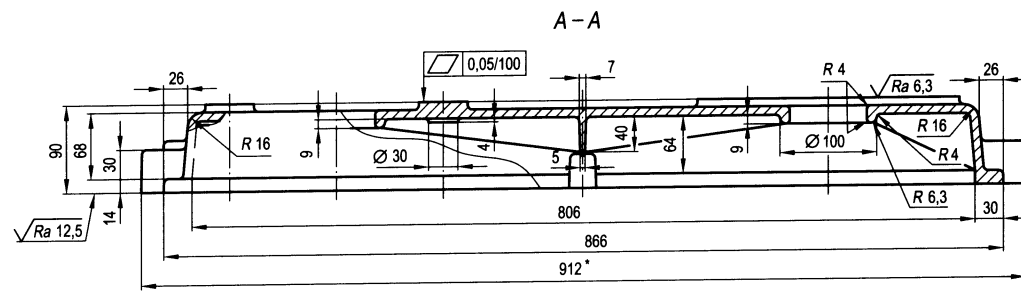


Рис. 23.10.1. Определение размеров боковой крышки корпуса (размеры см. на листах 23.2, 23.3; $H \geq 0,08 L_K$; $l_B \leq 12 d_B$)

23.11. Плита



1. Неуказанные радиусы скруглений 5 мм.
2. Формовочные уклоны по ГОСТ 3212-80.
- 3.* Размеры для справок.
4. Общие допуски по ГОСТ 30893.2-тК.
5. Отливку подвергнуть старению.

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 60С2А, допускается изготовление пружин из сталей марок 60С2, 50ХФА, 65С2ВА, 70С3А 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 $N \geq 2 \cdot 10^6$ циклов, предварительную деформацию не менее $0,2s$, рабочую – не более $0,6s$;

II – пружины, имеющие при циклическом нагружении выносливость $N \geq 10^4$ 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 $s/t \geq 0,6$ – 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, а) при максимальной деформации s сила $F = F_{\max}$. В случае двух- и трехпараллельной сборки (см. рис. 24.2.2, б, в) силу F_n , действующую на пакет пружин при максимальной его деформации, определяют по зависимости $F_n = KF_n$, 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, г, д) 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 (окончание)

Окончание табл. 24.1.1

F_{\max} Н	D_1	D_2	t	s	l_0	$\frac{s}{t}$	F, Н, при деформации			F_{\max} Н	D_1	D_2	t	s	l_0	$\frac{s}{t}$	F, Н, при деформации		
							0,2 s	0,6 s	0,8 s								0,2 s	0,6 s	0,8 s
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
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	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
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
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	5940
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	5970
2000	25,0	10,0	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	1695	7100	80,0	40,0	2,20	3,00	5,20	1,4	3070	5980	6420
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	6680	7100
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	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	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
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	7860
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	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
2800	56,0	28,5	1,50	1,95	3,45	1,3	1237	2470	2685	9000	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	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	90,0	40,0	2,5	3,50	6,00	1,4	4060	7810	8310
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	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	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	10880
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	10030
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	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	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	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	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	4,00	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
6300	35,5	20,0	1,80	0,95	2,75	0,5	1505	4050	5180										

24.2. Пружины тарельчатые с опорными плоскостями

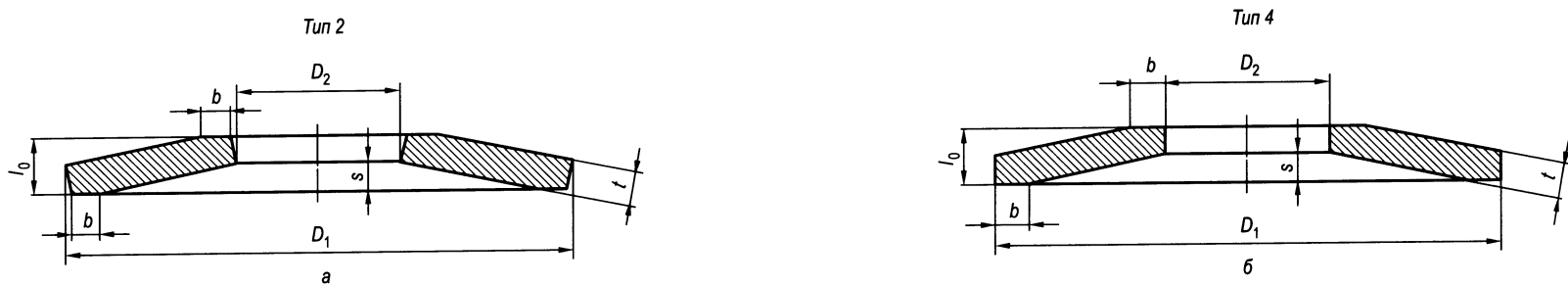


Рис. 24.2.1. Пружины тарельчатые с наклонными (а) и параллельными (б) кромками по наружному и внутреннему диаметру

Таблица 24.2.1. Параметры и размеры тарельчатых пружин типа 2 и 4 при $t > 1$ (ГОСТ 3057-90), мм

F_{\max} , Н	D_1	D_2	t	s	l_0	$b_{\text{ном}}$	$\frac{s}{t}$	$F, \text{Н}$, при деформации			F_{\max} , Н	D_1	D_2	t	s	l_0	$b_{\text{ном}}$	$\frac{s}{t}$	$F, \text{Н}$, при деформации		
								0,2 s	0,6 s	0,8 s									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
1400	28,0	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	25,0	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
1600	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
1800	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	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	10,2	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	10,0	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	1,45	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

24.2. Пружины тарельчатые с опорными плоскостями (окончание)

Окончание табл. 24.2.1

F_{\max} Н	D_1	D_2	t	s	l_0	$b_{\text{ном}}$	$\frac{s}{t}$	$F, \text{ Н, при деформации}$			F_{\max} Н	D_1	D_2	t	s	l_0	$b_{\text{ном}}$	$\frac{s}{t}$	$F, \text{ Н, при деформации}$		
								0,2 s	0,6 s	0,8 s									0,2 s	0,6 s	0,8 s
8000	63,0	31,5	2,20	2,00	4,20	0,7	0,9	2456	5689	6771	18000	50	30,0	3,0	1,0	4,0	0,5	0,3	3907	11190	14660
8000	80,0	40,0	2,20	3,00	5,20	0,7	1,4	3279	6395	6858	18000	56	28,0	3,2	1,2	4,4	0,7	0,4	3998	11320	14770
8000	100,0	50,0	2,50	3,50	6,00	0,8	1,4	3681	7093	7543	18000	90	50,0	3,2	2,8	6,0	0,8	0,9	5372	12620	15125
9000	35,5	20,0	2,2	0,70	2,90	0,5	0,3	2069	5950	7809	18000	125	64,0	3,5	4,5	8,0	0,8	1,3	7580	15190	16590
9000	40,0	22,4	2,2	0,85	3,05	0,5	0,4	1992	5623	7325	20000	50	31,5	3,0	1,0	4,0	0,5	0,3	4158	11910	15600
9000	63,0	31,5	2,4	1,75	4,15	0,7	0,7	2419	6029	7444	20000	56	22,4	3,5	1,1	4,6	0,7	0,3	4198	12080	15860
9000	90,0	46,0	2,5	3,20	5,70	0,8	1,3	3838	7707	8429	20000	63	25,0	3,5	1,4	4,9	0,7	0,4	4341	12200	15870
10000	40,0	25,0	2,2	0,90	3,10	0,5	0,4	2445	6852	8902	20000	71	28,0	3,5	1,8	5,3	0,7	0,5	4641	12560	16090
10000	45,0	18,0	2,5	0,95	3,45	0,5	0,4	2086	5897	7688	20000	140	72,0	3,8	4,9	8,7	1,0	1,3	8538	17080	18640
10000	50,0	20,0	2,5	1,20	3,70	0,5	0,5	2240	6136	7899	22400	63	31,5	3,5	1,4	4,9	0,7	0,4	4841	13600	17700
10000	71,0	28,0	2,6	2,15	4,75	0,7	0,8	2849	6824	8263	22400	80	36,0	3,7	2,0	5,7	0,7	0,5	5091	13650	17420
10000	90,0	40,0	2,5	3,50	6,00	0,8	1,4	4304	8294	8819	22400	90	32,0	4,0	2,3	6,3	0,8	0,6	5564	14730	18690
10000	100,0	51,0	2,7	3,50	6,20	0,8	1,3	4314	8613	9384	22400	100	56,0	3,5	3,3	6,8	0,8	0,9	7069	16150	19080
11200	50,0	25,0	2,5	1,20	3,70	0,5	0,5	2487	6812	8768	22400	150	70,0	4,0	5,5	9,5	1,0	1,4	9817	19080	20400
11200	71,0	40,0	2,6	2,00	4,60	0,7	0,8	3108	7621	9336	25000	63	35,5	3,5	1,50	5,0	0,7	0,4	5800	16160	20950
11200	80,0	31,5	2,8	2,45	5,25	0,7	0,9	3300	7751	9292	25000	71	28,0	4,0	1,50	5,5	0,7	0,4	5341	15120	19730
12500	45,0	25,0	2,5	1,05	3,55	0,5	0,4	2849	7960	10330	25000	80	31,5	4,0	1,90	5,9	0,7	0,5	5592	15340	19760
12500	56,0	22,4	2,8	1,30	4,10	0,7	0,5	2740	7544	9732	25000	100	40,0	4,0	3,00	7,0	0,8	0,8	6818	16850	20720
12500	71,0	28,0	3,0	1,80	4,80	0,7	0,9	3092	8108	10250	25000	112	56,0	4,0	3,40	7,4	0,8	0,8	7314	17350	20910
12500	110,0	50,0	3,0	4,0	7,00	0,8	1,3	5375	10600	11440	28000	71	35,5	4,0	1,5	5,5	0,7	0,4	5943	16830	21950
14000	40,0	25,0	2,5	0,80	3,30	0,5	0,3	3056	8782	11520	28000	80	40,0	4,0	2,0	6,0	0,7	0,5	6628	18030	23140
14000	45,0	28,0	2,4	1,10	3,50	0,5	0,5	3067	8461	10920	28000	100	40,0	4,2	2,8	7,0	0,8	0,7	6921	17690	22090
14000	50,0	25,0	2,8	1,10	3,90	0,5	0,4	3052	8597	11190	28000	112	63,0	4,0	3,5	7,5	0,8	0,9	8409	19750	23680
14000	56,0	28,0	2,8	1,35	4,15	0,7	0,5	3194	8742	11250	28000	160	82,0	4,3	5,6	9,9	1,0	1,3	10820	21560	23450
14000	80,0	45,0	3,0	2,10	5,10	0,7	0,7	3704	9342	11600	30000	71	28,0	4,5	1,3	5,8	0,7	0,3	6344	18370	24180
16000	45,0	28,0	2,6	1,00	3,60	0,5	0,4	3407	9619	12530	30000	80	31,5	4,5	1,6	6,1	0,7	0,4	6293	17920	23420
16000	50,0	28,0	2,8	1,10	3,90	0,5	0,4	3334	9391	12220	30000	90	35,5	4,5	2,1	6,6	0,8	0,5	6923	19050	24560
16000	56,0	31,5	2,8	1,40	4,20	0,7	0,5	3696	10060	12910	30000	100	50,0	4,2	2,9	7,1	0,8	0,7	8057	20400	25360
16000	63,0	31,5	3,0	1,50	4,50	0,7	0,5	3456	9401	12070	30000	125	63,0	4,5	3,7	8,2	0,8	0,8	8898	21350	25880
16000	70,0	30,0	3,0	2,00	5,00	0,7	0,7	3820	9763	12190	30000	180	92,0	4,8	6,2	11,0	1,0	1,3	12970	25940	28290
16000	80,0	35,0	3,0	2,50	5,50	0,7	0,8	4151	9916	11990	35500	80	40,0	4,5	1,7	6,2	0,7	0,4	7497	21210	27660
16000	90,0	45,0	3,2	2,60	5,80	0,8	0,8	4361	10510	12760	35500	90	45,0	4,5	2,1	6,6	0,8	0,5	7680	21130	27250
16000	130,0	60,0	3,5	4,50	8,00	1,0	1,3	6673	13370	14600	35500	100	36,0	4,8	2,5	7,3	0,8	0,5	8155	22020	28120
											35500	125	71,0	4,5	3,8	8,3	0,8	0,8	10220	24300	29320

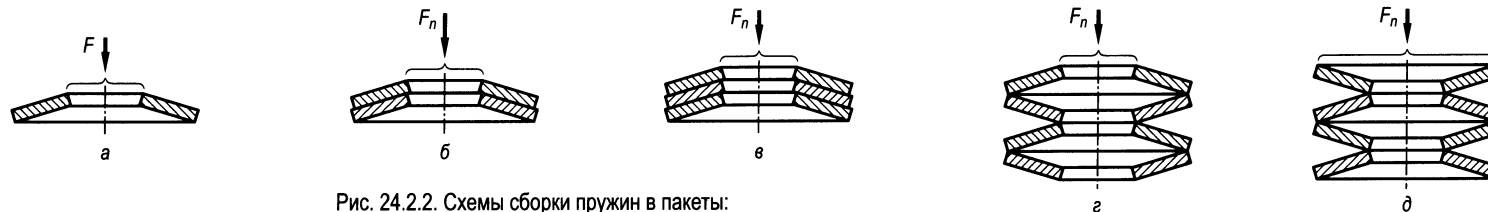


Рис. 24.2.2. Схемы сборки пружин в пакеты:
 а – одиночная; б, в – двух- и трехпараллельная соответственно; г, д – последовательные

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.: АСАДЕМА, 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	3
1. Сварные соединения	4
1.1. Конструктивные элементы сварных соединений и условные обозначения швов	5
1.2. Стальной прокат, используемый для изготовления сварных изделий	6
1.3. Сварные барабаны и шкивы	9
1.4. Сварной корпус червячного редуктора	10
1.5. Конструктивные элементы сварных рам	11
1.6. Сварные рамы	12
2. Соединения с натягом и коническими кольцами	14
2.1. Основные отклонения и допуски	15
2.2. Примеры соединений с натягом	16
2.3. Соединения упругими коническими кольцами	17
2.4. Соединения разрезными коническими кольцами	18
3. Резьбовые соединения	19
3.1. Резьбы цилиндрические	22
3.2. Резьбы конические	23
3.3. Резьба метрическая	24
3.4. Сбеги, недорезы, проточки и фаски для метрической резьбы крепежных изделий	25
3.5. Резьба упорная	26
3.6. Резьба трапецеидальная однозаходная	27
3.7. Классы прочности и материалы болтов, винтов, шпилек и гаек	28
3.8. Крепежные изделия	29
3.9. Болты с шестигранной головкой	32
3.10. Винты общего назначения	35
3.11. Винты установочные	37
3.12. Шпильки общего назначения	40
3.13. Рым-болты и гнезда под них	42
3.14. Гайки общего и специального назначения	43
3.15. Гайки шестигранные	45
3.16. Гайки шлицевые и шайбы многолапчатые для их стопорения	48
3.17. Гайки специальные	49
3.18. Шайбы	50
3.19. Шплинты	52
3.20. Места под ключи гаечные	53
3.21. Стопорение гаек и винтов	54
3.22. Крепление машин к фундаменту	56
4. Шпоночные соединения	57
4.1. Соединения призматическими шпонками	58
4.2. Соединения призматическими высокими и сегментными шпонками	59
4.3. Примеры соединений шпонками	60
4.4. Направляющие качения	61
5. Шлицевые и профильные соединения	62
5.1. Соединения шлицевые прямобочные	63
5.2. Соединения шлицевые эвольвентные	65
5.3. Соединения шлицевые с треугольным профилем и профильные соединения	66
5.4. Примеры шлицевых соединений	67
6. Штифтовые соединения	68
6.1. Штифты цилиндрические	69
6.2. Штифты конические	70
6.3. Примеры штифтовых соединений	71
7. Заклепочные соединения	72
7.1. Типы стержневых заклепок	73
7.2. Заклепки пустотелые и полупустотелые. Специальные заклепки	74
7.3. Примеры соединений деталей машин заклепками	75
8. Фрикционные передачи. Вариаторы	76
8.1. Торковый вариатор	77
8.2. Многодисковый вариатор	79
8.3. Цепной вариатор	81
8.4. Вариатор с клиновым ремнем	83

9. 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	101
10.4. Редуктор двухступенчатый цилиндрический с шевронными колесами	103
10.5. Редуктор двухступенчатый цилиндрический с шевронными колесами и корпусом без разъема	105
10.6. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный	107
10.7. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с осями валов, расположенными в вертикальной плоскости	109
10.8. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления	111
10.9. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный внешнего зацепления	113
10.10. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления	115
10.11. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный двухпоточный с тихоходной ступенью внутреннего зацепления без разъема корпуса	117
10.12. Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный трехпоточный	118
10.13. Редуктор коническо-цилиндрический	120
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
11.6. Редуктор двухступенчатый червячный	136
12. Устройства для выравнивания нагрузки в двухступенчатых соосных зубчатых редукторах	138
12.1. Выравнивание нагрузки с помощью упругих элементов, работающих на изгиб	139
12.2. Выравнивание нагрузки с помощью упругих элементов, работающих на кручение	141
12.3. Выравнивание нагрузки с помощью вала на плавающих опорах	142
13. Планетарные редукторы	143
13.1. Кинематические схемы планетарных передач	145
13.2. Редуктор планетарный одноступенчатый	146
13.3. Редуктор планетарный двухступенчатый с двумя центральными колесами и двухвенцовыми сателлитами	147
13.4. Редуктор планетарный двухступенчатый с двумя центральными колесами и составными сателлитами	148
13.5. Редуктор планетарный двухступенчатый	149
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	156
13.9. Редуктор планетарный прецессионный	158
14. Волновые редукторы	159
14.1. Редуктор волновой с кулачковым генератором волн	160
14.2. Мотор-редуктор волновой с дисковым генератором волн	162
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	170
15.1. Варианты конструктивного исполнения передвижных блоков зубчатых колес	172
15.2. Способы переключения передвижных зубчатых колес	173
15.3. Сопряжения передвижных зубчатых колес с механизмами управления	174
15.4. Приводы ползунов и вилок механизмов управления	175
15.5. Оси, скалки, промежуточные валы механизмов управления	177

15.6. Рукоятки с фиксацией	179
15.7. Механизмы передвижения зубчатых колес	181
15.8. Блокировочные устройства	185
15.9. Ручки	186
15.10. Ступицы рукояток	190
15.11. Стержни рукояток под шаровые ручки	191
15.12. Маховички	192
16. Цепные передачи	194
16.1. Цепи приводные роликовые	195
16.2. Звездочки для приводных роликовых цепей	196
16.3. Цепи тяговые разборные	197
16.4. Звездочки для тяговых разборных цепей	198
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	203
17.1. Роликовый механизм винт–гайка качения	206
17.2. Шариковый механизм винт–гайка качения (ШВМ)	212
17.3. Механизм винт–гайка скольжения	217
18. Валы и оси	218
18.1. Основные виды валов и осей	220
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	229
18.10. Способы крепления осей	230
18.11. Валы приводных барабанов ленточных конвейеров	231
18.12. Валы приводные со звездочками	233
19. Подшипники скольжения	234
19.1. Типы подшипников скольжения	236
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	248
20.1. Подшипники шариковые радиальные однорядные	256
20.2. Подшипники радиальные сферические двухрядные	259
20.3. Подшипники шариковые радиально-упорные	261
20.4. Подшипники роликовые радиальные однорядные	263
20.5. Подшипники роликовые радиально-упорные конические	265
20.6. Подшипники упорно-радиальные	268
20.7. Подшипники шариковые упорные	269
20.8. Способы установки и закрепления подшипников	270
20.9. Установочные размеры и осевые зазоры в подшипниках	271
20.10. Кольца пружинные упорные наружные	272
20.11. Кольца пружинные упорные внутренние	273
20.12. Втулки закрепительные	274
20.13. Корпуса подшипников качения	275
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	286
21.3. Муфты компенсирующие упругие	289
21.4. Муфты сцепные	296
21.5. Муфты предохранительные	299
21.6. Муфты центробежные	302

21.7. Муфты обгонные	304
21.8. Муфты комбинированные	306
22. Триботехника	318
22.1. Индустриальные масла	323
22.2. Трансмиссионные масла	324
22.3. Полужидкие смазочные материалы	325
22.4. Антифрикционные пластичные смазочные материалы	326
22.5. Выбор масла для смазывания зубчатых передач общего назначения	328
22.6. Выбор смазывающего материала для различных узлов трения	329
22.7. Уплотнения	330
22.8. Плоские прокладки для герметизации неподвижных соединений	331
22.9. Резиновые армированные манжеты для валов	332
22.10. Примеры уплотнений подшипников качения	333
22.11. Контактные уплотнительные шайбы	334
22.12. Уплотнения торцовые	335
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	343
22.21. Смазывание конических редукторов	345
22.22. Смазывание планетарных редукторов	346
22.23. Смазывание червячных редукторов и опор	347
22.24. Смазывание цепных передач	351
23. Конструктивные элементы литых деталей	352
23.1. Справочные данные для конструирования литых деталей	354
23.2. Рекомендуемые размеры корпуса редуктора	355
23.3. Элементы корпуса редуктора	356
23.4. Конструирование корпуса цилиндрического редуктора	358
23.5. Корпус цилиндрического двухступенчатого редуктора	360
23.6. Конструирование корпуса цилиндрического двухступенчатого соосного редуктора	361
23.7. Конструирование корпуса коническо-цилиндрического редуктора	362
23.8. Конструирование корпуса червячного редуктора	364
23.9. Конструирование крышки корпуса планетарного редуктора	368
23.10. Конструирование боковой крышки корпуса	369
23.11. Плита	370
24. Пружины тарельчатые	371
24.1. Пружины тарельчатые без опорных плоскостей	372
24.2. Пружины тарельчатые с опорными плоскостями	374
<i>Список литературы</i>	<i>376</i>